

# Journal of Human Sport and Exercise *online*

*J. Hum. Sport Exerc.*

*Official Journal of the Area of Physical Education and Sport.  
Faculty of Education, University of Alicante, Spain*

**ISSN 1988-5202**

An International Electronic Journal  
**Volume 4 Number 1 January 2009**

**Artículo de Investigación**

## **RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS Y LA VELOCIDAD DE LANZAMIENTO EN JUGADORES DE WATERPOLO**

Vila H<sup>1</sup>, Ferragut C<sup>1</sup>, Argudo FM<sup>2</sup>, Abralde JA<sup>1</sup> , Rodríguez N<sup>1</sup>, Alacid F<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), Murcia, Spain. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Madrid (UAM), Madrid, Spain. <sup>3</sup>Universidad de Murcia (UMU), Murcia, Spain.

Recibido: 16 de julio de 2008; revisado: 15 de septiembre de 2008; aceptado: 20 de septiembre de 2008

### **RESUMEN**

El waterpolo es un deporte colectivo que implica esfuerzos de alta intensidad y corta duración; los jugadores deben nadar, saltar, lanzar el balón a alta intensidad con momentos de descanso. La necesidad de jugadores más rápidos y fuertes tiene una gran relación con la mejora de las características antropométricas. El objetivo de este estudio fue establecer la importancia de los factores antropométricos y la velocidad ( $v$ ) de lanzamiento a portería, evaluado en 22 jugadores de la selección española de waterpolo. Las referencias del perfil antropométrico se midieron de acuerdo con el protocolo del Grupo de Trabajo Internacional de Kineantropometría (ISAK), considerado por la literatura como el recomendado para caracterizar una población de deportistas. La evaluación condicional se centró en la evaluación de la  $v$  específica de tres tipos de lanzamiento en la piscina y a una distancia de 5 m. La  $v$  se registró con radar (Inc., Flat StalkerPro), con una frecuencia de registro de 100 Hz y con 0.045 sensibilidad por  $m \cdot s^{-1}$ . Los resultados muestran que la mayor  $v$  se alcanza con el lanzamiento sin portero y la menor  $v$  en el lanzamiento con el portero. El tamaño corporal a través del índice de masa corporal (IMC) ( $r=0.5$ ), circunferencia del brazo ( $r=0.5$ ), diámetro biacromial ( $r=0.5$ ) y diámetro del fémur ( $r=0.6$ ) se correlacionan con la  $v$  de lanzamiento con portero a los jugadores de waterpolo. El tamaño corporal se confirma como un factor importante para llegar al alto rendimiento en polo acuático ( $p<0.05$ ).

**Palabras Clave:** somatotipo, grasa corporal, masa muscular, velocidad específica extremidades superiores.

**Cita Bibliográfica:** Vila H, Ferragut C, Argudo FM, Abralde JA, Rodríguez N, Alacid F. Relación entre parámetros antropométricos y la velocidad de lanzamiento en jugadores de waterpolo. *J. Hum. Sport Exerc.* 2009; 4(1): 62-74



Dirección de correspondencia. Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. Avda. de los Jerónimos S/N. 30.107 Guadalupe. Murcia. Tel.: 968.27.88.24. Fax: 968.30.70.66

*E-mail:* aabraldes@pdi.ucam.edu

© 2009 Universidad de Alicante. Facultad de Educación.

## INTRODUCCIÓN

El waterpolo es un deporte colectivo que mezcla esfuerzos de alta intensidad y corta duración, donde los jugadores deben nadar, saltar y lanzar el balón, con momentos de descanso o de baja intensidad. También es un deporte de contacto, donde la lucha cuerpo a cuerpo con los adversarios llevan a la ejecución de acciones tales como bloqueos, agarres, contactos y empujones (Smith, 1998; Van der Wende, 2005). La necesidad de jugadores más fuertes y más rápidos está en ampliamente influenciada por el desarrollo en las características antropométricas y, la optimización del entrenamiento, de las capacidades físicas específicas (Aleksandrović et al., 2007; Lozovina & Pavicic, 2004; Mészáros et al., 1998).

Aunque el waterpolo muestra una gran cantidad de habilidades importantes, seguramente una de las más decisivas es el lanzamiento a portería (Smith, 1998; Van der Wende, 2005). La velocidad del balón hacia la portería es una característica muy importante en este deporte y depende de la fuerza muscular, la técnica, y la sincronización adecuada de los diferentes segmentos corporales (Joris et al., 1985). El conocimiento para combinar la velocidad del balón y la precisión en el lanzamiento es uno de los factores más importantes y decisivo en el resultado final ya que, mientras más rápido y más ajustada se lanza la pelota, es más difícil para los defensores y portero interceptarla. Por esa razón, existen estudios que se han centrado en el análisis biomecánico del lanzamiento de penalti (Ball, 1996; Clarys et al., 1992; Clarys & Lewillie, 1970; Davis & Blanksby, 1977; Elliott & Armour, 1988; Feltner, 1994; Feltner & Nelson, 1996; Feltner & Taylor, 1997; Stirn & Strojnik, 2006; Van der Wende, 2005; Whiting et al., 1985), pero los estudios que incluye al portero y a los jugadores son mínimos (Davis & Blanksby, 1977; Van der Wende, 2005).

