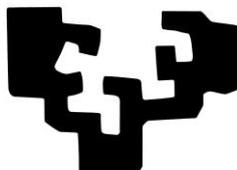


eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko
Unibertsitatea

Facultad de Medicina y Enfermería

Departamento de Fisiología

**Influencia de factores antropométricos, fisiológicos, edad
relativa y entrenamiento en el rendimiento de waterpolo**

Tesis doctoral

Josu Barrenetxea García

Directores

Doctora Susana María Gil Orozko

Doctor Juan José Torres Unda

2020

Dedicatoria,

a nuestro mayor aliado y peor enemigo, a nuestro bien más querido y odiado, a nuestro secreto mejor guardado.

A aquel que se marcha y no vuelve, pero siempre está. Eterno, fugaz.

Todo.

Invencible.

Espacio para reflexionar.

Momentos agradables y desagradables.

Posibilidad de crecer, de soñar, de disfrutar.

Oportunidad de cambio, pero no de rebobinar.

Cómo pasa el tiempo...

*Sin verte, estás. Sin oírte, te escucho. Sin tocarte, te siento. Te echo de menos,
Aita.*

AGRADECIMIENTOS

Momentos. En eso consiste la vida. Momentos desagradables y agradables, pero siempre positivos. Precisamente, son nuestros momentos, nuestras experiencias, los que nos ayudan a crecer como personas, a disfrutar del camino, y a aprender a desaprender. En resumen, podríamos decir que somos nuestros momentos.

Fue en el año 2015 cuando conocí a Jon, tomando un café con nuestro amigo Álex. Lo que comenzó siendo una tertulia de opiniones e ilusiones, se convirtió en el punto de partida de esta Tesis Doctoral y lo más importante, en una gran relación. De profesor - alumno, a amigo - amigo. Aquellas personas que me conocen saben que no creo en las casualidades; sin embargo, en los momentos más imprevistos, las causalidades se presentan en forma de oportunidad, en forma de regalo. En este caso, el primero. El segundo regalo, porque fue más tarde, fue cruzarme en el camino con Susana. No conozco a nadie tan perfeccionista y entregada. Una líder en mayúsculas. Una referente que transmite esa vocación desmesurada en silencio y/o con ruido.

Susana y Jon, Jon y Susana. Mis directores. Gracias por esta oportunidad, por confiar en mí y por creer en este proyecto. Elegimos el camino del balón amarillo, lleno de pendientes y obstáculos. Menudo reto. No obstante, tenéis que sentirnos orgullosos y orgullosa del trabajo que juntos hemos efectuado. Hemos conseguido que el waterpolo, mi deporte, sea un poco más especial si cabe. Nunca lo olvidaré. Como tampoco la ayuda indefinible de mi compañera Izaro. He sido, soy y seré un privilegiado. Gracias.

Agradezco también al Club Leioa Waterpolo, mi segunda familia, por la posibilidad que nos ha brindado de poder llevar a cabo cada una de las investigaciones. Disponibilidad completa, colaboración y apoyo constante. Han pasado ya casi 20 años cuando aquel niño frustrado e inseguro tuvo la oportunidad de descubrir esta modalidad deportiva. Como waterpolista no fui referente ni modelo alguno. Nunca me ha costado admitirlo y me encanta bromear sobre ello. Sin embargo, me sentí protegido y satisfecho, es decir, como en casa. Como entrenador aprendí a desaprender y a reaprender, a valorar los errores y buscar soluciones, a confiar en uno mismo y en mis compañeras y compañeros. Crecer y descubrir, fallar y aprender. Como educador experimenté la magia de las niñas y niños. Admiro la ilusión y ganas que transmiten día a día nuestro

gran tesoro, ellas y ellos. No lo olvidemos: somos ejemplo, somos referentes. Así, aprendí a respetar los tiempos, el proceso y a admirar la diversidad. No tenemos prisa. Gracias.

Asimismo, siempre he escuchado que los amigos son esas personas especiales y únicas que pase lo que pase nunca te abandonan. Son nuestros superhéroes y superheroínas. Totalmente cierto. Fidelidad, respeto, amistad. Os debo mucho más de lo que creéis. Lo mismo ocurre con la familia y su apoyo incondicional. Algunas veces sin preguntar, otras sin responder. Gracias.

Por último, quiero dar las gracias a las cuatro personas más importantes de mi vida, mis cuatro pilares. Esta Tesis Doctoral perfectamente podría estar firmada con vuestros nombres y apellidos. Soy muy afortunado de teneros presentes, de sentirlos cerca.

A Aita, por mostrarme las dos caras de la moneda, y por enseñarme que todos los días sale el sol y nunca debemos de perder la esperanza.

A Ama, por enseñarme a usar la toalla para secarme el sudor en vez de tirarla al suelo, y a valorar realmente lo importante de la vida, la familia.

A Ima, mi hermano pequeño, por mostrarme que la sencillez no significa escasez, más bien, autenticidad e identidad propia; y por escucharme cuando era necesario.

A Janire, mi compañera de viaje, por iluminarme el camino cuando la luz se apaga; por compartir el regalo más bello que jamás nos darán; por el pasado, presente y futuro.

Os quiero, os amo.

*Cuando el miedo al error me impide progresar y sonreír,
cuando el no me nubla la vista,
cuando las etiquetas me marcan el camino,
cuando demasiado se convierte en mi límite,
se apaga la luz y no hay vuelta atrás.*

*Sin embargo,
cuando la esperanza me otorga una nueva oportunidad,
cuando el esfuerzo y la ilusión me ayudan a superar obstáculos,
cuando la motivación forja mis expectativas,
cuando el error me ayuda a crecer,
abro los ojos y comienzo a volar.*

Sueño, luego existo.

Índice

Índice

Listado de abreviaturas	23
1. Introducción	27
1.1. Generalidades de la modalidad deportiva	27
1.2. Factores relacionados con el rendimiento en el waterpolo	29
Factores antropométricos.....	29
Factores fisiológicos.....	30
Fuerza muscular	31
Edad relativa y maduración biológica	33
Lateralidad	36
1.3. Entrenabilidad y rendimiento.....	38
Entrenamiento	38
Adaptaciones neuromusculares del entrenamiento de fuerza	43
El hombro en el waterpolo.....	46
2. Objetivos.....	53
3. Capítulos.....	55
Capítulo 1. Diferencias entre jugadores y jugadoras de waterpolo de élite: antropometría, efecto de la edad relativa y rendimiento	57
Introducción	57
Objetivo	59
Metodología	59
Resultados.....	61
Discusión	67
Conclusiones	71
Capítulo 2. Efecto de la edad relativa y lateralidad en jugadores masculinos y femeninos de waterpolo de clase mundial	73
Introducción	73
Objetivo	75

Metodología	75
Resultados.....	78
Discusión	83
Conclusiones	86
Capítulo 3. El efecto de la edad relativa como variable de rendimiento en el waterpolo de élite	87
Introducción	87
Objetivo	88
Metodología	88
Resultados.....	90
Discusión	95
Conclusiones	98
Capítulo 4. Antropometría y fuerza isocinética en el waterpolo: ¿están los jugadores jóvenes preparados para competir en equipos absolutos?	99
Introducción	99
Objetivo	100
Metodología	100
Resultados.....	104
Discusión	110
Conclusiones	113
Capítulo 5. Dolor de hombro y entrenamiento en jugadores y jugadoras de waterpolo	115
Introducción	115
Objetivo	116
Metodología	116
Resultados.....	127
Discusión	132
Conclusiones	136
4. Discusión general.....	139
Parámetros relacionados con el rendimiento: desde el waterpolo internacional hasta el nacional	139
Diferencias entre sexos.....	139

Antropometría y rendimiento.....	141
Efecto de la edad relativa (RAE)	142
Diferencias antropométricas entre diferentes categorías.....	146
Diferencias en relación a la fuerza isocinética.....	147
Función y dolor del hombro en el waterpolo.....	148
5. Conclusiones.....	153
6. Referencias bibliográficas	157
7. Anexos	
Anexo I. Comité de Ética	
Anexo II. Consentimiento Informado	
Anexo III. Ficha deportista	
Anexo IV. Hoja para recogida de datos: Cuestionario Bienestar	
Anexo V. Hoja para recogida de datos: Percepción del entrenamiento	

Índice de tablas

Tabla 1. Valores antropométricos y de rendimiento (media \pm desviación estándar) según la clasificación final en selecciones masculinas y femeninas.

Tabla 2. Análisis de regresión múltiple paso a paso de la clasificación final como variable dependiente para hombres y mujeres.

Tabla 3. Número y porcentajes de jugadores nacidos en los diferentes trimestres de nacimiento (Q) y semestres (S). Se muestran los odds ratios (OR) y los intervalos de confianza (IC).

Tabla 4. Número y porcentajes de jugadoras nacidos en los diferentes trimestres de nacimiento (Q) y semestres (S). Se muestran los odds ratios (OR) y los intervalos de confianza (IC).

Tabla 5. Lateralidad y posición de los jugadores masculinos y femeninos en el waterpolo que participan en los campeonatos 2013 y 2015, se muestran los números (n) y porcentajes (%).

Tabla 6. Medias y desviaciones estándar de los parámetros antropométricos, fecha de nacimiento y rendimiento en relación a la dominancia manual del jugador.

Tabla 7. Número y porcentaje de jugadores nacidos en los diferentes trimestres (Q) y semestres (S).

Tabla 8. Número y porcentaje de jugadoras nacidas en los diferentes trimestres (Q) y semestres (S).

Tabla 9. Comparación entre jugadores nacidos en el primer (S1) y segundo semestre (S2).

Tabla 10. Características antropométricas (media \pm desviación estándar) según la categoría en jugadores masculinos y femeninos.

Tabla 11. Composición corporal (media \pm desviación estándar) según la categoría en jugadores masculinos y femeninos.

Tabla 12. Fuerza isocinética y de agarre manual según la categoría en jugadores masculinos y femeninos.

Tabla 13. Programa de entrenamiento para hombres (A) y mujeres (B).

Tabla 14. Características antropométricas (media \pm desviación estándar) según el entrenamiento en jugadores masculinos y femeninos.

Tabla 15. Valores de fuerza isocinética del torque máximo (media \pm desviación estándar) según el entrenamiento en jugadores masculinos y femeninos.

Tabla 16. Fuerza de agarre de la mano, sprint de natación, velocidad de lanzamiento, salto y prueba de press de banca (media \pm desviación estándar) según el entrenamiento en jugadores masculinos y femeninos.

Tabla 17. Correlaciones de Pearson entre el cuestionario de bienestar, RPE de la sesión y la prueba EVA, y la fuerza isocinética del torque máximo según el entrenamiento en jugadores masculinos y femeninos.

Índice de figuras

Figura 1. Campo de juego. Extraído de MTA I Waterpolo (2018).

Figura 2. Posiciones en el campo de juego.

Figura 3. Mejora tras entrenamiento de fuerza en curva fuerza-tiempo (A) y curva fuerza-velocidad (B).

Figura 4. Descripción gráfica del sarcómero.

Figura 5. Dispersión gráfica de los lanzamientos y goles por minuto para los hombres (A) y mujeres (B) según su clasificación final.

Figura 6. Distribución de las fechas de nacimiento de la población general y de los participantes (grupo total y según la clasificación final) en el Campeonato de Europa de waterpolo 2016 para hombres (A) y mujeres (B).

Figura 7. Evolución del RAE en los Campeonatos del Mundo de waterpolo durante los años 2007-2017 en función de la clasificación final en los hombres.

Figura 8. Evolución del RAE en los Campeonatos del Mundo de waterpolo durante los años 2007-2017 en función de la clasificación final en las mujeres.

Figura 10. Semestre de nacimiento según la categoría en jugadores masculinos y femeninos.

Figura 11. Cuestionario de Bienestar.

Figura 12. Evolución de los resultados del cuestionario de bienestar, RPE de la sesión y la prueba EVA acorde a los entrenamientos en los hombres.

Figura 13. Evolución de los resultados del cuestionario de bienestar, RPE de la sesión y la prueba EVA acorde a los entrenamientos en las mujeres.

Índice de imágenes

Imagen 1. Medición de peso y altura.

Imagen 2. Posicionamiento del deportista para evaluación mediante el equipo isocinético.

Imagen 3. Evaluación de la fuerza de rotadores de hombro mediante el equipo isocinético.

Imagen 4. Calentamiento y desarrollo de la prueba de lanzamiento.

Imagen 5. Calentamiento y desarrollo de la prueba de lanzamiento.

Imagen 6. Escala de esfuerzo percibido de la sesión.

Imagen 7. Escala analógica visual.

Listado de abreviaturas

Listado de abreviaturas

1RM = Una repetición máxima

ADP = Adenosín difosfato

ATP = Adenosín trifosfato

APHV = Edad a la que produce el pico de velocidad de crecimiento (*del inglés Age at Peak Height Velocity*)

AU = Unidades arbitrarias (*del inglés Arbitrary Units*)

BM = Balón medicinal

BW = Peso corporal (*del inglés Body Weight*)

CA = Edad cronológica (*del inglés Chronological age*)

CEA = Ciclo estiramiento-acortamiento

CEISH = Comité de Ética para las Investigaciones relacionadas con Seres Humanos

CMJ = Salto vertical con contramovimiento (*del inglés Counter Movement Jump*)

DRIG = Déficit de rotación interna glenohumeral

EVA = Escala Visual Analógica

FINA = Federación Internacional de Natación Amateur

FM = Fuerza máxima

IC = Intervalo de confianza

IMC = Índice de masa corporal

ISAK = Sociedad internacional para el avance de la kinantropometría (*del inglés International Society Advancement Kinanthropometry*)

MTA = Manual técnico de aprendizaje

FE = Fuerza explosiva

Pi = Fosfato inorgánico

PM = Potencia media

PS = Pelota suiza

Q = Cuartil (*del inglés Quartile*)

RAE = Efecto de la edad relativa (*del inglés Relative Age Effect*)

RE = Rotación externa

RI = Rotación interna

OR = Odds ratio

RPE = Esfuerzo percibido (*del inglés Rating of Perceived Exertion*)

RPE de la sesión = Esfuerzo percibido de la sesión (*del inglés Session Rating of Perceived Exertion*)

RPI = Índice ponderal recíproco (*del inglés Reciprocal Ponderal Index*)

S = Semestre

TM = Torque máximo

VO₂ máx. = Consumo máximo de oxígeno

W = Cuestionario de bienestar (*del inglés Wellness*)

YAPHV = Años transcurridos desde la edad del pico de velocidad de crecimiento (*del inglés Years from Age at Peak Height Velocity*)

1. Introducción

1. Introducción

1.1. Generalidades de la modalidad deportiva

El waterpolo es un deporte colectivo que se practica en el medio acuático, siendo el único deporte de contacto dentro de este entorno por los numerosos agarres, empujes, y a veces, puñetazos ilegales durante los partidos (Colville y Markman, 1999). La combinación de natación, con lanzamientos y los mencionados elementos de lucha, convierten esta actividad en un deporte de gran exigencia física y psíquica (Lozovina y Pavicic, 2004; Smith, 1998). Esta disciplina deportiva nació en Inglaterra entre los años 1869 y 1870 como entretenimiento para el público durante las largas competiciones de natación (Lloret, 1998). Desde entonces, la práctica y el reglamento ha ido evolucionando. Por ejemplo, inicialmente y a imitación del polo tradicional, el juego consistía en que dos equipos sobre barriles de madera utilizaban remos para desplazarse y una pelota para conseguir los goles. Además, hasta que se construyeron las primeras piscinas a finales del s. XIX, las competiciones se realizaban en balsas y ríos. En el año 1930 el waterpolo pasó a formar parte de la Federación Internacional de Natación Amateur (FINA). Las dimensiones actuales del campo de juego son 30 x 20 m. En este espacio juegan 7 jugadores de cada equipo durante 4 períodos de 8 minutos de duración cada uno, y con un máximo de 30 segundos de posesión (Figura 1).

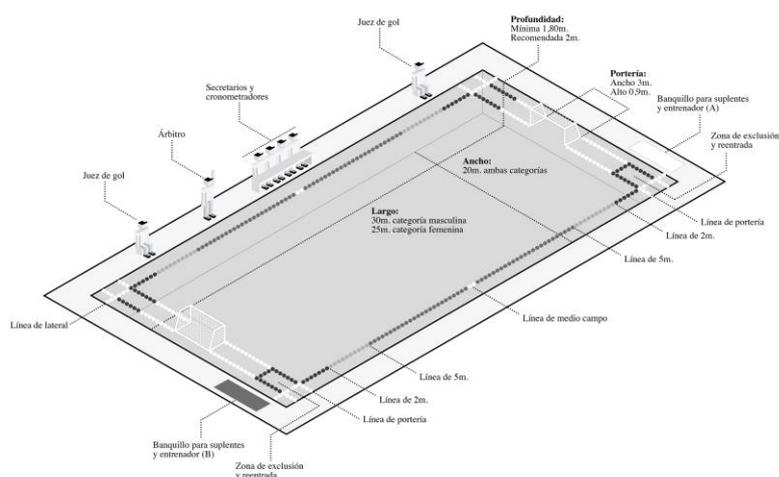


Figura 1. Campo de juego. Extraído de MTA I Waterpolo (2018).

En cada equipo, los jugadores ocupan una posición de juego concreta (Figura 2), la cual suele ser asignada teniendo en cuenta sus características antropométricas y capacidades funcionales de la siguiente manera (Aparicio, 2011):

- Portero: jugador con gran envergadura, facilidad para el desplazamiento y salto vertical, intuitivo y buenos reflejos.
- Boya: jugador de gran potencia, movilidad y agilidad para poder desenvolverse en la zona de mayor contacto físico. Se sitúa cerca de la portería contraria, entre los dos y tres metros, y generalmente juega de espaldas a ella.
- Extremos 1 y 5: jugador de gran movilidad, resolución rápida y efectiva del lanzamiento y pase. Se coloca en el extremo derecho e izquierdo del ataque en línea con el boya.
- Exteriores 2 y 4: jugador de mayor capacidad de movimiento, veloz y ágil, y eficaz en el lanzamiento. Se sitúa en ataque entre el extremo y el central, y a la misma distancia del boya.
- Defensor de boya o central: jugador de gran dominio del juego exterior y buena eficacia en el tiro de larga distancia. Además, en situación defensiva, normalmente defiende al boya contrario, por lo que debe ser fuerte. Es el jugador de campo más alejado de la portería contraria.

