

# Biological Maturation, Strength and Muscle Power in Front Crawl Stroke

RICHARD R. CASANOVA MACHEK<sup>1\*</sup>  
PEDRO FELIPE GAMARDO HERNÁNDEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pedagogical Experimental Libertador University (UPEL)  
(Caracas, Venezuela)

\* Correspondence: Richard R. Casanova Machek  
([richardcasanova@hotmail.com](mailto:richardcasanova@hotmail.com))

# Maduració biològica, força i potència muscular en la braçada de crol

RICHARD R. CASANOVA MACHEK<sup>1\*</sup>  
PEDRO FELIPE GAMARDO HERNÁNDEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitat Pedagògica Experimental Libertador (UPEL)  
(Caracas, Venezuela)

\* Correspondència: Richard R. Casanova Machek  
([richardcasanova@hotmail.com](mailto:richardcasanova@hotmail.com))

## Abstract

This is a correlational field study which sought to determine the relationship between the biological maturation and muscle power of the upper members of youth swimmers. Twenty-three children aged 10 to 13 were evaluated. The sample was described using anthropometric measurements: height, body mass, arm span, body composition, body surface area and sexual maturation (Tanner, 1975). The Wingate test was applied (laboratory and pool) for upper members, according to Dotan and Bar-Or (1983) and Morouco (2009), to estimate maximum power, relative power, average power and the fatigue index. The data are presented in central tendency and dispersion measures; one-factor differences were calculated and correlations were estimated using the Pearson and Spearman technique. The results show that training outside the water influences performance in the water. Body size and the number of hours of training affected the power produced by the swimmers, with notable differences after the age of 10. Body size and greater frequency of weekly training generated high muscle power values. Periodic evaluations of strength and power are recommended, along with creating anthropometric profiles and keeping them updated, applying a self-evaluation questionnaire of sexual maturation, and adjusting the length of training as ages increase.

**Keywords:** swimming, muscle power, muscle strength, biological maturation

## Resum

Es tracta d'una recerca de camp, de tipus correlacional que va buscar determinar la relació entre la maduració biològica i la potència muscular dels membres superiors en nedadors de categories menors. Es van avaluar 23 nens(es) amb edats compreses entre els 10 i els 13 anys. La mostra es va caracteritzar a través de mesuraments antropomètrics: alçada, massa corporal, envergadura, composició corporal i superfície corporal, maduració sexual (Tanner, 1975). Es va aplicar Test de Wingate (laboratori i piscina) segons Dotan i Bar-Or (1983) i Morouco (2009) per a membres superiors per estimar potència màxima, potència relativa, potència mitjana, índex de fatiga. Les dades es presenten en mesures de tendència central i dispersió; es van calcular les diferències d'un factor i es van estimar les correlacions amb la tècnica Pearson i Spearman. Els resultats indiquen que l'entrenament fora de l'aigua va influir en el rendiment dins de l'aigua. La grandària de les dimensions corporals i el nombre d'hores d'entrenament té incidència sobre la potència produïda pels nedadors, amb diferències notables a partir dels 10 anys. Les dimensions corporals i la major freqüència d'entrenament setmanal generen valors alts de potència muscular. Es recomana realitzar avaluacions periòdiques de força i potència, crear i mantenir actualitzat el perfil antropomètric, aplicar qüestionari d'autoavaluació de caràcters de maduració sexual i ajustar els períodes de durada de les hores d'entrenament, a mesura que s'incrementin les edats.

**Paraules clau:** natació, potència muscular, força muscular, maduració biològica

## Introduction

The practice of sports, especially competitive sports, has gained ground in recent years. This has led to major headway in the development of technologies and the use of the sciences applied to sports with the essential goal of improving athletes' performance.

## Introducció

La pràctica esportiva, i especialment l'esport competitiu, ha guanyat espais amb el pas dels anys. Això ha generat grans avanços en el desenvolupament de tecnologies i la utilització de les ciències aplicades a l'esport, amb l'objectiu fonamental de millorar el rendiment en

Elite sports are increasingly seeking the specialisation or professionalization of its practitioners, even more so in early sports, when athletes must start practising them at a young age in order to achieve maximum performance.

Pre-pubescent and pubescent youths must spend a large number of hours in weekly training in order to improve their sports performance, a factor which reveals the importance of the trainer's job, which involves considering factors related to the differences between chronological age and biological maturation and physical capacities. This is in line with Pérez (1997), who notes that considering that the period when the most demanding sports activity begins must take into consideration biological maturation and have gradual, intense physical preparation in relation to the training phase.

The effects that the initiation into extremely demanding training at young ages have on the body have been debated in numerous studies. Some researchers believe that many hours of practice and a very intense lifestyle is not a pattern that suits children, while others are in favour of implementing intense training programmes before puberty in order to yield better performance, as in swimming (Pérez, 1997).

In recent years, a large number of studies have reported that anthropometric parameters are key factors in athletic success. Under equal physical training conditions from both the quantitative and qualitative standpoint, the best athletic results are found in subjects with a body composition and anthropometric characteristics such as arm span, height, body surface area, lean weight and others that are more advantageous for the practice of the specific sport.

The swimmer's movement through the water is the net result of the forces that makes them move forward and those that stop them, and one of the most important ones is the force of resistance or propulsion (Arellano, 2004; Berger, Hollander & De Groot, 1997; Llana, 2002; Llana, Tella, Benavent, & Brizuela, 2002; Tolga & Yusuf, 2002; Toussaint, & Beek, 1992).

Proper interaction between the propulsive and the resistive forces will increase swimming speed. To achieve this, the athlete must increase their levels of strength and muscle power, so the trainer must properly mete out the training demands bearing in mind the swimmers' particular characteristics, taking into consideration the fact that muscle power and the other physical capacities evolve in parallel to the

els atletes. L'esport d'elit busca cada vegada més l'especialització o professionalització dels seus practicants, i més encara en esports precoços, en els quals per obtenir el màxim rendiment els atletes han d'iniciar la pràctica des de ben joves.

Joves prepúbbers i púbbers han de dedicar gran quantitat d'hores d'entrenaments setmanals per millorar el seu acompliment esportiu. Aquí rau la importància sobre el fet que cada entrenador consideri aspectes relacionats amb les diferències entre l'edat cronològica i la maduració biològica i les capacitats físiques. Tal com assenyala Pérez (1997) quan considera que el període d'inici en l'activitat esportiva de màxima exigència ha de tenir en compte la maduració biològica, i comptar amb una intensa preparació física progressiva en relació amb la fase d'entrenament.

Els efectes que la iniciació de l'entrenament d'altres exigències en edats primerenques produeix sobre l'organisme han estat debatuts en diversos estudis. Alguns investigadors consideren que moltes hores de pràctica i un estil de vida molt intens no és un patró d'acord amb la infantesa, mentre que uns altres són partidaris de la implementació de programes d'entrenaments intensos abans de la pubertat, per obtenir millors actuacions, com en el cas de la natació (Pérez, 1997).

En els darrers anys, gran quantitat d'estudis han reportat que els paràmetres antropomètrics són factors claus en l'èxit esportiu. A igualtat de condicions d'entrenament físic, tant des del punt de vista quantitatiu com qualitatiu, els millors resultats esportius corresponen a aquells subjectes amb una composició corporal i unes característiques antropomètriques, com l'envergadura, alçada, superfície corporal, pes magre, entre altres, més avantatjoses per a la pràctica de l'esport específic.