Los estudios en el waterpolo que analizan la fuerza y la velocidad de lanzamiento ( $v$ ) de las extremidades superiores son pocos (Bloomfield et al., 1990; McMaster et al., 1990). De hecho, se ha estudiado poco acerca de la determinación de la fuerza y  $v$  de lanzamiento de las extremidades superiores en jugadores de waterpolo. McMaster (1990) lo analizó a través de mediciones isocinéticas, con el propósito de detectar problemas en desequilibrios musculares, y Bloomfield et al. (1990) analizaron la relación entre la fuerza y la  $v$  de lanzamiento, y su relación con parámetros antropométricos. No hay estudios en el waterpolo que analicen la  $v$  de lanzamiento por puestos específicos, ni con los elementos tácticos ni su relación con las variables antropométricas. Este tipo de estudios han sido realizados en otros deportes como el balonmano (Gorostiaga et al., 2005; Joris et al., 1985; Van den Tillaar, 2004). Es importante decir que en el balonmano, la cadena cinética es de suma importancia para la velocidad de lanzamiento, porque los jugadores están apoyados en el suelo, mientras que la situación es diferente en el waterpolo donde los jugadores están en el agua.

La composición corporal en los deportistas, especialmente en deportistas de élite, ha estado atrayendo el interés de la comunidad científica, porque proporciona información clara acerca de la estructura del deportista en un cierto momento y cuantifica las modificaciones causadas por el entrenamiento. Buena prueba de esto es la gran cantidad de trabajos que han sido publicados describiendo el perfil antropométrico de poblaciones de deportes diferentes (Gabbett, 2005; Lozovina & Pavicic, 2004; Sands et al., 2005; Tsekouras et al.,

2005). A partir de los diferentes estudios realizados, se puede definir un perfil antropométrico ideal en cada deporte, y actualmente no hay duda de que las características físicas son un factor determinante para llegar al alto nivel. El rendimiento óptimo, por consiguiente, precisará ciertas características físicas que variarán en función del deporte y de la categoría en la cual compiten. De hecho, parece ser que el prototipo ideal atlético va cambiando en los últimos tiempos y está siendo reemplazado por uno completamente diferente, caracterizado por una alta especialización (Norton & Olds, 2001). Estos autores barajan la hipótesis de que con cada deporte y aún dentro del mismo deporte, la colocación que el deportista ocupa precisa de unos atributos físicos y fisiológicos que le permitirán obtener un mejor rendimiento. En este sentido también se han llevado a cabo estudios que analizan características antropométricas y condicionales en el waterpolo (Aleksandrović et al., 2007; Frenkl et al., 2001; Mészáros et al., 1998; Tsekouras et al., 2005) y que analizan colocaciones específicas (Pavicic et al., 2000; Platanou & Geladas, 2006).

Este trabajo trata de rellenar las lagunas existentes en este área de investigación además de poner de manifiesto las dificultades del estudio, no sólo porque las reglas del juego están cambiando, sino por el reducido número de trabajos existentes en esta temática hacen complicado el discutir y confrontar resultados.

El objetivo de este estudio fue establecer la importancia de los factores antropométricos en jugadores de élite en waterpolo con en la velocidad ( $v$ ) de lanzamiento a portería.

## MATERIAL Y MÉTODO

Los sujetos estudiados fueron 22 jugadores del Equipo Nacional Español Masculino (Tabla 1) con una edad, peso, altura, e índice de masa corporal (BMI) medio de  $24.77 \pm 5.69$ ,  $89.24 \pm 11.57$  kg,  $187.41 \pm 6.63$  cm y  $25.36 \pm 2.54$  kg.m<sup>2</sup>, respectivamente.

*Tabla 1. Valores medios y desviación típica ( $\bar{x} \pm sd$ ) correspondientes a las características antropométricas de los jugadores españoles de waterpolo.*

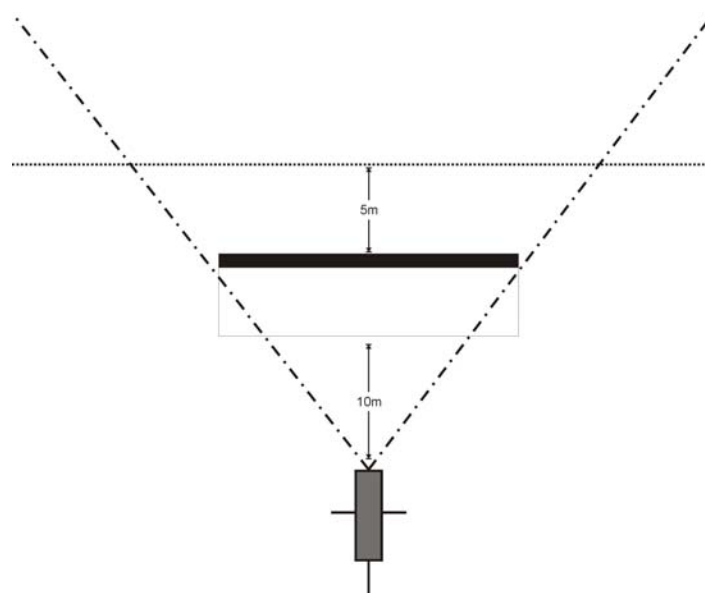
	<b>Edad (años)</b>	<b>Experiencia (años)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Enverg. (cm)</b>	<b>Longitud Mano (cm)</b>
22 Jugadores	$24.77 \pm 5.69$	$12.77 \pm 3.83$	$187.41 \pm 6.63$	$89.24 \pm 11.57$	$195.08 \pm 7.77$	$21.20 \pm 1.00$

Todos los deportistas y el equipo técnico fueron informados de las pruebas, así como también las prestaciones y riesgos posibles de las mismas. Este estudio fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad Católica San Antonio y fue efectuado según el Declaración de Helsinki.

