



Perfil antropométrico y rendimiento deportivo de nadadores de pileta durante el Campeonato Argentino de Natación, 2015

Mercedes Dumont Ferro ^{1,*}

¹ Centro de Rehabilitación e Investigación E.L. Maradona, Santa Fe, Argentina

* Corresponding authors email: mercedesdumont@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.34256/ijk23215>

Received: 07-09-2023; Revised: 16-12-2023; Accepted: 20-12-2023; Published: 30-12-2023



Resumen

Introducción: La antropometría es una de las ciencias aplicadas al deporte de gran importancia en la evaluación de los deportistas. El objetivo del presente estudio fue evaluar las características antropométricas y el nivel de rendimiento de nadadores argentinos que participaron en el Campeonato Argentino de Natación 2015. Métodos: Se estudiaron 131 nadadores y nadadoras. La edad promedio de los participantes fue de 20 ± 3 años (14 años-32 años). Resultados: Se realizó un estudio descriptivo, transversal y correlacional. Se tomaron 29 variables antropométricas. Conclusiones: Existen características físicas bien definidas entre los nadadores en relación a la población de referencia, valorándose la composición corporal para lograr un mejor rendimiento deportivo.

Palabras Clave: Antropometría, Nadador, Deportes.

Abstract

Introduction: Anthropometry is one of the sciences applied to sports of great importance in the evaluation of athletes. The objective of the present study was to evaluate the anthropometric characteristics and performance level of Argentine swimmers who participated in the 2015 Argentine Swimming Championships. Methods: 131 male and female Swimmers were studied. The average age of participants was 20 ± 3 years (14yrs-32 yrs). Results: A descriptive, cross-sectional, and correlational study was carried out. 29 anthropometric variables were taken. Conclusions: There are well-defined physical characteristics among swimmers in relation to the reference population, assessing body composition to achieve better sports performance.

Keywords: Anthropometry, Swimmer, Sports

Introducción

La antropometría es una de las ciencias aplicadas al deporte de gran importancia en la evaluación de los deportistas. Dicha área nos ayuda a entender las posibilidades del movimiento humano en el contexto del crecimiento, el ejercicio, el rendimiento y la nutrición. Un aspecto importante del trabajo en nutrición deportiva es el de la modificación del peso y la composición corporal. Muchos atletas necesitan minimizar la grasa corporal y el peso para mejorar aspectos biomecánicos. Otro factor que debe considerarse en este contexto es el de la estructura ósea de los atletas. El tamaño del diámetro de los huesos, en especial los del tronco como el biacromial (hombros), y biliocrestal (caderas), afectan en gran medida el peso corporal. (Henneberg & Ulijaszek, 2010). En natación una multitud de factores tanto físicos, fisiológicos, biomecánicos, y psicológicos influyen en el rendimiento (Shephard). Al requerir desplazamiento en el agua, donde la resistencia es mucho mayor que en el aire, depende más de la biomecánica. En general los resultados de varios estudios muestran que los nadadores poseen características físicas bien definidas que varían ampliamente a la población general y a su vez entre los diferentes estilos y obviamente entre géneros (Pyne & Sharp, 2014). Ha cambiado entre presentes y pasados nadadores, y hay diferencias estructurales entre el nivel de competencia. (Carter, 1994).

En natación, algunos segmentos corporales influyen la técnica y la potencia muscular, esto es, la biomecánica de la producción del movimiento serpenteante, la vuelta y habilidades de lanzamiento; Esto se ve reflejado en el tamaño de los nadadores velocistas (tanto en espalda como en estilo libre), en comparación con los de distancias más largas (fondistas). (Norton & Olds, 2000). Es por eso, que en natación una gran longitud de brazada es ventajoso, suponiendo que el deportista tiene la potencia muscular para soportarla (Norton & Olds, 2000).

El objetivo del presente estudio fue evaluar las características antropométricas y el nivel de rendimiento de nadadores argentinos que participaron en el Campeonato Argentino de Natación del año 2015.

Objetivos Generales

1. Describir el perfil antropométrico de los nadadores que participaron del Campeonato Argentino de Natación y compararlo con población de referencia nacional físicamente activa.
2. Establecer relación entre composición corporal y rendimiento deportivo evaluado por tiempos de finalización de pruebas realizadas en nadadores de pileta.

Objetivos Específicos

1. Establecer el perfil antropométrico y de composición corporal de nadadores, discriminando según sexo, pruebas de rendimiento realizadas y estilos.
2. Establecer si existen diferencias significativas entre el perfil antropométrico y de composición corporal de los nadadores y la población de referencia físicamente activa nacional (ARGOREF)
3. Establecer si existen diferencias significativas entre el perfil antropométrico de los nadadores de competencias internacionales a lo largo del tiempo.
4. Establecer si existen diferencias significativas en las características antropométricas entre competidores finalistas y el resto en cada una de las pruebas.

Materiales Y Métodos

Se estudiaron 131 Nadadores y Nadadoras. El 64% de los nadadores eran hombres y el resto mujeres. La edad promedio de los participantes fue de 20 ± 3 años (mínimo = 14, mediana = 19, máximo = 32). El 73,9% de los nadadores tenía más de 18 años y el resto tenía menos o igual de 18 años. Los sujetos fueron seleccionados entre los nadadores que participaron en el Campeonato Argentino de Natación que se realizó en mayo de 2015 en el Club Gimnasia y Esgrima de la localidad de Santa Fe y los mismos datos se obtuvieron durante el Campeonato Argentino de Natación en diciembre de 2015 en el CENARD, Buenos Aires.

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y correlacional. 29 variables antropométricas fueron tomadas en los nadadores que participaron del Campeonato Argentino bajo el consentimiento informado en el cual autorizaron la participación en el mismo. Se contó con el apoyo de la CADDA (Confederación Argentina de Deportes Acuáticos), quienes brindaron autorización y espacio suficiente.

Los participantes fueron evaluados previo a competencia, descalzos, con short o mallín o mallas deportivas por antropometristas niveles 2 y 3 bajo protocolo ISAK (Internacional Society of Kinanthropometry). Parámetros antropométricos como Peso corporal, Altura, Envergadura, Diámetros óseos (Biacromial, Biliocrestido, Tórax transversal, Tórax anteroposterior, Humeral y Femoral), Longitudes (Acromial-radial, Radial-estiloideas, Mano), Perímetros (Cabeza, Brazo relajado y flexionado, Antebrazo, Tórax, Cintura, Máximo y medio muslo y pantorrilla), Pliegues cutáneos (Tríceps, Subescapular, Supraespinal, Abdominal, Medial muslo y pantorrilla) se midieron según el protocolo ISAK (Sociedad Internacional de Cineantropometría). Masa Adiposa, Masa Muscular, Masa Osea, Masa Residual, Masa De La Piel (DuBois & DuBois, 1916). Palancas (acromial-radial, radial-estiloidea y mano), largo del pie, Índice Cormico se midieron según métodos estándar.

Análisis estadístico: Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico (SPSS versión 19). La homogeneidad de la varianza se evaluó mediante la prueba de Levene. Para las pruebas de antecedentes en mujeres se utilizó la prueba de KRUSKAL-WALLIS.

Resultados

En la **Tabla n°2** se provee información de cada una de las variables antropométricas y del fraccionamiento en 5 componentes expresado en kilogramos absolutos y porcentaje. Además, información referida a índices como la cantidad de kg de masa muscular en relación a la masa ósea (índice músculo/óseo). En la **Tabla 3** se informan datos del perfil antropométrico y de composición corporal para varones, según pruebas de rendimiento, mientras que en la **Tabla 4**, se hace lo propio para mujeres.

Tabla 1. Detalla el número de nadadores que participan en las diferentes pruebas

Pruebas	Casos (n) *	Pruebas	Casos (n) *
50 mts estilo libre	20	200 mts estilo libre	23
50 mts estilo pecho	18	200 mts estilo pecho	17
50 mts estilo espalda	19	200 mts estilo espalda	14
50 mts estilo mariposa	19	200 mts estilo mariposa	10
100 mts estilo libre	17	200 mts estilo combinado	24
100 mts estilo pecho	13	400 mts estilo libre	21
100 mts estilo espalda	19	400 mts estilo combinado	13
100 mts estilo mariposa	13	800 mts estilo libre	14
100 mts estilo combinado	11	1500 mts estilo libre	14

*el n total es superior a la muestra debido a que varios participantes se presentaron a más de una prueba en el mismo evento deportivo.