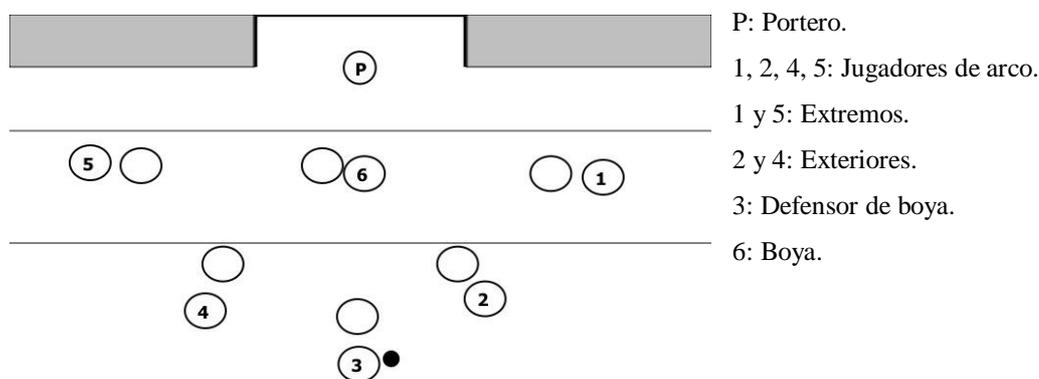


Figura 2. Posiciones en el campo de juego.

Las características individuales de cada jugador así como las grupales del conjunto de miembros de un equipo de waterpolo, condicionan aspectos tácticos como la colaboración entre los miembros de un mismo equipo y la oposición frente al equipo rival.

1.2. Factores relacionados con el rendimiento en el waterpolo

Factores antropométricos

La antropometría es uno de los principales condicionantes del rendimiento en el waterpolo. Se ha demostrado una relación entre ciertas características morfológicas y el rendimiento en jugadores de élite. Así, los jugadores de élite tienen más masa, mayor IMC (Índice de Masa Corporal) y mayor porcentaje muscular que los de no élite (Vila, Ferragut, Abraldes, Rodriguez y Argudo, 2010). Igualmente, los jugadores (Idrizović, Uljević, Ban, Spasić y Rausavljević, 2013) y las jugadoras (Tan, Polglaze, Dawson y Cox, 2009) en los equipos nacionales son más altas y pesadas en comparación con las waterpolistas de las ligas regionales, tal como ocurre en jugadores de rugby (Smart, Hopkins y Gill, 2013) y en las jugadoras de balonmano (Moss, McWhannell, Michalsik y Twist, 2015). Se ha demostrado que los jugadores senior tienen una mayor masa total, mayor porcentaje muscular y mayores perímetros corporales en comparación con los jugadores junior (Suárez, Fiol, Suárez, Iturriaga y Valeiras, 2011; Vila y cols., 2010). Además, ciertas variables antropométricas como las relacionadas la masa muscular, las longitudes de extremidades y el perímetro del brazo, parecen tener una relación directa con la producción de fuerza en el waterpolo (Vila y cols., 2010) y por tanto con un mayor rendimiento (Ferragut, Abraldes, Manchado y Vila, 2015; Kubo y cols., 2004).

Normalmente, los jugadores que ocupan el puesto de boya se caracterizan por una mayor altura y más masa corporal en comparación con el resto de posiciones (Kondrič, Uljević, Gabrilo, Kontić y Sekulić, 2012), al igual que los pívots en el baloncesto (Ziv y Lidor, 2009), los pivotes en el balonmano (Chaouachi y cols., 2009; Srhoj, Marinovic y Rogulj, 2002), y la primera fila de jugadores de ataque en el rugby (Gabbett, 2006) y fútbol australiano (Pyne, Gardner, Sheehan y Hopkins, 2006). Los defensores de boya o cierres poseen mayor masa total, masa muscular, IMC, longitud del pie y longitud de la pierna en comparación con los jugadores de arco; y las posiciones exteriores no requieren una estatura muy elevada ni un gran peso corporal (Lozovina, Durovic y Katic, 2009). Sin embargo, no se encuentran diferencias en valores de envergadura entre los diferentes roles (Ferragut y cols., 2011; Kondric y cols., 2012). En waterpolistas femeninas, las jugadoras de arco tienen menor masa corporal en comparación con las cierres y boyas (Tan y cols., 2009).

Factores fisiológicos

Es característico del waterpolo que durante el juego se combinen acciones a gran velocidad, con sprints, arrancadas, cambios de dirección y lanzamientos. Es decir, predominan los desplazamientos y movimientos de alta intensidad. Por otra parte, también existen acciones de larga duración y de intensidad entre moderada y alta que se acumulan de manera secuencial. Con todo ello, tanto la capacidad metabolismo anaeróbico como la potencia aeróbica juegan un papel clave. De esta manera, los jugadores de waterpolo requieren del uso simultáneo de las vías energéticas aeróbicas y anaeróbicas. Se ha demostrado que el sistema aeróbico proporciona aproximadamente el 50-60% de las necesidades energéticas durante la competición, el sistema anaeróbico aláctico un 30-35% y el sistema anaeróbico láctico un 10-15% (Avlonitou, 1991; Dlin y cols., 1984; Goodwin y Cumming, 1966; Hohmann y Frase, 1992; Pinnington, Dawson y Blanksby, 1988; Platanou, 2009). Existe una alta demanda en el sistema aeróbico para la reposición de la fosfocreatina, el aclaramiento de lactato del músculo y la eliminación del fosfato inorgánico intracelular acumulado (Glaister, 2005). Sin embargo, el predominio de una u otra vía metabólica puede variar en función de la posición de juego o del nivel de rendimiento. Por ejemplo, en el caso del portero, dada a la especificidad de su puesto, la demanda aeróbica es menos intensa aumentando el requerimiento energético anaeróbico (Platanou, 2009; Torras y cols., 1995). Asimismo, se han descrito diferencias en el potencial aeróbico y anaeróbico entre los jugadores de waterpolo de nivel internacional y nacional (Botonis, Toubekis y Platanou, 2018).

El consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) es un indicador de la capacidad y potencia aeróbica. Un valor elevado permite un mayor trabajo aeróbico, además de una mejor recuperación después de los esfuerzos, ayudando a afrontar mayores cargas de trabajo. En este sentido, los deportistas que practican actividades de resistencia son capaces de realizar ejercicio durante más tiempo a la misma intensidad con una menor producción y acumulación de lactato (Withers, Sherman, Miller y Costill, 1981). Por ejemplo, los maratonianos keniatas son desde hace años los dominadores de una de las pruebas atléticas más exigentes en términos de resistencia, y se les atribuye un VO_2 máx. medio de 69.1 ± 6 ml/kg/min (Tam y cols., 2012). En el caso de los waterpolistas, se han descrito valores de VO_2 máx. entre 57.9 ± 7 ml/kg/min y 63 ml/kg/min (Platanou, 2009; Tsekouras y cols., 2005). Por otra parte, se ha demostrado que los jugadores de

waterpolo alcanzan un promedio del 80% VO₂ máx. durante los partidos (Pinnington y cols., 1988; Platanou y Geladas, 2006), valor ligeramente superior al descrito en otros deportes de equipo como el fútbol y el baloncesto (McMillan y cols., 2005; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi y Impellizzeri, 2007).

En lo referente al umbral anaeróbico de los jugadores de waterpolo, hay una amplia variabilidad. Un argumento para explicar la mencionada variabilidad podría ser la heterogeneidad en los protocolos utilizados en las diferentes investigaciones. Por ejemplo, se han publicado resultados de 3.5 mmol/L después de una sola sesión de natación (Tsekouras y cols., 2005), 4.03 mmol/L a lo largo de partidos amistosos (Platanou y Geladas, 2006), y 7.7 mmol/L durante un torneo internacional FINA (Melchiorri, Castagna, Sorge y Bonifazi, 2010). Este último dato es comparable con los trabajos realizados en otros deportes de características similares. Por ejemplo, en el balonmano se ha observado una concentración media de 7-9 mmol/L (Loftin, Anderson, Lytton, Pittman y Warren, 1996); en el baloncesto se ha registrado el umbral anaeróbico en 6.8 mmol/L (McInnes, Carlson, Jones y McKenna, 1995), y en el fútbol entre 3 y 9 mmol/L (Bangsbo, Mohr y Krstrup, 2006). Además, en relación a la concentración máxima de ácido láctico en sangre en los jugadores de waterpolo, se han descrito valores medios relativamente altos entre 9.9-16 mmol/L, a diferencia de los valores inferiores de 6.8-8.9 mmol/L observados en las jugadoras (Platanou, 2009).

En resumen, parece que las exigencias fisiológicas en el waterpolo están condicionadas por múltiples variables, como son la proporción de las diferentes acciones técnico-tácticas en cada partido, las estrategias de cada entrenador, el puesto específico del jugador o jugadora, del sexo y del nivel de rendimiento y competitividad.

Fuerza muscular

La fuerza muscular se define como la capacidad de la musculatura para producir la aceleración o deformación de un cuerpo, mantenerlo inmóvil o frenar su desplazamiento (González-Badillo y Gorostiaga, 2002). Aunque tradicionalmente se suele estudiar dentro de las características fisiológicas, algunos autores consideran la fuerza como una variable singular entre lo que se conoce como las variables condicionales. Es decir, la

fuerza es la base sobre la que se asientan la resistencia, velocidad, flexibilidad y capacidades coordinativas básicas (Cometti, 1998 y 1999; Seirul-lo, 1993).

En el estudio de la práctica deportiva, la fuerza se manifiesta de las siguientes formas: fuerza máxima, fuerza rápida y resistencia de fuerza (Letzelter y Letzelter, 1986). La primera de ellas es la capacidad del sistema neuromuscular de alcanzar la máxima fuerza posible, es la fuerza que se aplica. La segunda, es la capacidad del sistema neuromuscular de alcanzar la fuerza que se desea en el menor tiempo posible con velocidad máxima, es la potencia; y la tercera, es la capacidad del organismo de mantener la fuerza el máximo de tiempo posible o repetirla muchas veces.

Dependiendo del tipo de acción muscular varía el comportamiento de contracción o estiramiento de los elementos participantes (Weineck, 2005); por este motivo se han definido diferentes tipos de contracción muscular: contracción concéntrica, en la que la fuerza externa actúa de manera contraria al sentido del movimiento y es superada por medio de un acortamiento de las fibras musculares; contracción excéntrica, en la que la fuerza externa actúa en el mismo sentido que el movimiento y cede ante la resistencia externa mediante un alargamiento de las fibras musculares; y contracción isométrica, en la que no se observa movimiento alguno al ser la fuerza muscular equivalente a la resistencia externa y mantener el ángulo en el que se produce la tensión muscular. Sin embargo, la acción del músculo es de acortamiento de fibras y de estiramiento del tejido conectivo, como el tendón. A su vez, existe una acción múltiple denominada ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA), en la que las tres contracciones se producen de manera continua siguiendo el orden: excéntrica-isométrica-concéntrica, con el tiempo muy corto de transición entre la fase excéntrica y concéntrica (González-Badillo, 2000; González-Badillo y Ribas, 2002; Knutgen y Kraemer, 1987).

Idrizović, Milošević y Pavlović (2013) indicaron que una mayor fuerza muscular de los jugadores de waterpolo se correlaciona con una mayor aceleración, lo que implica una mayor velocidad de lanzamiento. Por lo tanto, niveles altos de fuerza muscular determinan una mejora en el rendimiento del waterpolista.

Edad relativa y maduración biológica

Se ha demostrado que entre los factores que condicionan el rendimiento del deportista joven, están tanto la fecha de nacimiento como la maduración biológica. En el ámbito educativo y en el deportivo los niños y jóvenes se suelen agrupar en función de su edad cronológica. El objetivo de esto es asegurar un proceso formativo estandarizado, y fomentar y garantizar la igualdad de oportunidades en la participación. Para ello se establece una fecha (denominada habitualmente *fecha de corte*) a partir de la cual se agrupan a los deportistas y escolares. En la mayoría de los países, como en España, la fecha de corte es el 1 de enero; sin embargo, existen países con diferentes fechas, tales como el Reino Unido, en el que se utiliza el 1 de septiembre; o en Japón, el 1 de abril. Para el estudio de la distribución de la fecha de nacimiento el año se suele dividir en semestres y/o cuartiles, de acuerdo con la fecha de corte. Por ejemplo, en España, al ser el 1 de enero la fecha de corte se diferencian el semestre (S) 1 (desde el 1 de Enero al 30 de Junio) y el S2 (1 de Julio a 31 de diciembre); y los cuartiles (Q) 1 (1 de Enero al 31 de Marzo), Q2 (1 de Abril a 30 de Junio), Q3 (1 de Julio a 30 de Septiembre) y Q4 (1 de Octubre al 31 de Diciembre).

La diferencia de edad cronológica entre los individuos agrupados en la misma categoría se denomina *edad relativa* (Delorme, Chalabaev y Raspaud, 2011; Till y cols., 2010). Curiosamente, se ha observado en diferentes deportes un predominio de los participantes nacidos en los primeros meses después de la de la fecha de corte (enero, febrero y marzo), fenómeno conocido como *efecto de la edad relativa* (RAE, del inglés Relative Age Effect) (Andronikos, Elumaro, Westbury y Martindale, 2016; Delorme, Boiché y Raspaud, 2010; Till y cols., 2010).

Los primeros estudios sobre el RAE se realizaron en el entorno educativo. Se demostró que los escolares nacidos en los momentos inmediatamente posteriores a la fecha de corte, aquellos individuos que eran relativamente mayores, tenían mejores resultados académicos en comparación con sus pares nacidos en los meses posteriores (Davis, Trimble y Vincent, 1980). En el mundo del deporte también se ha observado que los jóvenes relativamente mayores tienen ventaja en relación a los relativamente menores (Baker, Schorer y Cogley, 2010). Por este motivo, se ha descrito un predominio de jugadores nacidos en el primer semestre del año en las plantillas deportivas (Helsen y

cols., 2012) y en deportes concretos, tales como el fútbol (Carling, Le Gall, Reilly y Williams, 2009; Gil, Ruiz, Irazusta, Gil e Irazusta, 2007; Gil y cols., 2014a; González-Víllora, Pastor-Vicedo y Cordente, 2015; Gravina y cols., 2008), baloncesto (Torres-Unda y cols., 2013; Torres-Unda y cols., 2016; Werneck y cols., 2016), balonmano (Delorme y cols., 2010; Schorer, Cogley, Büsch, Bräutigam y Baker, 2009), voleibol (Delorme y cols., 2010), rugby (Abernethy y Farrow, 2005; Kearney, 2017; Till y cols., 2010), esquí (Müller, Müller, Kornexl y Raschner, 2015), tenis (Edgar y O'Donoghue, 2005; Loffing, Schorer y Cogley, 2010), hockey hielo (Barnsley y Thompson, 1988; Weir, Smith, Paterson y Horton, 2010), judo (Albuquerque y cols., 2015), beisbol (Grondin y Koren, 2000), y natación (Baxter-Jones, Helms, Maffulli, Baines-Preece y Preece, 1995; Cogley y cols., 2019). No obstante, en el waterpolo este fenómeno no ha sido aún investigado.

En el deporte femenino, Cogley, Baker, Wattie y McKenna (2009) señalaron que el número de investigaciones sobre el RAE eran escasos, suponiendo menos del 2% de los artículos publicados, y observaron, al igual que Smith, Weir, Till, Romann y Cogley (2018), la existencia de RAE también en el deporte femenino, pero con un efecto notablemente menor en comparación con el deporte masculino. Además, existen estudios con una gran diferencia en los resultados, mientras se ha demostrado una sobrerrepresentación de jugadoras juveniles de élite de balonmano nacidas en el primer cuartil y semestre (Saavedra y Saavedra, 2020); en el rugby femenino se ha observado la ausencia del RAE (Till y cols., 2010).

La razón de este predominio parece ser que los niños y adolescentes relativamente mayores son más altos y pesados, y muestran un mejor rendimiento (Gil y cols., 2014a). Estos deportistas son cronológicamente más mayores y tienen más oportunidades de ser seleccionados por los mejores equipos (Carling y cols., 2009; Fonseca, Figueiredo, Gantois, de Lima-Junior y Fortes, 2019; Gil y cols., 2014b; Jones, Visek, Barron, Hyman y Chandran, 2019; Torres-Unda y cols., 2013; Wilson, 1999) y selecciones nacionales (Gravina y cols., 2008; Till y cols., 2010). Los jugadores seleccionados disfrutan de un mayor y mejor número de experiencias y oportunidades que les ayudan en su crecimiento y desarrollo como deportistas, a la vez que tienen un reconocimiento que actúa como refuerzo positivo para seguir entrenando. También se observan tasas más altas de abandono entre aquellos deportistas nacidos a finales en comparación con

los jugadores nacidos a principios de año, lo que puede deberse a la menor maduración que de manera transitoria pero decisiva provoca una desventaja competitiva para los jóvenes menos maduros (Delorme y cols., 2010). Además, dado que en ciertas categorías los jóvenes nacidos en dos años consecutivo son agrupados, nos encontramos a jugadores de la misma categoría en un rango aún mayor en cuanto a su estadio madurativo (Ziv y Lidor, 2009), agudizando el efecto de la edad relativa y los problemas que conlleva (Delorme y cols., 2011; Gil y cols., 2014a). Aunque la presencia del RAE es evidente en los deportistas más jóvenes se ha observado que está también presente en jugadores adultos de alto nivel en hockey hielo (Barnsley y Thompson, 1988), béisbol (Grondin y Koren, 2000), fútbol (Lesma, Pérez-González y Salinero, 2011) y rugby (Till y cols., 2010).

Además de la fecha de nacimiento y la edad cronológica (CA, del inglés *chronological age*), definida como la edad determinada por la diferencia entre un día indicado y el día de nacimiento (Gallahue, 1989), la maduración biológica es otro parámetro fundamental asociado al rendimiento del joven deportista. De hecho, se ha demostrado una estrecha relación entre la maduración y la capacidad funcional en los varones de 13 a 14 años de edad (Malina, Eisenman, Cumming, Ribeiro y Aroso, 2004), produciéndose en este periodo aumentos notorios y súbitos en la estatura, peso y porcentaje muscular junto con una mejora rápida en el rendimiento físico a consecuencia de los cambios hormonales y de maduración (Gil, Ruiz, Irazusta, Gil e Irazusta, 2007; Tanner, 1962). En este periodo, el adolescente mejora la velocidad de carrera, la resistencia, la agilidad y la fuerza (Silva y cols., 2010). Sin embargo, existen importantes diferencias interpersonales debido a que los procesos de maduración no ocurren en todas las personas en la misma edad cronológica (Borsboom, Van Pelt y Quarryer, 1996).