Las medidas antropométricas fueron tomadas según las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Antropometría (ISAK) (Ross & Marfell-Jones, 1995). La evaluación antropométrica se realizó en base a los parámetros considerados importantes para el rendimiento deportivo en general y para el Waterpolo en particular (Aleksandrović et al., 2007; Bloomfield et al., 1990; Carter & Ackland, 1994; Platanou, 2005; Platanou & Geladas, 2006; Smith, 1998; Tsekouras et al., 2005).

El peso y la talla fueron medidos con una báscula con tallímetro SECA (SECA, Alemania) de escala de 100 g para el peso y 0.1 cm para la estatura. Los perímetros fueron tomados por triplicado, con una cinta métrica de fibra de vidrio inextensible Holtain (Holtain Ltd., United Kingdom). Los diámetros (muñeca, humero, fémur y biacromial) fueron determinados con un paquímetro Holtain de 1 mm de precisión (Holtain Ltd., United Kingdom). Además, para la obtención de la valoración de la composición corporal se calcularon, el porcentaje graso a través de la fórmula de [Yuhasz \(1974\)](#), el porcentaje muscular a través de la fórmula de [Martin \(1990\)](#) y el Índice de Masa Corporal (BMI). Para el cálculo del somatotipo se empleó el método de determinación de [Carter \(1975\)](#).

Asimismo, se evaluó la  $v$  de lanzamiento. Para ello, se realizó un calentamiento estandarizado de 15 minutos de duración, incidiendo en la musculatura implicada en el lanzamiento. La producción de fuerza explosiva específica de las extremidades superiores fue evaluada en una piscina descubierta, a través de la utilización de un radar (StalkerPro S.A., Plano), con una frecuencia de oficina de registro de 100 Hz y con 0.045 sensibilidad de  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , colocado detrás de la portería sobre un trípode fijo ([Figura 1](#)). Se les pidió a los jugadores que realizaran dos lanzamientos a máxima intensidad desde la línea de penalti (5m) sin portero. Seguidamente realizaron en las mismas condiciones del anteriormente descrito pero con portero otros dos lanzamientos a máxima intensidad. En ninguno de los lanzamientos descritos se les permitió realizar amagos antes de lanzar. Finalmente, se realizó un tercer lanzamiento de tiro desde la misma zona de los anteriores pero con desplazamiento previo y siempre perpendicularmente a la portería. De cada uno de los tipos de lanzamiento se seleccionó el mejor de los dos para el ulterior análisis. Con la idea de mejorar la motivación, cada jugador era informado del resultado del lanzamiento inmediatamente. Los porteros no participaron en esta prueba. Entre cada serie de lanzamientos, se realizó un descanso de tres minutos entre cada tiro para evitar posibles interferencias debidas al cansancio. Todos los lanzamientos fueron realizados con balones oficiales para la categoría sénior (Mikasa 6000).



**Figura 1.** Representación esquemática de la posición del radar durante el registro

Los datos fueron almacenados en una base de datos creada para este fin y más tarde tratados por medio de un programa estadístico comercial (SPSS para Windows, Versión 15.0). La distribución de probabilidad de las diferentes variables fue analizada calculando los estadísticos descriptivos básicos (la desviación típica y desviación estándar), las pruebas de hipótesis (la prueba de Kolgomorov-Smirnov y Lilliefors) y la prueba de homogeneidad de Levene.

Se exploraron las posibles relaciones entre las variables velocidad de lanzamiento y fuerza isométrica máxima del antebrazo con factores antropométricos, a través del cálculo de los coeficientes de correlación de Pearson. La significación estadística fue establecida para  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

Las características de los sujetos se muestran en la [tabla 1](#). Los valores medios y la desviación estándar de los porcentajes grasos y musculares se encuentran reflejados en la [tabla 2](#). Las características antropométricas se encuentran expuestas en las [tablas 3, 4, 5](#).

**Tabla 2.** Valores medios y desviación típica ( $\bar{x} \pm sd$ ) correspondientes a los porcentajes de grasa y músculo de los jugadores españoles de waterpolo.

	<b>Yuhasz (%)</b>	<b>BMI (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Músculo (%)</b>	<b>Σ 4 Pliegues (mm)</b>
22 Jugadores	10.63±2.06	25.36±2.54	53.23±7.12	36.46±9.56

**Tabla 3.** Valores medios y desviación típica ( $\bar{x} \pm sd$ ) correspondientes a los diámetros de los jugadores españoles de waterpolo.