Tabla n°2. Análisis descriptivo de las características antropométricas de nadadores según género

	MASCULINO n = 85			FEMENINO		
(n=36)	Promedio ± DE			Promedio ± DE		
Básicos:				Básicos:		
Peso (Kg)	74,5	±	8	Peso (kg)	59,9	± 6,7
Estatura (cm)	180,7	±	6,3	Estatura (cm)	167	± 6,7
Envergadura (cm)	187,3	±	7,6	Envergadura (cm)	171,4	± 9,1
T. sentado (cm)	93,7	±	0	T. sentado (cm)	87,6	± 2,9
Longitudes (cm):				Longitudes (cm):		
Long. Acromial-radial (cm)	35,3	±	2	Long. Acromial-radial (cm)	32,4	± 2
Long. Radial-estiloidea (cm)	27,5	±	1,7	Long. Radial-estiloidea (cm)	25,1	± 1,7
Long. mano (cm)	20,6	±	1,2	Long. mano (cm)	19,1	± 0,8
Long. pie (cm)	26,9	±	1,3	Long. Pie (cm)	24,3	± 1,2
Diámetros (cm):				Diámetros (cm):		
Biacromial (cm)	42,3	±	1,9	Biacromial (cm)	37,8	± 1,9
Tórax Transverso (cm)	29,1	±	1,6	Tórax transverso (cm)	25,6	± 1,4
Tórax Anteroposterior (cm)	20,6	±	2,5	Tórax anteroposterior (cm)	18,3	± 1,3
Biliocrestídeo (cm)	28,5	±	1,4	Biliocrestídeo (cm)	27,6	± 1,7
Humeral (cm)	7,3	±	0,5	Humeral (cm)	6,3	± 0,3
Femoral (cm)	9,9	±	0,5	Femoral (cm)	8,9	± 0,4
Perímetros (cm):				Perímetros (cm):		
Cabeza (cm)	56,3	±	1,2	Cabeza (cm)	54,1	± 1,3
Brazo Relajado (cm)	31,4	±	2	Brazo Relajado (cm)	28,5	± 2,6
Brazo Flexionado (cm)	33,5	±	2,1	Brazo Flexionado (cm)	29,2	± 2,3
Antebrazo (cm)	27,4	±	1,7	Antebrazo (cm)	23,8	± 1,2
Tórax (cm)	100	±	4,7	Tórax (cm)	88,4	± 4,5

Muslo Máximo (cm)	56,6	±	3,4	Muslo máximo (cm)	56,3	±	3,3
Derivadas:				Derivadas:			
Suma 6 PLIEGUES (mm)	40,6	±	12,4	Suma 6 PLIEGUES (mm)	75,5	±	22,6
Z-ADIPOSO	-2,2	±	0,3	Z-ADIPOSO	-1,1	±	0,7
Z-MUSCULAR	1,6	±	0,6	Z-MUSCULAR	0,8	±	0,7
Fraccionamiento 5 componentes:				Fraccionamiento 5 componentes:			
M.ADIPOSA (Kg)	14,4	±	2,5	M.ADIPOSA (Kg)	17,3	±	3,3
M.MUSCULAR (Kg)	38,6	±	5	M.MUSCULAR (Kg)	26,5	±	3,2
M.RESIDUAL (Kg)	8,7	±	1,1	M.RESIDUAL (Kg)	5,9	±	0,8
M.OSEA (Kg)	9	±	1	M.OSEA (Kg)	6,8	±	0,9
M.PIEL (Kg)	3,9	±	0,3	M.PIEL (Kg)	3,4	±	0,2
Indices:				Indices:			
IM/O	4,3	±	0,5	IM/O	3,9	±	0,4
IMC	22,8	±	1,6	IMC	21,5	±	1,9
A/T2	4,4	±	0,7	A/T2	6,2	±	1,1
Indice CORMICO	52%	±	1%	Indice CORMICO	52%	±	2%

*IMC = Índice de masa corporal. I/T² Índice adiposo/talla²

En las comparaciones según Prueba de rendimiento entre Varones, se produjeron los siguientes hallazgos (Tabla n°3)

A - Los Velocistas evidenciaron:

Un promedio de Diámetro Transverso de Tórax significativamente menor que los Fondistas (p=0,0152).

Un diámetro Biliocrestideo significativamente menor que los Fondistas (p=0,029).

una relación de masa muscular y ósea (IM/O) significativamente mayor que los Fondistas (p= 0,0399).

un promedio de Largo De Mano mayor que los Medio fondistas (p= 0,0100). B - Los Fondistas presentaron:

un promedio de Masa Ósea significativamente mayor que los de Mediofondistas (p = 0.0329). B- Los Medio fondistas evidenciaron:

Un diámetro Humeral significativamente menor que los Fondistas (p=0,0319).

Tabla N°3. Medidas Antropométricas Y de composición corporal según pruebas de rendimiento en Nadadores varones:

	VELOCIDAD			MEDIO FONDO			FONDO			
MASCULINO	n=38			n=37			n=9			
	Media	±	de	Media	±	de	Media	±	de	p
Básicos y longitudes										
Peso (kg)	75,7	±	9,2	73,0	±	6,9	74,4	±	6,4	0,367
Estatura (cm)	181,8	±	6,7	179,7	±	5,9	179,9	±	6,4	0,353
Envergadura (cm)	188,4	±	8,0	185,9	±	7,4	188,5	±	7,5	0,340
Largo mano (cm)	21,1	±	1,3	20,3	±	1,0	20,6	±	1,1	<0,05
Diámetros										
Biacromial (cm)	42,2	±	2,1	42,1	±	1,8	43,1	±	1,5	0,409
Tórax transverso (cm)	28,7	±	1,6	29,1	±	1,6	30,4	±	1,7	<0,05

Tórax anteroposterior (cm)	20,2	±	1,5	20,9	±	3,3	21,4	±	2,1	0,315
Biliocrestídeo (cm)	28,3	±	1,3	28,3	±	1,4	29,6	±	1,3	<0,05
Humeral (cm)	7,3	±	0,4	7,2	±	0,3	7,7	±	0,8	<0,05
Femoral (cm)	9,9	±	0,5	9,9	±	0,5	9,9	±	0,3	0,913
Fraccionamiento en 5 componentes										
M. Adiposa (Kg)	14,3	±	1,9	14,3	±	2,6	13,8	±	2,3	0,804
M. Muscular (Kg)	39,6	±	5,7	37,6	±	4,3	38,4	±	3,7	0,193
M. Residual (Kg)	8,8	±	1,2	8,6	±	1,0	8,7	±	1,3	0,880
M. Ósea (Kg)	9,0	±	1,0	8,8	±	0,9	9,7	±	0,9	0,044
M. Piel (Kg)	3,9	±	0,3	3,8	±	0,2	3,8	±	0,3	0,065
Derivadas										
Suma 6 pliegues (mm)	38,6	±	7,9	41,7	±	13,5	38,7	±	12,6	0,452
IM/O	4,4	±	0,5	4,3	±	0,4	4,0	±	0,2	<0,05

Estos resultados se muestran en la Tabla 4 en la que no se incluyeron las “FONDISTAS” ya que el “n” era pequeño y las conclusiones hubieran sido poco confiables. **No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los perfiles antropométricos de nadadoras para pruebas de Velocidad o Medio Fondo** incluso cuando se hicieron los cálculos con la prueba de KRUSKAL-WALLIS. El hallazgo no fue sorprendente ya que entre varones sólo se habían hallado diferencias entre mediodondistas y velocistas, con respecto al largo de la mano.

