

Estudi antropomètric i funcional dels nedadors*

Estudio antropométrico y funcional en nadadores*

J. Riera;¹ C. Javierre;¹ J.L. Ventura;² A. Zamora.¹

¹ Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu (CEARE). Direcció General de l'Esport.

² Hospital de Bellvitge (UCI).

RESUM

Han estat analitzades una sèrie de variables antropomètriques i funcionals de 101 nedadors masculins d'alt nivell de competició, d'acord amb la seva edat cronològica, l'estil preferent de natació i la distància de la prova.

La massa muscular, el perímetre toràcic i la capacitat vital són els paràmetres que, amb l'edat, experimenten un desenvolupament més gran en els nedadors.

Comparant els estils de natació, s'han objectivat molt poques diferències.

Els nedadors més especialitzats en proves de velocitat (sprinters) presenten un desenvolupament corporal global més gran, uns índexs superiors de força i de potència muscular i uns valors de potència aeròbica lleugerament inferiors respecte al grup dels fondistes.

RESUMEN

Se han analizado una serie de variables antropométricas y funcionales en 101 nadadores masculinos de alto nivel competitivo según su edad cronológica, estilo preferente de nado, y distancia de la prueba.

Los parámetros que experimentan un mayor desarrollo con la edad en los nadadores son la masa muscular, el perímetro torácico y la capacidad vital.

Se han objetivado muy pocas diferencias en la comparación por estilo de nado.

Los nadadores más especializados en pruebas de velocidad (sprinters) presentan un mayor desarrollo corporal global, índices superiores de fuerza y potencia muscular, y valores de potencia aeróbica ligeramente inferiores respecto al grupo de fondistas.

Introducció

Determinades especialitats esportives són molt exigents pel que fa al perfil morfològic i funcional que han de tenir els que les practiquen, si volen aconseguir un bon nivell. Hi ha altres activitats esportives que no tenen uns criteris de selecció tan limitadors, i no és rar que hi hagi atletes que poden aconseguir un rendiment òptim en diverses proves o, fins i tot, en esports diferents.

Introducción

Ciertas especialidades deportivas son muy exigentes respecto al perfil morfológico y funcional que deben tener sus practicantes si quieren rendir a un buen nivel. Existen otras actividades deportivas en las que los criterios de selección no son tan selectivos y no es extraño encontrar atletas que pueden conseguir un rendimiento óptimo en varias pruebas e incluso deportes distintos.

* Treball becat per la Direcció General de l'Esport.

* Trabajo becado por la Dirección General de l'Esport.

El condicionant primari i més determinant de la natació consisteix a aconseguir una adaptació satisfactòria al medi aquàtic. El fenomen de l'especialització en un estil i/o en una distància concreta no està delimitat d'una manera tan clara com en altres esports. Alguns nedadors d'alt nivell tenen un bon rendiment en diverses proves (diferents estils i distàncies). Aquest fet pot ser degut a diferents factors, com ara: unes característiques individuals (físiques i tècniques) molt favorables,^{5, 15} un entrenament de base intens i polivalent, un retard en l'especialització, etc.

En fer aquest estudi el nostre propòsit ha estat analitzar una part d'aquests factors i, concretament, una sèrie de variables antropomètriques i funcionals que puguin tenir una influència important en el rendiment dels nedadors.

Objectius

1. Establir els valors de referència, i observar l'evolució de diverses variables antropomètriques i funcionals en els nedadors masculins, segons l'EDAT, des dels 14 anys fins al grup dels que en tenen 18 o més.
2. Comprovar si hi ha diferències importants en aquestes variables, segons l'ESTIL de natació predominant en cada individu (braça, papallona, esquena, crol i estil).
3. Observar les diferències entre dos grups de nedadors de crol, segons la DISTÀNCIA de la prova, definit un grup com a velocistes (50 m, i 100 m) i un altre com a fondistes (1.500 m).

Material y mètode

1. Grup d'estudi

- 101 nedadors masculins d'alt nivell de competició, amb una mitjana de 25 hores setmanals d'entrenament.
- Distribució per EDAT: 14 anys (n=15); 15 anys (n=18); 16 anys (n=30); 17 anys (n=17); 18 o més anys (n=23).
- Distribució per ESTILS: Braça (n=19); Papallona (n=17); Esquena (n=20); Estil (n=13); Crol (n=32).
- Distribució segons la DISTÀNCIA de la prova: Velocistes (n=18); Fondistes (n=14).

2. Metodologia

Han estat analitzats els paràmetres següents:

- a) *Mesures antropomètriques*: pes, talla, índex (talla-pes)-100, envergadura, índex (env.-talla/talla) x 100, diàmetre biacromial, diàmetre bitrocànter, relació biac./bitr., longitud de l'extremitat superior, longitud de l'extremitat inferior, perímetre toràcic superior en la inspiració i l'expiració màxima.

En la natació, el condicionant primari y més determinante consisteix en lograr una adaptació satisfactòria al medi acuàtic. El fenómeno de la especialización en un estilo y/o distancia concreto no está tan claramente delimitado como en otros deportes. Algunos nadadores de alto nivel tienen un buen rendimiento en diversas pruebas (distintos estilos y distancias). Ello puede deberse a varios factores tales como: características individuales (físicas y técnicas) muy favorables,^{5, 15} entrenamiento de base intenso y polivalente, retraso en la especialización, etc.

Nuestro propósito al realizar este estudio ha sido analizar una parte de estos factores y, concretamente, una serie de variables antropométricas y funcionales que puedan tener una influencia importante en el rendimiento de los nadadores.

Objetivos

1. Establecer valores de referencia y observar la evolución de diversas variables antropométricas y funcionales en la población de nadadores masculinos según su EDAD, desde los 14 años hasta el grupo de 18 o más años.
2. Comprobar si existen diferencias importantes en dichas variables según el ESTILO de nado predominante en cada individuo (braza, mariposa, espalda, crol y estilos).
3. Observar diferencias entre dos grupos de nadadores de crol según la DISTANCIA de la prueba, definiendo a un grupo de velocistas (50 m, 100 m) y uno de fondistas (1.500 m).

Material y método

1. Grupo de estudio

- 101 nadadores masculinos de alto nivel competitivo, con una media de 25 horas semanales de entrenamiento.
- Distribución por EDADES: 14 años (n=15); 15 años (n=18); 16 años (n=30); 17 años (n=17); 18 o más años (n=23).
- Distribución por ESTILOS: Braza (n=19); Mariposa (n=17); Espalda (n=20); Estilos (n=13); Crol (n=32).
- Distribución según DISTANCIA de la prueba: Velocistas (n=18); Fondistas (n=14).

2. Metodología

Se analizaron los siguientes parámetros:

- a) *Medidas antropométricas*: peso, talla, índice (talla-peso)-100, envergadura, índice (env.-talla/talla) x 100, diámetro biacromial, diámetro bitrocantéreo, relación Biac./bitr., longitud de extremidad supe

- b) *Càlcul de la composició corporal* segons el model descrit per De Rose y Guimaraes.^{7,8} Somatotipus determinat pel mètode de Heath-Carter.^{4,13}
- c) *Espirometria*: Capacitat vital (FVC); volum expiratori màxim en el primer segon (VEMS); índex de Tiffeneau (VEMS/FVC). Espiròmetre model Datospir-2002.
- d) *Dinamometria estàtica*: tracció dorsal i tracció lumbar *Plataforma de contacte. Test de Bosco (Ergo-Jump. Junghans GMBH-Schramberg, BRD)*: Força explosiva (SJ), força elàstica (CMJ) i potència anaeròbica (RJ 15s) de les extremitats inferiors, d'acord amb el protocol descrit per BOSCO.³
- e) *Prova ergomètrica màxima en cicloergòmetre i en cinta continua*. S'enregistren i es comparen les dades següents: càrrega màxima; consum màxim d'oxigen absolut i relatiu al pes corporal; volum expiratori màxim; freqüència cardíaca màxima.
Protocol en cicloergòmetre: càrrega inicial de 25 watts, amb un increment progressiu de 25 watts cada minut, fins a l'extenuació.
En ambdues proves, cada 30 segons, s'analitzen els gasos de la respiració, mitjançant un ergoanalitzador Oxycon 4 (Mijnhardt, Odijk, Holanda) amb analitzador paramagnètic d'oxigen (Servomex), captador dels raigs infrarojos del diòxid de carboni (Mijnhardt).
- f) *Test de lactat màxim*: En una piscina de 25 m es realitza un test de 200 m a velocitat màxima, en l'estil propi de cada nedador.
La presa de les mostres es féu per micromètode, mitjançant sang capil·lar arterialitzada obtinguda del lòbul de l'orella (lactat basal; als minuts 1, 3, 5 i 7 de la recuperació). Les mostres foren analitzades pel mètode electroenzimàtic amb un Micro-Stat P-LM4 (Analox Instruments Ltd., Paddington, Londres, GB).

3. Anàlisi dels resultats

S'ha utilitzat el paquet informàtic SPSS/PC+.

En cada variable, s'estudien les diferències entre els grups establerts a partir d'una anàlisi de la variança (ONEWAY). Quan l'anàlisi de la variança detecta diferències significatives ($P < 0.05$) s'utilitza la prova de contrastos de SCHEFFE en la comparació entre els grups.

Resultats

A) Comparació per edats

- A la Taula 1 es presenten els resultats de les variables antropomètriques analitzades segons l'edat dels nedadors.

Pes

El grup de nedadors de >18 anys presenta una mitjana significativament superior al grup dels de 14, 15 i 16 anys. A més el grup dels de 14 anys pre-

rior, longitud de extremitat inferior, perímetre toràcic superior en inspiració y espiración máxima.

- b) *Cálculo de la composición corporal* según el modelo descrito por De Rose y Guimaraes.^{7,8} Somatotipo determinado por el método de Heath-Carter.^{4,13}

- c) *Espirometria*: Capacidad Vital (FVC); volumen Espiratorio máximo en el primer segundo (VEMS); Índice de Tiffeneau (VEM/FVC). Espirómetro modelo Datospir-2002.

- d) *Dinamometria estàtica*: Tracción Dorsal y tracción Lumbar.

Plataforma de contacto. Test de Bosco (Ergo-Jump.