La valoración de la maduración biológica proporciona información relevante para la determinación del ritmo y del tiempo de maduración individual (Gómez-Campos y cols., 2013). En este sentido, la edad a la que se produce el pico de velocidad de crecimiento (APHV, del inglés *age at peak height velocity*) es uno de los indicadores más utilizados para determinar la maduración en la adolescencia (Malina y Bouchard, 1991; Mirwald, Baxter-Jones, Bailey y Beunen, 2002). También se ha utilizado el cálculo de los años transcurridos desde la edad del pico de velocidad de crecimiento (YAPHV, del inglés *years from age at peak height velocity*) como indicador del estado

de madurez de los niños entre los 12 y 16 años (Mirwald y cols. 2002). En esta línea, Torres-Unda y cols. (2016) analizaron la relación entre fecha de nacimiento, estadio madurativo y rendimiento en un campeonato de baloncesto en el que jugaron los mejores equipos nacionales de la categoría infantil, evidenciando que existe una sobrerrepresentación de jugadores nacidos a principios de año, especialmente en los equipos que alcanzaron la final y la semifinal en comparación con el resto. Además demostraron que los jugadores más maduros anotaban más puntos y que el YAPHV es el mejor predictor del rendimiento en jugadores de baloncesto jóvenes. Otros autores también han demostrado que el estudio de la APHV es de máximo interés para predecir el rendimiento en el deporte femenino, como por ejemplo, en la esgrima (Norjali, Mostaert, Pion y Lenoir, 2018) o en el tenis (Kramer, Huijgen, Elferink-Gemser y Visscher, 2017).

Lateralidad

Según la Real Academia Española, la lateralidad es “la preferencia espontánea en el uso de los órganos situados al lado derecho o izquierdo del cuerpo, como los brazos, las piernas, etc”.

La lateralidad puede ser un condicionante importante del rendimiento del deportista. Además, en ciertos deportes y en determinadas posiciones de juego, ser zurdo o diestro pueden suponer una ventaja decisiva durante la competición (Grouios, 2004; Hageman, 2009; Loffing, Hagemann y Strauss, 2010). En este sentido cabe destacar que a pesar de que los zurdos constituyan un 10% de la población mundial, en los deportes de oposición existe una mayor representación de deportistas zurdos que en los deportes individuales sin oposición, debido a que en este tipo de juegos, la singularidad que supone tener un mayor rendimiento con el hemicuerpo izquierdo confiere una ventaja técnico-táctica relacionada con el éxito deportivo (Brooks, Bussiere, Jennions y Hunt, 2004; Goldstein y Young, 1996; Hageman, 2009; Loffing y cols., 2010a; Wood y Aggleton, 1989). Precisamente, se observa una frecuencia desproporcionada de jugadores zurdos en deportes interactivos de competición directa (Grouios, 2004; Hageman, 2009; Loffing y cols., 2010a; Wood y Aggleton, 1989), como el tenis (Holtzen, 2000), béisbol (Goldstein y Young, 1996), fútbol (Verbeek, Elferink-Gemser,

Jonker, Huijgen y Visscher, 2017), y críquet (Brooks y cols., 2004), pero no en deportes no interactivos como la gimnasia o los dardos (Grouios, 2004).

En este sentido, Holtzen (2000) observó que el número 1 del ranking ATP había estado ocupado por un jugador zurdo el 33% de la temporada en las últimas 3 décadas y el 38% entre las mujeres. Además, un 22% y un 19% respectivamente habían sido finalistas en torneos de Grand Slam. También se ha registrado en los equipos juveniles nacionales de fútbol en Holanda que el 31% de los jugadores son zurdos (Verbeek y cols., 2017), al igual que el 50% de los bateadores de críquet que jugaron en la Copa del Mundo del año 2003 (Brooks y cols., 2004), porcentajes significativamente superiores a los de la población general. Sin embargo, en el waterpolo no se ha estudiado este parámetro.

Por un lado, este predominio en el éxito deportivo se puede explicar por medio de la hipótesis de la superioridad innata o superioridad táctica (Grouios, 2004; Wood y Aggleton, 1989). Las acciones de los jugadores zurdos son más difíciles de anticipar por el factor sorpresa que las de los jugadores diestros en tenis (Hagemann, 2009), boxeo (Gursoy, 2009; Wood y Aggleton, 1989) o fútbol (McMorris y Colenso, 1996). Esta dependiente de la frecuencia negativa, dificulta la capacidad de predecir correctamente el resultado final porque los oponentes están menos acostumbrados a competir contra deportistas zurdos (Loffing y cols., 2010a). Por otro lado, este fenómeno también se puede determinar por la “teoría neurológica”, la cual afirma que la distancia anatómica por la cual debe recorrer el impulso eléctrico al utilizar la mano izquierda y el lóbulo derecho del cerebro en actividades que demandan atención o visualización espacial es menor que al utilizar la mano derecha y lóbulo izquierdo. Por esta razón, el tiempo necesario para las reacciones es menor (Geschwind y Galaburda, 1985).

Cabe destacar que la relación entre el RAE y la lateralidad ha sido escasamente estudiada. Tanto es así que sólo hemos encontrado un artículo al respecto, en el que se observó que un RAE inverso, es decir, en comparación con los diestros, los zurdos sufren menos RAE (Loffing y cols., 2010b). Teniendo en cuenta que tanto haber nacido cerca de la fecha de corte como ser zurdo son características que podrían estar ligadas al éxito deportivo en deportes similares al waterpolo, parece interesante estudiar el

predominio de lateralidad entre los y las waterpolistas así como la relación de la misma con el éxito deportivo y con el RAE.

1.3. Entrenabilidad y rendimiento

Entrenamiento

El entrenamiento de alta intensidad es necesario para obtener mejoras en la habilidad y en todas las cualidades físicas relacionadas con la modalidad deportiva practicada (Smith, 2003). Con objeto de optimizar estas mejoras, el deportista debe ser capaz no sólo de entrenar con dureza sino también de recuperarse correctamente tras el entrenamiento (Hynynen, Uusitalo, Kontinen y Rusko, 2005). En el waterpolo, la alta intensidad es una metodología muy extendida (Veliz, Requena, Suarez-Arrones, Newton y de Villarreal, 2014). Sin embargo, también se ha demostrado que el entrenamiento en alta intensidad, puede tener un efecto perjudicial sobre el rendimiento del deportista, especialmente si los periodos de recuperación no son los adecuados (Rowbottom, 2000). Aunque parece un tema crucial intimamente ligado con la planificación y programación del entrenamiento, la evidencia sobre la recuperación óptima en entrenamientos de alta intensidad es todavía limitada, especialmente en deportistas que practican deportes de equipo de alto rendimiento (Foster y cols., 2001). De este modo, puede haber una acumulación de fatiga o recuperación incompleta que influya en el rendimiento posterior, especialmente durante el período de competición.

El entrenamiento con ejercicios de alta intensidad es particularmente difícil de cuantificar (Foster y cols., 2001). Además, la mayoría de los sistemas de monitorización del entrenamiento se han centrado en la carga externa, pero no debemos olvidarnos del estrés fisiológico y psicológico impuesto al deportista, es decir, la carga interna (Halson, 2014). Precisamente, la monitorización sistemática de la carga de entrenamiento ayuda a los profesionales del deporte a controlar el proceso de entrenamiento y, así, mejorar el rendimiento (Alexiou y Coutts, 2008). En este sentido, varios autores concluyeron que la escala de esfuerzo percibido de la sesión (del inglés RPE-session, *Rate of Perceived Exertion per session*) es una herramienta ideal por su fiabilidad y practicidad para cuantificar el entrenamiento físico de manera subjetiva y permitir la evaluación cuantitativa de la carga interna en los deportes de equipo (Alexiou y Coutts, 2008;

Foster y cols., 2001; Halson, 2014; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi y Marcora, 2004; McGuigan y Foster, 2004), pudiendo aplicarse además tanto para ejercicios aeróbicos como para ejercicios anaeróbicos (Foster y cols., 2001). Sin embargo, la correcta administración de las escalas para la autovaloración de la carga interna requieren de un periodo de aprendizaje y cierta experiencia por parte del deportista (Lambert y Borresen, 2010). Por este motivo, se han desarrollado también otros test tales como el "test de bienestar" basado en las recomendaciones de Hooper y Mackinnon (1995), utilizado para cuantificar la fatiga a través de la autopercepción de bienestar del deportista, resultando fiable, sencillo y rápido. Algunos autores que han utilizado esta herramienta destacan que en deportes de gran carga física durante la competición, tal y como es el rugby, la percepción de la fatiga se reduce 48 horas después de un partido de la liga, recuperando los niveles basales al cabo de 4 días (McLean, Coutts, Kelly, McGuigan y Cormack, 2010). Mediante este tipo de herramientas para monitorizar la carga interna del atleta, se pretende reducir el riesgo de posibles efectos negativos en el entrenamiento como sobrecargas y lesiones (Halson, 2014).

En relación al entrenamiento de fuerza en el waterpolo, se han evidenciado una mejoría significativa en la fuerza de las extremidades superiores tras un programa de fuerza de alta intensidad de 18 semanas de duración (Veliz y cols., 2014). De manera similar, se ha demostrado que efectuando durante la temporada un programa de fuerza para la extremidad inferior (sentadilla completa, splits, y saltos con y sin carga), se mejora la fuerza muscular y la capacidad de salto (Veliz y cols., 2015). Además, también se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza mejora la técnica de nado (Maglischo, 2003) y una mayor fuerza en los brazos en la natación produce una mayor velocidad en las distancias de sprint (Morouço, Keskinen, Vilas-Boas y Fernandes, 2011; Strzala y Tyka, 2009).

El entrenamiento de fuerza provoca una mejora en la potencia anaeróbica y fuerza máxima de la musculatura del deportista (García-Pallares e Izquierdo, 2011). Marcinik (1988) subraya que después de un entrenamiento de fuerza en circuito, recorrido de 10-12 estaciones o ejercicios con tiempos de actividad y descanso definidos, hay una mejora en la eficiencia del reclutamiento de las unidades motoras y una disminución de la concentración del ácido láctico, logrando soportar mejor la fatiga acumulada.

Asimismo, el entrenamiento de la fuerza provoca un aumento de las reservas energéticas de glucógeno y fosfocreatina (Jakowlew, 1975; Saltin, 1973). De hecho, en función del entrenamiento, las reservas de fosfocreatina se pueden incrementar entre un 20% y un 75% (Hettinger y Hollmann, 1980). Estas mejoras se observan en los niveles de desarrollo de la fuerza, en el reclutamiento de las unidades motoras, en los CEAs, y en la actividad de las enzimas anaeróbicas (Folland y Williams, 2007; Gabriel, Kamen y Frost, 2006).

Para el estudio pormenorizado del entrenamiento de la fuerza es de gran importancia analizar la relación con el tiempo necesario para su producción (curva fuerza-tiempo) así como con la velocidad (curva fuerza-velocidad) (González-Badillo y Gorostiaga, 2002). De esta manera, cualquier cambio en las mencionadas variables, podría observarse en ambas curvas (Figura 3). Por un lado, el resultado de la relación entre la fuerza y el tiempo necesario para su producción se denomina fuerza explosiva. Así, un desplazamiento hacia la izquierda y arriba en la curva fuerza-tiempo implica una mejora en el rendimiento. Por otro lado, al producto surgido de la fuerza producida por la velocidad del movimiento en cada momento se denomina potencia. En este caso, un desplazamiento en la curva fuerza-velocidad hacia la derecha y arriba determina un incremento en el rendimiento.

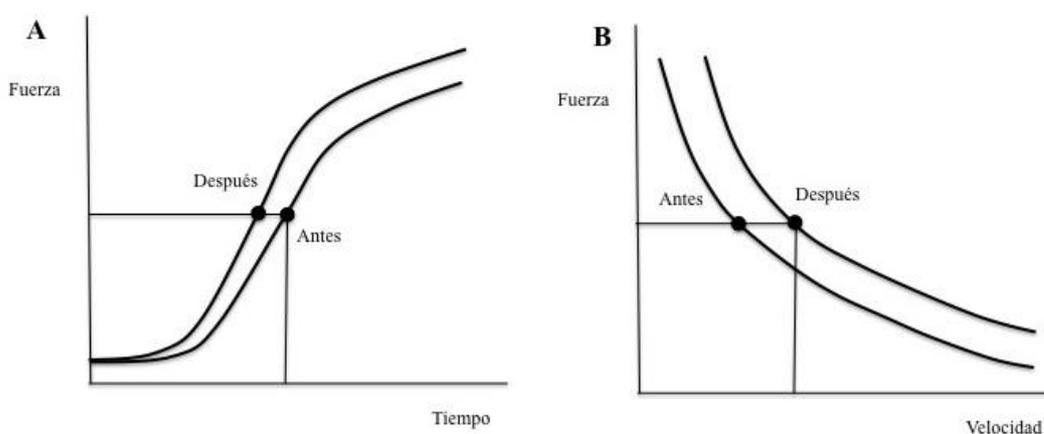


Figura 3. Mejora tras entrenamiento de fuerza en curva fuerza-tiempo (A) y curva fuerza-velocidad (B).

Por una parte, las acciones determinantes del waterpolo son en su mayoría dinámicas y explosivas (lanzamientos, saltos, cambios de dirección y de sentido, arrancadas). Estas

acciones son ocasionalmente complejas, las cuales requieren de una buena coordinación de diferentes cadenas cinéticas durante el movimiento y de las articulaciones. En estos movimientos, el impulso de fuerza se desarrolla en primer término, en forma de trabajo excéntrico, de amortiguación, para convertirse después en trabajo activo, concéntrico. A consecuencia de esto, se crea un notable potencial de tensión muscular, que aumenta la velocidad y, por tanto, la potencia de la siguiente contracción muscular (Komi y Bosco, 1978; Verkhoshansky, 2006). Este incremento será mayor, cuanto más rápido se produzca el paso de trabajo muscular excéntrico al concéntrico, y cuanto menor sea la carga (Harrison, Keane y Coglán, 2004; Henchoz, Malatesta, Gremion y Belli, 2006). Así, el trabajo de la potencia muscular es imprescindible para el éxito deportivo tanto en deportes individuales (Bret, 2002) como en deportes colectivos (Swinton, Lloyd, Keogh, Agouris y Stewart, 2014). En este sentido, se ha observado que la mayoría de los ejercicios a una intensidad relativa media (40%-60% 1RM) producen los niveles más elevados de potencia (Cronin, McNair y Marshall, 2003; McBride, Triplett-McBride, Davie y Newton, 2002).

El entrenamiento balístico es un tipo de método incluido en el entrenamiento de la mejora de la potencia. Como la mayoría de las acciones técnicas del waterpolo, por ejemplo los lanzamientos, son acciones balísticas, es fundamental su implementación tanto en la programación de las sesiones de fuerza como en el desarrollo de las tareas. Estas acciones, como los lanzamientos, se denominan balísticas debido a la pérdida de contacto con la superficie sobre la que ejerce la fuerza al finalizar la fase concéntrica. De hecho, en el waterpolo se ha observado que el uso de balones medicinales de 2 kilogramos como parte del entrenamiento balístico mejora la velocidad de lanzamiento (Zatsiorsky, 1995).

Cabe destacar la importancia en los programas de entrenamiento el principio de sobrecarga progresiva para la mejora del rendimiento del deportista. Este principio se logra aumentando la carga, el volumen, modificando los ejercicios y su orden, y variando los descansos. El entrenamiento balístico con sobrecargas ha mostrado niveles superiores de potencia y activación nerviosa respecto a la ejecución tradicional, de manera analítica y con la musculatura implicada aislada (Cronin y cols., 2003); y mejora la velocidad en tareas motrices específicas como los golpes (Taiana, Grehaigne, y Cometti 1993), chut (Manolopoulos, Papadopoulos y Kellis, 2006),

lanzamientos (Cardoso-Marques y González-Badillo, 2006; Derenne, Ho y Murphy, 2001) y saltos (Newton, Kraemer y Haekkinen, 1999). Este entrenamiento balístico soluciona una de las principales limitaciones de la ejecución tradicional, en la que una parte importante del movimiento se usa para desacelerar la carga de manera similar a la encontrada en el entorno deportivo (McBride y cols., 2002). Por ello, proporciona una mayor transferencia de la fuerza al gesto deportivo, solicitando simultáneamente una mayor frecuencia y reclutamiento selectivo de unidades motoras del músculo (Behm, 1995), especialmente si las velocidades del entrenamiento se acercan a la velocidad del movimiento real de las acciones específicas (Cronin y cols., 2003; Kraemer y Ratamess, 2004; Young, 2006).

Por otra parte, algunos autores han observado que las cargas más elevadas (85-100% 1RM) parecen fundamentales para el desarrollo de la fuerza porque están asociadas con el máximo reclutamiento de unidades motoras y con frecuencias elevadas de estimulación (Behm, 1995; Kraemer y Rataness, 2004). Este tipo de trabajo de fuerza aumenta la capacidad de la fuerza máxima (McBride, Triplett-McBride, Davie y Newton, 1999), siendo ésta la capacidad que más influye en la potencia. En el waterpolo, las luchas y el contacto físico, en los que la fuerza es un parámetro fundamental, son determinantes en el rendimiento del juego; por lo que estos niveles de carga de entrenamiento (85-100% 1RM) desempeñan un papel fundamental.