Tabla n°4. Medidas Antropométricas Y de composición corporal según pruebas de rendimiento en Nadadoras

SEXO FEMENINO	VELOCIDAD			MEDIO FONDO			p
	n=20			n=12			
	Promedio	±	De	promedio	±	de	
Básicos:							
EDAD (años)	18,4	±	1,7	20,2	±	4,4	0,107
PESO (Kg)	58,8	±	6,2	60,4	±	7,8	0,522
TALLA (cm)	166,5	±	5,9	167,5	±	8,7	0,721
T.Sentado (cm)	87,4	±	2,7	87,9	±	3,3	0,691
Envergadura (cm)	170,6	±	7,9	171,5	±	12,0	0,803
Longitudes:							
Long. Acromial radial (cm)	32,5	±	1,7	32,1	±	2,5	0,604
Largo radial-estiloidea (cm)	25,2	±	1,9	24,8	±	1,7	0,563
Largo mano (cm)	18,9	±	0,6	19,1	±	1,2	0,575
Largo pie (cm)	24,2	±	1,2	24,4	±	1,2	0,678
Diámetros:							
Biacromial (cm)	37,4	±	1,7	38,6	±	2,3	0,092
Tórax transverso (cm)	25,4	±	1,5	26,0	±	1,4	0,284
Tórax anteroposterior (cm)	18,1	±	1,2	18,4	±	1,5	0,543
Biliocrestideo (cm)	27,2	±	1,7	27,9	±	1,5	0,211
Humeral (cm)	6,2	±	0,3	6,3	±	0,4	0,427

Femoral (cm)	8,9	±	0,4	9,0	±	0,5	0,339
Score Z:							
Z-ADIPOSO	-1,3	±	0,5	-1,3	±	0,6	0,993
Z-MUSCULAR	0,9	±	0,7	0,9	±	0,7	0,747
Z-RESIDUAL	0,2	±	1,0	0,6	±	0,9	0,291
Z-OSEA	-0,4	±	0,6	0,0	±	0,6	0,099
Fraccionamiento en 5 componentes:							
M.ADIPOSA (Kg)	16,6	±	2,6	16,6	±	2,9	0,983
M.MUSCULAR (Kg)	26,5	±	3,0	27,1	±	3,9	0,621
M.RESIDUAL (Kg)	5,7	±	0,8	6,1	±	1,0	0,143
M.OSEA (Kg)	6,6	±	0,8	7,1	±	1,1	0,148
M.PIEL (Kg)	3,4	±	0,2	3,4	±	0,3	0,811
ADIP (%)	28%	±	3%	27%	±	3%	0,492
MUSC (%)	45%	±	2%	45%	±	2%	0,749
Derivadas:							
SUMA 6 PLIEGUES (mm)	70,6	±	16,5	70,7	±	19,6	0,988
IM/O	4,0	±	0,3	3,9	±	0,5	0,288
BMI	21,2	±	1,9	21,5	±	2,0	0,647

Los resultados se muestran en la tabla 5. En la misma se observa que hay diferencias significativas en talla siendo más altos los que nadan pecho seguidos de quienes realizan espalda ($p < 0,01$). Respecto a la relación talla sentado/talla, encontramos que quienes nadan *estilo mariposa* poseen un tronco más largo, y piernas más cortas que resto.

Tabla n°5. Análisis del perfil antropométrico y de composición corporal según Estilo en Varones

MASCULINO	Libre n = 35			PECHO n = 16			MARIPOSA n = 13			ESPALDA n = 12			COMBINADO n = 8			ANOVA P
Básicos:	media	±	de	media	±	de	media	±	de	media	±	de	media	±	de	
Edad (años)	21,2	±	3,7	21,2	±	3,7	18,2	±	2,6	19,9	±	3,7	21,3	±	4,7	0,1
Peso (Kg)	74,1	±	6,6	77,9	±	11,0	74,1	±	7,9	74,0	±	7,6	69,6	±	5,4	0,2
Talla (cm)	180,2	±	5,7	184,1	±	6,7	178,8	±	6,2	181,9	±	7,4	176,9	±	3,9	*<0,01
Talla Sentado (cm)	92,6	±	2,8	95,6	±	4,1	93,9	±	3,6	95,3	±	2,8	91,4	±	2,2	*<0,01
LONG_PIERNAS (cm)	87,5	±	3,8	88,6	±	3,4	84,9	±	3,4	86,7	±	5,0	85,5	±	2,7	0,1
Envergadura (cm)	187,7	±	7,2	190,4	±	7,4	184,6	±	6,9	188,1	±	9,6	182,9	±	6,4	0,1
Longitudes (cm):																
Largo brazo (cm)	35,5	±	2,1	35,6	±	2,0	34,5	±	1,5	35,4	±	2,5	34,8	±	2,0	0,5
Largo antebrazo (cm)	27,4	±	1,2	27,9	±	1,2	27,2	±	1,2	28,2	±	3,5	26,5	±	1,4	0,2
Largo mano (cm)	20,7	±	1,2	21,1	±	1,1	20,4	±	1,0	20,5	±	1,4	20,0	±	1,1	0,2
Largo_brazo (cm)	76,5	±	24,0	79,4	±	21,5	82,1	±	3,0	77,2	±	25,0	81,3	±	3,5	0,9
Long. Pie (cm)	26,7	±	1,2	27,4	±	1,6	26,7	±	1,5	27,1	±	1,2	26,5	±	1,0	0,3
Diámetros:																
Biacromial (cm)	42,3	±	1,8	42,6	±	1,6	41,7	±	2,9	42,4	±	1,6	41,8	±	1,5	0,7
Tórax Transverso (cm)	29,2	±	1,4	29,1	±	2,3	29,2	±	1,9	28,9	±	1,2	28,8	±	1,2	1,0

Tórax anteroposterior (cm)	20,4	±	1,6	21,9	±	4,7	19,9	±	1,3	21,0	±	1,3	19,8	±	2,4	0,2
Biliocrestideo (cm)	28,6	±	1,5	28,8	±	1,5	28,2	±	1,4	28,0	±	0,9	28,0	±	1,1	0,5
Humeral (cm)	7,3	±	0,6	7,4	±	0,4	7,1	±	0,4	7,2	±	0,4	7,3	±	0,2	0,5
Femoral (cm)	9,8	±	0,4	10,0	±	0,6	9,9	±	0,5	10,0	±	0,6	10,0	±	0,3	0,8
Perímetros:																
Cabeza (cm)	56,3	±	1,2	56,1	±	1,3	56,4	±	1,0	56,4	±	1,4	56,2	±	1,1	0,9
B. Relajado (cm)	31,4	±	2,0	32,1	±	2,2	31,3	±	2,4	30,9	±	1,2	30,7	±	2,0	0,4
B. Flexionado (cm)	33,6	±	2,2	34,3	±	2,0	33,5	±	2,5	32,9	±	1,2	33,2	±	1,9	0,5
Antebrazo (cm)	27,5	±	1,3	28,3	±	1,8	26,9	±	2,6	26,8	±	1,4	27,0	±	1,5	0,1
Tórax (cm)	100,3	±	3,4	100,9	±	5,8	98,8	±	5,7	100,6	±	4,5	98,6	±	5,8	0,6
Cintura (cm)	78,7	±	4,0	78,9	±	5,4	78,9	±	3,7	76,9	±	3,1	76,1	±	2,6	0,3
Muslo Máximo (cm)	56,5	±	3,0	58,0	±	4,2	57,0	±	3,3	55,8	±	2,9	54,6	±	2,8	0,2
M. Medio (cm)	52,8	±	3,0	53,0	±	3,6	52,8	±	3,8	51,1	±	2,5	51,6	±	2,5	0,4
Pantorrilla (cm)	36,7	±	2,6	37,4	±	2,5	37,3	±	2,5	36,7	±	1,7	35,7	±	1,9	0,5
Índices:																
Biacromial/Biliocrestideo	1,5	±	0,1	1,5	±	0,1	1,5	±	0,1	1,5	±	0,1	1,5	±	0,1	0,8
Índice córmico:	51%	±	1%	52%	±	1%	53%	±	1%	52%	±	1%	52%	±	1%	*<0,01
IM/O	4,3	±	0,5	4,5	±	0,4	4,4	±	0,5	4,3	±	0,3	4,1	±	0,5	0,4
A/T2	4,4	±	0,6	4,3	±	0,7	4,6	±	0,4	4,6	±	0,5	3,9	±	0,5	0,1
IMC	22,8	±	1,4	22,9	±	1,8	23,2	±	2,0	22,3	±	1,0	22,3	±	1,5	0,6
Derivadas:																
Suma 6 pliegues (mm)	40,2	±	11,1	38,3	±	13,2	42,9	±	8,3	43,6	±	10,5	32,1	±	9,2	0,2
Score z:																
Z-Adiposo	-2,3	±	0,3	-2,3	±	0,3	-2,2	±	0,3	-2,2	±	0,3	-2,5	±	0,3	0,2
Z-Muscular	1,7	±	0,5	1,7	±	0,5	1,7	±	0,9	1,4	±	0,3	1,7	±	0,7	0,5
Z-Residual	1,8	±	0,7	1,4	±	0,9	1,5	±	1,1	1,1	±	0,5	1,6	±	0,6	0,1
Z-Ósea	0,1	±	0,6	-0,1	±	0,4	0,0	±	0,9	-0,2	±	0,5	0,3	±	0,3	0,3
Z-Biliocrestideo	-1,0	±	0,7	-1,3	±	0,7	-1,1	±	0,9	-1,5	±	0,4	-1,1	±	0,4	0,3
Fraccionamiento en 5 componentes:																
M.ADIPOSA (Kg)	14,1	±	2,1	14,7	±	3,1	14,5	±	1,4	15,1	±	2,0	12,2	±	1,5	0,0516
M.MUSCULAR (Kg)	38,4	±	4,0	41,0	±	6,4	38,1	±	5,7	37,7	±	4,7	36,7	±	4,6	0,3
M.RESIDUAL (Kg)	8,7	±	0,9	9,2	±	1,7	8,7	±	0,8	8,5	±	1,1	8,2	±	0,7	0,3
M.OSEA (Kg)	9,0	±	1,0	9,1	±	1,0	8,8	±	1,2	8,8	±	0,8	8,9	±	0,6	0,9
M.PIEL (Kg)	3,8	±	0,2	4,0	±	0,3	3,9	±	0,3	3,9	±	0,3	3,7	±	0,2	0,2
% MUSCULAR	52%	±	2%	53%	±	2%	51%	±	3%	51%	±	2%	53%	±	3%	29%
% ADIPOSO	19%	±	2%	19%	±	3%	20%	±	2%	20%	±	2%	18%	±	3%	5%