	<b>Húmero</b>	<b>Muñeca</b>	<b>Fémur</b>	<b>Biacromial</b>	<b>Billiocrystal</b>
22 Jugadores	7.26±0.65	6.12±0.40	10.18±0.59	44.58±2.67	35.52±2.00

**Tabla 4.** Valores medios y desviación típica ( $\bar{x} \pm sd$ ) correspondientes a las circunferencias (tren superior) de los jugadores españoles de waterpolo.

	<b>Brazo Relajado</b>	<b>Brazo contraído y flexionado</b>	<b>Antebrazo</b>	<b>Muñeca</b>	<b>Pecho</b>	<b>Cintura</b>
22 Jugadores	34.76±2.62	37.31±2.43	29.54±1.73	17.61±0.84	106.10±6.06	86.46±5.92

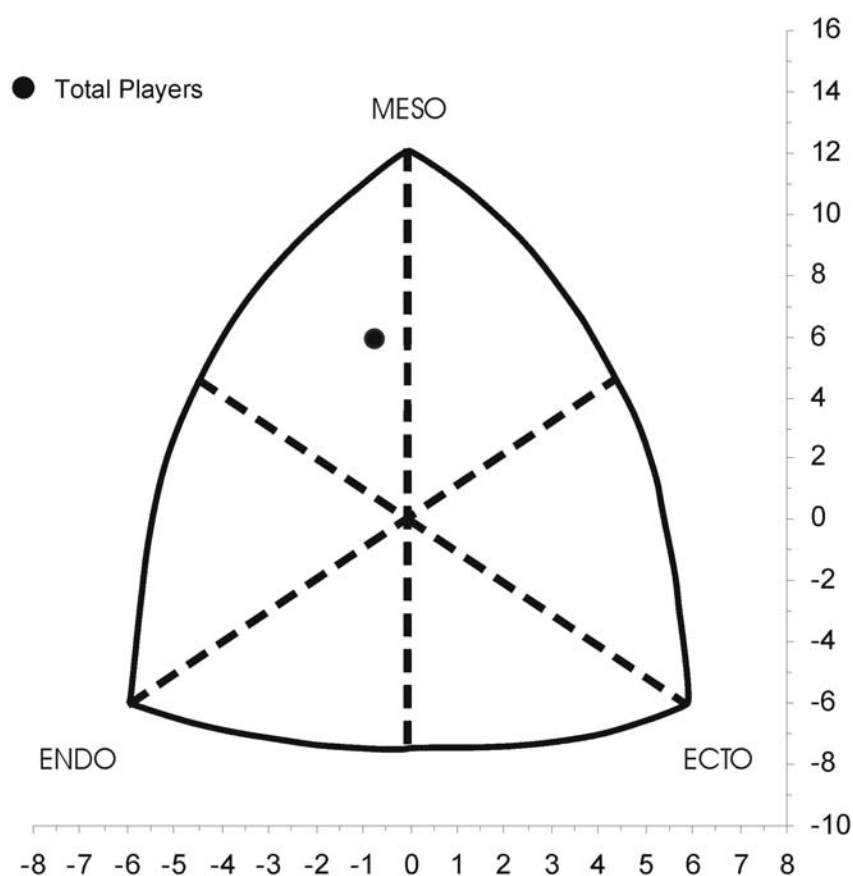
**Tabla 5.** Valores medios y desviación típica ( $\bar{x} \pm sd$ ) correspondientes a las circunferencias (tren inferior) de los jugadores españoles de waterpolo.

	<b>Glúteo</b>	<b>Superior del muslo</b>	<b>Medial del muslo</b>	<b>Pantorrilla</b>	<b>Tobillo</b>
22 Jugadores	100.92±4.79	60.01±3.74	56.52±3.37	37.69±2.14	23.32±1.60

El somatotipo de los jugadores de waterpolo se localiza en el mesomorfo balanceado (Tabla 6). La somatocarta de los jugadores de waterpolo del equipo español está representada en la Figura 2.

**Tabla 6.** Valores medios y desviación típica ( $\bar{x} \pm sd$ ) correspondientes a las características del somatotipo de los jugadores españoles de waterpolo.

	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
22 Jugadores	2.91±0.80	5.46±1.26	2.16±0.93



**Figura 2.** Somatocarta

Encontramos velocidades similares entre los diferentes tipos de lanzamientos, ( $\pm 73 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), no alcanzando significación estadística. Las velocidades medias y su desviación estándar se encuentran reflejadas en la tabla 7.

**Tabla 7.** Valores medios de la  $v$  ( $m \cdot s^{-1}$ ) y desviación típica ( $\bar{x} \pm sd$ ) correspondientes a los diferentes tipos de tiro.

	<b>Tiro sin portero</b>	<b>Tiro con portero</b>	<b>Tiro con desplazamiento</b>
$v$ del tiro	73.89±4.07	72.31±3.50	73.10±3.14

El lanzamiento con portero es el que presenta mejores correlaciones con las variables antropométricas (BMI, sumatorio de 4 pliegues, 2 circunferencias, 2 diámetros y el agarre de la mano), aunque estas correlaciones son moderadas. Todas las correlaciones se encuentran reflejadas en la [tabla 8](#).