El desplaçament del nedador dins de l'aigua és el resultat net de les forces que tendeixen a fer-lo avançar i de les que el frenen, considerant-se com una de les de major importància la força de resistència o propulsió (Arellano, 2004; Berger, Hollander & De Groot, 1997; Llana, 2002; Llana, Tella, Benavent, & Brizuela, 2002; Tolga & Yusuf, 2002; Toussaint, & Beek, 1992).

Una adequada interacció entre la força propulsiva i la força resistiva afavoriria l'increment de la velocitat del nedador. Per a això, l'atleta haurà d'augmentar els seus nivells de força i potència muscular, per la qual cosa l'entrenador ha de dosificar les càrregues d'entrenament adequadament, atenent les característiques particulars dels nedadors. Prenent en consideració que la potència muscular i les altres capacitats físiques evolucionen

development of the human being. This development does not follow the same pattern in all swimmers but shows differences according to age and sex (Cancela & Ramírez, 2003).

As the athlete's mastery of the sport improves, more attention should be paid to the special ways of developing their power. The exercises used must serve the specific action of the sport in order to allow the technique and thereby the performance to improve. Nonetheless, Newton (2008) notes that empiricism, the extrapolation of data from one athlete to another, as well as team-wide single training schemes have been the methodology used for many years.

This situation becomes even more complex if the trainers focus their attention solely on the chronological age and ignore the biological age. In some cases, they forget that each subject shows unique anthropometric characteristics and different levels of muscle power depending on their age and development; in consequence, these training sessions can hardly be appropriate for individual particularities. Considering these factors and the changes that occur in each stage of the swimmer's development is vitally important when making and evaluating the training plan that best adapts to each athlete. For these reasons, factors related to the child's and adolescent's physical growth and biological maturation and everything that this implies must be taken into account.

Thus, the overarching goal of this paper is to determine the relationship between biological maturation, strength and muscle power for youth swimmers performing the front crawl, while the specific objectives are to identify the swimmers' anthropometric characteristics, diagnose the strength and maximum power using the Wingate test for upper members in swimmers, and finally to relate their maturation characteristics and developed potential.

## Methodology

This research is a correlational field study (Arias, 2004). In this study, it was sought to establish the relationship between the mechanical power and maturation shown by 23 subjects (girls  $n = 18$ ; boys  $n = 5$ ) from the swimming schools in the children's categories of the INCRET (National Institute of Worker Training and Recreation, Venezuela) and Banco Mercantil.

The non-probabilistic procedure was applied to determine the sample (Hernández, Fernández, &

paral·lelament al desenvolupament de l'ésser humà. Aquest desenvolupament no segueix el mateix camí en tots els nedadors, sinó que presenta diferències en funció de l'edat i el sexe (Cancela & Ramírez, 2003).

En la mesura en què s'augmenta el mestratge esportiu de l'atleta, s'ha de prestar més atenció als mitjans especials de desenvolupament de la potència. Els exercicis que s'utilitzin han d'estar al servei de l'acció específica de l'esport que permeti millorar la tècnica i en conseqüència el rendiment. Malgrat això, Newton (2008) assenyala que l'empirisme, l'extrapolació de dades d'un atleta a un altre, així com els esquemes únics d'entrenament per equip han constituït la metodologia seguida durant molts anys.

La situació es fa més complexa si els entrenadors centren la seva atenció únicament en l'edat cronològica i obvien l'edat biològica. S'obliden, en alguns casos, que cada subjecte segons la seva edat i desenvolupament presenta característiques antropomètriques particulars i diferents nivells de potència muscular, en conseqüència, les sessions d'entrenaments difícilment podran estar adequades a les particularitats individuals. Considerar aquests aspectes i els canvis que ocorren en cada etapa del desenvolupament del nedador és de vital importància per realitzar i avaluar el pla d'entrenament que millor s'adapta a l'atleta. És per aquest motiu que s'han de tenir en compte els aspectes relacionats amb el creixement físic i maduració biològica del nen i adolescent, i el que això implica.

Per tot això, es planteja com a objectiu general determinar la relació entre la maduració biològica, la força i la potència muscular durant l'execució de la braçada en estil crol en nedadors de categories menors, tenint com a objectius específics identificar les característiques antropomètriques dels nedadors, diagnosticar la força i potència màxima mitjançant el test de Wingate per a membres superiors en els nedadors i, finalment, relacionar les seves característiques de maduració i la potència desenvolupada.

## Metodología

La recerca correspon al tipus de recerca correlacional i de camp (Arias, 2004). En aquest estudi es va buscar establir la relació entre la potència mecànica i la maduració mostrada per 23 subjectes (nenes  $n = 18$ ; nens  $n = 5$ ), pertanyents a les escoles de natació de categories menors del INCRET (Instituto Nacional de Capacitación y Recreación de los trabajadores, Venezuela) i Banc Mercantil.

Per a la determinació de la mostra es va aplicar el procediment no probabilístic (Hernández, Fernández, &



▲ **Figure 1.** Test execution and collected data processing

▲ **Figura 1.** Realització de la prova i processament de les dades recollides

Baptista, 1997). The criteria for inclusion in the sample were that the swimmers showed healthy physical conditions, had no obvious or hidden pathology that would prevent them from making intense physical efforts, were between the ages of 10 and 13, and regularly attended the swimming centre, spending at least 1.5 hours per week in training. The project began with a meeting with parents and trainers to inform them of the scope of the study, in which they provided written approval of the subjects' participation in the study.

Once the subjects were authorised to participate, a level-2 ISAK anthropometrist and 4 assistants began to collect demographic data and the anthropometric variables following the guidelines of the International Society of the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, 2001). The order of measurement was height and arm span using a Sanny stadiometer (precision: 1 mm); body mass with a Tanita BC533 electronic body composition monitor with a precision of 100g (Tanita Corporation, Tokyo, Japan); and circumferences and skinfolds (technical measurement error of 5%) using a Lufkin measuring tape (precision: 1 mm) and a Slimguide calliper (precision: 1 mm). The subjects' sexual maturation was determined via a self-evaluation questionnaire by Tanner (1975), which was filled out with the help of the children's parents and/or legal representative. The percentage of fat was estimated using the Slaughter equation (1998) (% fatty tissue =  $0.74 \times (\Sigma P) + 1$  for boys and % fatty tissue =  $0.61 \times (\Sigma P) + 5.1$  for girls, in which % fatty tissue: percentage of fatty tissue and  $\Sigma P$ : sum of the tricipital skinfold and calf) and body surface area via the formula devised by Haycock, Schwartz and Wisolsky (1978) (body surface area ( $m^2$ ) =  $0.024265 \times \text{weight (kg)}^{0.5378} \times \text{height (cm)}^{0.3964}$ ).

& Baptista, 1997). Els criteris d'inclusió per conformar la mostra van ser que els nedadors: demostrassin condicions físiques saludables, no presentessin cap patologia evident o oculta que els impedís realitzar esforços intensos, tinguessin edats compreses entre 10 i 13 anys i assistissin amb regularitat al centre de natació dedicant almenys 1.5 hores d'entrenament setmanal. El treball es va iniciar amb reunió de pares, mares i entrenadors per informar de l'abast de la recerca i per tal que n'aprovesin per escrit la participació.