Junghans GMBH-Schramberg, BRD): Fuerza elástica (CMJ), y Potencia Anaeróbica (RJ 15s) de las extremidades inferiores, siguiendo protocolo descrito por BOSCO.³

- e) *Prueba ergométrica máxima en cicloergómetro y en cinta continua*: Se registran y comparan los siguientes datos: carga máxima; consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo al peso corporal; volumen espiratorio máximo; frecuencia cardíaca máxima.

Protocolo en cicloergómetro: carga inicial de 25 watio, con incrementos progresivos de 25 watio cada minuto hasta la extenuación.

Protocolo en cinta continua: Calentamiento inicial de 4 minutos, a una velocidad de 8 Km/h y pendiente del 2,5%, con incremento de la velocidad en 1 Km/h cada minuto hasta la extenuación.

En ambas pruebas se analizaron los gases respiratorios cada 30 segundos mediante un ergoanalizador Oxycon 4 (Mijnhardt, Odijk, Holanda) con analizador paramagnético de oxígeno (Servomex), captador de rayos infrarrojos para el dióxido de carbono (Mijnhardt).

- f) *Test de lactato máximo*: Se realizó en piscina de 25 metros de 200 metros a máxima velocidad con el estilo propio de cada nadador.

La toma de muestras se realiza por micrométodo mediante sangre capilar arterializada obtenida del lóbulo de la oreja (Lactato basal; 1, 3, 5 y 7 minutos de la recuperación).

Las muestras son analizadas por método electroenzimático con un Micro-Stat P-LM4 (Analox Instruments Ltd., Paddington, Londres, GB.).

3. Análisis de resultados

Se ha utilizado el paquete informático SPSS/PC+.

Para cada variable, se estudian las diferencias entre los grupos establecidos a partir de un análisis de la varianza (ONEWAY).

Quando el análisis de la varianza detecta diferencias significativas ($p < 0.05$) se utiliza la prueba de contrastes de SCHEFFE para la comparación entre los grupos.

	14 a		15 a		16 a		17 a		>18 a		
	M	SD									
Edad (a)	14,0	0,0	15,0	0,0	16,0	0,0	17,0	0,0	19,3	1,6	
Peso (kg)	61,0	5,9	68,9	6,7	70,0	6,1	72,7	6,3	77,5	6,9	*
Talla (cm)	170,9	4,5	176,3	5,9	176,5	6,3	179,4	3,4	183,2	6,8	*
(Talla - Peso) - 100	9,9	1,2	7,4	1,1	6,5	0,9	6,7	0,8	5,7	1,2	*
Envergadura (cm)	177,6	7,2	185,2	7,0	185,1	8,1	188,4	4,5	191,2	7,6	*
Env. - Talla/Talla x 100	3,9	2,3	5,1	2,2	4,9	2,4	5,0	2,0	4,4	2,3	ns
Diám. Biacromial (cm)	35,1	4,4	35,8	2,3	36,2	2,7	37,9	3,4	38,8	2,5	*
Diám. Bitrocantéreo (cm)	30,9	2,5	32,4	2,0	32,7	2,1	32,6	1,6	33,7	1,9	*
Diám. Biacr. / Diám. Bitroc.	1,13	0,03	1,08	0,04	1,10	0,03	1,16	0,04	1,15	0,05	ns
Long. EEII (cm)	91,3	4,3	92,9	4,1	94,1	4,5	96,8	3,1	97,4	6,0	*
Long. EESS (cm)	71,3	3,3	74,6	3,1	74,8	3,9	75,3	3,0	76,5	3,6	*
Perím. Torácico Insp. (cm)	94,8	4,4	98,3	3,3	100,8	4,5	102,5	4,2	105,5	4,1	*
Perím. Torácico Esp. (cm)	85,6	4,5	89,8	3,0	92,1	5,2	92,6	4,9	96,8	4,7	*
Motilidad Torácica	9,2	1,1	8,4	0,9	8,7	1,0	9,8	1,2	8,6	0,9	ns

Taula 1: Dades antropomètriques segons l'edat dels nedadors.
(M: mitja; DS: desviació estàndar; * = $p < 0,05$; ns = no significatiu).

Tabla 1: Datos antropométricos según la edad de los nadadores.
(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0,05$; ns = no significatiu).

senta una mitjana significativament inferior als grups de 15, 16, 17 i 18 anys.

L'evolució del pes respecte a l'edat ens mostra un increment progressiu major dels 14 als 15 anys i assolix el punt màxim en els nedadors de més de 18 anys (Figura 1).

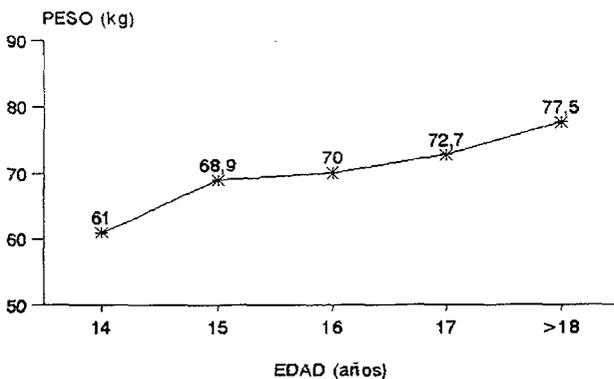


Figura 1: Pes (kg).
Figura 1: Peso (kg).

Talla i envergadura

L'evolució d'aquests dos paràmetres longitudinals mostra un creixement important en el grup de 15 anys i posteriorment un augment estable en la resta de grups d'edat (Figura 2).

- La relació entre la talla i el pes corporal, factor important en el desplaçament aquàtic, mostra un

Resultados

A) Comparación por edades

- En la Tabla 1 se presentan los resultados de las variables antropométricas analizadas para cada grupo de edad de los nadadores.

Peso

El grupo de nadadores de >18 años presenta una media significativamente superior al grupo de 14, 15 y 16 años. Además el grupo de 14 años presenta una media significativamente inferior a los grupos de 15, 16 17 y >18 años.

La evolución del peso con respecto a la edad nos muestra un incremento progresivo mayor de los 14 a los 15 años alcanzando el máximo en los nadadores de más de 18 años (Figura 1).

Talla y envergadura

La evolución de estos dos parámetros longitudinales muestra un crecimiento importante en el grupo de 15 años y posteriormente un aumento estable en el resto de grupos de edad (Figura 2).

- La relación entre la talla y el peso corporal, factor importante en el desplazamiento acuático, muestra un descenso progresivo en los diversos grupos de edad aunque más acusado en el grupo de 15 años respecto al de 14 años (Figura 3).

Diámetro Biacromial y Diámetro Bitrocantéreo

Aplicando la prueba de contrastes de SCHEFFE se observa que el grupo de nadadores de 18 años

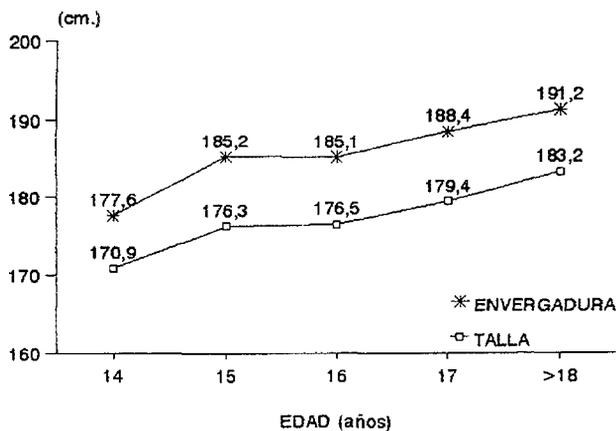


Figura 2: Talla i envergadura.
Figura 2: Talla y envergadura.

descens progressiu en els diversos grups d'edat, tot i que és més acusat en el grup de 15 anys respecte al de 14 anys (Figura 3).

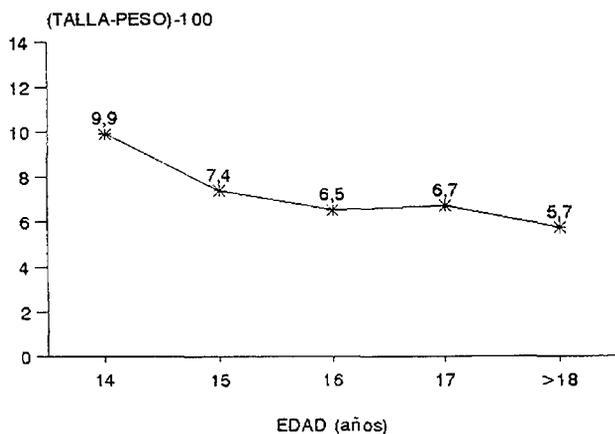


Figura 3: Índex. (Talla-Pes)-100.
Figura 3: Índice (Talla-Peso) -100.

Diàmetre Biacromial i Diàmetre Bitrocànter

Aplicant la prova de contrastos de SCHEFFE s'observa que el grup de nedadors de 18 anys presenta una mitjana d'aquestes variables significativament superior únicament respecte al grup de 14 anys (Figures 4 i 5).

presenta una mitjana de aquestes variables significativament superior únicament respecte al grup de 14 anys (Figuras 4 y 5).

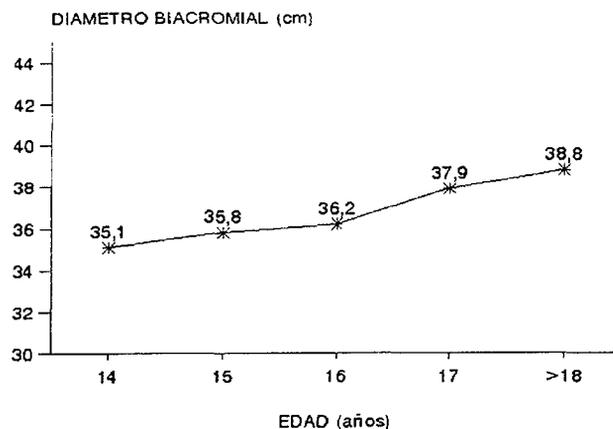


Figura 4: Diàmetre Biacromial.
Figura 4: Diámetro Biacromial.