En cuanto a la periodización del trabajo de fuerza en deportes de equipo, Bompa (1996) y Matveev (2001) presentan una organización diferenciada de las fases de entrenamiento de fuerza a lo largo de una temporada en función de los objetivos fisiológicos: adaptación anatómica, hipertrofia, mejora de la fuerza máxima, mejora de la potencia, y mantenimiento de los niveles de fuerza máxima y potencia alcanzados en las fases anteriores durante el periodo de competiciones (Young, 2016). Según Baker (2001), el aumento inicial de la fuerza máxima es una prioridad del entrenamiento; posteriormente, el entrenamiento se centra más en la mejora de la potencia; y finalmente, para evitar un descenso significativo de los valores de fuerza previos en las últimas fases de la temporada, es necesario realizar entrenamientos regulares con cargas mayores del 75% 1RM (Siff, 2004). Sin embargo, a consecuencia de que los diferentes tipos de manifestaciones de fuerza en el waterpolo son igual de importantes para el

rendimiento del deportista a lo largo de la temporada, no se puede descuidar ni prescindir del trabajo de ninguna de ellas (Seirul-lo, 1993; Tous, 1999).

Por último, la suma de un trabajo intenso de fuerza al entrenamiento del deporte en concreto, mejora más la velocidad de lanzamiento que el entrenamiento deportivo por sí solo (Gorostiaga, Izquierdo, Iturrealde, Ruesta y Ibáñez, 1999). Se ha verificado que un entrenamiento de fuerza adecuado mejora la respuesta a las demandas fisiológicas que toda actividad física requiere (Dahab y McCambridge, 2009; de Villarreal, Suarez-Arrones, Requena, Haff y Veliz, 2015). Ciertamente, los métodos de entrenamiento con cargas elevadas producen mejoras más acentuadas en la parte de fuerza en la curva de fuerza-velocidad y más bajas en la velocidad, mientras que las cargas ligeras provocan adaptaciones más altas en la parte de velocidad y menores en la fuerza (Cronin, McNair y Marshall, 2002; Young, 1993).

Adaptaciones neuromusculares del entrenamiento de fuerza

A nivel muscular, el entrenamiento de fuerza provoca la hipertrofia o crecimiento en grosor de la musculatura implicada. Teniendo en cuenta que un músculo carga alrededor de 6 kg por centímetro cuadrado (Hettinger, 1966), un aumento de la sección transversa del músculo, conlleva a un aumento de la fuerza (Izquierdo y cols., 2004). La hipertrofia puede producirse como resultado de un aumento del número y tamaño de las miofibrillas, aumento del tamaño del tejido conectivo y otros tejidos no contráctiles del músculo, aumento de la vascularización, y aumento del tamaño y número de fibras musculares (McDougall, 2003; Toigo y Boutellier, 2006). El aumento del tamaño de las miofibrillas se debe al aumento de filamentos de actina y de miosina en la periferia de las miofibrillas (McDougall, 1986; Vierck y cols., 2000), el cual se produce después de un periodo de entrenamiento de la fuerza (Häkkinen, Komi y Tesch, 1981; Paul y Rosenthal, 2002). A la par del aumento en el tamaño miofibrilar, durante la hipertrofia muscular crece de manera proporcional el tejido conectivo (McDougall, Sale, Alway y Sutton, 1984), compuesto principalmente por colágeno, cuyos procesos adaptativos se producen a mayor velocidad que los del tejido contráctil (Goldspink y Harridge, 1992). También, la hipertrofia muscular se asocia a la neogénesis vascular (Tesch, 1992).

Las pautas actuales indican que las cargas de mayor o igual porcentaje al 65% 1RM son necesarias para obtener aumentos en el tamaño muscular (Kraemer, Ratamess y French, 2002; Kraemer y Ratamess, 2004). Un programa de 6 a 12 repeticiones por serie con intervalos de descanso de 60 a 90 segundos entre series parece ser el más efectivo (Schoenfeld, 2010). No obstante, la orientación del entrenamiento y descanso varía en función del nivel de esfuerzo y la selección de ejercicios. Así, cuando el esfuerzo es máximo o casi máximo, se necesita un intervalo de descanso mayor para mantener el nivel de rendimiento (Grgic, Lazineca, Mikulic, Krieger y Schoenfeld, 2017).

Asimismo, el entrenamiento de fuerza también provoca la formación de nuevas fibras musculares o hiperplasia. Los microtraumatismos originados en las fibras musculares dan lugar a la liberación de factores de crecimiento miogénicos, activando las células satélite y su posterior conversión en nuevas fibras musculares (Kennedy, Eisenberg, Reid, Sweeney y Zak, 1988; Mikesky, Giddings, Matthews y Gonyea, 1991). Las células satélite residen entre la lámina basal y el sarcolema (Hawke y Garry, 2001) y se activan cuando reciben un estímulo mecánico suficiente en el músculo (Vierck y cols., 2000). Posteriormente, se expanden y fusionan con células existentes o entre ellas y crean nuevas miofibrillas (Toigo y Boutellier, 2006). Estas fibras musculares están compuestas al 80% de su total por miofibrillas, que son las estructuras contráctiles. Así, cada miofibrilla está organizada por una serie de unidades contráctiles llamadas sarcómeros (Figura 4), constituidas por filamentos finos (formados principalmente por actina) y gruesos (compuestos en su mayoría por miosina) colocados en el plano longitudinal y situadas en los llamados discos Z (Billeter y Hoppeler, 2003). En la cabeza de la miosina se encuentra la molécula de ATP que, en presencia de calcio, se hidroliza en ADP y Pi (fosfato inorgánico) y aporta la energía necesaria para que interactúe con el filamento de actina, originando el acortamiento de los sarcómeros y la contracción muscular. A su vez, la miosina de cada fibra muscular no tiene exactamente la misma composición química y estructura, son las denominadas isoformas (Billeter y Hoppeler, 2003). En este sentido, Howald (1984) distinguió tres tipos de miosina en función de la velocidad de hidrolización del ATP: rápida (600 veces por segundo con un tiempo de contracción de 40-90 ms), lenta (300 veces por segundo con un tiempo de contracción de 90-140 ms), e intermedia entre ambos tipos. Por lo tanto, estas diferencias en la velocidad de contracción y de producción de energía son las que han provocado la clasificación de las fibras musculares rápidas (IIB),

intermedias (IIA) y lentas (I). Igualmente, esta diferencia también es específica de la motoneurona que las inerva (Billeter y Hoppeler, 2003).



Figura 4. Descripción gráfica del sarcómero.

Generalmente, los músculos implicados en movimientos balísticos y rápidos, como son los lanzamientos y los saltos, tienen un alto porcentaje de fibras tipo II (Legaz Arrese, 2012). De hecho, los deportistas que muestran un mayor porcentaje de fibras rápidas producen más fuerza a cualquier velocidad de movimiento (Thorstensson, Larsson, Tesch y Karlsson, 1977). En consecuencia, en las modalidades deportivas en que se requiere manifestar la fuerza explosiva es necesario que los deportistas dispongan de un alto porcentaje de fibras tipo II para aumentar el nivel de fuerza y disminuir el tiempo necesario. No obstante, no podemos olvidarnos de las fibras tipo I, ya que tienen una mayor vascularización y capacidad oxidativa, es decir, se fatigan menos (Cometti y Joly, 1989).

Además, las adaptaciones neurales también contribuyen al incremento de fuerza. Por un lado, el trabajo de fuerza muscular provoca un aumento de la inervación intramuscular e intermuscular (Häkkinen, Alen, Kallinen, Newton y Kraemer, 2000). Esta mejora conlleva a poder contraer más fibras de manera sincrónica. Así, con un aumento progresivo de la fuerza, el reclutamiento y activación de las unidades motoras también crece a nivel estructural y numérico, encontrándose unidades motoras más fuertes de las fibras IIB (Fukunaga, 1976). A su vez, los músculos trabajan de forma más eficaz y

eficiente. Precisamente, el entrenamiento de fuerza causa mayor aumento de la capacidad para generar fuerza en tareas que se parecen estrechamente a los ejercicios realizados durante el entrenamiento que en tareas nuevas (Sale, 1988), relacionado con el principio de especificidad. El deportista afronta con mayores garantías de éxito las acciones diversas que se presentan durante las diferentes situaciones del juego (Garganta, 1996; Garganta y Pinto, 1997; Schnabel, 1988; Veliz y cols., 2015). Esta fuerza específica ayuda a mejorar las acciones en velocidad, y la capacidad de repetir estas acciones permite que se puedan realizar de manera repetida, con mayor implicación en el juego y con mayor eficacia cuando llega la fatiga (Cometti, 1998). Por otro lado, este aumento de la fuerza se produce por el incremento de la sección transversa de las fibras musculares; esto es, por el conjunto de la musculatura implicada (Friedebold, Nüssgen y Stoboy, 1957).

El hombro en el waterpolo

Técnicamente el waterpolo es un deporte que propicia una lesionabilidad relativamente alta. De hecho, el 80% de los jugadores de waterpolo tienen lesiones durante su carrera deportiva (Franić, Ivković y Rudić, 2007). En éste deporte, el hombro es el área con más riesgo de lesión, destacando especialmente la degeneración del manguito rotador por su alta incidencia (Colville y Markman, 1999; Smith, 1998). Por una parte, el armado del brazo y lanzamiento del balón en el waterpolo obliga a un trabajo biomecánico favorecedor de ciertas alteraciones glenohumerales (Miller, Evans, Adams, Waddington y Witchalls 2018). Precisamente, se ha observado que el 74% del dolor en el hombro en jugadoras de waterpolo de élite podría explicarse por el volumen total de los lanzamientos y la reducción del descanso entre ellos (Wheeler, Kefford, Mosler, Lebedew y Lyons, 2013). Debido a que se utiliza un balón ancho, el brazo se sitúa en máxima abducción y rotación externa fuera del agua (Brooks, 1999), provocando un incremento del esfuerzo en la cápsula anteroinferior y los ligamentos anteriores (McMaster, Long y Caiozzo, 1991; Witwer y Sauers, 2006), y un pinzamiento del borde glenoideo posterior superior (Giombini, Rossi, Pettrone y Dragoni, 1997). Por otra parte, los numerosos movimientos derivados de la natación que se emplean para desplazarse con y sin balón suponen una mayor fatiga en el manguito de los rotadores. Así, la postura de natación vertical adaptada (cabeza y codos altos, y batida de pies notable) elimina el balanceo del cuerpo observado en la natación de estilo libre

tradicional, lo que aumenta la abducción y la rotación interna del hombro y la tensión en el manguito rotador (Colville y Markman, 1999). Por lo tanto, las acciones repetitivas, tales como los lanzamientos y el nado, aumentan el riesgo de lesión con porcentajes que oscilan del 24% al 51%; y, posteriormente, afectan el acondicionamiento físico y rendimiento de los jugadores (Miller y cols., 2018).

Respecto al rango de movimiento del hombro, en la población general, se ha observado que la rotación externa está aumentada en comparación con la rotación interna en un 65-70% en el lado del brazo dominante y entre el 70-75% en el contralateral (Codine, Bernard, Pocholle, Benaim y Brun, 1997; Edouard, Calmels y Degache, 2009; Julienne, Gauthier, Moussay y Davenne, 2007). No obstante, en algunos deportistas puede existir rigidez en algunos músculos, como el pectoral menor, subescapular o dorsal ancho, y alteraciones en el rango de movimiento de la articulación glenohumeral (Niederbracht, Shim, Sloniger, Paternostro-Bayles y Short, 2008; Wanivenhaus, Fox, Chaudhury y Rodeo, 2012), produciéndose una pérdida del rango del movimiento en rotación (interna + externa) respecto al lado contralateral (Kibler, Sciascia y Thomas, 2012; Kibler y cols., 2013; Wang y Cochrane, 2001). La alteración más frecuente es el déficit de rotación interna glenohumeral (DRIG). En el caso concreto del waterpolo, se han observado cambios degenerativos en los hombros de los jugadores, incluso en aquellos que permanecían asintomáticos. Caben destacar por su incidencia el engrosamiento capsular traumático, engrosamiento del manguito rotador, tendinopatía de la porción larga del tendón del bíceps y las fracturas osteocondrales (Jerosch, Castro, Drescher y Assheuer, 1993).

En relación a la fuerza de la musculatura rotadora del hombro, se ha descrito previamente un desbalance muscular en jugadores de waterpolo (McMaster y cols., 1991; Olivier y Daussin, 2019), siendo los músculos rotadores internos del hombro dominante los que mayor fuerza alcanzan. Similares hallazgos se han encontrado en otros deportistas, como en tenistas (Niederbracht y cols., 2008) y nadadores (Wanivenhaus y cols., 2012). Este desequilibrio muscular compromete la estabilidad y el correcto funcionamiento de la propia articulación. Normalmente, esta situación se produce por una mayor hipertrofia en los músculos rotadores internos del hombro (dorsal ancho, redondo mayor, subescapular y pectoral mayor) fuertes en comparación con los rotadores externos (infraespinoso y redondo menor). No obstante, cabe destacar

que algunos autores apuntan a que éste desbalance podría situarse en rangos de normalidad sin importancia clínica para los deportistas que practican lanzamiento. Por ejemplo, Olivier y Daussin (2018) hallaron una correlación positiva entre los rotadores internos y la velocidad de lanzamiento. Igualmente, Miller y cols. (2018) subrayan que un ratio ($RE/RI \cdot 100$) mayor al 30% es el deseable en este deporte.

Por consiguiente, tanto por su relación con el rendimiento, como su relación con el riesgo de padecer lesiones es importante evaluar la fuerza de la musculatura del hombro. La evaluación isocinética es una herramienta de gran interés en la valoración funcional del hombro, ya que es el “gold estándar” para la valoración de la fuerza (Aguado-Henche, de Arce, Carrascosa-Sánchez, Bosch-Martí y Cristóbal-Aguado 2015). Mediante el estudio de isocinesia se puede obtener una evaluación en tiempo real de la fuerza muscular, resistencia muscular y de la amplitud de movimiento, principalmente, lo que resulta de gran utilidad para la evaluación de déficits y desequilibrios musculares (McMaster, Long y Caiozzo, 1992; Zhiping, 2011).

Por otra parte, existen diferentes herramientas que miden y evalúan la intensidad del dolor. Las escalas ideales de evaluación del dolor deben ser simples y precisas, y deben cuantificar el dolor, siendo la EVA (Escala Visual Analógica) la más empleada (Ho y Spence, 1996). De hecho, la EVA es una herramienta rápida, confiable y válida para medir la intensidad del dolor en una variedad de contextos clínicos (Waterfied y Sim, 1996). Se ha observado por medio del uso de la EVA en deportistas universitarios, que las lesiones en el hombro son relativamente comunes en deportistas que realizan movimientos altamente repetitivos (Mohseni-Bandpei, Keshavarz, Minoonejhad, Mohsenifar y Shakeri, 2012). Como ejemplo, por medio de la utilización de esta escala se ha demostrado que la mayoría de los jugadores de voleibol playa se ven afectados por problemas de dolor por sobrecarga en el hombro, rodillas y/o espalda (Bahr, 2009).

Por último, la incidencia de dolor en el hombro en waterpolo es mayor que en la mayoría de los deportes debido a las diversas acciones específicas que lo definen (Webster, Morris y Galna, 2009). Precisamente, la alta demanda en el manguito rotador produce un engrosamiento del mismo y su sobrecarga crónica (Michener y cols., 2015), lo que aumenta la frecuencia de los episodios de homalgia (Williams y Kelley, 2000).

Además, se ha observado que los jugadores de béisbol pueden padecer frecuentemente dolor en la parte posterior del hombro mientras están en la posición de lanzamiento (Ligh, Schulman y Safran, 2009), realidad desconocida en el waterpolo. Es de especial interés para esta tesis que se han demostrado similitudes biomecánicas entre el beisbol y el waterpolo durante el armado y aceleración del brazo (Elliott y Armour, 1988; Fleising, 2010). Como se ha mencionado anteriormente, las alteraciones estructurales hayadas en los hombros de los deportistas que practican lanzamientos de balón podrían ser precursoras de los episodios de dolor. En consecuencia, sería interesante analizar el efecto del entrenamiento de fuerza en el dolor de hombro en waterpolistas.

Teniendo en cuenta todos los factores señalados, mediante la presente Tesis Doctoral se pretende reflejar la influencia de diversas variables que intervienen en el rendimiento de los jugadores y jugadoras de waterpolo. De esta manera, proponemos un análisis en profundidad de los factores antropométricos y fisiológicos, la edad relativa, la lateralidad y el entrenamiento; con el fin de ayudar a los entrenadores y preparadores físicos de los clubes deportivos involucrados en los procesos de detección y entrenamiento a formular pautas y recomendaciones para la selección, preparación, control y rendimiento de los deportistas.

2. Objetivos

2. Objetivos

Objetivo principal

Estudiar las variables que influyen en el rendimiento de jugadores y jugadoras de waterpolo.

Objetivos secundarios

1. Caracterizar y comparar parámetros antropométricos, la edad relativa y el rendimiento en jugadores y jugadoras de waterpolo de élite internacional.
2. Estudiar la relación entre la lateralidad, la antropometría, la edad relativa y el rendimiento en jugadores y jugadoras de waterpolo de élite internacional.
3. Describir la evolución del efecto de la edad relativa en jugadores y jugadoras de waterpolo de élite internacional durante un periodo de diez años.
4. Estudiar las diferencias en los parámetros antropométricos y fisiológicos en jugadores y jugadoras de waterpolo de diferentes categorías.
5. Investigar el efecto de dos programas de fuerza con orientaciones diferentes (fuerza máxima vs. fuerza explosiva) en el rendimiento, función y dolor de hombro de jugadores y jugadoras de waterpolo.

3. Capítulos

Capítulo 1. Diferencias entre jugadores y jugadoras de waterpolo de élite: antropometría, efecto de la edad relativa y rendimiento

Introducción

El waterpolo es un deporte colectivo que se juega en cuatro tiempos de 8 minutos, separados por fases de recuperación de 2 y 5 minutos, lo que implica esfuerzos cortos e intensos intercalados con períodos de recuperación incompletos. Al igual que en otros deportes, varios investigadores han tratado de relacionar algunas características antropométricas con el rendimiento y el éxito en el waterpolo. Se encontró que los jugadores (Idrizovic y cols., 2013b) y jugadoras (Tan y cols., 2009) pertenecientes a selecciones nacionales eran más altas y pesadas, y también desempeñaban mejor las pruebas condicionales en comparación con las jugadoras de ligas nacionales. Además, han sido demostradas correlaciones positivas entre la velocidad de lanzamiento y la altura en jugadores jóvenes (De Siaty y cols., 2016), la envergadura en jugadores adultos de equipos nacionales (Ferragut y cols., 2015) y la altura en las jugadoras (Platanou y Varamenti, 2011). Por lo tanto, parece que algunas características antropométricas, particularmente la altura y el peso corporal, son relevantes en el waterpolo. Sin embargo, las características físicas de los jugadores de waterpolo de élite, y particularmente de las mujeres, aún no se han definido completamente. Asimismo, se desconoce cómo estas características pueden influir en el rendimiento general de una selección en un campeonato internacional.