Una vegada autoritzats els subjectes es va procedir a la recollida de dades demogràfiques i de les variables antropomètriques, seguint els alineaments de la Societat Internacional per a l'Avanç de la Cineantropometria (ISAK, 2001), per un antropometrista nivell 2 ISAK i 4 assistents, l'ordre de mesurament va ser alçada i envergadura amb estesiòmetre Sanny (precisió 1 mm); massa corporal amb una balança electrònica Tanita BC533 amb una precisió 100 g (Tanita Corporation, Tòquio, Japó), circumferències i plecs (error tècnic de mesurament del 5%) amb cinta mètrica Lufkin (precisió 1 mm), caliper Slimguide (precisió 1 mm). Es va determinar la maduració sexual a partir del qüestionari d'autoavaluació de Tanner (1975), completat amb el suport de pares i/o representant legal del nen. Es va estimar el percentatge de greix mitjançant l'equació de Slaughter (1998) (%TG =  $0.74 \times (\Sigma P) + 1$  per a nens i %TG =  $0.61 \times (\Sigma P) + 5.1$  per a nenes, on %TG: percentatge de teixit gras i  $\Sigma P$ : sumatòria del plec tricípital i panxell) i superfície corporal mitjançant la fórmula de Haycock, Schwartz i Wisolsky (1978) (superfície corporal ( $m^2$ ) =  $0.024265 \times \text{pes (kg)}^{0.5378} \times \text{altura (cm)}^{0.3964}$ ).

La següent prova realitzada va ser el test de Wingate de membres superiors (Bar-O, 1987); es va utilitzar

The next test performed was the Wingate test of the upper members (Bar-O, 1987). An adapted Monark 894E bicycle ergometer and its corresponding software were used; the resistances applied were  $28.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  for girls and  $36.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  for boys. Before the test, all the subjects were told about and shown what the test consisted in, a three-minute conditioning without resistance was done, and immediately thereafter subjects had a one-minute rest followed once again by 3 minutes with 20% of the corresponding resistance. After the conditioning was over, the subject was told to start the test. Three seconds after “start pedalling as quickly as possible” was heard, the assigned resistance started, and the work was automatically recorded. At the end of the test, the subjects were allowed five minutes of active recovery.

To evaluate the muscle strength during swimming, an adaptation of the test presented by Morouço (2009) was applied, in which each subject used only their upper members. Before executing the test, each athlete performed neuromuscular conditioning outside the water for 10 minutes and then swam 400 metres with the front crawl. Two belts with Recoil 360 attachments, two floaters, a PCE FM1000 force gauge were used for traction and compression force up to  $100 \text{ kg}/981 \text{ N}$  with a dynamometric external cell and an RS-232 interface to transmit the data, a laptop and a whistle.

To start the test, the athlete placed the floater between their legs, got face-down in the water and swam the front crawl using only their upper members and making their maximum effort for 30 seconds. The data began to be recorded three seconds after the start of the swim in order to ensure the tautness of the attachments.

The data gathered were processed in an Excel spreadsheet (Microsoft Office 2013) using the statistical software package SPSS v.20 by IBM.

## Analysis of Results

The normality of the distribution was checked through the Kolmogorov-Smirnov (K-S) hypothesis test. The characteristics of the group are shown in *Table 1*. On average, boys showed a higher decimal age than girls, while the amount of experience swimming was the same for both groups. Boys spent more hours training per week than girls. Regarding the anthropometric variables, the boys performed better than the

un cicloergòmetre Monark 894I adaptat i el seu corresponent programari; les resistències aplicades van ser  $28.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  aplicada a les nenes i  $36.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  per a nens. Abans de la prova se'ls va descriure i demostrar a tots els subjectes en què consistia el test a realitzar; es va realitzar un condicionament durant tres minuts sense resistència; seguit d'un minut de descans; novament 3 minuts amb el 20% de la resistència corresponent. Conclòs el condicionament es va avisar el subjecte per a l'inici de la prova. A la veu d'“inicia el pedaleig el més ràpid possible”, transcorreguts 3 segons es va alliberar la resistència assignada i es va iniciar un registre automàtic del treball. En finalitzar la prova es va permetre fer una recuperació activa durant cinc minuts.

Per a l'avaluació de la força muscular mentre es neda, es va aplicar una adaptació del test presentat per Morouço (2009) en la qual cada subjecte utilitzaria solament els membres superiors. Abans d'executar la prova, cada atleta va realitzar el condicionament neuromuscular fora de l'aigua durant 10 minuts i posteriorment van nedar 400 metres en estil crol. Es van utilitzar dos cinturons amb lligues Recoil 360, dos flotadors, un dinamòmetre PCE FM1000 per a força de tracció i de compressió fins a  $100 \text{ kg}/981 \text{ N}$  amb cèl·lula dinamomètrica externa i interfície RS-232 per a la transmissió de dades, un portàtil i un xiulet. Es va fixar una lliga sota el bloc de sortida del carril 1 connectada a la galga extensomètrica que transmet la informació de força produïda durant el test a un portàtil.

Per iniciar la prova l'atleta es va col·locar el flotador entre ambdues cames, va adoptar la posició ventral i va nedar en estil crol, utilitzant únicament els seus membres superiors i produint el seu màxim esforç durant 30 segons. Les dades es van començar a enregistrar a partir dels tres segons d'activitat per garantir la tensió de la lliga.

Les dades recollides es van processar en full de càlcul Excel (Microsoft Office 2013) i el programari estadístic SPSS v.20 d'IBM

## Anàlisi dels resultats

Es va comprovar la normalitat de la distribució a través de la prova d'hipòtesi Kolmogorov-Smirnov (K-S). Les característiques del grup es mostren a la *taula 1*. Els nens presenten de mitjana major edat decimal que les nenes, mentre que el temps d'experiència en la pràctica de la natació és similar en tots dos grups. Els nens dediquen més hores d'entrenament durant la setmana que les nenes. Quant a les variables

	Height (cm) Estatura (cm)		Body mass (kg) Massa corporal (kg)		Body surface area (m <sup>2</sup> ) Superfície corporal (m <sup>2</sup> )		Arm span (cm) Envergadura (cm)		Percentage of body fat Percentatge de greix	
	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys
	Nenes	Nens	Nenes	Nens	Nenes	Nens	Nenes	Nens	Nenes	Nens
Valid N N vàlids	18	5	18	5	18	5	18	5	18	5
Mean Mitjana	145.96	151.36	39.83	47.24	1.26	1.41	149.57	158.16	20.45	26.69
Standard deviation Desviació típica	9.31	9.11	8.93	7.2	0.18	0.14	9.18	7.86	6.05	6.32
Variation coefficient Coeficient de variació	6.38	6.02	22.42	15.24	14.29	9.93	6.14	4.97	29.58	23.68

**Table 1.** Descriptive values of the anthropometric variables

**Taula 1.** Valors descriptius de les variables antropomètriques

girls, and the boys’ results were more homogeneous than the girls’.

The results of the self-evaluation test (Tanner, 1975) show that the girls’ sexual development characteristics are more in line with their age compared to the boys. When comparing both groups, 57% showed average maturation and the remaining subjects showed late maturation.

The boys produced a higher level of maximum strength and mean strength than the girls, while the fatigue index was higher in girls. The results in the production of strength were more homogeneous in males than in females. In the results of the power test performed in the laboratory, the boys produced higher maximum and mean power values than the girls, just as in the pool test. However, even though the boys showed the same fatigue index in the pool test, the girls showed a smaller decrease in their performance during this test (Tables 2 and 3).

Statistically significant differences were found using the sex factor in the means of the following variables: decimal age ( $F = 5.428$ ;  $p < 0.030$ ), maximum strength ( $F = 8.835$ ;  $p < 0.007$ ), mean

antropomètriques els nens superen les nenes i al seu torn els resultats dels homes es mostren més homogenis que el de les dones.