*diferencias estadísticamente significativas.

El anova dio $F=2,5006$ y $p=0,0049$. Al ser significativa se aplicó la prueba post hoc de Scheffe y se encontraron como principales diferencias entre categorías que quienes nadan pecho son más altos que libre ($T=2,116$ $p=0,0197$) y que **espalda** ($T=2,324$ $p=0,014$).

Y que también los nadadores de pecho más alto que combinado ($T=2,722$ $p=0,0062$) y Espalda ($T=1,793$ $p=0,0449$).

(Los resultados se muestran en la tabla 6).

Tabla n°6. Comparación por estilos (Femenino)

FEMENINO	LIBRE N = 13 Media ± DE		PECHO n = 7 Media ± DE		MARIPOSA n = 7 Media ± DE		ESPALDA n = 6 Media ± DE		p (Anova)	
Básicos:										
Edad (años)	18,7	± 2,1	18,5	± 1,8	18,8	± 1,1	17,6	± 18,5	0,694	
Peso (Kg)	61,6	± 6,4	59,9	± 8,7	60,8	± 7,1	56,4	± 60,1	0,498	
Talla (cm)	168,8	± 5,7	166,2	± 8,8	164,4	± 5,4	165,1	± 166,6	0,484	
T. Sentado (cm)	87,9	± 3,0	87,4	± 2,6	87,3	± 4,0	86,9	± 87,5	0,925	
LONG_PIERNAS (cm)	80,9	± 3,7	78,8	± 6,7	77,1	± 5,1	78,2	± 79,2	0,419	
Envergadura (cm)	172,3	± 9,1	171,5	± 13,8	170,6	± 7,3	167,4	± 170,8	0,774	
Longitudes (cm):										
Acromial-radial (cm)	32,8	± 1,9	32,1	± 2,4	32,5	± 1,9	31,5	± 32,4	0,624	
Radial-estiloideo (cm)	25,6	± 1,7	24,8	± 2,4	24,4	± 1,5	25,2	± 25,1	0,569	
Mano (cm)	19,2	± 0,8	19,7	± 1,1	18,8	± 0,6	18,5	± 19,1	0,069	
Largo brazo (total)	77,5	± 3,8	65,6	± 29,3	75,7	± 3,7	75,2	± 74,2	0,322	
Longitud Pie (cm)	24,4	± 1,0	24,8	± 1,6	24,3	± 1,1	23,5	± 24,3	0,251	
Diámetros (cm):										
Biacromial (cm)	37,9	± 1,8	37,7	± 2,2	38,4	± 1,6	36,7	± 37,7	0,382	
Tórax Transverso (cm)	25,6	± 1,6	25,1	± 1,1	26,0	± 1,0	25,2	± 25,5	0,543	
Tórax anteroposterior (cm)	18,5	± 1,1	18,6	± 1,5	18,3	± 1,6	17,6	± 18,3	0,419	
Biliocrestideo (cm)	28,3	± 1,6	27,4	± 2,0	27,0	± 1,5	27,0	± 27,6	0,283	
Humeral (cm)	6,3	± 0,3	6,5	± 0,5	6,3	± 0,3	6,1	± 6,3	0,238	
Femoral (cm)	9,0	± 0,4	9,1	± 0,3	8,7	± 0,4	8,8	± 9,0	0,261	
Perímetros (cm):										
Cabeza (cm)	53,9	± 1,3	54,2	± 0,9	54,4	± 2,1	54,0	± 54,1	0,845	
Brazo Relajado (cm)	28,7	± 1,9	27,8	± 2,1	29,1	± 2,8	27,3	± 28,3	0,392	
Brazo Flexionado (cm)	29,3	± 1,7	28,6	± 1,8	29,9	± 2,2	28,1	± 29,0	0,283	
Antebrazo (cm)	24,0	± 0,9	24,0	± 1,2	23,9	± 1,8	23,1	± 23,8	0,51	
Tórax (cm)	88,5	± 4,7	87,2	± 4,5	90,9	± 5,1	86,3	± 88,3	0,288	
Cintura (cm)	70,3	± 4,5	69,6	± 5,5	71,8	± 6,9	67,7	± 70,0	0,585	
Muslo Máximo (cm)	57,2	± 3,1	56,4	± 3,3	56,3	± 4,2	55,3	± 56,5	0,707	
Muslo Medio (cm)	50,6	± 2,9	50,4	± 3,6	49,4	± 4,0	49,0	± 50,0	0,708	
Pantorrilla (cm)	34,6	± 2,0	34,5	± 1,9	34,2	± 1,6	33,7	± 34,3	0,797	
Pliegues (mm):										
Triceps	13,2	± 4,6	12,8	± 3,4	13,4	± 3,9	10,3	± 12,6	0,495	
Subescapular	9,2	± 3,9	9,1	± 2,6	9,6	± 3,8	7,2	± 8,9	0,565	
Supraespinal	10,4	± 5,2	8,9	± 2,7	9,3	± 4,4	5,9	± 9,0	0,211	
Abdominal	15,6	± 6,3	14,7	± 4,6	15,8	± 4,9	10,1	± 14,4	0,182	
Muslo medial	20,9	± 6,7	19,2	± 6,5	18,1	± 4,1	16,6	± 19,2	0,455	
Pantorrilla	14,3	± 5,8	12,7	± 3,9	10,9	± 2,4	10,9	± 12,6	0,29	
Derivadas:										

Biacromial/biliocrestideo	1,3	± 0,1	1,4	± 0,1	1,4	± 0,1	1,4	± 1,4	0,082
Envergadura/talla	1,0	± 0,0	0,9	± 0,4	1,0	± 0,0	1,0	± 1,0	0,344
Suma 6 pliegues (mm)	83,6	± 26,9	77,4	± 20,8	77,0	± 20,2	61,0	± 76,8	0,26
IM/O	3,9	± 0,6	3,8	± 0,2	4,0	± 0,3	4,1	± 3,9	0,455
A/T2	6,6	± 1,3	6,3	± 0,9	6,3	± 1,0	5,5	± 6,3	0,229
I CÓRMICO	52%	± 1%	53%	± 2%	53%	± 2%	53%	± 53%	0,552
IMC	21,6	± 1,6	21,6	± 1,5	22,6	± 2,8	20,6	± 1,6	0,331
Score Z:									
Z-Adiposo	-0,9	± 0,8	-1,1	± 0,7	-1,1	± 0,6	-1,5	± -1,1	0,321
Z-Muscular	0,7	± 0,4	0,8	± 0,5	1,4	± 1,1	0,8	± 0,9	0,137
Z-Residual	0,4	± 0,8	0,4	± 0,8	0,8	± 1,5	0,2	± 0,4	0,757
Z-Osea	-0,2	± 0,6	-0,1	± 0,5	0,0	± 0,7	-0,5	± -0,2	0,475
Z-biliocrestideo	-0,2	± 0,9	-0,5	± 0,7	-0,5	± 0,7	-0,6	± -0,4	0,643
Fraccionamiento 5 componentes:									
M.Adiposa (Kg)	18,9	± 3,9	17,4	± 2,6	16,9	± 3,1	15,0	± 17,4	0,141
M.Muscular (Kg)	26,5	± 3,1	26,2	± 4,9	27,6	± 3,3	25,9	± 26,6	0,837
M.Residual (Kg)	5,9	± 0,7	5,9	± 1,2	6,1	± 0,9	5,7	± 5,9	0,841
M.Osea (Kg)	6,9	± 0,9	7,0	± 1,2	6,8	± 0,8	6,4	± 6,8	0,672
M.Piel (Kg)	3,4	± 0,2	3,4	± 0,4	3,4	± 0,1	3,3	± 3,4	0,884
% MUSCULAR	43%	± 4%	44%	± 2%	45%	± 2%	46%	± 44%	15%
% ADIPOSEO	30%	± 4%	29%	± 4%	28%	± 3%	27%	± 29%	15%
% RESIDUAL	10%	± 1%	10%	± 1%	10%	± 1%	10%	± 10%	56%
% OSEA	11%	± 1%	12%	± 1%	11%	± 1%	11%	± 11%	85%
% PIEL	6%	± 0%	6%	± 0%	6%	± 1%	6%	± 6%	36%