El IMC (peso (kg)/altura² (m)) se ha utilizado de manera clásica para caracterizar morfológicamente a individuos de la población general. No obstante, tiene algunas limitaciones; por ejemplo, no logra englobar múltiples factores importantes, incluida la masa muscular (en deportistas) (Williams, Mesidor, Winters, Dubbert y Wyatt, 2010). Por esa razón, se han propuesto otras fórmulas como el Índice Ponderal Recíproco (RPI, del inglés *Reciprocal Ponderal Index*, altura (cm)/peso^{1/3} (kg)) (Ricardo y Araújo, 2002), particularmente en el deporte (Gale-Watts y Nevill, 2016; Nevill, Tsiotra, Tsimeas y Koutedakis, 2009). Este modelo alométrico tiene una base matemática más sólida, porque el peso es una variable de dimensiones cúbicas (g³) y la altura es una variable de dimensiones lineales (Ricardo y Araújo, 2002). En el fútbol, se ha encontrado que el RPI está asociado con el éxito y los autores sugirieron que es una

herramienta apropiada para seleccionar jugadores (Nevill, Holder y Watts, 2009). Hasta donde sabemos, el RPI no ha sido analizado en el contexto del waterpolo.

Se ha demostrado que, entre otros factores, la antropometría y la fecha de nacimiento también son relevantes en la selección de deportistas, particularmente en deportes en los que un gran tamaño corporal puede ser, en principio, ventajoso. Con respecto a la fecha de nacimiento, se ha observado una sobrerrepresentación de los participantes nacidos en los primeros meses después de la llamada fecha de corte; esto se conoce como el RAE (del inglés, Relative Age Effect). La razón parece ser que los niños y adolescentes relativamente mayores son más altos y pesados, y muestran un mejor rendimiento (Gil y cols., 2014a); por lo tanto, tienen más oportunidades de ser seleccionados para mejores equipos (Gil y cols., 2014b; Torres-Unda y cols., 2013). También, la edad relativa se ha relacionado con el rendimiento en los Campeonatos Europeos de Baloncesto U18 y U20 (Arrieta, Torres-Unda, Gil e Irazusta, 2016). La presencia del RAE se ha confirmado específicamente en los deportes más populares, como fútbol (González-Víllora y cols., 2015), baloncesto (Arrieta y cols., 2016; Werneck y cols., 2016), rugby (Kearney, 2017; Till y cols., 2010), hockey (Barnsley y Thompson, 1988), esquí (Müller, Hildebrandt y Raschner, 2016) y otros (Cobley y cols., 2009; Schorer y cols., 2009), particularmente en hombres. Sin embargo, estudios similares del RAE en mujeres son escasos; en el caso del waterpolo, hasta donde sabemos, son inexistentes.

El waterpolo masculino se ha jugado a nivel internacional durante más de un siglo; en cambio, el waterpolo femenino se convirtió en deporte olímpico en el año 2000. En consecuencia, hay menos estudios de jugadoras de waterpolo. Así, los entrenadores que se ocupan de las deportistas deben confiar en los resultados y las conclusiones de las investigaciones realizadas en hombres que pueden no ser las más apropiadas. A su vez, aunque las normas en el waterpolo son las mismas para hombres y mujeres, el balón y campo son más pequeños para las mujeres; tales diferencias pueden ser relevantes para los estudios de rendimiento. De hecho, se han observado diferencias significativas entre hombres y mujeres en las estadísticas del juego (Escalante, Saavedra, Mansilla y Tella, 2011). Por lo tanto, sería muy interesante ampliar nuestro conocimiento del waterpolo femenino para ayudar al personal técnico en la búsqueda, selección y entrenamiento de jugadoras.

Objetivo

Caracterizar y comparar parámetros antropométricos, la edad relativa y el rendimiento en jugadores y jugadoras de waterpolo de élite internacional.

Metodología

Este estudio investigó las características antropométricas, la fecha de nacimiento y el rendimiento de los jugadores de waterpolo de élite. Se registró los datos de las selecciones nacionales que participaron en el Campeonato de Europa de waterpolo celebrado en Belgrado (Serbia) en el año 2016, desde la página web oficial.

Participantes

Se analizaron los datos de todos los participantes en el Campeonato de Europa de waterpolo celebrado en el año 2016 en Belgrado. Un total de 364 jugadores (156 mujeres y 208 hombres) fueron registrados, distribuidos en 16 selecciones masculinas y 12 femeninas.

Procedimiento

La altura (cm), masa corporal (kg) y la fecha de nacimiento (día, mes, año) se obtuvieron de la página web oficial del Campeonato (http://wpbelgrade2016.microplustiming.com/indexWPBelgrade_web.php). A partir de estos datos, se calcularon el IMC y el RPI (Gale-Watts y Nevill, 2016).

Teniendo en cuenta la fecha de nacimiento, se calculó la edad de los jugadores y jugadoras restando su fecha de nacimiento a la fecha del campeonato. El mes de nacimiento se transformó en una variable numérica. Los deportistas se clasificaron en dos semestres y en cuatro cuartiles o trimestres dependiendo de su fecha de corte. De acuerdo con la fecha de corte del waterpolo en la mayoría de los países europeos, que es el uno de enero, a cada mes de nacimiento se le asignó un número correlativo, comenzando por enero = 1, febrero = 2 ... y diciembre = 12.

Además, se registraron los siguientes parámetros del juego: minutos jugados, número de lanzamientos y número de goles; y para los porteros, el número de lanzamientos recibidos y el número de paradas realizadas. De igual modo, debido a que el tiempo jugado puede influir en el número de goles, etc., estas variables del juego se calcularon

de acuerdo con el tiempo jugado. Por lo tanto, se crearon las siguientes nuevas variables: número de lanzamientos por minuto (lanzamientos/min), número de goles por minuto (goles/min), lanzamientos recibidos/min y paradas/min. También se calculó el porcentaje (%) de aciertos (eficiencia ofensiva) y de paradas (eficiencia defensiva) mediante las siguientes fórmulas: % de aciertos = (número de goles por unidad de tiempo/número de lanzamientos por unidad de tiempo) · 100; y % de paradas = (número de paradas por unidad de tiempo/número de lanzamientos en contra por unidad de tiempo) · 100.

En el campeonato masculino, todas las selecciones jugaron 7 partidos, mientras que en el campeonato femenino fueron 8, excepto las cuatro selecciones más inferiores que disputaron 6 encuentros. Debido a estas diferencias significativas, en el caso de los equipos femeninos, solo se incluyeron los minutos jugados. Para determinar el rendimiento general en el campeonato, se registró la clasificación final lograda por cada selección, del 1° al 16° en la competición masculina y del 1° al 12° en la femenina.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics (v 22.0). La normalidad de los datos se analizó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para los datos métricos se utilizaron como estadísticas descriptivas las medias y desviaciones estándar. El nivel de significación se estableció en $p < 0.05$.

Las diferencias entre los hombres y las mujeres fueron analizadas mediante la prueba T de Student o la prueba de U Mann-Whitney, para datos paramétricos y no paramétricos, respectivamente. Para definir las características de los jugadores masculinos y femeninos más exitosos, se realizaron dos procedimientos estadísticos. En primer lugar, se agruparon a las selecciones participantes en función de la clasificación final en ambos géneros. Esta distribución se realizó en tres grupos: las tres primeras clasificadas, de la 4ª a la 13ª (en hombres) o de la 4ª a 9ª (mujeres), y las tres últimas; y a cada grupo se le atribuyó un nombre diferente: grupo medallas, grupo medio, y grupo último. Las comparaciones entre los tres grupos en relación a la clasificación final de cada campeonato se realizaron utilizando ANOVA (Scheffé *post-hoc* en pares) o la prueba de Kruskal-Wallis para datos paramétricos y no paramétricos, respectivamente.

En segundo lugar, para determinar la relevancia de las variables antropométricas y de juego en el rendimiento final, se realizó un análisis de regresión múltiple por pasos. Así, la posición alcanzada en la clasificación final fue representada por un número. Dado que en los resultados es más fácil comprender que "un número mayor es mejor", se invirtió el orden de la clasificación final. Al hacerlo, para los hombres, al equipo que se clasificó como primero (medalla de oro) se le asignó un "16" y en el caso del equipo femenino, un "12", mientras que el último clasificado en ambos grupos se representó con un "1". La variable dependiente fue la clasificación final (invertida) transformada en logaritmo. Las variables independientes o predictoras incluidas fueron el resto de las variables. Para la regresión múltiple, se verificaron linealidad, normalidad, multicolinealidad, autocorrelación y homoscedasticidad.

Para evaluar la distribución de las fechas de nacimiento, los jugadores se dividieron en cuatro cuartiles según su mes de nacimiento: Q1 (1 de enero a 31 de marzo), Q2 (1 de abril a 30 de junio), Q3 (1 de julio a 30 de septiembre) y Q4 (1 Octubre a 31 de diciembre). La distribución de las fechas de nacimiento se comparó con la distribución de los nacimientos de la población general de los países participantes (<http://ec.europa.eu/eurostat>) utilizando un Chi cuadrado con bondad de ajuste.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los valores antropométricos y de rendimiento según la clasificación final (dividida en tres grupos) y por sexo. Cuando se tomó en cuenta a al total de los deportistas y también a cada grupo de clasificación, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres ($p < 0.001$) en altura, peso, IMC y edad, siendo los hombres más altos, pesados, y mayores que las mujeres. En cambio, en el grupo medio, el RPI fue más pequeño para los hombres que para las mujeres ($p < 0.001$).

El número de goles y la eficiencia ofensiva fueron menores para los hombres en comparación con las mujeres en los grupos de medalla ($p < 0.05$) y medio ($p < 0.05$); sin embargo, en el último grupo, estos parámetros fueron más altos para los hombres ($p < 0.05$). La relación entre el número de lanzamientos y los goles marcados por minuto se muestra en la Figura 5.

Capítulo 1

Tabla 1. Valores antropométricos y de rendimiento (media \pm desviación estándar) según la clasificación final en selecciones masculinas y femeninas.

Ranking final	Hombres				Mujeres				
	Total	Medalla	Medio	Último	Total	Medalla	Medio	Último	
Deportistas (n)		39	130	39	156	39	78	39	
Altura (cm)	191.7 \pm 0.6 ^{♀♀♀}	193.7 \pm 5.4 [†]	191.6 \pm 6.2	190.2 \pm 7.3	174 \pm 0.1	175.5 \pm 5.4 ^{***}	174.6 \pm 6.4 ^{**}	170.9 \pm 6.9	
Peso (kg)	95.1 \pm 9.7 ^{♀♀♀}	96.6 \pm 7.3	94.6 \pm 10.1	95.4 \pm 10.9	68.1 \pm 7.8	69.6 \pm 5.5 [*]	67.9 \pm 8.3	67.1 \pm 8.8	
IMC (kg/m ²)	25.8 \pm 2.1 ^{♀♀♀}	25.8 \pm 1.8	25.7 \pm 2.1	26.3 \pm 2.3	22.5 \pm 1.9	22.6 \pm 1.7	22.2 \pm 1.8 [*]	22.9 \pm 2.2	
RPI (cm/kg ^{1/3})	42.1 \pm 1.2 ^{♀♀♀}	42.3 \pm 1.1 [*]	42.2 \pm 1.2 [♀]	41.8 \pm 1.3	42.8 \pm 17.7	42.8 \pm 1.2	42.9 \pm 1.1 ^{**}	42.2 \pm 1.4	
Edad (años)	27.1 \pm 4.7 ^{♀♀♀}	28.5 \pm 4.1 ^{†♀♀♀}	26.8 \pm 4.3 ^{♀♀♀}	26.9 \pm 6.1 ^{♀♀♀}	23.3 \pm 4	24.9 \pm 3.5 ^{**†}	23.2 \pm 3.7	21.9 \pm 4.6	
Mes (n)	6.3 \pm 3.31	5.3 \pm 3.5 [*]	6.4 \pm 3.3	7 \pm 4.7	6.2 \pm 3.4	6.4 \pm 3.5	6.1 \pm 3.3	6.3 \pm 3.5	
Tiempo (min)	120.1 \pm 45.3	119.8 \pm 45.7	119.4 \pm 45.2	120 \pm 49.6	125.8 \pm 50.9	137.3 \pm 43.0 ^{**}	131.5 \pm 53.3 ^{**}	103 \pm 47.2	
Lanzamientos (n)	14.2 \pm 11.2	15.5 \pm 10.9	14.1 \pm 10.9	12.9 \pm 12.5	16 \pm 13.5	19.5 \pm 13.2 ^{**}	17.1 \pm 13.7 ^{***}	10.4 \pm 11.6	
Lanzamientos/T	0.11 \pm 0.08	0.12 \pm 0.07	0.12 \pm 0.13	0.09 \pm 0.07	0.12 \pm 0.08	0.13 \pm 0.07 ^{**}	0.12 \pm 0.08 ^{**}	0.09 \pm 0.07	
Goles (n)	5.2 \pm 4.8	6.4 \pm 5.3 ^{*♀}	5.3 \pm 4.6 [*]	3.6 \pm 4.3	6.2 \pm 6.1	9.3 \pm 6.6 ^{**†}	6.7 \pm 5.9 ^{***}	2 \pm 2.6	
Goles/T	0.04 \pm 0.03	0.05 \pm 0.04 ^{***}	0.05 \pm 0.54 ^{**}	0.03 \pm 0.05	0.04 \pm 0.04	0.06 \pm 0.04 ^{***†}	0.05 \pm 0.04 ^{***}	0.02 \pm 0.02	
Ef. ofensiva (%)	33.3 \pm 17.5	38.7 \pm 15.7 ^{*♀}	33.5 \pm 15.4 [♀]	27.2 \pm 23.6 [♀]	35 \pm 20.3	47.8 \pm 12.3 ^{***†}	38.8 \pm 18.8 ^{***}	13.9 \pm 2.4	
Porteros	Lanzamientos en contra (n)	62.9 \pm 39.3	53.2 \pm 42.4	61.1 \pm 40.8	78.8 \pm 32.3	71.7 \pm 49.4	60.2 \pm 47.5	70.58 \pm 51.21	85.3 \pm 52.9
	Lanzamientos en contra/T	0.57 \pm 0.12	0.47 \pm 0.06 ^{****}	0.54 \pm 0.07 ^{**}	0.74 \pm 0.1 ^{♀♀}	0.64 \pm 0.25	0.43 \pm 0.10 ^{***}	0.6 \pm 0.22 ^{**}	0.93 \pm 0.09
	Paradas (n)	29.2 \pm 19.7	30.8 \pm 26	29.5 \pm 20.4	26.7 \pm 11.6	31.5 \pm 24.7	36.8 \pm 31.1	31.8 \pm 24.1	25.7 \pm 22
	Paradas/T	0.3 \pm 0.08	0.25 \pm 0.1	0.27 \pm 0.08	0.25 \pm 0.04	0.24 \pm 0.1	0.26 \pm 0.09	0.25 \pm 0.09	0.22 \pm 0.12
	Ef. defensiva (%)	46.9 \pm 15.2	52.5 \pm 19.2 [*]	49.8 \pm 14.3 [*]	33.7 \pm 4.3	42.8 \pm 17.8	59.2 \pm 11.9 ^{***†}	44.2 \pm 12.8 ^{**}	23.8 \pm 13.8

Grupo medalla (1^o-3^o puestos), grupo medio (4^o-13^o puestos en hombres, 4^o-9^o en mujeres) y último grupo (14^o-16^o puestos en hombres, 10^o-12^o en mujeres); IMC: Índice Masa Corporal; RPI: Índice Ponderal Recíproco; T: Tiempo (minutos); n: Número; Ef.: Eficiencia; Porteros: hombres, n=31; mujeres, n=24; * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001 diferencia significativa con último grupo; † p < 0.05, †† p < 0.01, ††† p < 0.001 diferencia significativa con grupo medio; ♀ p < 0.05, ♀♀ p < 0.01, ♀♀♀ p < 0.001 diferencia significativa entre hombres y mujeres.

Respecto a los jugadores masculinos, en el grupo medalla fueron más altos ($p < 0.05$) que el resto. También tenían un RPI más grande que las últimas selecciones ($p < 0.05$) y eran más mayores que las selecciones clasificadas en el grupo del medio ($p < 0.05$). El número correspondiente al mes de nacimiento fue significativamente menor en el grupo medalla en comparación con las últimas selecciones ($p < 0.05$).

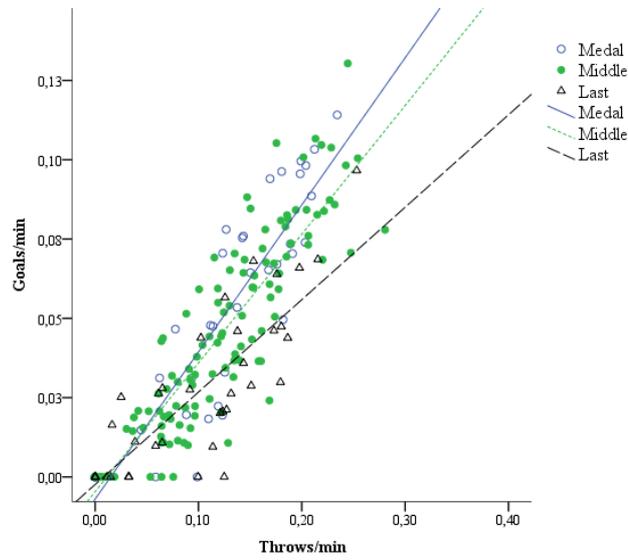
El número absoluto y relativo (por tiempo jugado) de goles marcados fue mayor en los grupos medalla y medio ($p < 0.01-0.05$). El número de lanzamientos recibidos/min fue menor en el grupo medalla que en los grupos medio ($p < 0.05$) y último ($p < 0.001$). Además, este número era más pequeño en el grupo medio en comparación con el último grupo ($p < 0.05$). La eficiencia ofensiva fue mayor en el grupo medalla en comparación con el último grupo ($p < 0.05$); mientras que la eficiencia defensiva fue mayor en el grupo medalla y grupo medio en comparación con el último grupo ($p < 0.05$).