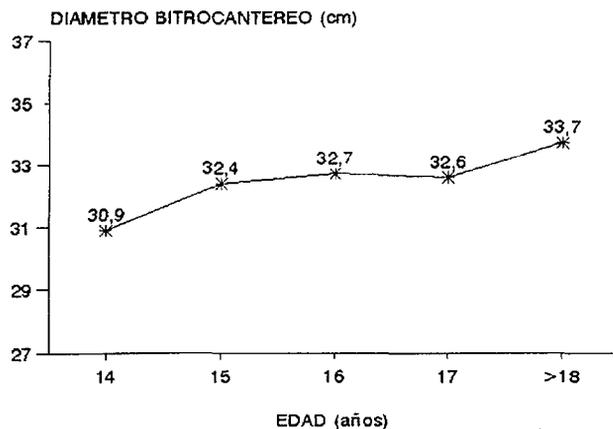


Figura 5: Diàmetre Bitrocantèri.
Figura 5: Diámetro Bitrocantéreo.

Se observa una tendencia al aumento de la relación diámetro biacromial/diámetro bitrocantéreo con la edad del nadador (Figura 5a).

Longitud de extremidades inferiores y superiores

Únicament se observen diferències estadísticament significatives entre els grups de major i menor edat, sense apreciar-se pics de creixement significatius en el rest dels grups (Figures 6 y 7).

S'observa una tendència a l'augment de la relació diàmetre biacromial/diàmetre bitrocànter amb l'edat del nedador (Figura 5a).

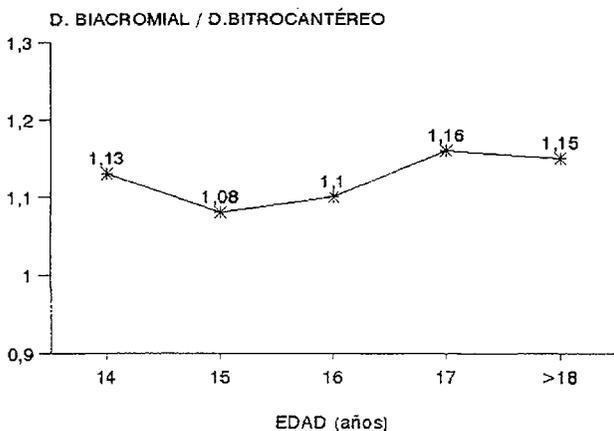


Figura 5a: Relació Diàmetre Biacromial/Diàmetre Bitrocanteri.
Figura 5a: Relación Diámetro Biacromial/Diámetro Bitrocantéreo.

Longitud de les extremitats inferiors i superiors

Només s'observen diferències significatives estadísticament entre els grups de major i menor edat, sense apreciar-se puntes significatives de creixement en la resta de grups (Figures 6 i 7).

Perímetre toràcic superior inspiratori i espiratori

Mostra un patró d'increment uniforme entre els grups de diverses edats (Figura 8).

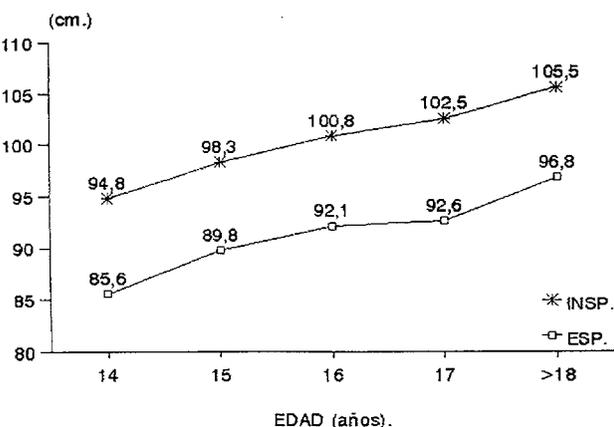


Figura 8: perímetre toràcic superior en inspiració i espiració màximes.
Figura 8: Perímetro torácico superior en inspiración y espiración máximas.

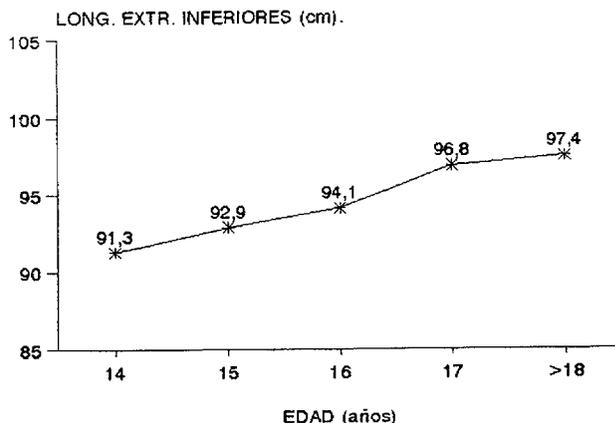


Figura 6: Longitud de las extremidades inferiores.
Figura 6: Longitud de las extremidades inferiores.

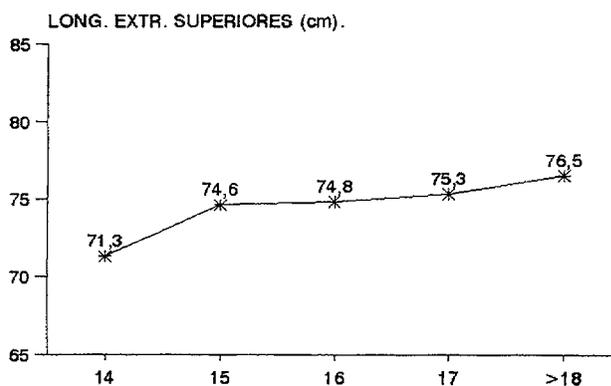


Figura 7: Longitud de les extremitats superiors.
Figura 7: Longitud de las extremidades superiores.

Perímetre toràcic superior inspiratori i espiratori

Muestra un patrón de incremento uniforme entre los grupos de diversas edades (Figura 8).

Composició corporal

- En la Tabla 2 se presentan los resultados referentes a la composición corporal y somatotipo para cada grupo de edad. Se observa un descenso significativo del porcentaje óseo acompañado de un incremento en el porcentaje muscular (Figuras 10 y 11). El aumento del perímetro muscular del brazo es superior al de la pantorrilla. Las variaciones en el porcentaje graso no son estadísticamente significativas (Figura 9).

	14 a		15 a		16 a		17 a		>18 a		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
% Graso	10,4	1,2	11,0	1,3	10,6	1,3	11,6	2,4	10,7	1,2	ns
% Oseo	18,6	0,8	18,1	0,7	17,4	1,1	17,3	1,0	16,9	1,6	*
% Muscular	46,9	1,4	46,8	1,2	47,9	1,0	48,0	2,1	48,3	1,0	*
Endom.	2,1	0,6	2,3	0,6	2,1	0,7	2,6	1,1	2,1	0,5	ns
Mesom.	4,7	0,6	4,8	0,8	5,0	1,0	4,9	0,6	4,9	0,7	ns
Ectom.	3,2	0,7	2,8	0,6	2,7	0,8	2,9	0,7	2,9	0,9	ns
Coordenada X	1,1	1,1	0,1	2,1	0,7	1,7	0,3	1,7	0,8	1,4	ns
Coordenada Y	4,3	1,6	5,3	3,4	5,2	2,6	4,3	1,4	4,6	1,9	ns

Taula 2: Dades de la composició corporal i del somatotip segons l'edat dels nedadors.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0.05$; ns = no significativu).

Tabla 2: Datos de la composición corporal y del somatotipo segun la edad de los nadadores.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativu).

	14 a		15 a		16 a		17 a		>18 a		
	M	SD									
CV (ml)	4734,2	477,3	5228,1	634,5	5413,7	828,9	5831,5	532,2	6482,2	826,5	*
VEMS (ml)	3959,2	305,8	4606,3	775,0	4554,0	624,9	4858,5	482,8	5253,9	752,5	*
VEMS/CV	84,0	6,8	87,8	7,4	84,5	6,0	83,4	5,9	81,0	5,8	*

Taula 3: Dades de les proves funcionals respiratòries.

(CV = capacitat vital; VEMS = volum espiratori màxim en el 1r. segon; M = mitja; DS = desviació estàndar).

Tabla 3: Datos de las pruebas funcionales respiratorias.

(CV = capacidad vital; VEMS = volumen espiratorio máximo en el 1er. segundo; M = media; DS = desviación estándar).

Composició corporal

- A la Taula 2 es presenten els resultats referents a la composició corporal i al somatotipus segons cada grup d'edat.

S'observa un descens significatiu del percentatge ossi acompanyat d'un increment en el percentatge muscular (Figures 10 i 11). L'augment del perímetre muscular del braç és superior al del panxell.

Les variacions en el percentatge gras no són estadísticament significatives (Figura 9).

Somatotipus

Els cinc grups d'edat no presenten diferències significatives pel que fa al valor mitjà de les tres components del somatotipus.

- A la Taula 3 es presenten les dades espiromètriques de cada grup d'edat.

Capacitat vital. Índex de Tiffeneau

El grup de nedadors de 18 anys presenta una capacitat vital significativament superior a la dels grups de 14, 15 i 16 anys. S'observa un descens de l'índex de Tiffeneau a partir de valors de capacitat vital superiors als 5 litres (Figura 13).

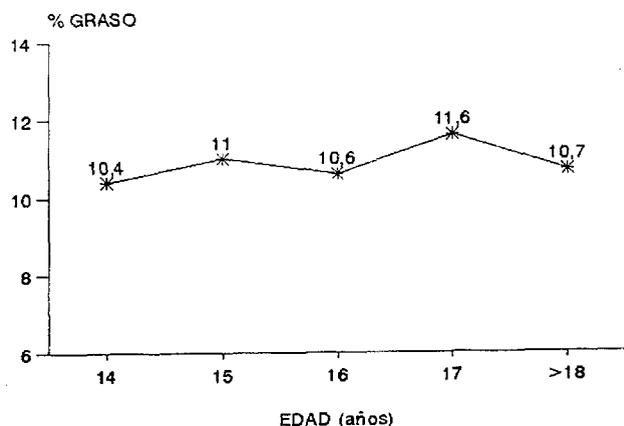


Figura 9: % Gras.
Figura 9: % Graso.

Somatotipo

Los cinco grupos de edad no presentan diferencias significativas en cuanto al valor medio de los tres componentes del somatotipo.