Els resultats del test d’autoavaluació (Tanner, 1975) mostra les nenes amb característiques de desenvolupament sexual d’acord amb la seva edat pel que fa als nens. Quan es comparen els dos grups, el 57 per cent va presentar maduració mitjana i el restant es va situar com a subjectes de maduració tardana.

Els nens van produir major nivell de força màxima i força mitjana que les nenes, mentre que l’índex de fatiga de les nenes va ser superior. Els resultats en la producció de força dels homes van ser més homogenis que el de les dones. En els resultats de la prova de potència realitzada al laboratori es va obtenir que, igual que en la prova en la piscina, els nens van produir valors de potència màxima i mitjana superior al de les nenes. No obstant això, a pesar que els nens van obtenir el mateix índex de fatiga que en el test en piscina, les nenes van aconseguir disminució menor en el seu acompliment durant aquest test. (Taules 2 i 3).

Es van trobar diferències estadísticament significatives, utilitzant el factor sexe, en les mitjanes de les variables: edat decimal ( $F = 5.428$ ;  $p < 0.030$ ), força màxima

	Maximum relative strength (kg) Força màxima relativa (kg)		Average strength (kg) Força mitjana (kg)		Fatigue index (%) Índex de fatiga (%)	
	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys
	Nenes	Nens	Nenes	Nens	Nenes	Nens
Valid N   N vàlids	18	5	18	5	18	5
Mean   Mitjana	0.128	0.162	0.084	0.107	53.85	48.89
Standard deviation   Desviació típica	0.038	0.025	0.031	0.025	17.56	21.87
Variation coefficient   Coeficient de variació	29.69	15.43	36.90	23.36	32.61	44.73

**Table 2.** Values of power in the pool

**Taula 2.** Valors de la potència en piscina

	Maximum relative strength (kg) Força màxima relativa (kg)		Average strength (kg) Força mitjana (kg)		Fatigue index (%) Índex de fatiga (%)	
	Girls Nenes	Boys Nens	Girls Nenes	Boys Nens	Girls Nenes	Boys Nens
	Valid N   N vàlids	18	5	18	5	18
Mean   Mitjana	8.01	12.67	6.28	8.80	40.57	48.69
Standard deviation   Desviació típica	3.55	4.34	3.19	2.88	14.06	5.25
Variation coefficient   Coeficient de variació	44.32	34.25	50.80	32.73	34.66	10.78

**Table 3.** Wingate test on the upper members. Laboratory

strength ( $F = 5.231$ ;  $p < 0.033$ ), maximum power ( $F = 17.747$ ;  $p < 0.002$ ) and average power ( $F = 6.431$ ;  $p < 0.019$ ).

Contrasting the means with age showed that the anthropometric and biological maturation variables had significant differences in height ( $F = 9.272$ ;  $p < 0.001$ ), body mass ( $F = 4.080$ ;  $p < 0.021$ ), body surface area ( $F = 5.219$ ;  $p < 0.008$ ), arm span ( $F = 10.177$ ;  $p < 0.000$ ) and the appearance of pubic hair ( $F = 3.779$ ;  $p < 0.028$ ). The *post hoc* technique (Scheffé) allowed us to identify the different groups.

In the height variable, significant differences were observed between the age groups 10 versus 11 ( $p < 0.048$ ), 10 versus 12 ( $p < 0.001$ ) and 10-13 ( $p < 0.018$ ). In the body mass variable, the difference between means was found in the group aged 10-12 ( $p < 0.026$ ), similar to what was found in body surface area ( $p < 0.010$ ).

The differences in means among the different groups in the arm span variable were found between the groups aged 10-12 ( $p < 0.001$ ) and 10-13 ( $p < 0.05$ ). Finally, the differences found in the

**Taula 3.** Test de Wingate sobre els membres superiors. Laboratori

( $F = 8.835$ ;  $p < 0.007$ ), força mitjana ( $F = 5.231$ ;  $p < 0.033$ ), potència màxima ( $F = 17.747$ ;  $p < 0.002$ ) i potència mitjana ( $F = 6.431$ ;  $p < 0.019$ ).

El contrast les mitjanes amb l'edat van mostrar que les variables antropomètriques i de maduració biològica van presentar diferències significatives amb l'estatura ( $F = 9.272$ ;  $p < 0.001$ ), massa corporal ( $F = 4.080$ ;  $p < 0.021$ ), superfície corporal ( $F = 5.219$ ;  $p < 0.008$ ), envergadura ( $F = 10.177$ ;  $p < 0.000$ ), i aparició del pèl púbic ( $F = 3.779$ ;  $p < 0.028$ ). La tècnica *post hoc* (Scheffé) va permetre identificar els grups diferents.

En la variable estatura, es van observar diferències significatives entre els grups d'edat de 10 contra 11 ( $p < 0.048$ ), 10 amb 12 ( $p < 0.001$ ) i 10-13 ( $p < 0.018$ ) anys. En la variable massa corporal la diferència entre mitjanes es troba entre el grup de 10-12 anys ( $p < 0.026$ ) similar a l'observat en la superfície corporal ( $p < 0.010$ ).

Les diferències de mitjana entre els diferents grups de la variable envergadura s'observen entre el grup de 10-12 ( $p < 0.001$ ) i 10-13 ( $p < 0.05$ ) anys. I les diferències oposades en les mitjanes dels grups del pèl púbic es

Dependent variable   Variable dependent	Group Grup	Age Edat	Differences in mean Diferències de mitjana (I-J)	Standard error Error típic	Significance Significança	Confidence interval Interval de confiança	
						Lower limit Limit inferior	Upper limit Limit superior
Height (cm)   Estatura (cm)	10	11	-13.95*	4.525	0.048	-27.812	-0.0876
		12	-19.25*	3.695	0.001	-30.568	-7.931
		13	17.558*	4.888	0.018	2.585	32.531
Body mass (kg)   Massa corporal	10	12	-14.808*	4.353	0.026	-28.143	-1.473
Body surface area (m <sup>2</sup> )   Superfície corporal (m <sup>2</sup> )	10	12	-0.319*	0.08233	0.010	-0.571	-0.067
Arm span (cm)   Envergadura (cm)	10	12	-19.024*	3.639	0.001	-30.171	-7.877
Percentage of body fat   Percentatge de greix	10	13	-20.325*	4.814	0.038	-35.071	-5.578
Maturation level (pubic hair) Estadi de maduració (pèl púbic)	10	12	-1.500*	0.4667	0.038	-2.929	-0.0704

\* The difference in means is significant at 0.05. | \* La diferència de mitjanes és significativa al nivell 0.05.

**Table 4.** Groups with significant differences. Factor: Age.

**Taula 4.** Grups amb diferències significatives. Factor: edat

means of the groups in pubic hair were between the groups aged 10-12 ( $p < 0.038$ ) (Table 4).

In weekly training time, significant differences were found in the results of both tests: maximum strength ( $F = 12.669$ ;  $p < 0.000$ ), mean strength ( $F = 28.944$ ;  $p < 0.000$ ), fatigue index ( $F = 24.352$ ;  $p < 0.000$ ), maximum power ( $F = 25.870$ ;  $p < 0.000$ ) and average power ( $F = 66.788$ ;  $p < 0.000$ ).

In maximum strength, differences were found between the groups that train 1.5-6 hours per week ( $p < 0.10$ ) and 1.5-12 hours per week ( $p < 0.000$ ). Mean strength revealed differences between the groups that train 1.5-6 hours per week ( $p < 0.000$ ) and 1.5-12 hours per week ( $p < 0.000$ ). Likewise, the fatigue index showed significant differences between the groups that trained 1.5-6 and 1.5-12 hours per week, with a significance of  $p < 0.000$  (Table 5).