En las mujeres, las jugadoras que pertenecían al grupo medalla eran más altas ($p < 0.001$) y más pesadas ($p < 0.05$) que las jugadoras del último grupo. Además, las jugadoras en el grupo medio eran más altas ($p < 0.01$) y tenían un IMC más pequeño ($p < 0.05$) y un RPI más grande ($p < 0.01$) que el último grupo. Las jugadoras en el grupo medalla eran mayores que el resto ($p < 0.05-0.001$).

Debido a las características del campeonato, las jugadoras del grupo medalla y grupo medio jugaron más minutos, realizaron más lanzamientos (número) y anotaron más goles ($p < 0.01-0.001$). No obstante, cuando se tomó en cuenta el tiempo jugado, las diferencias se mantuvieron iguales ($p < 0.05-0.001$). Además, las jugadoras del grupo medalla anotaron más goles (número) y goles/minuto que las jugadoras del grupo medio ($p < 0.05$). Como era de esperar, las jugadoras del último grupo recibieron más lanzamientos por minuto que los otros dos grupos ($p < 0.01-0.001$).

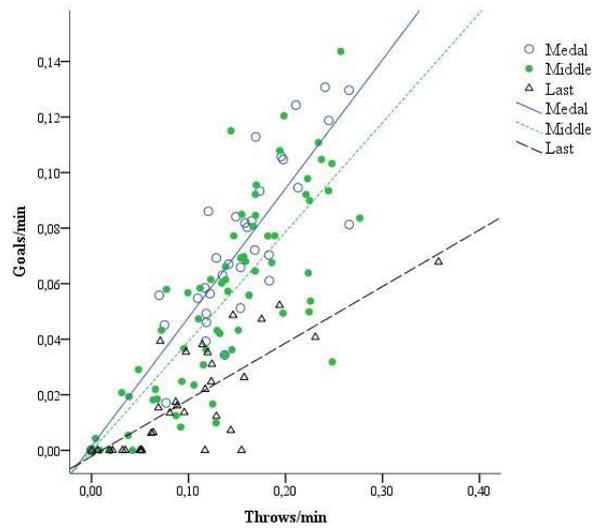
Por lo tanto, la eficiencia ofensiva y defensiva fue mayor en el grupo medalla en comparación con el grupo medio ($p < 0.05$) y el último grupo ($p < 0.001$). Además, la eficiencia ofensiva ($p < 0.001$) y defensiva ($p < 0.01$) fue mayor en el grupo medio que en el último grupo.

A



Medal (grupo medalla) $R^2 = 0.802$; Middle (grupo medio) $R^2 = 0.808$; Last (último grupo) $R^2 = 0.694$.
Goals: Goles; min: Minutos; Throws: Lanzamientos.

B



Medal (grupo medalla) $R^2 = 0.828$; Middle (grupo medio) $R^2 = 0.721$; Last (último grupo) $R^2 = 0.642$.
Goals: Goles; min: Minutos; Throws: Lanzamientos.

Figura 5. Dispersión gráfica de los lanzamientos y goles por minuto para los hombres (A) y mujeres (B) según su clasificación final.

El análisis de regresión múltiple (Tabla 2) reveló que en el caso de las selecciones femeninas, el 51.4% de la variabilidad de la clasificación final podría explicarse por la eficiencia ofensiva (45.8%), la edad (3.3%) y la altura (2.3%); mientras que en el caso de las selecciones masculinos, las variables relevantes fueron la eficiencia ofensiva (6.2%), el mes de nacimiento (3.2%), el RPI (2.6%) y la edad (2.2%), que representaron el 14.1% del total de la variabilidad.

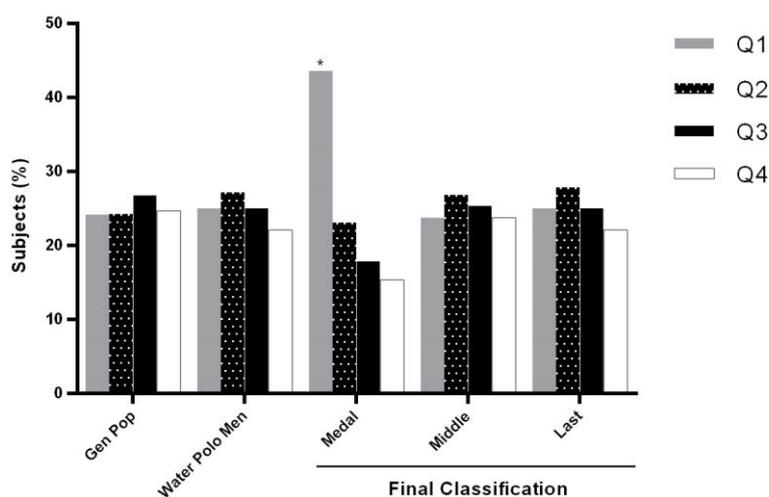
Tabla 2. Análisis de regresión múltiple paso a paso de la clasificación final como variable dependiente para hombres y mujeres.

	Variables predictoras	β	p	R ²	Cambio en la R ²	F cambio (sig.)
Hombres	Ef. ofensiva	0.221	0.003	0.062	0.062	11.433**
	Ef. ofensiva, mes	-0.216	0.003	0.094	0.032	6.006*
	Ef. ofensiva, mes, RPI	0.189	0.010	0.119	0.026	4.959*
	Ef. ofensiva, mes, RPI, edad	0.154	0.039	0.141	0.022	4.324*
Mujeres	Ef. ofensiva	0.608	<0.001	0.458	0.458	107.165***
	Ef. ofensiva, edad	0.192	0.003	0.491	0.033	8.200**
	Ef. ofensiva, edad, altura	0.157	0.016	0.514	0.023	5.918*

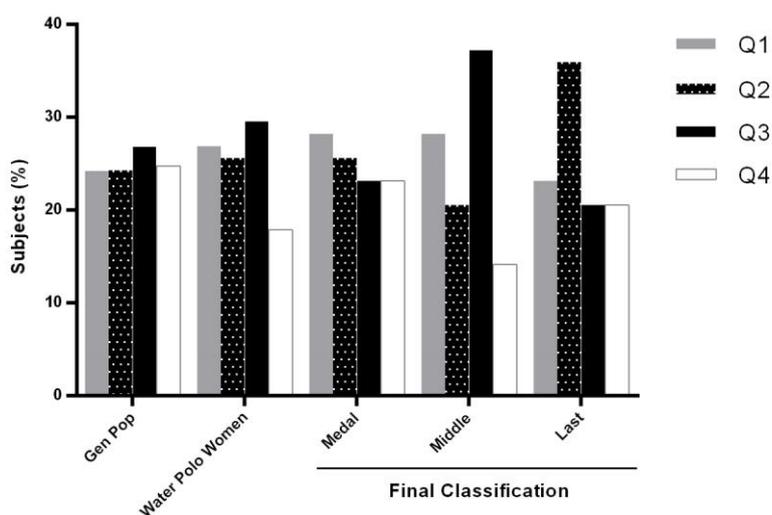
RPI: Índice Ponderal Recíproco; Ef.: Eficiencia; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Como se muestra en la Figura 6, la distribución del mes de nacimiento fue uniforme cuando se tomó en cuenta el total de las selecciones masculinas y femeninas. Sin embargo, en un análisis más profundo, observamos que en el grupo medalla (solo hombres), era evidente una sobrerrepresentación de los jugadores nacidos en el primer trimestre: el 43.6% de los jugadores habían nacido en el Q1, con solo el 15.4% en el Q4. Esta distribución fue significativamente diferente de la de la población general (bondad de ajuste chi cuadrado: X^2 : 8.591, $p < 0.05$).

A



B



Gen Pop: nacimientos de la población general (<http://ec.europa.eu/eurostat>). El mes de nacimiento de dividió en cuatro trimestres: Q1, 1 de Enero a 31 de Marzo; Q2, 1 de Abril a 30 de Junio; Q3, 1 de Julio a 30 de Septiembre; y Q4, 1 de Octubre a 31 de Diciembre.

* $p < 0.05$ en comparación con la población general.

Figura 6. Distribución de las fechas de nacimiento de la población general y de los participantes (grupo total y según la clasificación final) en el Campeonato de Europa de waterpolo 2016 para hombres (A) y mujeres (B).

Discusión

El objetivo del presente estudio fue comparar y caracterizar a los jugadores masculinos y femeninos de waterpolo de élite. Con este fin, se investigó la influencia de la antropometría, las variables relacionadas con el juego y la fecha de nacimiento en el éxito de los jugadores en la competición de waterpolo más importante de Europa, que se considera una de las mayores potencias a nivel internacional. Se han realizado varios estudios de antropometría y rendimiento en otros deportes; sin embargo en comparación, los estudios de waterpolo son escasos.

La mayoría de las diferencias antropométricas encontradas en el Campeonato de Europa en los hombres se observaron entre las mejores y las últimas selecciones clasificadas. En este sentido, los jugadores de las selecciones ganadoras de medallas eran más altos, tenían un RPI más grande, y su número de goles y eficiencia ofensiva y defensiva eran mayores que los de las selecciones que acabaron en los últimos puestos. Además, su fecha de nacimiento fue más cercana al comienzo del año (alrededor de mayo). No obstante, en el campeonato femenino, se observaron más diferencias entre las selecciones. En este sentido, las medallistas tuvieron mediciones antropométricas significativamente mayores y mejor rendimiento en comparación con las selecciones del grupo medio, y éstas con las últimas clasificadas.

Por otra parte, a pesar del hecho de que las diferencias entre las selecciones en el campeonato masculino eran evidentes, los jugadores parecían ser más homogéneos que las mujeres. Esta discrepancia puede ser una consecuencia de la incorporación tardía de las mujeres en este deporte. Precisamente, el waterpolo masculino se introdujo en los Juegos Olímpicos de 1900, mientras que el waterpolo femenino se convirtió en deporte olímpico en el año 2000 (Sidney, Australia). Así, a lo largo de todos estos años, se ha producido una especialización de los jugadores en todas las selecciones masculinas a través de la promoción de un perfil determinado de jugadores que acarrearán una mayor homogeneización, a diferencia del caso de las selecciones femeninas, en las que el contexto más breve de este deporte probablemente ha podido crear un perfil específico en las jugadoras ganadoras de medallas, pero no en el resto, tal vez debido a un proceso

de selección más estricto en los países con una mayor tradición en comparación con otros.

Las diferencias antropométricas entre las selecciones femeninas del grupo medallista y último grupo se asociaron con sus grandes diferencias en los parámetros relacionados con el juego, es decir, hubo más goles y una mayor eficiencia ofensiva en las mujeres en comparación con las selecciones masculinas tanto en el grupo medalla como en el grupo medio, en comparación a los resultados de las selecciones últimas clasificadas. Estos hallazgos se pueden observar en la Figura 5, donde la línea de regresión muestra una pendiente diferenciada más pequeña en el último grupo de jugadoras. Se puede suponer que en el futuro, se llevará a cabo la participación de más mujeres y más países en este deporte, lo que llevará a la especialización del deporte y quizás a la homogeneización de las jugadoras en el futuro.

Otra diferencia pronunciada entre hombres y mujeres, y probablemente relacionada con la mayor heterogeneidad de los equipos femeninos, es el porcentaje de la variabilidad explicada por las diferentes variables y también el tipo de variables incluidas en el análisis de regresión. Así, para los jugadores masculinos, el 14% de la variabilidad de la clasificación final se explicó por la eficiencia ofensiva, el mes de nacimiento, el RPI y la edad; mientras que en las selecciones femeninas, el 51% de la variabilidad se explicó mediante tres parámetros: eficiencia ofensiva, edad y altura. Por otra parte, este hallazgo reveló la importancia de la eficiencia ofensiva. Precisamente, parece que la eficiencia ofensiva es más importante que la cantidad de lanzamientos realizados o los goles marcados. Esta observación debe ser de particular interés para los entrenadores.

Se puede considerar que el tamaño corporal juega un papel importante durante el juego al permitir al jugador obtener mejores posiciones en el campo y al dar ventaja a los jugadores altos para alcanzar y controlar los pases (Tsekouras y cols., 2005). Se han encontrado jugadores más altos en selecciones nacionales en comparación con los niveles regionales tanto en hombres (Idrizovic, Uljevic, Spasic, Sekulic y Kondric, 2015) como en mujeres (McCluskey y cols., 2010). También, Lozovina y Pavicic (2004) analizaron los cambios antropométricos en los jugadores de waterpolo de élite desde 1980 hasta 1995, y observaron que la altura, pero no la masa corporal, aumentó

significativamente. En este estudio, se encontró que la altura de los jugadores era un parámetro relevante para discriminar el nivel de los jugadores, siendo particularmente importante en las mujeres, donde se incluyó en el modelo de regresión. Sin embargo, en los hombres, en lugar de la altura se incluyó el RPI en el modelo. El RPI representa la linealidad de un cuerpo o su esbeltez y se ha propuesto como un sustituto del IMC para describir mejor la morfología de un cuerpo, particularmente en el deporte. Se ha demostrado que en los niños es el indicador de la forma corporal más apropiado asociado con los parámetros de la condición física, como saltar, correr y la fuerza de agarre (Nevill y cols., 2009b; Silva y cols., 2016). En los futbolistas ingleses profesionales, un RPI mayor discriminó a los seis equipos más exitosos de los últimos en la Premier League (Nevill y cols., 2009a). En el presente estudio, el RPI fue mayor en las mujeres que en hombres; de manera similar, Ricardo y Araújo (2002) también describieron un RPI mayor en las niñas que en los niños. Esta diferencia puede deberse a la diferente composición corporal. Los hombres tienen una musculatura más grande, mientras que las mujeres tienen una mayor adiposidad; dado que el peso de la grasa es menor que el del músculo, las mujeres tienen una masa corporal más baja para la misma altura y, por lo tanto, muestran un RPI más grande. Según nuestro conocimiento, no se han publicado estudios sobre el RPI en mujeres deportistas. A su vez, el RPI no se ha medido para jugadores de waterpolo. Por lo tanto, de acuerdo con estos resultados, sería interesante seguir investigando este parámetro en el futuro.

La edad también fue un parámetro relevante que merece atención. Por un lado, los ganadores de medallas eran mayores, y en el campeonato femenino, se observaron diferencias de edad entre los tres grupos (medalla, medio y último). Por otro lado, la edad se incluyó en ambos modelos de regresión. Así, parece que la edad, y sobre todo la experiencia y el conocimiento, son importantes en este deporte, como se ha demostrado anteriormente (Moreno, Moreno, García, Iglesias y Del Villar, 2006). También, en la actividad de nado durante los partidos de waterpolo, hay diferencias entre los jugadores adolescentes y adultos (Lupo, Capranica, Cugliari, Gomez y Tessitore, 2016). Estas características definidas del juego pueden inducir a los entrenadores a centrarse en los jugadores relativamente mayores cuando aún están en su pubertad o adolescencia. Además, se observaron diferencias significativas entre los jugadores de waterpolo de

hombres y mujeres, ya que los hombres eran 3.8 años mayores que las mujeres, y esta diferencia aumentó hasta los 5 años en los últimos equipos clasificados. Por lo tanto, aparentemente hay una renovación generacional en las mujeres en comparación con los jugadores masculinos, lo que sería interesante seguir investigando en los próximos años.

Una sobrerrepresentación de jugadores nacidos en los primeros meses después de la fecha de corte, conocida como RAE, ha sido ampliamente reportada para muchos deportes, particularmente entre jugadores jóvenes en campeonatos de alto nivel (Arrieta y cols., 2016; Torres-Unda y cols., 2013). Aun así, sigue siendo motivo de controversia si el RAE todavía está presente en jugadores adultos de alto nivel (Barnsley y Thompson, 1988; Lesma y cols., 2011; Till y cols., 2010). Precisamente, los deportes más populares (es decir, fútbol, baloncesto, balonmano o hockey en Canadá) que tienen un gran número de participantes, conducen a niveles muy altos de competencia para conseguir un hueco en el equipo y, en consecuencia, deben realizarse procesos de selección estrictos. Por el contrario, en los deportes menos populares, donde los procesos de selección son más sencillos, el RAE es mucho más bajo o inexistente (Schorer y cols., 2009). En consecuencia, debido a que el waterpolo no es un deporte popular, uno podría esperar que el RAE no necesariamente esté presente. En el estudio general de los datos, teniendo en cuenta a todas las selecciones y Campeonatos, no observamos una distribución desigual de los participantes (ni en hombres ni en mujeres) en términos del RAE, por lo que podría concluirse que el RAE no está presente en las selecciones de nivel élite de waterpolo. Sin embargo, tras un análisis más profundo, encontramos en el Campeonato de Europa que en el caso de los hombres, casi la mitad de los jugadores (43%) en el grupo ganador de medallas había nacido en los primeros tres meses del año, con solo el 15% habiendo nacido en el últimos meses; esto claramente puede ser considerado como un RAE. Además, el mes de nacimiento se incluyó en el análisis de regresión. Este RAE es el resultado de un sesgo en la selección de participantes hacia las edades relativamente mayores, debido a su mayor tamaño corporal y mejor rendimiento. Por lo tanto, es razonable considerar que en países con una larga tradición en el waterpolo masculino, donde este es un deporte popular y, en consecuencia, competitivo, hay una selección de jugadores hacia los relativamente mayores, una característica que se perpetúa hasta nivel adulto. En cambio, en las mujeres no existe un proceso de selección tan estricto, ya que es un deporte minoritario,

lo que impide que el RAE esté presente. En el futuro sería interesante investigar las fechas de nacimiento de los jóvenes jugadores de waterpolo para determinar si el RAE está presente y luego desaparece o si el RAE no existe en jugadores jóvenes y adultos de waterpolo.

Deben tenerse en cuenta las limitaciones del presente estudio. Los datos para el análisis se registraron de la página web oficial del Campeonato en Internet. Aunque realizar las propias mediciones es una situación más deseable, habría sido imposible para un equipo de investigación obtener una cantidad tan grande de registros de tantas selecciones. Por esa razón, esta metodología se ha utilizado previamente (Gale-Watts y Nevill, 2016; Escalante y cols., 2011, 2012). Si bien se debe tener cuidado al utilizar fuentes de datos en el dominio público, el uso de sitios web oficiales generalmente proporciona una base sólida para la confiabilidad de los datos (Gale-Watts y Nevill, 2016). Además, para determinar la relevancia de las variables para la clasificación final, creamos los tres grupos (medalla, medio y último) de forma "artificial". También podrían haber sido posibles otros procedimientos de agrupación, pero creemos que esto fue apropiado porque la obtención de medallas es el objetivo principal de muchas selecciones y es la medida del éxito en este tipo de campeonato.