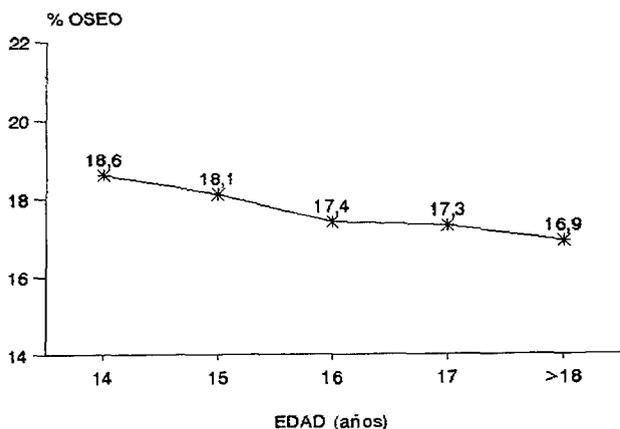


Figura 10: % Ossi.
Figura 10: % Óseo.

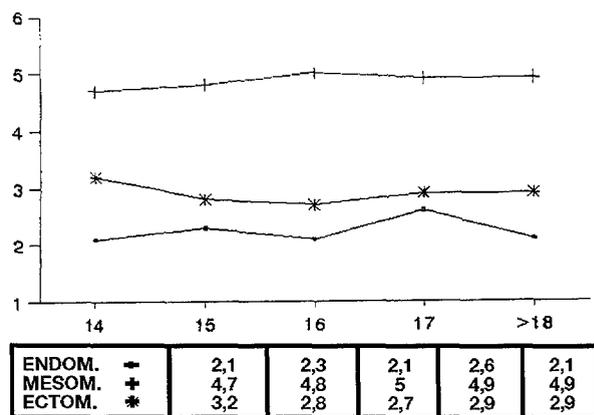


Figura 12: Somatotip.
Figura 12: Somatotip.

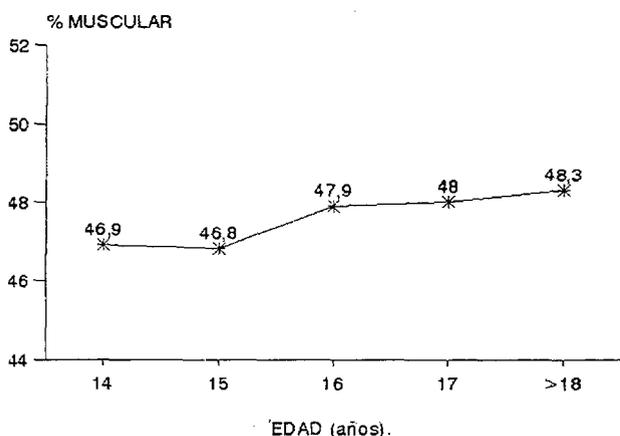


Figura 11: % Muscular.
Figura 11: % Muscular.

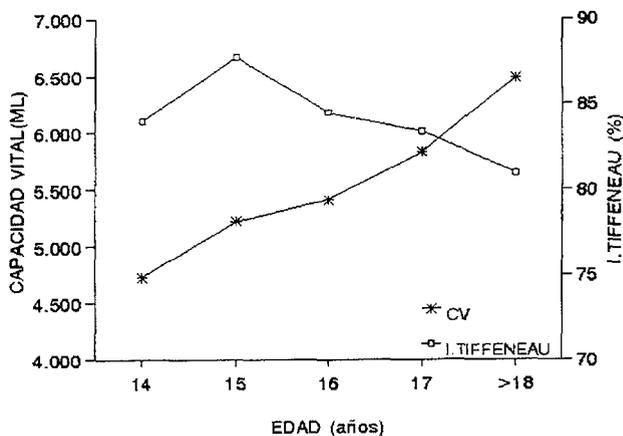


Figura 13: Capacitat Vital i índex de Tiffeneau.
Figura 13: Capacidad Vital e índice de Tiffeneau.

- A la Taula 4 es presenten els resultats de la dinamometria estàtica i del test de Bosco.

Tracció dorsal i tracció lumbar

S'observa un augment important d'aquests paràmetres en els nedadors de 15 anys i una estabilització posterior que no té cap importància estadística (Figures 14 i 15).

Força explosiva i força elàstica

Els resultats en els nostres nedadors mostren, als 16 anys, un punt màxim, estadísticament significatiu, en la força explosiva i elàstica de la musculatura extensora de les extremitats inferiors.

- En la Taula 3 se presenta los datos espirométricos para cada grupo de edad.

Capacidad vital. Índice de Tiffeneau

El grupo de nadadores de 18 años presenta una capacidad vital significativamente superior a los grupos de 14, 15 y 16 años. Se observa un descenso del índice de Tiffeneau a partir de valores de capacidad vital superiores a los 5 litros (Figura 13).

- En la Taula 4 se presentan los resultados de la dinamometria estàtica y del test de Bosco.

Tracción dorsal y Tracción lumbar

Se observa un aumento importante de estos parámetros en los nadadores de 15 años y una

	14 a		15 a		16 a		17 a		>18 a		
	M	SD									
Tracci3n Dorsal (kg)	84,7	22,8	95,6	17,8	99,2	20,2	99,8	23,0	102,1	20,5	ns
Tracci3n Lumbar (kg)	131,8	11,9	136,9	9,4	137,1	15,9	137,8	16,1	139,9	13,6	ns
Fuerza Explosiva (cm)	28,2	3,1	30,2	3,8	34,7	3,1	32,4	4,2	33,3	5,1	*
Fuerza El3stica (cm)	32,2	2,7	34,3	4,2	38,7	3,2	36,6	4,1	36,9	4,9	*
l. El3stico	4,0	1,0	4,1	1,7	4,0	1,6	4,3	1,6	3,6	1,9	ns
P3t. Anaer3bica 15s. (w)	19,3	1,6	20,0	3,4	21,2	2,1	20,8	1,5	20,9	3,1	ns

Taula 4: Dinamometria i Test de Bosco.

(M = mitja; DS = desviaci3n est3ndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

Tabla 4: Dinamometria i Test de Bosco.

(M = media; DS = desviaci3n est3ndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

	14 a		15 a		16 a		17 a		>18 a		
	M	SD									
CICLO Carga m3x. (w)	303,6	39,3	302,8	29,2	307,4	37,2	320,5	33,2	334,2	39,2	*
Carga m3x. relativa (w/kg)	5,0	0,4	4,4	0,6	4,4	0,5	4,4	0,4	4,3	0,5	*
CICLO VO-2m3x. (ml/kg/min)	60,9	6,1	61,2	5,2	61,9	6,2	62,4	7,6	58,8	6,6	ns
CICLO VO-2m3x. (l/min)	3,7	0,4	4,2	0,4	4,3	0,4	4,5	0,5	4,6	0,5	*
CINTA Carga m3x. (km/h)	18,2	2,1	16,4	1,9	17,7	1,8	17,5	1,5	17,1	1,0	ns
CINTA VO-2m3x. (ml/kg/min)	65,2	5,0	62,6	4,9	64,6	4,8	64,7	5,9	61,8	4,6	ns
CINTA VO-2m3x. (l/min)	4,0	0,3	4,3	0,3	4,5	0,3	4,7	0,4	4,8	0,4	*
CINTA F Card3aca m3x. (l.p.m)	192,1	5,4	189,4	5,2	190,5	4,7	190,2	5,7	188,8	6,1	ns
CINTA VE m3x. (l/min.)	125,6	15,1	128,3	13,4	131,3	12,2	134,5	13,4	140,7	10,9	*

Taula 5: Dades de les proves d'esfor3 en cicloerg3metre i cinta continu3.

(M = mitja; DS - desviaci3n est3ndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

Tabla 5: Datos de las pruebas de esfuerzo en cicloerg3metre y cinta continu3.

(M = media; DS = desviaci3n est3ndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

- La Taula 5 mostra els resultats de les proves d'esfor3 en cicloerg3metre i en cinta continu3.

posterior estabilizaci3n; aunque sin significancia estadística (Figuras 14 y 15).

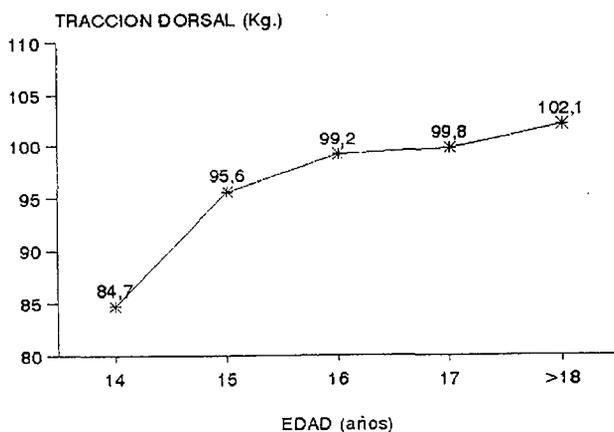


Figura 14: Tracci3n dorsal.

Figura 14: Tracci3n dorsal.

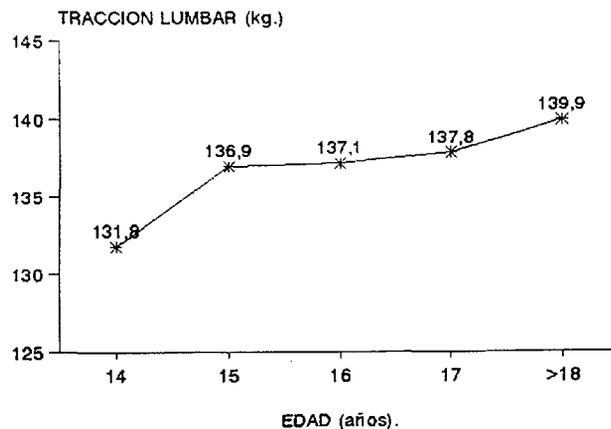


Figura 15: Tracci3n Lumbar.

Figura 15: Tracci3n Lumbar.