The variables related to the general Wingate test for upper members, just like the specific test in the pool, showed significant differences between the groups that trained 1.5-6 and 1.5-12 hours per week, with a significance of  $p < 0.000$ .

Based on the results of the Pearson correlation ( $p < 0.05$ ), it was found that height ( $r = 0.671$ ;  $p < 0.000$ ), arm span ( $r = 0.740$ ;  $p < 0.000$ ), body mass ( $r = 0.531$ ;  $p < 0.009$ ) and body surface area ( $r = 0.581$ ;  $p < 0.004$ ) are associated with and increase with age. Height showed a high significant

troben entre els grups de 10-12 anys ( $p < 0.038$ ). (Taula 4).

En el temps d'entrenament setmanal, es van observar diferències significatives pel que fa als resultats obtinguts per a ambdues proves: força màxima ( $F = 12.669$ ;  $p < 0.000$ ), força mitjana ( $F = 28.944$ ;  $p < 0.000$ ), índex de fatiga ( $F = 24.352$ ;  $p < 0.000$ ), potència màxima ( $F = 25.870$ ;  $p < 0.000$ ) i potència mitjana ( $F = 66.788$ ;  $p < 0.000$ ).

En la força màxima, les diferències es presenten entre els grups que entrenen 1.5-6 hores setmanals ( $p < 0.10$ ), i 1.5-12 hores setmanals ( $p < 0.000$ ). La força mitjana presenta les diferències entre els grups que entrenen 1.5-6 hores setmanals ( $p < 0.000$ ) i 1.5-12 ( $p < 0.000$ ). D'igual forma l'índex de fatiga va presentar diferències significatives entre els grups d'1.5-6 i 1.5-12 hores d'entrenaments setmanals amb una significança de  $p < 0.000$ . (Taula 5)

Les variables relacionades amb el test de Wingate general per a membres superiors va presentar, igual que el test específic en piscina, diferències significatives entre els grups d'1.5-6 i 12-1.5 hores d'entrenaments setmanals, tots amb una significança de  $p < 0.000$ .

A partir dels resultats obtinguts mitjançant la correlació de Pearson ( $p < 0.05$ ) es va obtenir que l'estatura ( $r = 0.671$ ;  $p < 0.000$ ), l'envergadura ( $r = 0.740$ ;  $p < 0.000$ ), la massa corporal ( $r = 0.531$ ;  $p < 0.009$ ) i la superfície corporal ( $r = 0.581$ ;  $p < 0.004$ ) estan associades a l'edat i augmenten amb aquesta. L'alçada va

Dependent variable   Variable dependent	Minimum hours/week Mínimes hores/setmana	Hours of training/week Hores/setmana d'entrenament	Differences in mean Diferències de mitjana (I-J)	Standard error Error típic	Significance Significança	Confidence interval Interval de confiança	
						Lower limit Limit inferior	Upper limit Limit superior
Maximum relative strength (kg) pool Força màxima relativa (kg) piscina	1.5	6	-1.393*	0.408	0.01	-2.473	-0.3141
Mean strength (kg) pool Força mitjana (kg) piscina	1.5	12	-2.133*	0.443	0.00	-3.304	-0.9622
Fatigue index (%) pool Índex de fatiga (%) piscina	1.5	6	-1.468*	0.261	0.00	-2.158	-0.7787
		12	-1.998*	0.283	0.00	-2.746	-1.249
Maximum relative power (w/kg) laboratory Potència màxima relativa (w/kg) laboratori	1.5	6	30.713*	4.992	0.00	17.518	43.908
		12	30.527*	5.414	0.00	16.215	44.839
Average relative power (w/kg) laboratory Potència mitjana relativa (w/kg) laboratori	1.5	6	-169.234*	33.818	0.00	-258.62	-79.85
		12	-250.405*	36.681	0.00	-347.36	-153.454
		6	-155.457*	17.408	0.00	-201.47	-109.446
		12	-197.971*	18.881	0.00	-247.88	-148.066

\* The difference in means is significant at 0.05. | \* La diferència de mitjanes és significativa al nivell 0.05.

**Table 5.** Groups with significant differences. Factor: Hours of training/week

**Taula 5.** Grups amb diferències significatives. Factor: hores/setmana d'entrenament



Variables   Variables	Height Estatura (cm)	Body mass Massa corporal (kg)	Body surface area Superfície corporal (m <sup>2</sup> )	Arm span Envergadura (cm)	Percentage of body fat Percentatge de greix (Slaughter, 1988)
Decimal age (years)   Edat decimal (anys)	0.671**	0.531**	0.581**	0.740**	
Height (cm)   Estatura (cm)		0.803**	0.866**	0.928**	
Body mass (kg)   Massa corporal (kg)			0.992**	0.811**	0.580**
Body surface area (m <sup>2</sup> )   Superfície corporal (m <sup>2</sup> )				0.857**	0.524**

\* The correlation is significant at 0.05 (bilateral). \*\* The correlation is significant at 0.01 (bilateral).  
\* La correlació és significativa al nivell 0.05 (bilateral). \*\* La correlació és significativa al nivell 0.01 (bilateral).

▲  
**Table 6.** Main correlations between anthropometric variables and age

correlation with the variables body mass ( $r = 0.803$ ;  $p < 0.000$ ), body surface area ( $r = 0.866$ ;  $p < 0.000$ ) and arm span ( $r = 0.928$ ;  $p < 0.000$ ). A medium significant correlation was found between body surface area ( $r = 0.524$ ;  $p < 0.010$ ) and the percentage of fat ( $r = 0.580$ ;  $p < 0.004$ ) with respect to body mass; as the body mass increases, the body surface area and the percentage of fat increase proportionally (Table 6).

When establishing relationships among the variables strength, power and anthropometrics, a strong significant correlation was found between training time and the variables mean strength ( $r = 707$ ;  $p < 0.000$ ), fatigue index (pool) ( $r = -842$ ;  $p < 0.000$ ), maximum relative power ( $r = 0.810$ ;  $p < 0.000$ ) and average relative power ( $r = 0.916$ ;  $p < 0.000$ ), which revealed that the number of hours per week spent training is a determining factor in increasing general and specific strength and power.

Likewise, as the age increases ( $r = 0.451$ ;  $p < 0.031$ ), body mass ( $r = 0.518$ ;  $p < 0.11$ ), body surface area ( $r = 0.509$ ;  $p < 0.13$ ), arm span ( $r = 0.485$ ;  $p < 0.019$ ) and the percentage of fat ( $r = 0.428$ ;  $p < 0.41$ ), increase the maximum relative strength. Therefore, the maximum relative strength depends on these anthropometric variables (Table 7).