Si bien las nadadoras de Estilo Libre parecían más pesadas que el resto ($61,6 \pm 6,4$ Kg), con piernas más largas ($80,9 \pm 3,7$ cm), con mayor envergadura ($172,3 \pm 9,1$ cm), y con brazos más largos (largo de brazo: $32,8 \pm 1,9$ cm y antebrazo: $25,6 \pm 1,7$ cm) las diferencias resultaron estadísticamente no significativas.

Para el cumplimiento del objetivo 2 se cruzaron los datos de los nadadores finalistas en las pruebas de rendimiento dividiéndolos entre quienes llegaron a la final (finalistas) y quienes no (Resto), obteniéndose los resultados que se muestran en las tablas 7 (mujeres) y 8 (varones).

Tabla 7. Relación entre algunas variables Antropométricas y de Composición corporal con el alcanzar serfinalistas en las pruebas de rendimiento para competidoras mujeres:

Prueba	Variable	Finalistasn = 4		Resto n= 10		Significación
		Media	DE	Media	DE	
200 L	Suma de 6 PLIEGUES (mm)	64,55	10,57	94,40	25,42	T =3.102; p = 0.009
200 L	Z ADIPOSEO	-1,48	0,33	-0,60	0,75	T= 2.225; p = 0.046
200 L	MASA ADIPOSA (Kg)	16,89	1,09	21,50	4,35	T= 3.107 p= 0.010
200 L	Largo Antebrazo (cm)	27,05	1,88	25,55	1,03	T =1.944; p = 0.076

Para la prueba 200 L se comprueba que las finalistas presentaron un promedio de SUMA DE 6 PLIEGUES (mm) significativamente menor que el resto (T= 3,102; p=0.009) y también Z-adiposo. Estos resultados apoyan la

hipótesis que el tejido adiposo (suma de 6 pliegues y Z-adiposo) tiene relación con alcanzar el éxito en la prueba final de 200L.

En el largo de Antebrazo, se hallaron **diferencias no significativas** pero sugestivas de **necesidad de incrementar el tamaño muestral** antes de definir conclusiones. Posiblemente sea una variable que afecta el rendimiento deportivo en 200 L, pareciendo más largo en las finalistas que ganaron competencias.

Tabla 8. Relación entre algunas variables Antropométricas y de Composición corporal con el alcanzar ser finalista entre pruebas de rendimiento para competidores Varones:

Prueba	Variable	Finalistas			Resto			Significación
		n	Media	DE	n	Media	DE	
50_L	Envergadura (cm)	6	193,45	6,11	13	187,30	5,32	T= 2.233; p = 0.039
50_L	Masa muscular (Kg)	6	54	0,01	13	52	0,01	T = 2.5; p =0.023
100L	FEMORAL (cm):	6	9,70	0,21	14	10,12	0,38	T = 2.48; p =0.023

Se observa que quienes tuvieron éxito en la prueba 50_L presentaron un promedio de Envergadura (cm) y de Masa Muscular significativamente mayores que quienes no, con lo que se da apoyo a la hipótesis que ambas variables son relevantes a la hora de triunfar en esta prueba.

También se observa que en la prueba 100L, los *finalistas* tuvieron un diámetro femoral significativamente menor que el resto de los competidores, apoyando la hipótesis que esta medida tiene relación con el éxito en los 100L.

En varias pruebas hubo otro grupo de variables (Tabla 9) en las que las diferencias halladas fueron no significativas, pero con valores tan cercanos al nivel de significación de 0.05, hecho que señala la conveniencia de incrementar el tamaño muestral antes de formular conclusiones definitivas.

Tabla 9. Relación entre algunas Variables Antropométricas y de Composición corporal con el alcanzar ser finalistas entre las pruebas de rendimiento para competidores Varones

Prueba	Variable	Finalistas			Resto			Significación
		n	Media	DE	n	Media	DE	
50 M	Diámetro Biacromial (cm)	6	43,85	1,74	8	41,75	2,51	T = 1.747; P = 0.106
50 M	% Grasa en tronco	6	47,25	9,23	8	56,21	6,28	T= 2.169; P = 0.051
50_L	Diámetro De Torax (cm)	6	101,63	3,34	13	98,54	3,72	T = 1.729; p = 0.102
50_L	Largo brazo (cm)	6	85,28	3,57	13	64,57	36,89	T= 2.003; p = 0.067
50_L	I M/O:	6	4,67	0,30	13	4,34	0,36	T = 1.935; p = 0.07
200L	Diámetro Femoral(cm):	4	9,75	0,20	13	10,07	0,35	T= 1.733; p = 0.104

Comparando los datos de nadadores masculinos con la población de referencia nacional (Argoref) encontramos, como es de esperar, ciertas diferencias significativas resultando los nadadores más altos, con brazos más largos, con diámetros biacromial (espalda) y humeral más anchos y cintura más pequeña. En lo referente a composición corporal eran más magros (suma de 6 pliegues $40,6 \pm 12,4$ mm vs $68,4 \pm 25,7$ mm) y masa adiposa ($14,4 \pm 2,5$ vs $18,1 \pm 4,7$ Kg), y más musculosos (masa muscular: $38,6 \pm 5$ vs $36 \pm 4,9$ Kg). (Tabla 10)

Tabla n°10. Comparación con datos ARGOREF MASCULINO

Masculino	Natación			Argoref			Dif.	p
	n=85			n=88				
promedio	±	De	promedio	±	De			
Básicos:								
Peso (kg)	74,5	±	8,0	74,9	±	9,16	-0,43	0,745
Talla (cm)	180,7	±	6,3	175,4	±	7,30	5,28	<0,01
Envergadura (cm)	187,3	±	7,6	177,5	±	7,25	9,88	<0,01
LONG_PIERNAS (cm)	87,0	±	3,9	83,0	±	4,89	4,02	<0,01
T.Sentado (cm)	93,7	±	3,4	92,4	±	4,21	1,26	0,032
Longitudes:								
Long. Acromial-radial(cm)	35,3	±	2,0	33,3	±	1,73	1,98	<0,01
Long. Radial-estiloidea (cm)	27,5	±	1,7	26,1	±	1,46	1,37	<0,01
Largo mano (cm)	20,6	±	1,2	20,0	±	1,11	0,69	<0,01
Largo pie (cm)	26,9	±	1,3	26,6	±	1,17	0,27	0,165
Diámetros:								
Biacromial (cm)	42,3	±	1,9	40,3	±	2,05	1,93	<0,01
Tórax Transverso (cm)	29,1	±	1,6	29,6	±	1,91	-0,52	0,054
Tórax anteroposterior (cm)	20,6	±	2,5	20,0	±	1,43	0,65	0,040
Biliocrestideo (cm)	28,5	±	1,4	27,9	±	1,57	0,55	0,018
Humeral (cm)	7,3	±	0,5	7,1	±	0,33	0,20	<0,01
Femoral (cm)	9,9	±	0,5	9,9	±	0,50	0,02	0,800
Perímetros (cm):								
Cabeza (cm)	56,3	±	1,2	57,0	±	1,55	-0,69	0,002
Brazo Relajado (cm)	31,4	±	2,0	31,2	±	2,69	0,16	0,667
Brazo Flexionado (cm)	33,5	±	2,1	33,4	±	2,78	0,15	0,690
Antebrazo (cm)	27,4	±	1,7	27,7	±	1,58	-0,30	0,229
Tórax (cm)	100,0	±	4,7	97,6	±	5,87	2,45	0,003
Cintura (cm)	78,3	±	4,1	80,9	±	5,65	-2,63	<0,01
Muslo máximo (cm)	56,6	±	3,4	57,6	±	3,34	-0,95	0,065
Muslo medio (cm)	52,5	±	3,1	53,2	±	3,01	-0,74	0,117
Pantorrilla (cm)	36,9	±	2,4	37,5	±	2,25	-0,62	0,082
Score Z:								
Z-Adiposo	-2,2	±	0,3	-1,4	±	0,72	-0,81	<0,01
Z-Muscular	1,6	±	0,6	1,8	±	0,86	-0,15	0,174
Z-Residual	1,5	±	0,8	1,7	±	1,10	-0,17	0,246
Z-Osea	0,0	±	0,6	0,1	±	0,57	-0,03	0,718