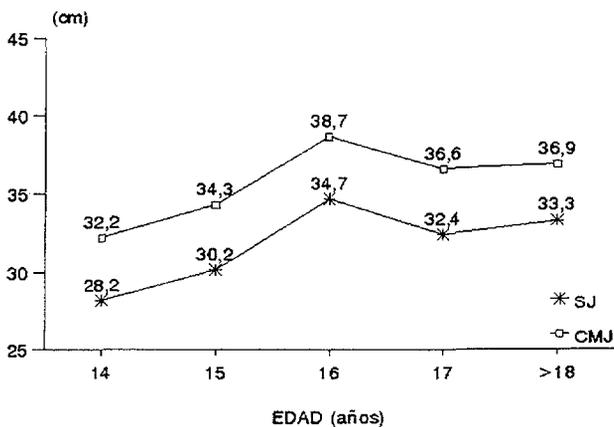


Figura 16: Força explosiva (SJ) i força elàstica (CMJ) d'extremitats inferiors.
Figura 16: Fuerza explosiva (SJ) y fuerza elástica (CMJ) de extremidades inferiores.

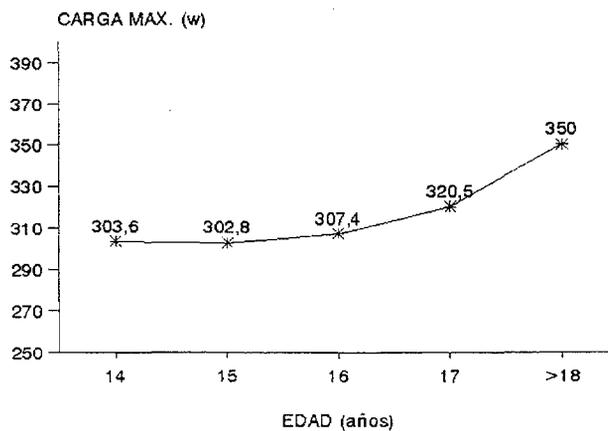


Figura 17: Càrrega màxima en cicloergòmetre.
Figura 17: Carga máxima en cicloergómetro.

Càrrega màxima tolerada

Els nedadors d'edat superior toleren en la bicicleta ergomètrica una càrrega màxima absoluta (w) superior respecte a la resta de grups, mentre que el grup de 14 anys té un índex més elevat quan s'expressa en termes relatius al pes corporal ($w \cdot kg^{-1}$) (Figures 17 i 17a).

No s'han trobat diferències significatives de la càrrega màxima en la cinta continua (Figura 18).

Consum màxim d'oxigen

El VO_2 màx. relatiu al pes corporal, no presenta diferències significatives entre els grups d'edat,

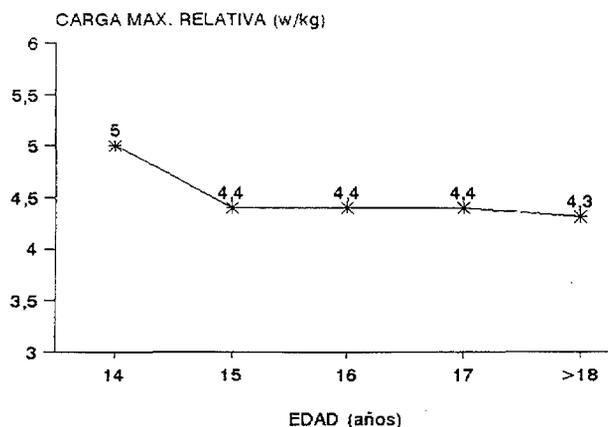


Figura 17a: Càrrega màxima relativa al pes corporal en cicloergòmetre.

Figura 17a: Carga máxima relativa al peso corporal en cicloergómetro.

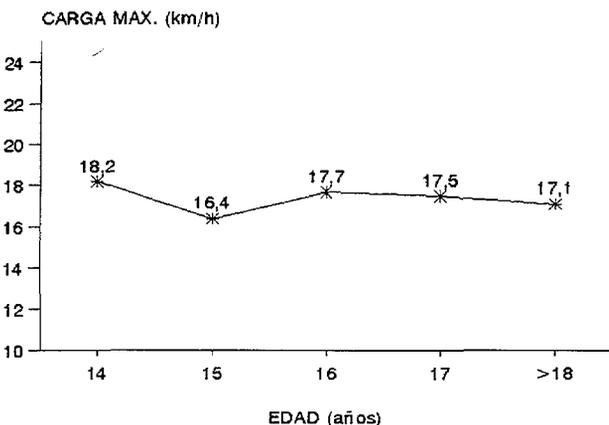


Figura 18: Càrrega màxim en cinta continua.
Figura 18: Carga máxima en cinta continua.

Fuerza explosiva y Fuerza elástica

Los resultados en nuestros nadadores muestran un pico máximo estadísticamente significativo, a los 16 años de edad, en la fuerza explosiva y elástica de la musculatura extensora de las extremidades inferiores.

- En la Tabla 5 se expresan los resultados de las pruebas de esfuerzo en cicloergómetro y cinta continua.

Carga máxima tolerada

Los nadadores de mayor edad toleran una carga máxima absoluta (w) superior en la bicicleta ergo-

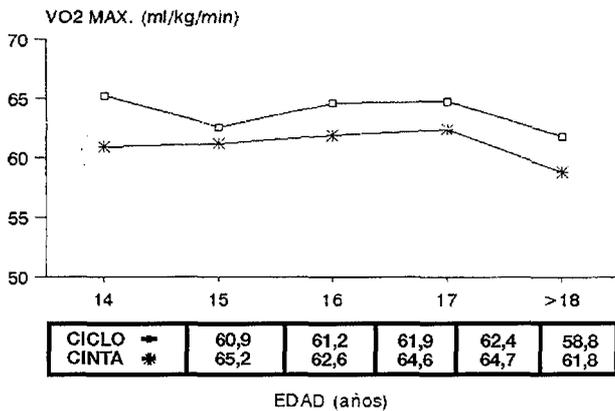


Figura 19: Consum d'oxigen màxim o relatiu al pes, en cicloergòmetre i en cinta contínua.

Figura 19: Consumo de oxígeno máximo o relativo al peso, cicloergómetro y en cinta continua.

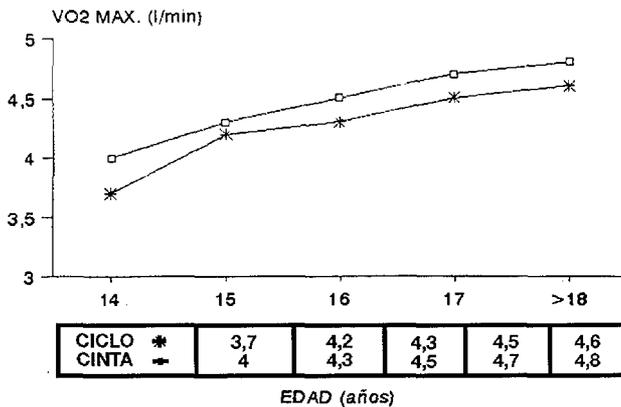


Figura 20: Consum d'oxigen màxim absolut, en cicloergòmetre i en cinta contínua.

Figura 20: Consumo de oxígeno máximo absoluto, en cicloergómetro y en cinta continua.

tant en cicloergòmetre com en cinta contínua (Figura 19).

Hi ha diferència en el VO_2 màx. absolut, però únicament entre el grup de >18 anys i en els nedadors de 14 anys (Figura 20).

Freqüència cardíaca màxima

Segons l'anàlisi de la varianza no s'han observat diferències significatives quant al valor mitjà de la FCM en cinta contínua (Figura 21).

Ventilació màxima

El grup de nedadors de 18 anys presenta una ventilació màxima significativament superior a la dels de 14, 15 i 16 anys (Figura 22).

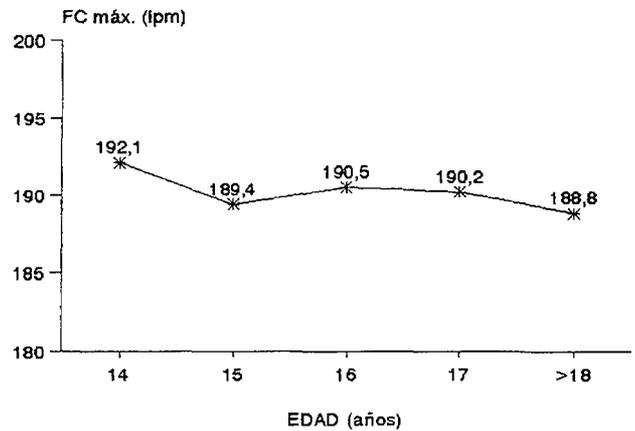


Figura 21: Freqüència cardíaca màxima aconseguida en cinta contínua.

Figura 21: Frecuencia cardíaca máxima alcanzada en cinta continua.

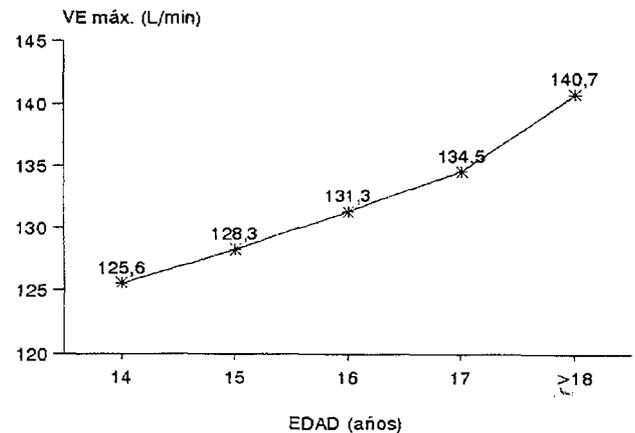


Figura 22: Ventilació màxima aconseguida en cinta contínua.

Figura 22: Ventilación alcanzada en cinta continua.

métrica respecto a los demás grupos, mientras que el grupo de 14 años tiene un índice mayor cuando se expresa en términos relativos al peso corporal ($w \cdot kg^{-1}$) (Figuras 17 y 17a).

No se han encontrado diferencias significativas de la carga máxima en la cinta contínua (Figura 18).

Consumo de oxígeno máximo

El VO_2 màx. relatiu al pes corporal, tant en cicloergòmetre com en cinta contínua, no presenta diferències significatives entre los grupos de edad (Figura 19).

Existen diferencias en el VO_2 max. absoluto, pero únicamente entre el grupo de >18 años y los nadadores de 14 años (Figura 20).