Maximum relative strength (pool) shows a relationship with the variable maximum relative power ( $r = 0.834$ ;  $p < 0.000$ ), while relative mean strength is strongly correlated with average relative power ( $r = 0.909$ ;  $p < 0.000$ ). Furthermore, maximum relative strength ( $r = 0.828$ ;  $p < 0.000$ ) and maximum relative power ( $r = 0.969$ ;  $p < 0.000$ ) directly affect the results of the average relative power. Maximum relative strength ( $r = -0.662$ ;  $p < 0.001$ ) showed a

▲  
**Taula 6.** Principals correlacions entre variables antropomètriques i l'edat

mostrar alta correlació significativa amb les variables massa corporal ( $r = 0.803$ ;  $p < 0.000$ ), superfície corporal ( $r = 0.866$ ;  $p < 0.000$ ) i envergadura ( $r = 0.928$ ;  $p < 0.000$ ). Es va trobar correlació mitjana significativa entre la superfície corporal ( $r = 0.524$ ;  $p < 0.010$ ) i el percentatge de greix ( $r = 0.580$ ;  $p < 0.004$ ) pel que fa a la massa corporal. A mesura que s'incrementa la massa corporal, la superfície corporal i el percentatge de greix incrementen en la mateixa proporció. (Taula 6)

En establir les relacions entre les variables de força, potència i antropometria es va trobar correlació forta significativa entre el temps d'entrenament i les variables de força mitjana ( $r = 707$ ;  $p < 0.000$ ), índex de fatiga (piscina) ( $r = -842$ ;  $p < 0.000$ ), potència màxima relativa ( $r = 0.810$ ;  $p < 0.000$ ) i potència mitjana relativa ( $r = 0.916$ ;  $p < 0.000$ ), el que permet assenyalar que el nombre d'hores que es dediqui a l'entrenament durant la setmana serà un factor determinant en l'increment de la força i la potència general i específica.

D'igual forma, a mesura que augmenta l'edat ( $r = 0.451$ ;  $p < 0.031$ ), la massa corporal ( $r = 0.518$ ;  $p < 0.11$ ), la superfície corporal ( $r = 0.509$ ;  $p < 0.13$ ), l'envergadura ( $r = 0.485$ ;  $p < 0.019$ ) i el percentatge de greix ( $r = 0.428$ ;  $p < 0.41$ ), incrementa la força màxima relativa. Per tant, la força màxima relativa depèn de les variables antropomètriques esmentades (Taula 7).

La força màxima relativa (piscina) mostra relació amb la variable potència màxima relativa ( $r = 0.834$ ;  $p < 0.000$ ), al seu torn, la força mitjana relativa té una correlació forta amb la potència mitjana relativa ( $r = 0.909$ ;  $p < 0.000$ ) a més que la força màxima relativa ( $r = 0.828$ ;  $p < 0.000$ ) i la potència màxima relativa ( $r = 0.969$ ;  $p < 0.000$ ) afecten de forma directa els resultats de la potència mitjana relativa. La força màxima relativa ( $r = -0.662$ ;  $p < 0.001$ ) presenta una

Variables   Variables	Hours of training/week Hores/setmana d'entrenament	Decimal age (years) Edat decimal (anys)	Body mass Massa corporal (kg)	Body surface area Superfície corporal (m <sup>2</sup> )	Arm span Envergadura (cm)	Percentage of body fat Percentatge de greix (Slaughter)
Maximum strength (kg) Força màxima (kg)		0.451*	0.518*	0.509*	0.485*	0.428*
Average strength (kg) Força mitjana (kg)	0.722**		0.467*	0.460*	0.40*	
Fatigue index in pool (%) Índex fatiga en piscina (%)	-0.697					
Maximum power (w/kg) Potència màxima (w/kg)	0.815**					
Average power (w/kg) Potència mitjana (w/kg)	0.859**					

\* The correlation is significant at 0.05 (bilateral). \*\* The correlation is significant at 0.01 (bilateral).  
\* La correlació és significativa al nivell 0.05 (bilateral). \*\* La correlació és significativa al nivell 0.01 (bilateral).

**Table 7.** Correlations of strength and power variables versus anthropometrics

**Taula 7.** Correlacions variables força i potència vs antropometria

medium correlation with the fatigue index, while average power and mean relative strength showed a strong correlation with the fatigue index reached in the pool ( $r = -0.814$ ;  $p < 0.000$  and  $r = -0.819$ ;  $p < 0.000$ , respectively) (Table 8).

The sexual maturation variables showed a strong correlation between mammary development and pubic hair ( $r = 0.821$ ;  $p < 0.000$ ). With age, an increase in the value of the mean correlation for mammary development ( $r = 0.698$ ;  $p < 0.001$ ) and pubic hair ( $f = 0.549$ ;  $p < 0.007$ ) was found. Table 9 shows the values of the correlation between the physical components and the degree of development reached. The intensity of the relationship is between medium and strong, and it is statistically significant.

The most obvious indicators of development for girls is pubic hair, followed by shape of breasts.

correlació mitjana amb l'índex de fatiga, mentre que la potència mitjana i la força mitjana relativa presenten forta correlació amb l'índex de fatiga aconseguit dins de la piscina ( $r = -0.814$ ;  $p < 0.000$  i  $r = -0.819$ ;  $p < 0.000$ , respectivament) (Taula 8).

Les variables de maduració sexual van presentar forta correlació entre el desenvolupament mamari i el pèl púbic ( $r = 0.821$ ;  $p < 0.000$ ). Amb l'edat, es va notar increment del valor de correlació mitjana per a desenvolupament mamari ( $r = 0.698$ ;  $p < 0.001$ ) i ( $f = 0.549$ ;  $p < 0.007$ ) del pèl púbic. La taula 9 mostra els valors oposats de la correlació entre els components del físic i el grau de desenvolupament aconseguit. La intensitat de la relació se situa entre mitjana i forta, sent estadísticament significatives.

Els indicadors més evidents de desenvolupament per a les nenes va representar-lo el pèl púbic seguit de la forma de les mames.

Variables   Variables	Maximum strength Força màxima (kg)	Mean strength Força mitjana (kg)	Fatigue index in pool Índex fatiga en piscina (%)	Maximum power Potència màxima (w/kg)
Maximum strength (kg)   Força màxima (kg)		0.947**	-0.662	0.834**
Mean strength (kg)   Força mitjana (kg)				0.889**
Fatigue index in pool (%)   Índex fatiga en piscina (%)		-0.819		-0.52
Maximum power (w/kg)   Potència màxima (w/kg)	0.828**	0.909	-0.814	0.969**

\* The correlation is significant at 0.05 (bilateral). \*\* The correlation is significant at 0.01 (bilateral).  
\* La correlació és significativa al nivell 0.05 (bilateral). \*\* La correlació és significativa al nivell 0.01 (bilateral).

**Table 8.** Correlations of strength and power variables

**Taula 8.** Correlacions variables força i potència

Spearman's Rho Rho de Spearman	Pubic hair Pèl púbic	Decimal age Edat decimal (years   anys)	Height Estatura (cm)	Body mass Massa corporal (kg)	Body surface area Superfície corporal (m <sup>2</sup> )	Arm span Envergadura (cm)	Mean strength Força mitjana (kg)
Genital	0.913*						
Genital	N 5						
Mammary	0.821**	0.719**	0.662**	0.617**	0.627**	0.494*	
Mamari	N 18	18	18	18	18	18	
Pubic hair		0.536**	0.497*	0.5	0.503	0.421*	0.415*
Pèl púbic	N 23	23	23	23	23	23	23

\* The correlation is significant at 0.05 (bilateral). \*\* The correlation is significant at 0.01 (bilateral).  
\* La correlació és significativa al nivell 0.05 (bilateral). \*\* La correlació és significativa al nivell 0.01 (bilateral).

▲ **Table 9.** Correlations of sexual maturation variables

▲ **Taula 9.** Correlacions variables de maduració sexual

## Discussion of Results

The different metabolic capacities, just like the acquisition of skills, are affected by growth and development (Malina, 1994), so the factors that predict swimming performance can vary for young swimmers. These factors may be related to age, height, weight, arm span, fat and lean body mass and others. According to Wagner and Fernandes (2005), there are no differences between genders, except that height is slightly lower and the percentage of body fat is a bit higher in girls, while boys show slightly higher muscle mass.