Z-Biliocrestideo	-1,1	±	0,7	-1,0	±	0,70	-0,16	0,151
Fraccionamiento en 5 componentes:								
M. Adiposa (Kg)	14,4	±	2,5	18,1	±	4,47	-3,76	<0,01
M. Muscular (Kg)	38,6	±	5,0	36,0	±	4,90	2,56	0,001
M. Residual (Kg)	8,7	±	1,1	8,5	±	1,03	0,19	0,256
M. Osea (Kg)	9,0	±	1,0	8,4	±	1,05	0,52	0,001
M. Piel (Kg)	3,9	±	0,3	3,8	±	0,31	0,07	0,118
Adiposa (%)	19%	±	3%	24%	±	4%	-5%	<0,01
Muscular (%)	52%	±	2%	48%	±	4%	4%	<0,01
Residual (%)	12%	±	1%	11%	±	1%	0%	0,037
Osea (%)	12%	±	1%	11%	±	1%	1%	<0,01
Piel (%)	5%	±	0%	5%	±	0%	0%	0,030
Indices:								
Suma 6 pliegues (mm)	40,6	±	12,4	68,4	±	25,79	-27,80	<0,01
IM/O	4,3	±	0,5	4,3	±	0,49	0,03	0,679
BMI	22,8	±	1,6	24,3	±	2,16	-1,54	<0,01
A/T²	4,4	±	0,7	5,9	±	1,33	-1,48	<0,01
L_CÓRMICO (%)	52%	±	1%	53%	±	2%	-0,01	<0,01

Respecto de la población general, las mujeres nadadoras se evidenciaron más altas ($167 \pm 6,7$ vs $160,9 \pm 6,5$ cm), con mayor ancho de brazos (envergadura $171,4 \pm 9,1$ vs $164,1 \pm 8,6$ cm), longitud de brazos más largos, estructuralmente más grandes (diámetros biacromial y torácico), perímetro más grande de brazo relajado y flexionado, lo que refleja un mayor desarrollo muscular en tren superior. Respecto a la adiposidad eran más magras ($75,9$ vs $95,3$ mm). También eran más musculosas ($26,5$ vs $22,1$ Kg) y también poseían mayor masa muscular relativa a la estructura (IM/O $3,9 \pm 0,4$ vs $3,5 \pm 0,5$. $P < 0,01$).

Natación				Argoref			Diferencias	p
Femenino	n=36			n=89				
	promedio	±	de	promedio	±	de		
Básicos y longitudes:								
Peso (kg)	59,9	±	6,7	56,2	±	8,3	3,7	0,020
Talla (cm)	167,0	±	6,7	160,9	±	6,5	*6,1	<0,01
Envergadura (cm)	171,4	±	9,1	164,1	±	8,6	*7,2	<0,01
T. Sentado (cm)	87,6	±	2,9	85,7	±	3,2	1,9	0,002
Long. Piernas (cm)	79,4	±	5,2	75,3	±	4,5	*4,2	<0,01
Long. Acromial-radial (cm)	32,4	±	2,0	30,7	±	1,8	*1,7	<0,01
Long. Radial-estiloidea (cm)	25,1	±	1,7	23,7	±	1,6	*1,4	<0,01
Long. mano (cm)	19,1	±	0,8	18,3	±	0,9	*0,7	<0,01
Diámetros:								

Biacromial (cm)	37,8	±	1,9	35,8	±	1,6	*2,1	<0,01
Tórax anteroposterior (cm)	18,3	±	1,3	17,0	±	1,8	*1,3	<0,01
Biliocrestideo (cm)	27,6	±	1,7	26,7	±	1,6	0,9	0,006
Humeral (cm)	6,3	±	0,3	6,1	±	0,3	0,2	0,014
Femoral (cm)								
Perímetros:								
Cabeza (cm)	54,1	±	1,3	54,8	±	1,5	-0,7	0,012
Brazo Relajado (cm)	28,5	±	2,6	26,3	±	2,9	*2,3	<0,01
Brazo Flexionado (cm)	29,2	±	2,3	26,9	±	2,6	*2,4	<0,01
Antebrazo (cm)	23,8	±	1,2	23,1	±	1,7	0,7	0,023
Tórax (cm)	88,4	±	4,5	83,8	±	5,4	*4,6	<0,01
Muslo Máximo (cm)	56,3	±	3,3	54,3	±	3,8	2,0	0,008
Score z:								
Z-ADIPOSO	-1,1	±	0,7	-0,4	±	0,8	*-0,7	<0,01
Z-MUSCULAR	0,8	±	0,7	0,4	±	0,9	0,4	0,009
Fraccionamiento en 5 componentes								
M.ADIPOSA (Kg)	17,3	±	3,3	19,0	±	3,7	-1,7	0,017
M.MUSCULAR (Kg)	26,5	±	3,2	22,1	±	4,2	*4,4	<0,01
M.RESIDUAL (Kg)	5,9	±	0,8	5,4	±	1,1	0,5	0,031
M.OSEA (Kg)	6,8	±	0,9	6,4	±	0,8	0,4	0,008
M.PIEL (Kg)	3,4	±	0,2	3,2	±	0,3	0,1	0,008
Derivadas e índices:								
Suma 6 PLIEGUES (mm)	75,5	±	22,6	95,3	±	24,5	*-19,9	<0,01
IM/O	3,9	±	0,4	3,5	±	0,5	*0,5	<0,01
A/T ²	6,2	±	1,1	7,3	±	1,3	*-1,1	<0,01
INDICE CÓRMICO (%)	52,5%	±	1,56 %	53,2%	±	1,3%	-0,7%	0,007

*Diferencias estadísticamente significativas

Los resultados del análisis que darían respuesta al objetivo 1.3 se muestran en la Tabla 12.

Tabla n°12. Evolucion datos antropométricos de nadadores en diferentes competencias internacionales.													
MASCULINO	Peso (Kg)			Talla (cm)			FEMENINO	Peso (Kg)			Talla (cm)		
	Promedio	±	de	prom	±	de		promedio	±	de	promedio	±	de
MEXICO (1968)	72,1	±	6,8	179,3	±	6,2	MEXICO (1968)	59,9	±	9,1	164,4	±	7,1
n= 66							n = 29						
MOGAP (1976)	73	±	8	178,6	±	4,7	MOGAP (1976)	57,8	±	6,8	166,9	±	5,7
n = 33							n=32						
KASP (1990)	78,4	±	7,1	183,8	±	7,1	KASP (1990)	63,1	±	5,9	171,5	±	7

n = 331							n=170						
KASP BEST	83	±	5,7	188,7	±	5,3	KASP BEST	63,1	±		176,1	±	4,7
n= 17							n =20						
USA (2006)	80,4	±	7	187,1	±	7,2	USA (2006)	65,6	±	6,6	173	±	5,5
n= 67							n=77						
BEIjing (2008)	82,1	±	8,4	187,8	±	6,9	BEIjing (2008)	63,2	±	6,7	174,4	±	6,2
n= 124							n=127						
LONDON (2012)	80,9	±	7,9	185,9	±	8,2	LONDON (2012)	64,1	±	7,5	172,2	±	8
n= 74							n=74						
LONDON (2012) finalistas				188,2			LONDON (2012) finalistas				176,2		
RIO (2016) finalistas				188,4			RIO (2016) finalistas				175,5		
ARGENTINO NAT	74,5	±	8	180,7	±	6,3	ARGENTINO NAT	59,9	±	6,7	167	±	6,7

Juegos Olímpicos de México (1968), Juegos olímpicos de Montreal (1976), Mundial de Natación de Australia (1991) (KASP. Kinanthropometric Aquatic Sports Project), Juegos olímpicos de Estados Unidos (2006), Juegos Olímpicos de Beijing 2008, Juegos Olímpicos de Londres 2012 y Juegos Olímpicos de Rio 2016.