B) Comparació d'estils

Dades antropomètriques (Taula 6)

- Únicament dues variables han mostrat diferències significatives: la relació (Talla-pes)-100 dels nedadors de 100 i 400 m estils, que és superior a la dels nedadors de braça, papallona i esquena. El diàmetre bitrocànter dels bracistes és significativament superior al dels nedadors de papallona. La relació diàmetre biacromial/diàmetre bitrocànter és superior en els bracistes i nedadors de papallona respecte als nedadors d'esquena.
 - El pes i la talla dels nedadors de crol i de braça és superior (tendència estadística) als dels de la resta d'estils.

Composició corporal i somatotipus (Taula 7)

La composició corporal i el somatotipus mostren una uniformitat important entre tots els estils natoris, sense que es doni cap diferència significativa.

Frecuencia cardíaca máxima

Según el análisis de la varianza no se han observado diferencias significativas en cuanto al valor medio de la FCM en cinta continua (Figura 21).

Ventilación máxima

El grupo de nadadores de 18 años presenta una ventilación máxima significativamente superior a los de 14, 15 y 16 años (Figura 22).

B) Comparación por estilos

Datos antropométricos (Tabla 6)

- Únicamente dos variables han mostrado diferencias significativas: La relación (Talla-Peso)-100 de los nadadores de 200 y 400 m estilos, que es superior a la de los nadadores de braza, mariposa y espalda. El diámetro bitrocantéreo de los bracistas es significativamente superior al de los nadadores de mariposa. La relación diámetro biacromial/diá-

	BRAZA		MARIPOSA		ESPALDA		ESTILOS		CRAWL		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
Edad (a)	16,5	1,6	16,2	1,5	16,7	1,7	16,2	2,2	16,3	2,0	ns
Peso (kg)	72,6	7,4	69,1	6,2	69,6	7,9	66,3	7,8	71,7	8,3	ns
Talla (cm)	178,7	6,6	175,1	6,1	175,8	6,9	175,6	5,7	179,2	7,0	ns
(Talla-Peso) - 100	6,2	1,0	6,1	0,8	6,2	0,9	9,3	1,2	7,4	1,1	*
Envergadura (cm)	186,8	7,5	183,5	8,0	184,8	7,2	182,7	5,8	187,9	9,1	ns
Env. - Talla/Talla x 100	4,5	2,4	4,8	2,4	4,8	1,6	4,0	1,5	4,9	2,7	ns
Diám. Biacromial (cm)	38,1	3,5	35,9	3,6	35,7	2,5	36,0	2,3	37,1	3,1	ns
Diám. Bitrocantéreo (cm)	33,3	1,1	31,4	2,2	32,5	2,1	32,3	2,2	33,1	2,4	*
Diám. Biacr. / Diám. Bitroc.	1,14	0,07	1,14	0,06	1,09	0,06	1,10	0,05	1,12	0,04	ns
Long. EEII (cm)	94,7	4,3	92,2	5,1	93,9	5,3	94,7	3,1	95,9	5,0	ns
Long. EESS (cm)	74,5	4,0	73,9	3,2	74,4	3,7	73,4	2,4	75,6	4,1	ns
Perím. Torácico Insp. (cm)	102,8	5,9	100,4	4,0	100,4	4,8	98,6	5,8	100,8	5,3	ns
Perím. Torácico Esp. (cm)	94,2	6,5	92,0	4,0	91,4	4,8	89,2	6,1	91,9	5,9	ns
Motilidad Torácica	8,6	0,9	8,5	1,0	9,0	1,0	9,4	1,2	8,9	1,0	ns

Taula 6: Dades antropomètriques dels nedadors per estils.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0,05$; ns = no significatiu).

Tabla 6: Datos antropométricos de los nadadores por estilos.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativo).

	BRAZA		MARIPOSA		ESPALDA		ESTILOS		CRAWL		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
% Graso	10,7	1,2	10,8	1,8	11,1	2,0	10,4	1,0	10,8	1,2	ns
% Oseo	17,6	1,2	17,3	1,6	17,4	1,0	17,6	1,4	17,7	1,1	ns
% Muscular	47,6	1,1	47,7	1,6	47,4	1,9	47,8	1,0	47,4	1,2	ns
Endom.	2,1	0,6	2,2	0,8	2,4	1,0	2,1	0,6	2,2	0,6	ns
Mesom.	5,1	0,8	5,2	1,1	5,0	0,7	4,5	1,0	4,8	0,6	ns
Ectom.	2,7	0,5	2,6	1,0	2,7	0,7	3,0	1,2	3,0	0,6	ns
Coordenada X	0,4	1,5	0,8	2,0	0,1	1,8	1,3	1,5	0,7	1,4	ns
Coordenada Y	5,3	2,1	5,5	2,8	5,0	1,8	3,3	2,6	4,4	1,5	ns

Taula 7: Dades de la composició corporal i el somatotip del diferents estils.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0,05$; ns = no significatiu).

Tabla 7: Datos de la composición corporal y el somatotipo de los diversos estilos.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativo).

	BRAZA		MARIPOSA		ESPALDA		ESTILOS		CRAWL		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
CV (ml)	5913,5	967,7	5537,7	932,5	5416,1	808,4	5257,8	980,5	5533,1	842,5	ns
VEMS (ml)	4932,4	788,8	4758,8	684,7	4525,6	704,8	4426,7	659,4	4609,4	725,5	ns
VEMS/CV	83,6	6,0	86,4	6,3	83,6	6,1	85,0	7,3	83,5	6,9	ns

Taula 8: Dades de les proves funcionals respiratòries a cada estil.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0,05$; ns = no significatiu).

Tabla 8: Datos de las pruebas funcionales respiratorias en cada estilo.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0,05$; ns = no significativo).

	BRAZA		MARIPOSA		ESPALDA		ESTILOS		CRAWL		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
Tracció Dorsal (kg)	107,4	24,3	102,5	26,7	93,5	14,6	98,3	17,6	91,9	18,7	*
Tracció Lumbar (kg)	121,2	19,6	132,0	13,2	138,8	15,1	132,7	19,1	136,7	13,8	ns
Fuerza Explosiva (cm)	31,3	5,6	33,8	2,5	32,9	2,9	34,1	3,7	32,0	5,0	ns
Fuerza Elástica (cm)	35,6	5,6	37,2	2,8	36,8	2,8	38,4	4,6	36,0	4,9	ns
I. Elástico	4,4	1,7	3,5	1,4	3,9	2,0	4,3	1,8	4,1	1,6	ns
Pot. Anaeróbica 15s. (w)	20,0	2,1	21,6	1,8	20,2	1,6	21,7	0,4	20,6	3,1	ns

Taula 9: Dinamometria i Test de Bosco a cada estil.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0,05$; ns = no significatiu).

Tabla 9: Dinamometría y Test de Bosco en cada estilo.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0,05$; ns = no significativo).

	BRAZA		MARIPOSA		ESPALDA		ESTILOS		CRAWL		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
CICLO Carga máx. (w)	327,5	32,2	314,6	43,3	321,2	30,4	291,7	39,5	321,9	43,2	ns
Carga máx. relativa (w/kg)	4,5	0,4	4,6	0,4	4,6	0,5	4,4	0,4	4,4	0,5	ns
CICLO VO-2máx. (ml/kg/min)	61,5	4,7	60,3	6,2	62,1	6,6	58,2	5,5	62,0	7,2	ns
CICLO VO-2máx. (l/min)	4,5	0,3	4,2	0,4	4,3	0,5	3,9	0,4	4,4	0,5	ns
CINTA Carga máx. (km/h)	17,3	1,9	17,0	1,8	17,8	1,9	18,0	1,2	17,6	1,6	ns
CINTA VO-2máx. (ml/kg/min)	64,4	5,0	63,0	4,1	63,7	6,0	65,0	4,5	64,5	5,0	ns
CINTA VO-2máx. (l/min)	4,7	0,4	4,4	0,3	4,4	0,4	4,3	0,3	4,6	0,4	ns
CINTA F. Cardíaca máx. (l.p.m)	191,2	4,8	189,8	5,4	189,4	5,9	190,4	4,4	192,1	4,7	ns
CINTA VE máx. (l/min)	128,7	12,8	134,6	13,6	131,5	11,9	133,7	14,7	130,6	11,2	ns
LACTATO MAX. (mmol/l)	10,6	2,4	11,4	2,3	10,4	2,1	11,6	2,6	10,5	1,9	ns

Taula 10: Dades de la prova d'esforç en cicloergòmetre i cinta contínua. Test de 200 m en piscina (25 m). Lactat màxim.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0,05$; ns = no significatiu).

Tabla 10: Datos de la prueba de esfuerzo en cicloergómetro y cinta continua. Test de 200 m en piscina (25 m). Lactato máximo.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0,05$; ns = no significativo).

Dades espiromètriques (Taula 8)

No s'han trobat diferències significatives entre els grups. S'observa una capacitat vital superior en els bracistes respecte a la resta de grups.

Dinamometria i test de Bosco (Taula 9)

La tracció dorsal dels bracistes és significativa-ment superior a la dels crollistes.

La resta de paràmetres no es diferencien entre els grups, tot i que s'observen valors mitjans de

metro bitrocantéreo es superior en los bracistas y mariposistas respecto a los espaldistas.

– El peso y la talla de los nadadores de crol y braza es superior (tendencia estadística) al de los del resto de estilos).

Composició corporal y somatotipo (Tabla 7)

La composició corporal y el somatotipo muestran una uniformidad importante entre todos los estilos natatorios, sin encontrarse ninguna diferencia significativa.

força explosiva i elàstica superiors en els nedadors de 200 i 400 m estils.

Dades funcionals de les proves d'esforç (Taula 10)

Els paràmetres enregistrats en les proves d'esforç de laboratori no objectiven cap diferència significativa entre els estils de natació.

El valor màxim del lactat en el test de 200 m no mostra diferències significatives, malgrat que les proves de 200 m estils i 200 m papallona presenten els valors més alts.

C) Comparació entre velocistes i fondistes

Dades antropomètriques (Taula 11)

No s'han trobat diferències significatives en cap dels paràmetres enregistrats, tot i que s'observa un

Datos espirométricos (Tabla 8)

No se han encontrado diferencias significativas entre los grupos. Se observa una capacidad vital superior en los bracistas respecto a los demás grupos.