Different authors suggest that the differences between genders begin to become more noticeable after the age of 10, when the pre-pubescent start on their road to puberty, which is marked by hormonal changes. This dovetails with the results found in the anthropometric variables, in which the boys with a mean age of  $12.4 \pm 0.55$  were larger than girls, although the girls had a higher percentage of fat.

A strong correlation has been reported between height and swimming performance in swimmers, which could be explained by the fact that greater height comes with longer upper members, which benefits efficient movement through the water (Latt et al., 2010). The values obtained for the population evaluated match these authors' suggestions; specifically, height and arm span showed a strong correlation, in which  $f = 9.28^{**}$ ;  $p > 0.000$ .

Likewise, body surface area plays a key role in the swimmer's movement through the water. The larger the body surface area, the greater the contact area with the water on which resistance or braking forces can be exerted. When moving through the water, there is friction with the body surface area,

## Discussió dels resultats

Les diferents capacitats metabòliques, com l'adquisició d'habilitats, es veuen afectades pel creixement i desenvolupament (Malina, 1994), per tant els factors que prediuen el rendiment nedant poden variar per als nedadors joves. Aquests factors poden estar relacionats amb l'edat, estatura, pes, envergadura, massa grassa i magra, entre d'altres. Segons Wagner i Fernandes (2005) no existeixen diferències entre gèneres, excepte que en les nenes l'alçada és lleugerament menor i el percentatge de greix és una mica superior, i els nens presenten una mica més de massa muscular.

Diversos autors plantegen que les diferències entre gèneres comencen a fer-se més notòries a partir dels 10 anys, moment en el qual inicien el seu pas a la pubertat, marcat per un canvi hormonal. Això coincideix amb els resultats obtinguts en les variables antropomètriques, en què els nens amb edat mitjana de  $12.4 \pm 0.55$  anys van superar en mida les nenes, excepte en el percentatge de greix.

S'ha reportat que en nedadors existeix una forta correlació entre l'estatura i el rendiment nedant, dada que podria explicar-se pel fet que la major alçada s'acompanya de segments superiors de major longitud, la qual cosa beneficia l'eficàcia en el desplaçament (Latt et al., 2010). Els valors obtinguts per la població avaluada concorda amb el plantejament dels autors, l'estatura i l'envergadura van presentar una forta correlació on  $f = 9.28^{**}$ ;  $p > 0.000$ .

Igualment, durant el desplaçament del nedador, la superfície corporal juga un paper important. Mentre major és la superfície corporal, major serà l'àrea de contacte amb l'aigua sobre la qual es pot exercir forces de resistència o frenada. En el moment del desplaçament es produeix fregament de l'aigua amb la superfície corporal,

a force that tends to lower the swimmer's speed (Gutiérrez, 1997). In boys, the mean value of body surface area is 1.41 m<sup>2</sup> while for girls it is 1.26 m<sup>2</sup>, so this may be an advantage for girls' swimming performance.

To understand the changes that occur during growth, it is essential to consider the evaluation of the different components in the maturation of each athlete, including the distribution of fatty tissue. The group of subjects studied showed a difference in adipose tissue, which was more obvious during puberty, as females acquire more adipose tissue during this period. The group of boys showed a higher percentage of body fat, even when they spent more time on weekly training.

The amount of adipose tissue and its distribution in subjects who train can be regarded as a sound indicator of the quality of the training in the different preparation cycles, since the intensity of the physical activity performed is crucial to changes in adipose tissue (Landers, Blanksby, & Smith, 2000).

In a Venezuelan population, Méndez (1996) states that while the development of the mammary glands in girls takes place between the ages of 7.7 and 12.3 and the development of pubic hair between the ages of 8.5 and 12.6, in males genital development takes place between the ages of 9.8 and 12.8 and the growth of pubic hair between ages 10 and 14.3. The group of youngsters studied showed sexual maturation between average and late, which could be disadvantageous for competitive performance. Forty-three percent showed late sexual development. Therefore, the values of the anthropometric variables, strength and power, as well as the competitive performance of these swimmers, may be under the performance of athletes who show the early maturation characteristic of this sport.

The anthropometric variables showed a strong correlation with the strength and power variables, which confirms that as body size increases, the values of strength and power do as well. Likewise, the strength produced inside the water is strongly correlated with the power produced in the laboratory; in consequence, any achievements outside the water will have a positive influence on swimming performance.

The amount of experience in swimming practice among girls and boys was similar ( $4.72 \pm 2.72$  and  $6.60 \pm 2.79$  years, respectively). However, the males spent more hours per week training than the females.

constituint-se com a força que tendeix a reduir la velocitat del nedador (Gutiérrez, 1997). En el cas dels nens, el valor mitjà de la superfície corporal va ser d'1.41 m<sup>2</sup> mentre que el de les nenes va ser d'1.26 m<sup>2</sup>; per a les nenes pot representar avantatge en el seu acompliment nedant.

Per comprendre els canvis que succeeixen durant el creixement és necessari considerar l'avaluació de la maduració de cada atleta en els seus diferents components, entre ells la distribució del teixit gras. El grup de subjectes estudiats va mostrar diferència del teixit adipós, va ser més evident en els anys puberals, durant els quals les dones n'acumulen més. El grup de nens, tot i que dediquen major freqüència d'entrenament setmanal, van presentar major percentatge de greix corporal.

L'adipositat i la seva distribució en subjectes que entrenen, podria considerar-se com un bon indicador de la qualitat de l'entrenament en els diferents cicles de la preparació, doncs la intensitat de l'activitat física realitzada és determinant en els canvis provocats en el teixit adipós (Landers, Blanksby, & Smith, 2000).

En població veneçolana, Méndez (1996) assenyalava que mentre que en les nenes, el desenvolupament de les glàndules mamàries es produeix entre els 7.7 i 12.3 anys i el desenvolupament del pèl púbic entre els 8.5 anys i els 12.6 anys, en el cas dels homes, el desenvolupament genital es produeix entre els 9.8 i 12.8 anys i el creixement del pèl púbic entre els 10 i els 14.3 anys. El grup de joves estudiats presenten una maduració sexual entre mitjana i tardana, fet que podria ser desfavorable per a l'acompliment competitiu. El 43% va presentar un desenvolupament sexual tardà. Per tant, els valors de les variables antropomètriques, força i potència, així com l'acompliment competitiu d'aquests nedadors podran estar per sota de l'acompliment d'atletes amb maduració precoç característica d'aquest esport.

Les variables antropomètriques van presentar forta correlació amb les variables de força i potència, per tant es confirma que les mides del cos augmenten, els valors de força i potència també ho fan. D'igual manera, la força produïda dins de l'aigua té forta correlació amb la potència produïda en el laboratori, en conseqüència els avanços que s'aconsegueixin en sec tindran incidència favorable sobre l'acompliment nedant.

L'experiència en la pràctica de la natació, de nenes i nens va ser similar ( $4.72 \pm 2.72$  y  $6.60 \pm 2.79$  anys respectivament). No obstant això, els homes dediquen més hores d'entrenament durant la setmana que

Based on that, it was determined that there are statistically significant differences between the groups that train fewer hours per week (1.5 hours) and the two remaining groups (6 and 12 hours). The values of strength and muscle power are affected by the amount of time spent training each week.

## Conclusions and Recommendations

The anthropometric differences, strength and muscle power are more obvious after the age of 10: the body size impacts performance on both general and specific tests. The larger the body, the higher the level of strength and power; the higher the weekly frequency of training, the better the swimmer's performance both inside and outside the pool; planned, systematic training guarantees effective changes in the swimmers' expression of strength and muscle power.