Conclusiones

En el presente estudio, observamos varias diferencias entre los hombres y mujeres en el Campeonato de Europa, algunas de ellas presumiblemente debido a la incorporación relativamente reciente de las mujeres en competiciones internacionales. En este sentido, a lo largo de la clasificación final, los hombres fueron más homogéneos con respecto al perfil antropométrico y el rendimiento, mientras que se observó una mayor heterogeneidad entre las selecciones femeninas. Con respecto a la antropometría, se observó que una masa corporal grande es deseable para competir al más alto nivel, siendo la altura particularmente importante. Además, se ha demostrado que, en el caso de los jugadores, el RPI es un parámetro a tener en cuenta. También, la eficiencia ofensiva fue el parámetro más relevante relacionado con el juego en la clasificación final del campeonato para ambos sexos. Con referencia a la fecha de nacimiento, el RAE solo se detectó en el grupo ganador de medallas masculino, probablemente debido

al proceso de selección de jugadores desde la temprana edad en aquellos países en los que el waterpolo es un deporte popular y competitivo. En resumen, se observaron varias diferencias entre los jugadores y jugadoras de élite que los entrenadores y el personal técnico involucrados en los procesos de entrenamiento y selección en el waterpolo deben tener en cuenta.

Capítulo 2. Efecto de la edad relativa y lateralidad en jugadores masculinos y femeninos de waterpolo de clase mundial

Introducción

Tanto en el deporte como en la escuela, los niños se organizan en grupos de edad anuales en función de una fecha seleccionada (fecha de corte), que en la mayoría de los países y en las competiciones internacionales es el 1 de enero. En los deportes, aunque la razón de esta agrupación anual es evitar grandes diferencias de edad, se produce un fenómeno inesperado e indeseable; de hecho, se ha observado una sobrerrepresentación de los deportistas nacidos en los primeros meses después de esta fecha de corte (en la mayoría de los países enero, febrero, marzo...); esto se conoce como el RAE (del inglés Relative Age Effect). Este fenómeno se ha observado en muchos deportes masculinos, como en el fútbol (Carling y cols., 2009; Gil y cols., 2007a, 2014a; Helsen y cols., 2012; Williams, 2010); baloncesto (Torres-Unda y cols., 2013), balonmano (Schorer y cols., 2009), rugby (Till y cols., 2010), esquí (Müller y cols., 2016), hockey (Addona y Yates, 2010) y tenis (Edgar y O'Donoghue, 2005). En deportistas femeninas, donde hay menos estudios disponibles, la presencia del RAE sigue siendo motivo de controversia. Mientras que algunos autores (Baker, Janning, Wong, Cogley y Schorer, 2014; Raschner, Müller y Hildebrandt, 2012) no observaron un RAE, otros (Delorme y cols., 2011; Romann y Fuchslocher, 2013) encontraron una sobrerrepresentación de mujeres nacidas en el primer cuartil del año.

Se ha propuesto que un tamaño corporal más grande y/o un mejor rendimiento de los deportistas relativamente mayores son las razones subyacentes del RAE. Como tal, los jugadores jóvenes de baloncesto (Torres-Unda y cols., 2013) y de fútbol (Gil y cols., 2014a) nacidos a principios de año eran más altos y pesados que los jugadores nacidos durante los últimos meses; además, obtuvieron mejores resultados en las pruebas físicas. En el waterpolo, el tamaño del cuerpo juega un papel importante durante la competición al permitir que el jugador obtenga mejores posiciones en el campo y al dar ventaja a los jugadores altos para alcanzar y controlar los pases (Tsekouras y cols., 2005). Por lo tanto, se han encontrado jugadores más altos en selecciones nacionales en comparación con ligas regionales en hombres (Idrizovic y cols., 2015) y mujeres (McCluskey y cols., 2010). Hasta la fecha, la presencia del RAE no ha sido investigada en waterpolo masculino y femenino de clase mundial. Uno de los factores que se supone que

impulsan el RAE es el tamaño corporal de los deportistas (Cobley y cols., 2009), y debido al hecho de que los jugadores con gran masa corporal son favorecidos en este deporte, se podría suponer la hipótesis que el RAE está presente en el waterpolo de alto nivel, de manera similar a como se ve en el rugby profesional (Till y cols., 2010), fútbol (Delorme y cols., 2010) y balonmano (Schorer y cols., 2009).

Asimismo, la tendencia dominante de la mano derecha en el 90% de la población mundial (85% si tenemos en cuenta el 5% de las personas ambidiestras) se ha demostrado de manera general y repetida (Raymond, Pontier, Dufour y Møller, 1996). En cambio, se ha observado una presencia desproporcionada de jugadores zurdos en un grupo particular de deportes (Loffing y Hagemann, 2016). Con respecto a los deportes interactivos directamente, el lado izquierdo es más prevalente (los deportistas están cerca y tienen contacto directo) en comparación con los deportes interactivos indirectos (los deportistas están cerca pero no tienen contacto físico) (Loffing y Hagemann, 2016). Sin embargo, esta característica no se ha confirmado en deportes no interactivos como la gimnasia o los dardos (Grouios, 2004). Una de las hipótesis que explican la mayor cantidad de zurdos en los deportes interactivos es la "selección dependiente de la frecuencia negativa", lo que significa que la ventaja aumenta a medida que disminuye su frecuencia relativa (Loffing y Hagemann, 2016). De esta manera, la falta de familiaridad para enfrentarse al oponente zurdo dificulta más las posibilidades de predecir o anticipar sus movimientos, particularmente en situaciones de tiempo limitado (Loffing, 2017).

El waterpolo es un deporte colectivo que se juega en cuatro tiempos de 8 minutos, separados por fases de recuperación de 2 y 5 minutos, lo que implica esfuerzos cortos e intensos intercalados con períodos de recuperación incompletos. En cada equipo, hay un portero y seis jugadores de campo. Aunque los jugadores de campo rotan y pueden cambiar de posición durante el partido, algunas posiciones generalmente están bien establecidas, como el boya, cierre o defensor y cuatro jugadores de arco (dos extremos y dos exteriores). Hasta donde sabemos, la lateralidad no ha sido investigada en waterpolo. Este deporte y el balonmano son comparables con respecto a los roles y tácticas posicionales; por lo tanto, se podría esperar que un equipo de waterpolo tenga al menos dos jugadores zurdos en el campo (33.3%), específicamente para jugar en el lado derecho del terreno para tener mejores ángulos de tiro como en el balonmano (Loffing,

Sölter, Hagemann y Strauss, 2015; Schorer y cols., 2009). En este deporte, se ha observado una sobrerrepresentación de jugadores zurdos en un programa de selección de talentos para el equipo nacional juvenil alemán donde el 22.6% de los jugadores de balonmano eran zurdos. No obstante, la cantidad de jugadoras zurdas fue similar a la población general (13.3%) (Schorer y cols., 2015).

Solo unos pocos estudios han analizado la interacción entre la lateralidad y el RAE. Loffing y cols. (2010b) analizaron 1027 jugadores de tenis masculinos y descubrieron que había una distribución significativamente sesgada según el cuartil de nacimiento, tanto en la muestra total como en los jugadores diestros. No obstante, no se observó un RAE para los jugadores zurdos. Del mismo modo, en el balonmano, los jugadores lanzadores diestros del lado izquierdo mostraron un RAE más grande que los del lado derecho (es decir, lanzadores zurdos) (Schorer y cols., 2009). Debido a la falta de estudios sobre este tema en waterpolo, sería interesante analizar si la relación entre lateralidad y RAE encontrada en el balonmano también está presente en este deporte para confirmar o no si la lateralidad es un moderador para el RAE en el waterpolo. Dada la ventaja potencial de ser zurdo en waterpolo, es interesante aclarar si este beneficio puede superar una masa corporal menor y/o también ser relativamente más joven.

Objetivo

Estudiar la relación entre la lateralidad, la antropometría, la edad relativa y el rendimiento en jugadores y jugadoras de waterpolo de élite internacional.

Metodología

Este estudio investigó la lateralidad y el RAE en jugadores masculinos y femeninos de waterpolo de élite. Se registraron los datos de las selecciones nacionales que participaron en los Campeonatos del Mundo de waterpolo celebrados en Shanghai (2011), Barcelona (2013) y Kazan (2015) del sitio web oficial.

Participantes

Se analizaron los datos de un total de 1245 jugadores (623 mujeres y 622 hombres) de los cinco continentes. Los jugadores que asistieron a más de un campeonato solo se incluyeron una vez, es decir, su primera participación. Por lo tanto, la muestra final estuvo compuesta por 401 mujeres y 386 hombres.

Procedimiento

La fecha de nacimiento (día, mes, año), altura (cm) y peso corporal (kg) por género se obtuvieron del sitio web oficial del Campeonato (<http://www.omegatiming.com>). Según esta página web oficial, los jugadores se dividieron en porteros y jugadores de campo (extremo, exterior, defensor y boya). Estas posiciones solo estaban disponibles para los campeonatos de 2013 y 2015. En los campeonatos de 2011, los jugadores se dividieron en porteros y jugadores de campo. La lateralidad (zurdo o diestro) se registró desde el sitio web oficial. Los datos analizados en el presente estudio están disponibles en el dominio público (Internet); por lo tanto, no se requirió la aprobación del comité de ética y el consentimiento informado (Nevill y cols., 2009a). Los nombres de los deportistas fueron eliminados de todo el análisis. Este estudio siguió la Declaración de Helsinki. Teniendo en cuenta la fecha de nacimiento, se calculó la edad de los jugadores restando su fecha de nacimiento de la fecha del campeonato. El mes de nacimiento se transformó en una variable numérica.

El 1 de enero fue elegido como la fecha de corte en todos los países menos en tres. Por lo tanto, los jugadores se dividieron en dos semestres y también en cuatro cuartiles según su mes de nacimiento: Q1 (1 de enero a 31 de marzo), Q2 (1 de abril a 30 de junio), Q3 (1 de julio a 30 de septiembre) y Q4 (1 de octubre a 31 de diciembre). Sin embargo, estos tres países utilizan diferentes fechas de corte: el 1 de abril en Japón, el 1 de septiembre en el Reino Unido y el 1 de agosto en los EEUU. En este sentido, los participantes de estos tres países se agruparon de la misma manera mencionada: los jugadores nacidos en los primeros tres meses posteriores a la fecha de corte se agruparon en la Q1 y así sucesivamente.

Además, se registraron desde el sitio web los siguientes parámetros del juego: minutos jugados, número de lanzamientos y número de goles; y para los porteros, el número de lanzamientos recibidos y el número de paradas realizadas. De igual manera, debido a que el tiempo jugado puede influir en el número de goles, etc., estas variables del juego se calcularon de acuerdo con el tiempo jugado. Por lo tanto, se crearon las siguientes nuevas variables: número de lanzamientos por minuto (lanzamientos/min), número de goles por minuto (goles/min), lanzamientos recibidos/min y paradas/min. También se calculó el porcentaje (%) de aciertos (eficiencia ofensiva) y de paradas (eficiencia defensiva) mediante las siguientes fórmulas: % de aciertos = (número de goles por

unidad de tiempo/número de lanzamientos por unidad de tiempo) · 100; y % de paradas = (número de paradas por unidad de tiempo/número de lanzamientos en contra por unidad de tiempo) · 100.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics (v 22.0). La normalidad de los datos se entendió mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos se muestran como media ± desviación estándar y porcentajes. El nivel de significación se estableció en $p < 0.05$.

Las medias y las desviaciones estándar se utilizaron como estadísticas descriptivas para los datos métricos. Las diferencias entre jugadores zurdos y diestros fueron analizadas mediante la prueba T de Student o la prueba de U Mann-Whitney, para datos paramétricos y no paramétricos, respectivamente. Para cuantificar el tamaño del efecto de las diferencias entre jugadores zurdos y diestros, se calculó la g de Hedge porque los tamaños de ambos grupos eran sustancialmente diferentes (Perdices, 2017). Los valores de umbral para las estadísticas del tamaño del efecto fueron 0.2, 0.5 y 0.8 para los tamaños de efecto pequeño, mediano y grande, respectivamente (Cohen, 1992). Además, se calculó el intervalo de confianza (IC) del tamaño del efecto (Hedges y Olkin, 2014; Lee, 2016). La interpretación del IC para el tamaño del efecto es la misma que en el caso del IC de la media.

Para evaluar la distribución de las fechas de nacimiento, se utilizó un Chi cuadrado de bondad de ajuste asumiendo una distribución igual de las fechas de nacimiento en la población general (<http://data.un.org>). El tamaño del efecto ω se midió tomando 0.1, 0.3 y 0.5 como tamaños de efecto pequeño, mediano y grande, respectivamente (Cohen, 1998).

Los odds ratio (OR) y los intervalos de confianza del 95% se calcularon comparando los cuartiles (es decir, Q1 vs. Q4, Q2 vs. Q4, Q3 vs. Q4) y también el primer semestre y el segundo semestre. Durante dichas comparaciones, el cuarto trimestre y el segundo semestre se utilizaron continuamente como grupo de referencia (Till y cols., 2010).

Resultados

La distribución de la fecha de nacimiento, la lateralidad y las posiciones de juego se muestran en la Tabla 3 (hombres), en la Tabla 4 (mujeres) y en la Tabla 5 (ambas). En la muestra total, los jugadores zurdos representaron el 9.6% y el 10.2% de los hombres y mujeres, respectivamente. Además, el porcentaje de jugadores de campo zurdos fue inferior al 33.3% esperado de los jugadores de campo (suponiendo que 2 de cada 6 jugadores de campo serían zurdos) en hombres (10.3%; Bondad de ajuste: $\chi^2 = 78.3$, $p < 0.001$, $\omega = 0.49$) y mujeres (12.1%; $\chi^2 = 67$, $p < 0.001$, $\omega = 0.45$). En relación a cada rol posicional, los extremos fueron la posición con la mayor cantidad de jugadores zurdos (23.7% en hombres y 34.4% en mujeres), siendo estas proporciones mayores de lo esperado para la población general (es decir, 10%) tanto en hombres ($\chi^2 = 6.614$, $p = 0.010$, $\omega = 0.54$) y mujeres ($\chi^2 = 29.488$, $p < 0.001$, $\omega = 1.25$).

Con respecto a la fecha de nacimiento, se observó una distribución uniforme en los jugadores masculinos (Tabla 3) y femeninos (Tabla 4). No hubo asociación entre la dominancia manual y el trimestre de nacimiento en los jugadores masculinos ($\chi^2 = 3.60$, $p > 0.05$, $\omega = 0.10$) y jugadoras femeninas ($\chi^2 = 1.01$, $p > 0.05$, $\omega = 0.05$). Sin embargo, en jugadores de campo masculinos zurdos, menos jugadores habían nacido en el primer trimestre (11.8%) en comparación con el segundo (35.3%; OR: 0.33, IC del 95% [0.14, 0.79]) y el cuarto trimestre (29.4%; OR: 0.40, IC 95% [0.17, 0.96]) (Tabla 6).

Tabla 3. Número y porcentajes de jugadores nacidos en los diferentes trimestres de nacimiento (Q) y semestres (S). Se muestran los odds ratios (OR) y los intervalos de confianza (IC).

		n	Q1 (%)	Q2 (%)	Q3 (%)	Q4 (%)	χ^2	p	ω	OR (IC)	OR (IC)	OR (IC)	OR (IC)
										Q1 vs Q4	Q2 vs Q4	Q3 vs Q4	S1 vs S2
Total		386	26.2	27.2	21.6	24.3	2.363	0.500	0.08	1.08 (0.49-2.36)	1.12 (0.51-2.44)	0.89 (0.40-1.98)	1.16 (0.67-2.03)
Lateralidad	Zurdos	37	13.5	32.4	24.3	29.7	3.175	0.365	0.29	0.45 (0.19-1.06)	1.09 (0.52-2.30)	0.82 (0.38-1.77)	0.85 (0.49-1.48)
	Diestros	349	27.5	26.6	22.9	22.9	2.953	0.399	0.09	1.20 (0.55-2.63)	1.16 (0.53-2.55)	1.00 (0.45-2.23)	1.18 (0.68-2.06)
Porteros	Todos	57	24.6	24.6	31.6	19.3	1.255	0.740	0.50	1.27 (0.56-2.88)	1.27 (0.56-2.88)	1.64 (0.74-3.62)	0.97 (0.56-1.68)
	Zurdos	3											
	Diestros	54	24.1	25.9	31.3	18.5	1.368	0.713	0.16	1.30 (0.57-2.96)	1.40 (0.62-3.16)	1.70 (0.77-3.98)	1.00 (0.57-1.74)
Jugadores de campo	Todos	329	26.4	27.7	21.6	24.3	3.737	0.291	0.04	1.09 (0.50-2.37)	1.14 (0.52-2.48)	0.89 (0.40-1.98)	1.18 (0.68-2.05)
	Zurdos	34	11.8	35.3	23.5	29.4	4.172	0.243	0.35	0.40 (0.17-0.96)	1.20 (0.57-2.52)	0.80 (0.37-1.74)	0.89 (0.51-1.55)
	Diestros	295	28.1	26.8	21.4	23.7	4.215	0.239	0.12	1.19 (0.54-2.58)	1.13 (0.52-2.47)	0.90 (0.40-2.02)	1.22 (0.70-2.12)

n: Número de jugadores.