Dinamometría y Test de Bosco (Tabla 9)

La tracción dorsal de los bracistas es significativamente superior a la de los crolistas.

El resto de parámetros no se diferencian entre los grupos, aunque se observan valores medios de fuerza explosiva y elástica superiores en los nadadores de 100 y 400 m estilos.

Datos funcionales de las pruebas de esfuerzo (Tabla 10)

Los parámetros registrados en las pruebas de esfuerzo de laboratorio no objetivan ninguna diferencia significativa entre los estilos de nado.

	VELOCIST.		FONDIST.		
	M	SD	M	SD	
Edad (a)	16,5	2,4	16,4	0,9	ns
Peso (kg)	72,6	7,8	69,8	8,0	ns
Talla (cm)	180,1	7,2	177,7	6,3	ns
(Talla-Peso) - 100	7,5	0,7	7,9	0,9	ns
Envergadura (cm)	188,3	9,4	185,8	8,5	ns
Env - Talla/Talla x 100	4,5	2,4	4,7	2,6	ns
Diám. Biacromial (cm)	37,1	3,1	36,0	2,9	ns
Diám. Bitrocantereo (cm)	33,1	2,6	32,6	2,2	ns
Diám. Biacr / Diám. Bitroc.	1,12	0,04	1,10	0,03	ns
Long. EEII (cm)	96,5	5,8	93,7	3,3	ns
Long. EESS (cm)	75,8	4,2	75,0	3,8	ns
Perim. Toràcico Insp. (cm)	101,9	5,4	98,8	4,8	ns
Perim. Toràcico Esp. (cm)	92,9	6,4	89,7	4,7	ns
Motilidad toràcica	9,0	0,9	9,1	1,0	ns

Taula 11: Dades antropomètriques. Velocistes-Fondistes.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

Tabla 11: Datos antropométricos. Velocistas-Fondistas.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativo).

	VELOCIST.		FONDIST.		
	M	SD	M	SD	
% Graso	10,9	1,3	10,9	1,2	ns
% Oseo	17,5	1,1	18,1	1,0	ns
% Muscular	47,6	1,3	46,8	1,0	*
Endom.	2,2	0,7	2,3	0,5	ns
Mesom.	5,0	0,6	4,8	0,7	ns
Ectom.	3,0	0,7	3,0	0,5	ns
Coordenada X	0,8	1,2	0,5	1,8	ns
Coordenada Y	4,4	1,6	4,3	1,7	ns

Taula 12: Dades de la composició corporal i del somatotip. Velocistes-Fondistes.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

Tabla 12: Datos de la composición corporal y del somatotip. Velocistas-Fondistas.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativo).

	VELOCIST.		FONDIST.		
	M	SD	M	SD	
CV (ml)	5525,3	754,6	5512,5	937,1	ns
VEMS (ml)	4591,1	667,8	4598,3	784,9	ns
VEMS/CV	83,3	7,9	83,7	5,8	ns

Taula 13: Dades de les proves funcionals respiratòries. Velocistes-Fondistes.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

Tabla 13: Datos de las pruebas funcionales respiratorias. Velocistas-Fondistas.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativo).

desenvolupament morfològic global superior dels nedadors implicats en proves de velocitat.

Somatotipus i composició corporal (Taula 12)

El percentatge muscular dels velocistes és significativament superior al dels fondistes.

Dades espiromètriques (Taula 13)

Els valors espiromètrics són pràcticament superposables entre velocistes i fondistes.

El valor máximo de lactato en el test de 200 m no muestra diferencias significativas, aunque las pruebas de 200 m estilos y 200 m mariposa presentan los valores más altos.

C) Comparación entre velocistas y fondistas

Datos antropométricos (Tabla 11)

No se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los parámetros registrados, aunque se observa un desarrollo morfológico global supe-

	VELOCIST.		FCNDIST.		
	M	SD	M	SD	
Tracción Dorsal (kg)	94,6	17,5	88,8	24,6	ns
Tracción Lumbar (kg)	137,6	13,6	135,0	17,8	ns
Fuerza Explosiva (cm)	33,7	4,8	29,1	5,4	*
Fuerza Elástica (cm)	37,8	4,3	34,0	6,3	ns
I. Elástico	4,1	1,3	5,0	1,3	ns
Pot. Anaeróbica 15s. (w)	21,6	3,4	19,7	3,7	ns

Taula 14: Dinamometria i Test de Bosco. Velocistes-Fondistes.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

Tabla 14: Dinamometría y Test de Bosco. Velocistas-Fondistas.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativo).

Dinamometria i test de Bosco (Taula 14)

Els valors de força explosiva i elàstica i de potència anaeròbica (15s) dels velocistes són superiors als dels fondistes, malgrat que només tenen significació estadística en la força explosiva.

Dades funcionals de les proves d'esforç (Taula 15)

El valor mitjà del VO_2 màx. en cicloergòmetre i en cinta continua dels fondistes és superior (tendència estadística) a la dels velocistes.

rior de los nadadores implicados en pruebas de velocidad.

Somatotipo y composición corporal (Tabla 12)

El porcentaje muscular de los velocistas es significativamente superior al de los fondistas.

Datos espirométricos (Tabla 13)

Los valores espirométricos son prácticamente superponibles entre velocistas y fondistas.

La resta de paràmetres és molt similar en ambdós grups.

Discussió

L'increment, en la mostra analitzadora, dels paràmetres antropomètrics amb l'edat, respon a un model típic de creixement i maduració de persones joves, amb matisos, però relacionats a la pràctica esportiva de la natació.^{12, 17}

Com que es tracta d'un estudi transversal, i conscients de les limitacions que això implica, les dades

Dinamometría y Test de Bosco (Tabla 14)

Los valores de fuerza explosiva, elástica y potencia anaeróbica (15s) de los velocistas son superiores a los de los fondistas, aunque únicamente existe significación estadística en la fuerza explosiva.

Datos funcionales de las pruebas de esfuerzo (Tabla 15)

El valor medio del VO₂ máx. en cicloergómetro y en cinta continua de los fondistas es superior (tendencia estadística) al de los velocistas.

	VELOCIST.		FONDIST.		
	M	SD	M	SD	
CICLO Carga máx. (w)	316,1	42,3	320,0	48,1	ns
Carga máx. relativa (w/kg)	4,4	0,4	4,6	0,5	ns
CICLO VO-2 máx. (ml/kg/min)	59,9	3,1	63,8	1,7	ns
CICLO VO-2 máx. (l/min)	4,3	0,5	4,5	0,1	ns
CINTA Carga máx. (km/h)	17,3	1,8	17,6	1,5	ns
CINTA VO-2 máx. (ml/kg/min)	62,1	5,9	65,9	3,9	ns
CINTA VO-2 máx. (l/min)	4,5	0,4	4,6	0,3	ns
CINTA F. Cardíaca máx. (l.p.m.)	192,3	4,9	190,8	5,1	ns
CINTA VE máx. (l/min)	132,1	10,2	134,2	12,6	ns

Taula 15: Dades de les proves d'esforç en cicloergòmetre i cinta continua.

(M = mitja; DS = desviació estàndar; * = $p < 0.05$; ns = no significatiu).

Tabla 15: Datos de las pruebas de esfuerzo en cicloergómetro y cinta continua.

(M = media; DS = desviación estándar; * = $p < 0.05$; ns = no significativo).

obtingudes reflecteixen un increment en la velocitat de creixement de diversos paràmetres antropomètrics i funcionals en el període dels 14 als 15 anys d'edat, seguits d'un creixement anual menor. Això es dona especialment en el pes, la talla, l'envergadura, la longitud de les extremitats, el diàmetre biacromial i el bitrocànter, els perímetres toràcics, els índexs de tracció dorsal i lumbar i el VO₂ máx. absolut.

Les longituds corporals –talla, envergadura, extremitats superiors i inferiors– tenen un desenvolupament uniforme, i assoleixen un increment aproximat del 7%, mentre que el perímetre toràcic augmenta en un 12%. Aquests increment superior pot ser degut a les restriccions de la mecànica ventilatòria causades per la natació.⁹

El pes total experimenta un augment notable, i el component muscular és el que presenta un desenvolupament major (un 30% aprox.), que és més evident en els membres superiors que en els inferiors. El major treball de propulsió que els nedadors fan dins l'aigua, en podria ser la causa.¹⁶

La força explosiva i elàstica de les extremitats inferiors assoleix els valors màxims als 16 anys, coincidint amb l'ascens més gran del percentatge muscular.

El resto de parámetros es muy similar en los dos grupos.

Discusión

El incremento de los parámetros antropométricos con la edad en la muestra analizada responde a un modelo típico de crecimiento y maduración de personas jóvenes, aunque con matices ligados a la práctica deportiva de la natación.^{12, 17}

Tratándose de un estudio transversal y conscientes de las limitaciones que ello implica, los datos obtenidos reflejan un incremento en la velocidad de crecimiento de varios parámetros antropométricos y funcionales en el período de 14 a 15 años de edad, seguidos de un crecimiento anual menor. Ello sucede especialmente en el peso, la talla, la envergadura, longitud de extremidades, diámetro biacromial y bitrocantéreo, perímetros torácicos, índices de tracción dorsal y lumbar, y VO₂ máx. absoluto.

Las longitudes corporales (talla, envergadura, extremidades superiores e inferiores) tienen un desarrollo uniforme, alcanzando un incremento aproximado del 7%, mientras que los perímetros torácicos aumentan en un 12%. Este incremento

La capacitat vital és, dels paràmetres analitzats, el que enregistra un increment major (un 37% aproximadament), probablement estimulada per la posició corporal, la resistència oferta per l'aigua, etc. S'observa una depressió fisiològica de l'índex de Tiffeneau, relacionada amb els valors de la capacitat vital superiors als 5 litres.¹⁴

La valoració de la potència aeròbica màxima del nedador en el laboratori, en cas de no disposar de mitjans més sofisticats, és una dada útil, limitada, però, per la seva inespecificitat. Entre la cinta contínua i el cicloergòmetre els resultats són molt similars; els valors enregistrats en la cinta són un 5% superiors als assolits en el cicloergòmetre.

La càrrega màxima és, en termes absoluts (watts), superiors en el nedadors més grans. Quan s'expressa en relació al pes corporal ($\text{watts}\cdot\text{kg}^{-1}$) els nedadors de 14 anys presenten un índex més alt.