The use of Tanner's self-evaluation questionnaire (1975) is recommended, which confirms the correspondence between biological age and sexual maturation, along with periodic monitoring of the period of individual growth and development through anthropometric and performance evaluations. The length of the training should be adjusted as the age goes up in line with the principle of the individualisation of loads.

## Conflict of Interests

None.

## References | Referències

- Arellano, R. (2004). *Aplicación de la evaluación biomecánica en el entrenamiento de nadadores*. Seminario Europeo de entrenadores de natación. Madrid.
- Arias, F. (2004). *El proyecto de investigación científica. Introducción a la metodología científica*. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme, (4a ed.).
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate Anaerobic Test. An update on Methodology, reliability and validity. *Sport Medicine*, 4(6), 381-394. doi:10.2165/00007256-198704060-00001
- Berger, M. A., Hollander, A. P., & De Groot, G. (1997). Technique and energy losses in front crawl swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(11), 1491-1498. doi:10.1097/00005768-199711000-00016
- Cancela, J., & Ramírez, E. (2003). La formación de jóvenes nadadores. Evolución de la composición corporal y de los niveles de fuerza de desplazamiento en nadadores/as brasileños/as de edad comprendida entre los 13 y 23 años. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, any 9, núm. 65. Recuperat de <http://www.efdeportes.com/efd65/nadador.htm>

les dones. A partir d'això es va determinar que existeixen diferències estadísticament significatives entre els grups que entrenen menys hores a la setmana (1.5 hores) pel que fa als dos grups restants (6 i 12 hores). Els valors de força i potència muscular es veuen afectats pel temps d'entrenament durant la setmana.

## Conclusions i recomanacions

Les diferències antropomètriques, força i potència muscular es fan més evidents a partir dels 10 anys: les dimensions corporals impacten sobre l'acompliment en les proves general i específica. A un cos més gran li correspon més nivell de força i potència; la major freqüència setmanal d'entrenament setmanal influeix sobre el rendiment del nedador dins i fora de la piscina; l'entrenament planificat de forma sistematitzada garanteix canvis efectius en l'expressió de la força i potència muscular dels nedadors.

Es recomana l'ús del qüestionari d'autoavaluació de Tanner (1975), que confirmi la correspondència entre l'edat biològica i la maduració sexual i monitoritzar el període de creixement i desenvolupament mitjançant l'avaluació antropomètrica i de rendiment, individual de manera periòdica. S'han d'ajustar els períodes de durada de les hores d'entrenament a mida que augmenten les edats, d'acord amb el principi d'individualització de les càrregues.

## Conflicte d'interessos

Cap.

- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51(3), 409-417. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6685039>
- Gutiérrez, M. (1997). Bases biomecánicas de la natación. *Revista Biomecánica*, V(8), 45-50. Recuperat de <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/6636>
- Haycock, G. B., Schwartz, G. J., & Wisolky, D. H. (1978). Geometric Method for measuring Body Surface Area. A height-weight formula validated in infants, children and adult. *The Journal of Pediatrics*, 93(1), 62-66. doi:10.1016/S0022-3476(78)80601-5
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Mèxic: Mc Graw Hill.
- ISAK. (2001). *International Standards For Anthropometric Assessment*. Glasgow: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.

- Landers, G., Blanksby, B., Ackland, T., & Smith, D. (2000). Kinanthropometric differences between world championship senior and junior elite triathletes. A P. Raeburn (Ed.), *The Journal of Triathlon Science* (Noosa, Queensland ed., Vol. Single, pàg. 74-87). Rockhampton, Queensland: Central Queensland University.
- Landers, G., Blanksby, B., Ackland, T., & Smith, D. (2000). Kinanthropometric differences between World Championship senior and junior elite triathletes. *The Journal of Triathlon Science*, 74-87. Recuperat de <http://www.ausport.gov.au/fulltext/1999/triathlon/landers.blanksby.ackland.smith.pdf>
- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., ... Jürimäe, T. (2010). Indicadores fisiológicos, biomecánicos y antropométricos del rendimiento del sprint de natación en nadadores adolescentes. *Revista entrenamiento deportivo Grupo sobre entrenamiento*. Recuperat de <http://www.natacionmexico.com/portal/Articulos/Cientificos/IndicadoresFisiologicosBiomecanicosyAntropometricosdelRendimientodelEsprintdeNatacionenNadadoresAdolescentes.jsp>
- Llana, B. (2002). *El análisis biomecánico en natación*. Recuperat de [http://www.notinat.com.es/docs/analisis\\_biomecanico\\_en\\_natacion.pdf](http://www.notinat.com.es/docs/analisis_biomecanico_en_natacion.pdf)
- Llana, B., Tella, J., Benavent, G., & Brizuela, G. (2002). Analysis of tethered swimming force, tethered swimming power, swimming speed and antropometrical characteristics of young swimmer in crawl stroke. 20 International Symposium on Biomechanics in Sports. Recuperat de <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/619/544>
- Llana, B., Tella, V., & Brizuela, G. (1999). La fuerza propulsiva durante el nado. Estado actual de conocimientos. *Revista digital Colección ICD: investigación en ciencias del deporte* (21), 69-76. Recuperat de <http://revistasdigitales.csd.gob.es/index.php/ICD/article/view/123>
- Malina, R. (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22, 389-433.
- Méndez, H. (1996). *Estudio nacional de crecimiento y desarrollo humano de la República de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Ministerio de la Secretaría. Fundacredesa.
- Morouço, P. (2009). Force production in tethered swimming and its relationship with performance. A new approach to evaluate the anaerobic capacity of swimmers? Recuperat de [http://www.researchgate.net/publication/40005779\\_Force\\_production\\_in\\_tethered\\_swimming\\_and\\_its\\_relationship\\_with\\_performance\\_A\\_new\\_approach\\_to\\_evaluate\\_the\\_anaerobic\\_capacity\\_of\\_swimmers](http://www.researchgate.net/publication/40005779_Force_production_in_tethered_swimming_and_its_relationship_with_performance_A_new_approach_to_evaluate_the_anaerobic_capacity_of_swimmers)
- Newton, R. (2008). Entrenamiento seco para nadador velocista. *Revista Alto Rendimiento*, 7(42), 7-20. Recuperat de <http://www.alto-rendimiento.com/revista-alto-rendimiento/42-capacidad-de-salto-triatlon/1745-entrenamiento-seco-para-nadador-velocista>
- Pérez, B. (1997). Efectos del entrenamiento sobre el crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes. *Revista digital Tribuna del Investigador*, 4(2), 102-111. Recuperat de <http://www.tribunadelinvestigador.com/ediciones/1997/2/art-4/>
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Skillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skin-fold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-23. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/322496512>
- Tanner J. (1975). The measurement of maturity. Transactions. *European Orthodontic Society*, 45-60.
- Tolga, A., & Yusuf, B. (2002). Experimental and analytical investigation of the mechanics of crawl stroke swimming. *Mechanics research communications*, 31(2), 243-261. doi:10.1016/j.mechres-com.2003.07.001
- Toussaint H., & Beek P. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Revista Sports Medicine*, 13(1), 8-24. Recuperat de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1553457>
- Wagner, R., & Fernandes J. (2005). Estudio de la relación entre el somatotipo y la madurez sexual con la cualidad física fuerza en niños y jóvenes. *Fitness & Performance Journal*. doi:10.3900/fpj.4.6.332.s
- Zatsiorski, V. M. (1989). *Metrología deportiva*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.