**Tabla 8.** Coeficientes de correlación ( $r$ ) de las variables antropométricas que son correlacionadas con la velocidad de lanzamiento en diferentes situaciones en jugadores de waterpolo. \*Diferencias estadísticas ( $p \leq 0.05$ )

<b>Características antropométricas</b>	<b>Tiro sin portero</b>	<b>Tiro con portero</b>	<b>Tiro con desplazamiento</b>
BMI ( $kg/cm^2$ )	$r=0.114$	$r=0.477^*$	$r=0.229$
Axilar (mm)	$r=0.203$	$r=0.460^*$	$r=0.374$
Cresta iliaca (mm)	$r=0.376$	$r=0.490^*$	$r=0.432$
Supraespinal (mm)	$r=0.404$	$r=0.490^*$	$r=0.432$
Abdominal (mm)	$r=0.203$	$r=0.465^*$	$r=0.433$
Brazo relajado (cm)	$r=0.188$	$r=0.472^*$	$r=0.262$
Brazo contraído y flexionado (cm)	$r=0.212$	$r=0.479^*$	$r=0.247$
Diámetro del fémur (cm)	$r=0.497^*$	$r=0.572^*$	$r=0.337$
Diámetro biacromial (cm)	$r=0.363$	$r=0.531^*$	$r=0.324$
Longitud brazo (cm)	$r=0.509^*$	$r=0.205$	$r=0.325$
Dinamometría Máxima (N)	$r=0.310$	$r=0.501^*$	$r=0.279$

## DISCUSIÓN

En este trabajo quedan reflejadas las características antropométricas del equipo masculino español de waterpolo. Estas características físicas reflejan la diversidad de requerimientos físicos y de intensidades que presenta este deporte. Estos datos, pueden ser de utilidad para los entrenadores, en la medida de que puedan ayudar a mejorar los sistemas de entrenamiento y adecuar mejor las rutinas de entrenamiento a las demandas reales del deporte, así como establecer los diferentes requerimientos físicos en función del puesto específico.

El equipo español de waterpolo presentan valores de altura y peso de 187.41 cm y 89.24 kg respectivamente. Estos valores están en consonancia con los valores presentados por [Mazza et al. \(1994\)](#). Dichos autores analizaron los equipos participantes en el campeonato del mundo de 1991 y obtuvieron valores medios de altura y peso de 186.6 cm y 86.1 kg respectivamente. Valores similares han sido presentados por otros autores ([Lozovina & Pavicic, 2004](#); [Smith, 1998](#)). [Smith \(1998\)](#) analizó al equipo nacional griego obteniendo valores medios de altura de 184.2 cm, asimismo, [Lozovina et al. \(2004\)](#), estudiaron a 65 jugadores masculinos de élite, pertenecientes a clubes Croatas, encontrando valores parecidos (189.5 cm y 85.9 kg). Estos valores son ligeramente más altos que los

presentados por los jugadores españoles. Estos datos son importantes, en la medida que los jugadores más altos y pesados es un aspecto ventajoso en el deporte, si los demás valores fisiológicos y físicos son similares (Mészáros et al., 1998). En un estudio publicado en España con waterpolistas masculino (Enseñat Solé et al., 1992) se analizaron las características antropométricas de jóvenes waterpolistas. Estos autores, encontraron valores inferiores de altura y peso que los encontrados en la selección nacional española, esto podría ser debido a que la media de edad de los jugadores era inferior a los de nuestro estudio. En el estudio de Enseñat Solé et al. (1992) los jugadores estudiados tenían edades comprendidas entre 13 y 16 años, y estos jugadores están todavía en etapa de crecimiento.

Los jugadores del equipo nacional masculino de waterpolo español, presentan valores de porcentaje graso similar a los presentados por Mészáros et al. (1998), pero inferiores a los publicados por Avlonitou (1991), Cazorla & Montpetit (1988) y Dlin et al. (1984), que presentan valores de porcentaje graso de 14.3%, 12.1%, 11.2%. Sin embargo, Block et al. (1989), publicaron valores de porcentaje graso de 8.4% cuando analizaron al equipo de Berkeley, estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio en los waterpolistas del equipo nacional español. A pesar de esta disparidad, y según afirma Wilmore (1983) el porcentaje graso es significativamente mayor en los jugadores de waterpolo que en los practicantes de deportes que tienen lugar en tierra. La menor densidad corporal debida a un contenido mayor de grasa es una ventaja en deportes acuáticos. Sin embargo, en el resto de deportes, un exceso de este componente graso puede suponer una desventaja considerable para el rendimiento.

El BMI del equipo español de waterpolo fue de 25.36 (kg/cm<sup>2</sup>), estos valores son superiores a los de otros estudios (Block et al., 1989; Lozovina & Pavicic, 2004). El equipo español de waterpolo muestra valores superiores en porcentaje muscular que los comunicados por Mészáros et al. (1998) (46,9 %) y Enseñat Solé et al. (1992) (45.2 %). Esta diferencia en porcentaje muscular de los sujetos testados por Enseñat Solé et al. (1992) podría explicarse debido a la juventud de sus jugadores. De acuerdo con estos valores, Mészáros et al. (1998) encontraron proporciones de hueso y músculo menores en los jugadores de waterpolo que en los practicantes de otros deportes. Debemos de hacer constar que estas dos características están influenciando en la densidad corporal. En su opinión, un jugador con sistema esquelético pesado (y como consecuencia con mayor densidad corporal) generalmente, no tendría éxito en waterpolo.