- Els resultats de la comparació entre els estils natatoris ofereixen molt poques diferències. L'entrenament dels nedadors, especialment dels més joves, pretén desenvolupar una base estructural i funcional el més àmplia possible, mirant de retardar l'edat d'especialització i potenciant la seva polivalència. Això comporta que les sessions d'entrenament siguin molt més equilibrades i que es prepari prioritàriament el seu primer estil, sense excloure, en major o menor mesura, la resta. És indubtable que els criteris tècnics són els més decisius per orientar cada nedador en el seu estil preferent/s.

El fet que els bracistes presentin un diàmetre bitrocànter i una tracció dorsal superiors, reflecteix petites adaptacions morfològiques i funcionals que probablement són secundàries respecte a l'entrenament més específic.

Velocistes i fondistes

Els valors dels paràmetres antropomètrics dels velocistes són, pràcticament tots, superiors als dels fondistes. Aquest fet, però, no és estadísticament significatiu.

No trobem diferències en el percentatge gras, però sí en la massa muscular que és major en els velocistes, tant en els membres superiors com en els inferiors. Aquests resultats coincideixen amb els trobats per altres autors.^{2, 10, 11, 18, 19}

És possible que el treball de potenciació muscular desenvolupat pels velocistes, fora i dins de l'aigua, expliqui parcialment les diferències trobades, tot i que és difícil deslligar-les de factors genètics.^{6, 1}

Tant els resultats dinamomètrics com els resultats del test de Bosco, reflecteixen valors superiors en els velocistes. Destaca la major força explosiva de les extremitats inferiors dels velocistes, factor de gran importància en els viratges, especialment en les proves de velocitat.

Les dades de les proves funcionals respiratòries i de les proves d'esforç no detecten diferències signifi-

superior puede deberse a las restricciones en la mecánica ventilatoria causadas por la natación.⁹

El peso total experimenta un notable aumento, siendo el componente muscular el que presenta una mayor desarrollo (un 30% aprox.) y éste es más evidente en los miembros superiores que en los inferiores. La causa podría ser el mayor trabajo de propulsión que realizan en el agua.¹⁶

La fuerza explosiva y elástica de las extremidades inferiores alcanza los valores máximos a los 16 años de edad, coincidiendo con el mayor ascenso de porcentaje muscular.

La capacidad vital es, de los parámetros analizados, el que registra un mayor incremento (aproximadamente un 37%), probablemente estimulada por la posición corporal, la resistencia ofrecida por el agua, etc. Se observa una depresión fisiológica del índice de Tiffeneau relacionada con valores de la capacidad vital superiores a 5 litros.¹⁴

La valoración de la potencia aeróbica máxima del nadador en el laboratorio, caso de no disponer de medios más sofisticados, es un dato útil pero limitado por su inespecificidad. Entre la cinta continua y el cicloergómetro los resultados son muy similares, siendo los valores registrados en la cinta un 5% superiores a los alcanzados en el cicloergómetro.

La carga máxima en términos absolutos (wattios) es superior en los nadadores de mayor edad. Cuando se expresa en relación al peso corporal ($\text{Wattios}\cdot\text{kg}^{-1}$) los nadadores de 14 años presentan un índice más alto.

- Los resultados de la comparación realizada por estilos de nado, ofrecen muy pocas diferencias. El entrenamiento del nadador, especialmente en edades jóvenes, busca desarrollar una base estructural y funcional lo más amplia posible, retrasando la edad de especialización y potenciando su polivalencia. Ello comporta que las sesiones de entrenamiento sean mucho más equilibradas, preparando prioritariamente su primer estilo pero incluyendo, en mayor o menor medida los demás. Sin duda, los criterios técnicos resultan mucho más decisivos para orientar en cada nadador su estilo/s preferente.

El hecho de que los bracistas presenten un diámetro bitrocantéreo y una tracción dorsal superiores reflejan pequeñas adaptaciones morfológicas y funcionales probablemente secundarias al entrenamiento más específico.

Velocistas y fondistas

Los valores de los parámetros antropométricos de los velocistas, sin ser estadísticamente significativos, son prácticamente todos superiores a los de los fondistas.

No encontramos diferencias en el porcentaje graso pero sí en la masa muscular que es mayor en los velocistas, tanto en miembros superiores como

ficatives entre velocistes i fondistes. Únicament els valors de VO_2 màx. i de potència màxima ($W \cdot kg^{-1}$) són molt lleugement superiors en els fondistes.

Conclusions

1. Dels paràmetres analitzats, la massa muscular, el perímetre toràcic i la capacitat vital, són els que experimenten un major desenvolupament amb l'edat dels nedadors.
 2. Les diferències trobades entre els diferents estils de natació són mínimes.
 3. De la comparació entre velocistes i fondistes, destaca un major desenvolupament corporal, una major força i potència muscular i una menor potència aeròbica dels velocistes respecte als fondistes.
 4. Ressaltar la sensibilitat del test de Bosco, especialment en els nedadors velocistes.
 5. Cal fer estudis longitudinals que ens permetin diferenciar objectivament els efectes de l'entrenament en l'evolució morfològica i funcional del nedador.
-

en los inferiores. Estos resultados coinciden con los hallados por otros autores^{2, 10, 11, 18, 19}

Es posible que el trabajo de potenciación muscular desarrollado por los velocistas, fuera y dentro del agua, explique parcialmente las diferencias encontradas, aunque es difícil desligarlas de factores genéticos.^{6, 1}

Tanto los parámetros dinamométricos como los resultados del test de Bosco reflejan valores superiores en los velocistas. Destaca la mayor fuerza explosiva de las extremidades inferiores de los velocistas, factor de gran importancia en los virajes, especialmente en pruebas de velocidad.

Los datos de las pruebas funcionales respiratorias y de las pruebas de esfuerzo no detectan diferencias significativas entre velocistas y fondistas. Únicamente los valores de VO_2 màx. y potencia máxima ($W \cdot kg^{-1}$) son ligerísimamente superiores en los fondistas.

Conclusiones

1. De los parámetros analizados, la masa muscular, el perímetro torácico y la capacidad vital, son los que experimentan un mayor desarrollo con la edad en los nadadores.
 2. Las diferencias halladas entre los distintos estilos de nado, son mínimas.
 3. De la comparación entre velocistas y fondistas, destaca un mayor desarrollo corporal, mayor fuerza y potencia muscular y menor potencia aeròbica de los velocistas respecto a los fondistas.
 4. Resaltar la sensibilidad del test de Bosco especialmente en nadadores "velocistas".
 5. Es necesario realizar estudios longitudinales que nos permitan diferenciar objetivamente los efectos del entrenamiento en la evolución morfològica y funcional del nadador.
-

Bibliografia

1. BENEFICE, E.; MERCIER, J.; GUERIN, M.J. PREFAUT, CH.: Differences in aerobic and anthropometric characteristics between peripuberal swimmers and non-swimmers. *Int. J. Sport Med.* 11: 456-460, 1990.
2. BLOOMFIELD, J.; SIGERSETH, P.: Anatomical and physiological differences between sprint and middle-distance swimmers at the University Level, *J. Sports Med Phys. fitness*, 5: 76-81, 1965.
3. BOSCO, C.: A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50: 273-282, 1983.
4. CARTER, JEL: The Heath-Carter Somatotype Method. Revised edition, p. 1-92, San Diego State University, 1975.
5. CHATARD, J.C.; PADILLA, S.; CAZORLA, G.; LACOUR, J.R.: Influence of body height, weight, hydrostatic lift and training on the energy cost of the front crawl. *Sports Med.* 13: 83-84, 1985.
6. COSTILL, D.L.; KOVALESKI, J.; PORTE, D.; KIRWAN, J.; FIELDING, R.; KING, D.: Energy expenditure during front crawl swimming: Prediction success in middle distance events. *Int. J. Sports Med.* 6: 226-270, 1985.
7. DE ROSE, E.H.; GUIMARAES, A.C.: A model for optimization of somatotype in young athletes. In: Ostry, M.; Bremen, G.; Simons, J.: *Kinanthropometry II*. Baltimore; University Park, 1980.
8. DRINKWATER, D.T.; ROSS, W.: Anthropometric fractionation of body mass. Baltimore. University Park, 1980.
9. ERIKSSON, B.O.; HOMER, L.; LUNDIN, A.: Maximal oxygen uptake, maximal ventilation, and maximal heart rate during swimming compared to running. *Acta Paediatr. Belg.* 18: 68-78, 1974.
10. FAULKNER, J.A.: *Physiology of swimming*. Res. Quart 37: 41-54, 1966.
11. FAULKNER, J.A.: *Physiology of swimming and diving*. In: *exercise physiology*. Baltimore Academic Press, 1968.
12. FONTDEVILA, F.; CARRIO, R.: Estudi antropomètric d'esportistes de 10 a 14 anys. *Apunts de Medicina de l'Esport*, nº 116: 71-85, Juny, 1993.
13. HEAT, B.H.; CARTER, J.E.L.: A modified somatotype method. *Am. J. Phys. Antrop.*, 27: 57-74, 1967.
14. HOLLMANN, W.; HETTINGER, TH.: *Sportmedizin-arbeits-und trainingsgrundlagen*. Schattauer-verlag, Stuttgart, 1980.
15. HOLMER, I.: *Physiology of swimming man*. *Acta physiol. scand (Suppl.)* 407: 9-47, 1974.
16. LAVOIE, J.; NADEAU, M.: *La natation*. In: *Physiologie appliquée de l'activité physique*. Nadeau, M.; Peronnet, F.; et al. (Eds.) Vigot, Paris, 1980.
17. RODRÍGUEZ, F.A.: Perfil fisiológico, antropométrico y médico-deportivo de nadadores de 12 a 16 años (Grupos de edades). *Archivos de Medicina del Deporte*, pp. 459-476, 1987.
18. SIDERS, W.; LUKASKI, H.; BOLONCHUCK, W.: Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 33: 166-171, 1993.
19. THORLAND, W.G.; JHONSON, G.E.; HOUSH, T.J.; REFSELL, M.J.: Anthropometric characteristics of elite adolescent competitive swimmers. *Hum. Biol.* 55: 735-748, 1983.