Luego que el ANOVA que arrojó diferencias significativas en el perfil antropométrico a lo largo del tiempo, tanto entre varones como mujeres, se aplicó el test post hoc de Tukey y se obtuvieron los siguientes resultados:

En **varones** se observó una evolución incremental tanto en peso como en talla. A partir del año 1990 hubo un incremento significativo del peso corporal respecto al basal del año 1968 ($p=0,0000$). En el año 2008 se produce un nuevo incremento significativo de peso respecto de 1990 ($p=0,0000$). Las variaciones de peso se mantienen no significativas desde el año 2008 hasta el año 2012 ($p=0,8784$).

Modificaciones similares se dieron respecto de la estatura: a partir de 1990 (KASP) hay un incremento significativo respecto del basal (México 68) ($p=0,0000$). En el 2006 (USA) hay otro incremento significativo de talla respecto de 1990 (KASP) ($p=0,0063$). Luego, las variaciones de talla se mantienen no significativas desde el 2006 hasta 2012 ($p=0,4403$).

En **Mujeres** se manifestaron variaciones significativas en Talla ya que a partir de 1990 (KASP) se observa un incremento significativo de TALLA respecto del basal (México 68) ($p=0,0000$). En el 2008 (BEIJING) hay un nuevo incremento significativo de talla respecto de 1990 (KASP) ($p=0,0033$). Entre el 2008 y hasta el 2012 Las variaciones de talla se mantienen no significativas ($p=0,2176$).

Discusión:

Los datos valorados en el campeonato son heterogéneos y cabe aclarar que los nadadores fueron agrupados por su prueba más específica reportada por ellos o en caso de no tener el dato, la prueba en la que mejor se desempeñaron. No obstante, hay deportistas que aún no tienen definido la distancia en la que más se destacan, o bien su rendimiento puede haber sido mejor o peor de lo esperado, con lo cual, no podemos inferir que las diferencias por distancias son apropiadas.

Estudios como el de Carter et al 1982, Cureton 1951, de Garay et al 1974, Jungmann 1976, Novak et al 1976, and Novak, Woodward, Bestit & Mellerowich 1976). Carter (1984^a) provee un resumen de la tendencia en edad, talla y peso corporal entre nadadores olímpicos desde los juegos Olímpicos e Tokio 1964 hasta los juegos de 1976 en Montreal, encontrando que los nadadores son progresivamente más altos. Cabe aclarar que 3 de los 4 juegos olímpicos son basados en auto-reportes (en vez de realizar mediciones concretas), con lo cual los análisis son limitados.

Observando análisis realizados de diferentes juegos olímpicos, encontramos que varones, a partir del año 1990 muestran incremento significativo del peso corporal respecto al basal del año 1968 ($p=0,0000$). En el año 2008 se produce un incremento significativo de peso respecto de 1990 ($p=0,0000$). Las variaciones de peso se mantienen no significativas desde el año 2008 hasta el año 2012 ($p=0,8784$). Respecto a la estatura, a partir de 1990 (KASP)

hay un incremento significativo respecto del basal (México 68) ($p=0,0000$). En el 2006 (USA) hay un incremento significativo de talla respecto de 1990 (KASP) ($p=0,0063$). Luego, las variaciones de talla se mantienen no significativas desde el 2006 hasta 2012 ($p=0,4403$). Y en lo que respecta al femenino, la estatura a partir de 1990 (KASP) muestra un incremento significativo de TALLA respecto del basal (México 68) ($p=0,0000$). En el 2008 (BEIJING) hay un incremento significativo de talla respecto de 1990 (KASP) ($p=0,0033$). Las variaciones de talla se mantienen no significativas desde el 2008 hasta 2012 ($p=0,2176$).

Estudios como el de *Carter & Yuhasz* (1984) midieron la suma de 6 pliegues en nadadores y nadadoras olímpicos de Montreal y reportaron que el promedio en varones ($n=33$) era de 47,2 mm con un peso corporal de 74,9 Kg y en mujeres ($n=32$) de 76,9 mm con un peso corporal de 57,8 Kg (Carter, 1994), datos similares a los encontrados en nuestro estudio con valores de $40,6 \pm 12,4$ mm en varones y $75,5 \pm 22,6$ mm en mujeres. En catorce nadadores (peso: 74,9 Kg) y siete nadadoras (peso 60,1 Kg) evaluados en Munich (1972) por *Novak et al.* el promedio de suma de 6 pliegues fue de 55 mm y 71,2 mm respectivamente. Cabe aclarar que en el estudio de Munich fue usado el pliegue de la cresta ilíaca en reemplazo del supraespinal, lo que resultó en una suma de 6 pliegues de cuatro a seis milímetros mayor.

Si comparamos por distancia nadadores estilo libre del KASP (*Kinanthropometry in Aquatic Sports, mundial de 1991*), los velocistas presentan suma de 6 pliegues de $44 \pm 7,1$ mm, medio fondistas: $50,4 \pm 11,9$ y fondistas: $41,8 \pm 9,1$ mm. Por nuestro lado, encontramos a velocistas con suma de 6 pliegues de $38,6 \pm 7,9$, a medio fondistas con suma de 6 pliegues de $41,7 \pm 13,5$ mm y fondistas $38,7 \pm 12,6$ mm. Por lo que encontramos en ambos estudios valores similares.

Respecto a mujeres que realizan que participaron del KASP cabe aclarar que solo hicieron pruebas de 800mts y presentaron una suma de 6 pliegues de $62,3 \pm 12,3$ mm, siendo más pesadas en relación a velocistas ($70,4 \pm 16,2$ mm) y medio fondistas con $76,6 \pm 12,9$ mm. En nuestro estudio encontramos que las mujeres que hicieron pruebas de velocidad presentaron sumatorias de $70,6 \pm 16,5$ mm y quienes hicieron medio fondo $70,7 \pm 19,6$, datos estadísticamente no significativos.

En nuestra investigación no encontramos diferencias significativas entre el tejido adiposo de las diferentes distancias del grupo femenino, si bien cuando relacionamos con rendimiento deportivo, las mujeres que participaron en prueba de medio fondo: 200 mts libre se comprueba que las finalistas presentaron un promedio de SUMA DE 6 PLIEGUES (mm) significativamente menor que el resto ($T= 3,102$; $p=0.009$) y también Z- adiposo. Estos resultados apoyan la hipótesis que el tejido adiposo (suma de 6 pliegues y Z-adiposo) tiene relación con alcanzar el éxito en la prueba final de 200L.

Respecto a población adulta de referencia (Argoref), encontramos como es de esperar, tanto en varones como mujeres, varias diferencias estadísticamente significativas. Siendo la población de nadadores más altos, con envergadura y longitud de brazo mayor. A su vez presentan un diámetro Biacromial mayor. Por otro lado, la cintura es más pequeña representado por el diámetro biliocrestídeo y la masa adiposa también. Entre ellas, cabe destacar que entre nuestros varones hay diferencias estadísticamente significativas en masa adiposa, siendo de $14,4 \pm 2,5$ Kg en nadadores argentinos y de $18,1 \pm 4,5$ Kg en población normal de referencia, y entre las mujeres, se destacan diferencias significativas en la masa muscular, que arroja valores de $26,5 \pm 3,2$ Kg entre nadadoras y $22,1 \pm 4,2$ Kg en Argoref. Se encontraron también diferencias mayores entre la estatura y la envergadura, teniendo los nadadores 6,6 cm más de envergadura en relación a la talla y las nadadoras 4,4 cm más. Cabe aclarar que las diferencias en Argoref son menores, de 2,1 y 3,2 cm para varones y mujeres respectivamente. La longitud de brazo mayor en nadadores es estadísticamente significativa con valores de $83,4 \pm 4,9$ cm y en mujeres de $76,6 \pm 4,5$ cm, mientras que en varones Argoref es de $79,7 \pm 4$ y $72,7 \pm 4,3$ cm.

Datos de KASP muestran pocas diferencias entre nadadores que realizan estilo libre y espalda, lo que refleja la similitud en general de los mecanismos de ambos estilos. Los mejores en ambos estilos suelen ser más altos, con tronco y piernas más largas. Hay una relación IM/O menor en los mejores de estilo libre. En nuestro estudio también encontramos que los que realizan pruebas estilo libre y espalda son los que menos relación IM/O poseen ($4,3 \pm 0,5$ Y $4,3 \pm 0,3$ respectivamente), si bien las diferencias no son estadísticamente significativas. Respecto a la estatura los nadadores argentinos que participaron en pruebas de pecho son los más altos ($184,1 \pm 6,7$ cm). En cuanto a las mujeres, no hay diferencias significativas en las variables por estilos, no obstante, las que realizan estilo libre son las más altas ($168,8 \pm 5,7$ cm).