El diámetro biacromial medio de los jugadores de waterpolo de la selección española fue de 44.5 cm, el diámetro biiliocrestal fue de 35.5 cm, el diámetro biepicondíleo del fémur fue de 10.1 cm y el biepicondíleo del humero fue de 7.2 cm. Todos estos valores son superiores a los publicados por Lozovina & Pavicic (2004) con jugadores croatas en 1995. La longitud de la mano en el equipo español de waterpolo fue similar a los valores obtenidos en los jugadores croatas en 1980 y superiores a los obtenidos en 1995 también en jugadores croatas. Esta diferencia es muy interesante, pues Lozovina & Pavicic (2004) explicó que la diferencia obtenida entre las dos generaciones de waterpolistas croatas era debida posiblemente a los cambios en las condiciones de juego. Los cambios reglamentarios de 1995 permitieron la mejora del material del que se hacían los balones de juego, dotando al balón de mayor capacidad para ser adaptado durante todo el juego, inversamente antes de este cambio del reglamento, el balón era más pesado y tenía mayor diámetro. No podemos



confirmar este razonamiento porque nuestros jugadores presentaron valores superiores en la longitud de la mano que los jugadores de waterpolo croatas (Lozovina & Pavicic, 2004).

El somatotipo del equipo español de waterpolo está localizado en el mesomorfo balanceado. El predominio de los componentes endomórfico y mesomórfico en el waterpolo parece quedar confirmado y va en línea con lo publicado por los estudios de Enseñat Solé et al. (1992) y Carter (1975).

La habilidad de realizar lanzamientos rápidos y precisos en waterpolo, especialmente en el momento de lanzar a portería, es fundamental para conseguir gol. Un aumento en la velocidad de lanzamiento reduce el tiempo que el portero tiene para detectar la trayectoria del lanzamiento y lograr pararlo (Bloomfield et al., 1990). Las mayores velocidades de lanzamiento se obtuvieron en lanzamientos en los que no había portero; cuando se introdujo una situación táctica (portero), las velocidades obtenidas fueron menores (Van der Wende, 2005). Es importante hacer notar, que no siempre un lanzamiento rápido es lo más adecuado, en algunas ocasiones la precisión es lo más importante (Van der Wende, 2005). Pero lo cierto, es que la velocidad que un jugador es capaz de aplicar al balón continúa siendo importante, y si no se tienen niveles elevados de la misma, no es posible lograr elevados niveles de rendimiento. Se han realizado estudios en los que se analiza la velocidad de lanzamiento (Bloomfield et al., 1990; Davis & Blanksby, 1977; Elliott & Armour, 1988; Feltner & Nelson, 1996; Van der Wende, 2005; Whiting et al., 1985), y los valores alcanzados en este sentido por los jugadores españoles, son mayores que otros valores publicados, pero hemos de tener en cuenta que las formas de medir las velocidades han sido diferentes entre los estudios (3D, digitalización, radar) y esto puede haber influido en los resultados.

De todas las variables estudiadas, sólo diez presentaron correlaciones significativas con la velocidad de lanzamiento en la situación de lanzamiento con portero. En el caso de la situación de lanzamiento sin portero se obtuvieron correlaciones con la velocidad de lanzamiento sólo en el diámetro del fémur y en la longitud acromio radial mientras que no se obtuvieron correlaciones con la velocidad de lanzamiento en la situación de lanzamiento con desplazamiento previo. En el estudio presentado por Van Tillaar (2004), en el que se analizaron jugadores de balonmano, encontraron correlaciones fuertes entre la velocidad de lanzamiento y el peso y la talla, pero estas correlaciones no se han visto en nuestro estudio. Pero sí encontramos correlaciones con el BMI que relaciona ambas variables (talla y peso), de esta manera podríamos decir que el tamaño corporal tiene importancia en la velocidad de lanzamiento en jugadores de waterpolo. La correlación positiva de la velocidad de lanzamiento con portero, con las circunferencias y el componente mesomórfico, indica que la masa muscular (los niveles de fuerza) es otro de los factores que afecta de manera positiva la velocidad específica de lanzamiento. Estos datos coinciden con los del estudio presentado por Van der Wende (2005), en el que la circunferencia del brazo correlaciona de manera moderada con la velocidad de lanzamiento. El diámetro del fémur ha correlacionado positiva y significativamente con la velocidad de lanzamiento con y sin portero. Esto puede guardar relación con la importancia de la estabilización de las extremidades inferiores para poder realizar el lanzamiento (Davis & Blanksby, 1977; Elliott & Armour, 1988), debido a que los mayores diámetros óseos pueden ser asociados a mayores niveles de fuerza.

Las diferentes longitudes analizadas correlacionaron con la velocidad de lanzamiento, como sugiere [Van der Wende \(2005\)](#).

La importancia del diámetro biacromial en el lanzamiento en jugadores de waterpolo, queda confirmada en este estudio. Hemos de tener en cuenta, que la variable longitud de los hombros guarda relación con las palancas del movimiento y el tiempo en el que se realizan las diferentes habilidades y lanzamientos, este movimiento (rotación del tronco y hombros) es importante para la  $v$  de lanzamiento ([Elliott & Armour, 1988](#); [Van der Wende, 2005](#)).

De las tres situaciones analizadas, la más real respecto a las situaciones de juego, fue la de lanzamiento con portero desde 5 m, si además de ser una tarea específica del juego (lanzamiento de penalti), también se producen en las situaciones de ataque posicional (cuerpo más o menos estable orientado hacia la portería). Con respecto a esto, hay que avanzar en el diseño de nuevas situaciones de lanzamiento entre 4 y 7 m y en situaciones tácticas más complejas.

Los factores antropométricos estudiados no correlacionan con la  $v$  de lanzamiento sin portero y la con la velocidad de lanzamiento en situación dinámica, lo cual hace necesario esclarecer cuales son los factores que se ven implicados en la velocidad de lanzamiento, especialmente en el lanzamiento dinámico, porque se utiliza para los contraataques no en niveles altos de juego, sino en los niveles inferiores.

## CONCLUSIÓN

Las mayores velocidades se obtienen en el lanzamiento sin portero, mientras que en el caso del lanzamiento con portero, las velocidades descienden. Los aspectos relativos al tamaño corporal, el BMI, la circunferencia del brazo, el diámetro del biacromial y el diámetro del fémur correlacionan con la  $v$  de lanzamiento en el caso del lanzamiento con portero. El tamaño corporal, queda por tanto, confirmado como un factor importante en el rendimiento en waterpolo.

## REFERENCIAS

1. ALEKSANDROVIĆ M, NAUMOVSKI A, RADOVANOVIĆ D, GEORGIEV G, POPOVSKI D. The influence of basic motor abilities and anthropometric measures on the specific motor skills of talented water polo players. *Facta Universitatis Series Physical Education* 2007; 5(1):65-74. [[Texto completo](#)] [[Volver al texto](#)]
2. AVLONITOU E. Energy requirements and training considerations in competitive water polo games. Paper presented at the First World Water Polo Coaches seminar. Athens; 1991. [[Volver al texto](#)]
3. BALL K. Biomechanical analysis of the waterpolo delay shot. *Proceeding of the first Australasian Biomechanics Conference*. Sydney; 1996. [[Volver al texto](#)]
4. BLOCK JE, FRIEDLANDER AL, BROOKS GA, STEIGER P, STUBBS HA, GENANT HK. Determinants of bone density among athletes engaged in weight-bearing

- and non-weight-bearing activity. *J Appl Physiol.* 1989; 67(3):1100-1105. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
5. BLOOMFIELD J, BLANKSBY BA, ACKLAND TR, ALLISON GT. The influence of strength training on overhead throwing velocity of elite water polo players. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport.* 1990; 22(3):63-67. [[Volver al texto](#)]
  6. CARTER J. The Heath-Carter somatotype method. San Diego: San Diego State University; 1975. [[Texto completo](#)] [[Volver al texto](#)]
  7. CARTER JE. The Heath-Carter somatotype method. California; 1975. [[Texto completo](#)] [[Volver al texto](#)]
  8. CARTER JEL, ACKLAND TR. Kinanthropometry in aquatic sports: A study of world class athletes (Vol. 5). Champaign, IL: Human Kinetics; 1994. [[Volver al texto](#)]
  9. CAZORLA G, MONTPETIT R. Metabolic and cardiac responses of swimmers, modern pentathletes, and water polo players during freestyle swimming to a maximum. In UNGERRECHTS B, WILKE K, REISCHLE K (Eds.). *Swimming Science V* (pp. 251-257). Champaign (IL): Human Kinetics; 1988. [[Volver al texto](#)]
  10. CLARYS J, CABRI J, TEIRLINCK P. An electromyographic and impact force study of the overhand water polo throw. In LEES A, MACLAREN D, REILLY T (Eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming V1* (pp. 111-116). London: Routledge, UK; 1992. [[Texto completo](#)] [[Volver al texto](#)]
  11. CLARYS J, LEWILLIE L. The description of wrist and shoulder motion of different waterpolo shots using a simple light trace technique. In LEWILLIE L, CLARYS J (Eds.). *First International simposium "Biomechanics in swimming"* (Vol. 248-256). Belgium: Universite Libre de Bruxelles; 1970. [[Volver al texto](#)]
  12. DAVIS T, BLANKSBY BA. A cinematographic analysis of the overhand water polo throw. *J Sports Med Phys Fitness.* 1977; 17(1):5-16. [[Volver al texto](#)]
  13. DLIN R, DOTAN R, INBAR O, ROTSTEIN A, JACOBS I, KARLSSON J. Exaggerated systolic blood pressure response to exercise in a water polo team. *Med Sci Sports Exerc.* 1984; 16(3):294-298. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
  14. ELLIOTT BC, ARMOUR J. The penalty throw in water polo: a cinematographic analysis. *J Sports Sci.* 1988;6(2):103-114. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
  15. ENSEÑAT SOLÉ A, MATAMALA CURA R, NEGRO CLARET A. Estudio antropométrico de nadadores y waterpolistas de 13 a 16 años. *Apunts.* 1992; 29:12-17. [[Volver al texto](#)]
  16. FELTNER M. Kinematics and kinetics of the throwing arm during a penalty throw in Water Polo. Paper presented at the Proceedings of 18<sup>TH</sup> Annual Meeting of the American Society of Biomechanics, Columbus, 1994. [[Volver al texto](#)]
  17. FELTNER M, NELSON S. Three-dimensional kinematics of the throwing arm during the penalty throw in water polo. *Journal of Applied Biomechanics.* 1996; 12:359-382. [[Volver al texto](#)]
  18. FELTNER M, TAYLOR G. Three-dimensional kinetics of the shoulder, elbow, and wrist during a penalty throw in water polo. *Journal of Applied Biomechanics.* 1997; 13(3):347-372. [[Volver al texto](#)]
  19. FRENKL R, MESZAROS J, SOLIMAN YA, MOHACSI J. Body composition and peak aerobic power in male international level Hungarian athletes. *Acta Physiol Hung.* 2001; 88(3-4):251-258. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]