Si comparamos por distancia, encontramos que los nadadores que compitieron en pruebas de velocidad tienen menor diámetro biliocrestídeo que fondistas ($p=0,029$), y una longitud de mano más grande que medio fondistas ($p=0,0100$). Por otro lado, nadadores de larga distancia evaluados (800 y 1500 mts) poseen menos muscularidad representado por el IM/O ($4 \pm 0,4$), que velocistas que son los más musculados con índice de $4,4 \pm 0,5$ y medio fondistas con valores de $4,3 \pm 0,4$. ($p= 0,0399$). Datos reflejados también en el mundial de KASP donde

se observan que quienes compitieron en pruebas de larga distancia presentan perímetros más pequeños, y una relación IM/O menor (4.3 en varones y 4 en mujeres) lo que sugiere una menor masa muscular en relación a velocistas y mediofondistas, lo cual está relacionado a una mejoría en la economía de esfuerzo. En mujeres no hay diferencias significativas entre distancias, no obstante, las que realizan velocidad tienen un IM/O mayor que medio fondo ($4 \pm 0,4$ vs $3,9 \pm 0,5$).

Respecto al peso y talla en varones no encontramos diferencias significativas entre distancias. En KASP hay un descenso no significativo en estatura y peso de nadadores de corta a larga distancia estilo libre. ((velocistas: $75,7 \pm 9,2$ Kg y talla $181,8 \pm 6,7$ cm vs medio fondo $73 \pm 6,9$ Kg y talla $179,7 \pm 5,9$ cm y fondistas: $74,4 \pm 6,4$ Kg y $179,9 \pm 6,4$ cm). En comparación nuestro estudio no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre distancias, teniendo los velocistas pesos de $75,7 \pm 9,2$ Kg y talla de $181,8 \pm 6,7$ cm, medio fondistas: $73 \pm 6,9$ Kg y estatura de $179,7 \pm 5,9$ cm y fondistas $74,4 \pm 6,4$ Kg y altura de $179,9 \pm 6,4$ cm.

Dato interesante al comparar varones entre estilos, es que quienes compiten en mariposa son los que presentan un tronco relativamente más largo en relación a piernas, lo cual puede ser una ventaja biomecánica a la hora de alcanzar mayor velocidad en pileta, al tener el centro de gravedad y flotación más cercanos y siendo uno de los estilos donde que más se verticalizan en el agua.

En nuestro estudio encontramos que los nadadores de media distancia son los que poseen menos masa muscular en relación a velocistas y fondistas ($37,6 \pm 4,3$ Kg vs $39,6 \pm 5,7$ y $38,4 \pm 3,7$), si bien el dato no es estadísticamente significativo. Nuestros nadadores fondistas son más anchos de tórax (tórax transverso $30,4 \pm 1,7$ cm) y caderas (biliocrestideo) más anchas que el resto ($29,6 \pm 1,3$ cm). No obstante, lo esperado sería que los de larga distancia sean más pequeños, posean diámetros más chicos (menor diámetro biacromial), ya que de esa manera poseerían menos resistencia frontal, y disminuye su superficie corporal como resultado de una estatura más baja y menor peso corporal. Una menor superficie corporal explica una mejor efectividad en reducir pérdida de calor y es más hidrodinámico, con menor superficie de arrastre, lo que influencia un mayor éxito en dichas distancias.

Un dato interesante que nos gustaría evaluar a futuro, es respecto al impacto nutricional para alcanzar ciertos estándares antropométricos de los que han sido finalistas de las pruebas. Posiblemente analizar la alimentación durante la preparación, y los días de competencia de finalistas y no, para intentar medir el impacto que tienen las estrategias nutricionales en esta población.

A futuro además sería interesante evaluar la evolución de quienes llegan a ser finalistas, y cuanto influyen la cantidad de años deportivos y sus entrenamientos, y si a su vez, esto genera modificaciones dadas por la epigenética.

Como grandes limitaciones del estudio tuvimos que, en gran parte de la población estudiada, no tenemos datos certeros en cuanto a su estilo y prueba más específica. Otro gran problema ha sido que los campeonatos se desarrollaron en pileta de 25 mts durante Mayo y 50 mts en el campeonato de diciembre, lo que puede arrojar diferencias al relacionarlos con rendimiento deportivo, ya que el impacto que tiene el viraje al realizar las vueltas es diferente.

Conclusiones

Existen características físicas bien definidas entre los nadadores en relación a la población de referencia, valorándose la composición corporal para lograr un mejor rendimiento deportivo.

References

- Belloch, S. L. (2002). EL ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN NATACIÓN. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universitat de València. Espanha.
- Carter, J.L., Ackland, T., & Ackland, T.R. (1994). Kinanthropometry in aquatic sports. Human Kinetics Publishers.
- Franken, M., & Carpes, F. (2008). Cinematica do nado crawl, características antropométricas e flexibilidade de nadadores universitarios. Revista de Educacao Fisica.
- Gomez, M. (2013). Nuevas variables para antropometria en nadadores: Mano. ISDE Sport Magazine. Revista de entrenamiento.
- Henneberg, M., & Uljaszek, S. J. (2010). Body frame dimensions are related to obesity and fatness: lean trunk size, skinfolds, and body mass index. American Journal of Human Biology. *Journal of the Human Biology Association*, 22(1): 83-91. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20957>
- Holway, F. (2017). Composición corporal en Nutrición deportiva.

- Jackson, A.S., & Pollock, M.L. (2004). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 91(1): 161-168.
- Kerr, D.A., & Ross, W. (1988). An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses in males and females aged 6 to 77 years. M.Sc. Thesis, Simon Fraser University, Canada.
- Jung Lee, S., Janssen, I., Heymsfield, S.B., Ross, R. (2004). Relation between whole-body and regional measures of human skeletal muscle. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5): 1215-1221. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.5.1215>
- Morais, J.E., Jesus, S., Lopes, V., Garrido, N., Silva, A., Marinho, D., Barbosa, T.M. Linking selected kinematic, anthropometric and hydrodynamic variables to young swimmer performance. *Pediatric Exercise Science*, 24(4): 649-664. <https://doi.org/10.1123/pes.24.4.649>
- Norton, K., & Olds, T. (2000). *Antropometria*. Australia: University of New South Wales Press.
- Norton, K., & Olds, T. (2000). *Antropometria*. Rosario: Biosystem Servicio Educativo.
- Pyne, D.B., & Sharp, R.L. (2014). Physical and Energy Requirements of Competitive Swimming events. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4): 351-359. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0047>
- Ross WD, C.S. (1988). Relationship of the body mass index with skinfold, girths and bone breadths in Canadian men and women aged 20-70 years. *American Journal of Physical Anthropology*, 77(2):169-73.
- Ross, W.D., & Kerr, D.A. (1991). Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva. *Apunts Sports Medicine*, 28(109) 175-188.
- Shephard, M. (s.f.). Relationship between body composition and competition performance in swimming.
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., & Olds, T. (2011). Protocolo Internacional para la valoración antropométrica.
- Wang, Z.M, Pierson. RN Jr., Heymsfield, SB. (1992). The five level model: a new approach organizing body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1): 19-28. <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>

Agradecimientos

Primero que nada quiero agradecer a mi hija por acompañarme día a día con su amor incondicional durante estos largos meses de trabajo en campo, viajes y tiempo destinado a investigar. Mi más sincero agradecimiento a Sergio Sponton como responsable del Centro de Rehabilitación de Jerárquicos junto a Luciana Brasca desde donde conté con apoyo y acompañamiento, Francis Holway que desinteresadamente brindo asesoramiento y tiempo dedicado procesar datos, miembros de la comisión directiva del Club Gimnasia y Esgrima de Santa Fe y responsables de CADDA, entre ellos Raul Araya, Al Dr. Vicente Castiglia y Nora, y a antropometristas que participaron en la toma de datos: Luisina Fertoni, Agustín Hernández, Josefina Asa, Gonzalo Pardo y compañeros.

Funding

No funding was received for conducting this study.

Conflicts of Interest

The author has no conflicts of interest to declare that they are relevant to the content of this article.

About the License

© The Author 2023. The text of this article is open access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.