20. GABBETT TJ. Physiological and anthropometric characteristics of junior rugby league players over a competitive season. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(4):764-771. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
21. GOROSTIAGA M, GRANADOS C, IBÁÑEZ J, IZQUIERDO M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med.* 2005; 26:225-232. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
22. JORIS H, VAN MUYEN A, VAN INGEN SCHENAU G, KEMPER H. Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of Biomechanics.* 1985; 18(6):409-414. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
23. LOZOVINA V, PAVICIC L. Anthropometric changes in elite male water polo players: survey in 1980 and 1995. *Croat Med J.* 2004; 45(2):202-205. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
24. MARTIN AD, SPENST LF, DRINKWATER DT, CLARYS JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1990; 22(5):729-733. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
25. MAZZA J, ACKLAND T, BACH T, COSOLITO P. Absolute body size. In CARTER JEL, ACKLAND TR (Eds.), *Kinanthropometry in aquatic sports: a study of world class athletes* (pp. 15-54). Champaign IL: Human Kinetics; 1994. [[Volver al texto](#)]
26. McMASTER WC, LONG SC, CAIOZZ VJ. Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. *American Journal of Sports Medicine.* 1990; 19(1):72-75. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
27. MÉSZÁROS J, SOLIMAN Y, OTHMAN M, MOHÁCSI J. Body composition and peak aerobic power in international level Hungarian athletes. *Facta Universitatis Series Physical Education.* 1998; 1(5):21-27. [[Texto completo](#)] [[Volver al texto](#)]
28. NORTON K, OLDS T. Morphological evolution of athletes over the 20th century: causes and consequences. *Sports Med.* 2001; 31(11):763-783. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
29. PAVICIC L, TOMANY E, LOZOVINA V. A study of anthropometric differences among elite water polo players with different team role assignments. In S. Paper presented at the 2000 Pre-Olympic Congress Sports Medicine and Physical Education International Congress on Sport Science (Ed.). Brisbane, Australia; 2000. [[Volver al texto](#)]
30. PLATANOU T. On-water and dryland vertical jump in water polo players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005; 45(1):26-31. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
31. PLATANOU T, GELADAS N. The influence of game duration and playing position on intensity of exercise during match-play in elite water polo players. *Journal of Sports Science.* 2006; 24(11):1173-1181. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
32. ROSS WD, MARFELL-JONES RJ. Cinantropometria. In DUNCAN J, MACDOUGALL H, WENGER A, GREEN HJ (Eds.). *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona: Paidotribo; 1995. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
33. SANDS WA, SMITH LS, KIVI DM, MCNEAL JR, DORMAN JC, STONE MH, et al. Anthropometric and physical abilities profiles: US National Skeleton Team. *Sports Biomech.* 2005; 4(2):197-214. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
34. SMITH HK. Applied physiology of water polo. *Sports Med.* 1998;26(5):317-334. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]

35. STIRN I, STROJNIK V. Throwing with different kinetic chains. In VILAS-BOAS JP, ALVES F, MARQUES A (Eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming X*. Portuguese Journal of Sport Sciences (pp. 98-100). Porto; 2006. [[Volver al texto](#)]
36. TSEKOURAS YE, KAVOURAS SA, CAMPAGNA A, KOTSIS YP, SYNTOSI SS, PAPAZOGLU K, et al. The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *Eur J Appl Physiol.* 2005; 95(1):35-41. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
37. VAN DEN TILLAAR R. Effect of different training programs on the velocity of overarm throwing: a brief review. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(2):388-396. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
38. VAN DER WENDE K. The effects of game-specific task constraints on the outcome of the water polo shot. New Zeland: Auckland University of Technology; 2005. [[Resumen](#)] [[Texto completo](#)] [[Volver al texto](#)]
39. WHITING WC, PUFFER JC, FINERMAN GA, GREGOR RJ, MALETIS GB. Three-dimensional cinematographic analysis of water polo throwing in elite performers. *Am J Sports Med.* 1985; 13(2):95-98. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
40. WILMORE J. Body composition in sport and exercise: Directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1983; 15:21-30. [[Resumen](#)] [[Volver al texto](#)]
41. YUHASZ M. *Physical Fitness Manual*. London: Ontario; 1974. [[Volver al texto](#)]

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento por la colaboración prestada a todo el cuerpo técnico y jugadores de la selección nacional española masculina de waterpolo, imprescindible para la realización de este estudio.