Tabla 4. Número y porcentajes de jugadoras nacidas en los diferentes trimestres de nacimiento (Q) y semestres (S). Se muestran los odds ratios (OR) y los intervalos de confianza (IC).

		n	Q1 (%)	Q2 (%)	Q3 (%)	Q4 (%)	χ^2	p	ω	OR (IC) Q1 vs Q4	OR (IC) Q2 vs Q4	OR (IC) Q3 vs Q4	OR (IC) S1 vs S2
Total		401	25.4	24.9	28.9	20.7	3.446	0.328	0.09	1.23 (0.55-2.74)	1.20 (0.54-2.69)	1.40 (0.63-3.08)	1.01 (0.58-1.77)
Lateralidad	Zurdas	44	25.0	25.0	34.1	15.9	2.359	0.501	0.23	1.57 (0.68-3.64)	1.57 (0.68-3.64)	2.14 (0.95-4.84)	1.00 (0.57-1.74)
	Diestras	357	25.5	24.9	28.3	21.3	2.066	0.559	0.08	1.20 (0.54-2.66)	1.17 (0.52-2.60)	1.33 (0.60-2.93)	1.02 (0.58-1.77)
Porteras	Todas	66	22.7	28.8	33.3	15.2	4.060	0.255	0.25	1.49 (0.64-3.51)	1.89 (0.82-4.36)	2.19 (0.96-4.98)	1.06 (0.61-1.85)
	Zurdas	3											
	Diestras	63	23.8	27.0	33.3	15.9	3.218	0.359	0.23	1.50 (0.64-3.48)	1.70 (0.74-3.90)	2.09 (0.93-4.73)	1.03 (0.59-1.80)
Jugadoras de campo	Todas	335	26.0	24.2	28.1	21.8	1.682	0.641	0.16	1.19 (0.54-2.64)	1.11 (0.50-2.47)	1.29 (0.59-2.83)	1.01 (0.58-1.75)
	Zurdas	41	26.8	22.0	34.1	17.1	2.144	0.453	0.23	1.57 (0.69-3.56)	1.29 (0.56-2.98)	1.99 (0.89-4.45)	0.95 (0.55-1.66)
	Diestras	294	25.9	24.5	27.2	22.4	0.739	0.864	0.05	1.16 (0.52-2.55)	1.09 (0.49-2.43)	1.21 (0.55-2.67)	1.01 (0.58-1.77)

n: Número de jugadoras.

Tabla 5. Lateralidad y posición de los jugadores masculinos y femeninos en el waterpolo que participan en los campeonatos 2013 y 2015, se muestran los números (n) y porcentajes (%).

	Hombres					Mujeres				
	Zurdo		Diestro		Total	Zurda		Diestra		Total
	n	%	n	%	n	n	%	n	%	n
Portero	1	6.7	26	16	27	2	8.7	34	19.9	36
Defensor	2	13.3	42	26.4	45	3	13	38	22.2	41
Exterior	4	26.7	43	26.4	47	5	21.7	57	33.3	62
Extremo	6	40	17	10.4	23	9	39.1	10	5.8	19
Boya	2	13.3	34	20.8	36	4	17.4	32	18.7	36
Total	15		163		178	23		171		194

Las comparaciones antropométricas y de rendimiento entre jugadores zurdos y diestros, por género, se muestran en la Tabla 6. Los jugadores zurdos realizaron más lanzamientos ($p < 0.05$, g de Hedge = -0.37, IC del 95% [-0.72, -0.02]), lanzamientos/minuto ($p < 0.05$, g de Hedge = -0.37, IC del 95% [-0.73, -0.02]) y también más goles/minuto ($p < 0.01$, g de Hedges = -0.48, IC del 95% [-0.83, -0.12]) que los jugadores diestros. Las jugadoras zurdas eran más jóvenes ($p < 0.05$, g de Hedge = 0.31, IC del 95% [0.01, 0.63]) y realizaron más lanzamientos/minuto ($p < 0.05$, g de Hedge = 0.50, IC del 95% [-0.83, -0.17]).

Tabla 6. Medias y desviaciones estándar de los parámetros antropométricos, fecha de nacimiento y rendimiento en relación a la dominancia manual del jugador.

	Hombres									Mujeres										
	Diestros			Zurdos			n	g de Hedge	95% IC		Diestras			Zurdas			n	g de Hedge	95% IC	
			n			n			LI	LS			n			n			LI	LS
Jugadores (n)	349			37							357			44						
Jugadores (%)	90.41			9.59							89.03			10.29						
Edad (años)	± 4.66	348	24.54	± 4.92	37	0.21	-0.13	0.55	22.86	± 4.17	357	21.59	± 2.87*	44	0.31	0.01	0.63			
Altura (cm)	190.54 ± 6.79	310	190.91	± 8.22	32	-0.05	-0.42	0.31	174.79 ± 6.50	323	172.85	± 5.95	39	0.30	-0.03	0.63				
Peso (kg)	93.61 ± 9.86	310	93.13	± 9.73	32	0.05	-0.32	0.41	69.31 ± 8.97	323	67.54	± 8.10	39	0.20	-0.13	0.53				
Tiempo (minutos)	94.85 ± 46.50	347	99.35	± 40.44	37	-0.10	-0.44	0.24	92.65 ± 49.70	354	98.77	± 52.34	43	-0.12	-0.44	0.19				
Lanzamientos (n)	12.07 ± 8.56	293	15.37	± 11.27*	35	-0.37	-0.72	-0.02	12.82 ± 10.35	287	15.08	± 10.65	40	-0.22	-0.55	0.11				
Lanzamientos/T	0.118 ± 0.058	293	0.140	± 0.063*	35	-0.37	-0.73	-0.02	0.123 ± 0.064	287	0.147	± 0.062*	40	-0.50	-0.83	-0.17				
Goles (n)	4.017 ± 3.469	293	5.800	± 5.518*	35	-0.48	-0.83	-0.12	4.470 ± 4.474	287	5.675	± 5.322	40	-0.26	-0.59	0.07				
Goles/T	0.050 ± 0.026	253	0.060	± 0.033	27	-0.37	-0.77	0.03	0.047 ± 0.029	287	0.056	± 0.033	40	-0.33	-0.66	0.00				
Ef. ofensiva (%)	33.09 ± 22.45	293	29.17	± 20.41	35	0.18	-0.18	0.53	32.06 ± 20.15	287	32.66	± 17.54	40	-0.03	-0.36	0.30				

IC: Intervalo de Confianza; LI: Límite Inferior; LS: Límite Superior; T: Tiempo; n: Número; Ef.: Eficiencia; * $p < 0.05$.

Discusión

El RAE, que ha sido motivo de preocupación en la ciencia del deporte durante los últimos años, se ha descrito en muchos deportes, particularmente en aquellos en los que un gran tamaño corporal es una ventaja. Debido al hecho de que en el waterpolo son favorecidos los jugadores altos y pesados, el objetivo era determinar si el RAE estaba presente en los jugadores de waterpolo de élite, tanto hombres como mujeres, de los diferentes continentes; y también, investigar el efecto de la lateralidad en el RAE.

La sobrerrepresentación de los deportistas nacidos en los primeros meses después de la fecha de corte, que es la característica principal del RAE, se ha demostrado tanto en deportes individuales como en equipos, particularmente a nivel de élite (Carling y cols., 2009; Delorme y cols., 2010; Gil y cols., 2007a, 2014a; Schorer y cols., 2009; Torres-Unda y cols., 2013). Además de la ventaja física mencionada, se han descrito otros factores subyacentes al RAE. Hancock, Adler y Côté (2013), propusieron a los agentes sociales como factores que influyen en el RAE. Según estos autores, los padres que fomentan a sus hijos a practicar cierto deporte desde pequeños proporcionan ventajas iniciales (efecto Matthew), los entrenadores ofrecen más refuerzo positivo a los deportistas con altas expectativas que a sus compañeros con bajas expectativas (efecto Pigmalión), y las propias expectativas de los deportistas (efecto Galatea) son agentes importantes que deben explorarse en este contexto. Se ha propuesto un modelo de sistemas de desarrollo que incluye restricciones individuales, de tareas y ambientales, y la interacción de los mismos como modelo teórico para explicar el RAE (Hancock y cols., 2013).

En cualquier caso, y en contra de una de las hipótesis, el análisis actual de los jugadores de waterpolo que compiten al más alto nivel (Campeonato Mundial), no pudo demostrar una distribución general desigual de su fecha de nacimiento. Una posible explicación para esto es que la razón subyacente para que ocurra el RAE es el proceso de selección hacia jugadores relativamente mayores (Gil y cols., 2014a). En consecuencia, los deportes más populares (es decir, fútbol, baloncesto, balonmano o hockey en Canadá) que tienen un gran número de participantes, conducen a niveles muy altos de competencia para obtener un lugar en el equipo y, en consecuencia, deben llevarse a

cabo procesos de selección ajustados. Por el contrario, en deportes menos populares, donde los procesos de selección son menos estrictos, el RAE es menor o inexistente (Schorer y cols., 2009). Otra posible explicación es que en el presente estudio se investigó la presencia del RAE en jugadores adultos. Si bien este fenómeno se ha identificado particularmente en niños y adolescentes, previamente se ha descrito una disminución del RAE con el aumento de la edad de los atletas en muchos deportes (Helsen, Van Winckel y Williams, 2005; Jiménez y Pain 2008). Hay diferencias entre los jugadores de waterpolo pubescentes y adultos en la actividad de natación durante los partidos de waterpolo (Lupo y cols., 2016). Estas características definidas del juego pueden inducir a los entrenadores a centrarse en los jugadores relativamente mayores cuando todavía están en su pubertad o adolescencia, generando un RAE a edades tempranas que pueden desaparecer en la edad adulta. Por lo tanto, en el futuro sería interesante investigar las fechas de nacimiento de los jugadores jóvenes de waterpolo para determinar si el RAE está presente y luego desaparece o si el RAE no existe en jugadores jóvenes y adultos de waterpolo.

Con respecto a la lateralidad, se ha observado un gran número jugadores zurdos en críquet (Brooks y cols., 2004) y balonmano (Baker y cols., 2013). En cambio, en el presente estudio la proporción de los jugadores zurdos fue de alrededor del 9-10%, lo que es similar a la población general, tanto en hombres como en mujeres. De acuerdo con los roles posicionales, solo el 2-10% de los porteros, defensores, exteriores y boyas fueron zurdos, lo cual fue sorprendentemente bajo. Además, teniendo en cuenta solo a los jugadores de campo, el porcentaje de jugadores zurdos fue inferior al 33% esperado (10% en hombres y 12% en mujeres). Estos bajos porcentajes de jugadores zurdos pueden reflejar las dificultades para reclutar deportistas zurdos en los deportes menos populares. Este número limitado de jugadores zurdos también podría ser la razón de que las jugadoras zurdas sean más jóvenes que las jugadoras diestras. Sin embargo, hubo una proporción significativamente grande dentro de los extremos (24% en hombres y 34% en mujeres), lo que apoyó la segunda hipótesis. Este número desproporcionado de extremos zurdos es comparable al 21-28% de los jugadores zurdos observados en los equipos de balonmano (Schorer y cols., 2009). Debido a la estrategia de estos deportes, los extremos son la posición que más se beneficia de ser zurdo. Por lo tanto, es posible

que los jugadores de waterpolo que son zurdos sean alentados o redirigidos a tomar la posición de extremo para fortalecer a los equipos.

Los jugadores zurdos realizaron más lanzamientos y lanzamientos por tiempo, y también anotaron más goles. Debido al hecho de que existe una anticipación superior de los resultados de la acción con la mano derecha y no con la mano izquierda (Hageman, 2009; Loffing y cols., 2015) y que los deportistas tienen más dificultades para anticipar las intenciones de los oponentes con la mano izquierda que con la mano derecha (portero de balonmano) (Loffing y cols., 2015) uno hubiera esperado una mayor eficiencia de los goles en los zurdos; sin embargo, el número de goles marcados por el número de lanzamientos realizados fue similar en los jugadores zurdos y diestros, lo que merece investigaciones adicionales.

En el presente estudio no se encontró una asociación entre la mano dominante y la edad relativa. Sin embargo, se observó que la proporción de jugadores de campo nacidos en el primer trimestre (11%) fue significativamente menor que en los nacidos en el segundo (35.3%) y el cuarto trimestre (29.4%). Aunque el número de jugadores zurdos no fue grande ($n = 34$), este resultado es relevante. Schorer y cols. (2009) en balonmano y Loffing y cols. (2010b) en tenis descubrieron un RAE presente en los jugadores diestros, pero no en los zurdos, lo que sugiere que ser zurdos proporciona una ventaja que contrarresta el efecto perjudicial de la edad relativa. Se puede suponer que en el waterpolo, los jugadores zurdos son bien valorados y retenidos independientemente de su edad relativa. Sobre la base de estos resultados, parece que la lateralidad es un posible moderador del RAE, un hallazgo que no ha sido suficientemente investigado. Además, la lateralidad también puede ser un moderador relevante para la selección de jugadores relativamente más jóvenes.

Algunas limitaciones deben de tenerse en cuenta en este estudio. Los datos para el análisis se obtuvieron de la página web oficial del Campeonato en Internet. Aunque realizar las propias mediciones sea una situación más deseable, un equipo de investigación no podría haber obtenido tal cantidad de registros de jugadores de tantas naciones. Por esta razón, esta metodología se ha utilizado anteriormente (Escalante y

cols., 2011; 2012; Gale-Watts y Nevill, 2016). Si bien se debe tener precaución al utilizar fuentes de datos en el dominio público, el uso de sitios web oficiales generalmente proporciona una base sólida para la confiabilidad de los datos (Gale-Watts y Nevill, 2016). Además, la falta de información sobre los roles posicionales en uno de los campeonatos (Shanghai, 2011) disminuyó el número de jugadores en esta parte del análisis estadístico, y esta limitación también debe tenerse en cuenta.

Conclusiones

A diferencia de otros deportes de equipo, el RAE no estaba presente en todo el grupo de jugadores masculinos y femeninos de waterpolo de élite, probablemente debido a que este es un deporte menos popular. Sin embargo, otra explicación podría ser que el RAE está presente en los jugadores jóvenes de waterpolo y que este efecto disminuye con el aumento de la edad de los participantes, como se ha observado en otros deportes. Inesperadamente, encontramos un RAE inverso en los jugadores de campo zurdos que sugiere que la lateralidad puede constituir un moderador para el RAE en deportes de élite y sugiere que este parámetro se tenga en cuenta en futuros estudios.

Capítulo 3. El efecto de la edad relativa como variable de rendimiento en el waterpolo de élite

Introducción

En los últimos años, el RAE (del inglés Relative Age Effect) se ha convertido en un parámetro interesante de estudio en la detección de talentos deportivos. El RAE determina la diferencia de edad entre individuos de un mismo grupo de edad (Andronikos y cols., 2016; Delorme y cols., 2010; Till y cols., 2010). En el mundo del deporte, esta particularidad favorece a los jugadores nacidos a principios del año provocando que haya un predominio de jugadores nacidos en el primer semestre del año en varios deportes (Helsen y cols., 2012). Precisamente, varios autores (Gravina y cols., 2008; Till y cols., 2010) señalan que las personas nacidas en los primeros meses del año después de la fecha de corte tienen más opciones de ser seleccionadas en los clubes y selecciones nacionales de categorías, lo que les va a permitir tener un mayor y mejor número de experiencias y oportunidades que ayudarán a crecimiento y desarrollo como jugadores, a la vez que tendrán un reconocimiento que actuará como refuerzo positivo para seguir entrenando. Este fenómeno se ha observado en el baloncesto (Torres-Unda y cols., 2013), voleibol (Delorme y cols., 2010), balonmano (Baker, Schorer, Cogley, Bräutigam y Büsch, 2009; Delorme y cols., 2010; Schorer y cols., 2009), fútbol (Gravina y cols., 2008; Helsen y cols., 2005), rugby (Till y cols., 2010), hockey hielo (Barnsley y Thompson, 1988; Smith y Weir, 2013), ajedrez (Helsen y cols., 2016), natación (Medic, Young, Starkes, Weir y Grove, 2009), tenis (Loffing, Schorer y Cogley, 2010b). En el deporte femenino, en cambio, este efecto no es tan frecuente e incluso es ausente (Cogley y cols., 2009; Delorme y cols., 2010; Goldschmied, 2011). Esta característica no se ha investigado en el waterpolo hasta el momento.

Asimismo, el deporte ha evolucionado en los últimos años tanto en la propia lógica interna del juego como en el perfil del deportista. Diversos autores afirman que durante las últimas décadas los requerimientos competitivos han transformado el perfil antropométrico y fisiológico de los deportistas en múltiples áreas (di Cagno, Baldari, Battaglia, Guidetti y Piazza, 2008; Norton, Olds, Olive y Craig, 1996). En varios deportes, tales como baloncesto (Cormery, Marcil y Bouvard, 2008), salto (Lippi, Banfi, Favaloro, Rittweger y Maffulli, 2008), rugby (Duthie, Pyne, Hopkins, Livingstone y Hooper, 2006; Fuller, Taylor, Brooks y Kemp, 2013) y fútbol americano (Norton, Craig

y Olds, 1999; Robbins, Goodale, Kuzmits y Adams, 2013) el aumento de la altura y la peso corporal han sido significativas. En otros deportes, el aumento de tamaño sólo ha coincidido con el de la población general, como en la natación, o en algunos casos la tasa de aumento ha sido aún menor (Norton y cols., 1996). En el waterpolo, Lozovina y Pavicic (2004) observaron que las características antropométricas en waterpolistas femeninas de élite entre 1980 y 1995 habían cambiado en los 15 años analizados con una mayor altura y envergadura, menor perímetro de cintura, mayor anchura en los hombros, y un aumento en la proporción del peso muscular. Estos cambios pueden ser originados por una tendencia progresiva en la población (Lippi y cols., 2008; Norton y cols., 1996); por las modificaciones en el reglamento que se han ido instaurando para ejecutar un juego más vistoso y visible (Cormery y cols., 2008; Lozovina y Pavicic, 2004); y/o por el desarrollo y avance tecnológico, científico, técnico-táctico, y de la profesionalización de los jugadores (Duthie y cols., 2006; Lippi y cols., 2008). Sin embargo, la evolución del RAE no se ha investigado en el waterpolo hasta el momento. Por lo tanto, debido a que se ha demostrado un cambio en los parámetros antropométricos en el waterpolo de nivel mundial, sería interesante analizar si el RAE ha estado implicado en el rendimiento deportivo del waterpolo de élite y ha variado durante los últimos años.

Objetivo

Describir la evolución del RAE en jugadores y jugadoras de waterpolo de élite internacional durante un periodo de diez años.

Metodología

En el presente estudio se investigaron las características antropométricas, la fecha de nacimiento, los roles de portero y jugadores de campo, y el rendimiento de los jugadores de élite de waterpolo masculino y femenino participantes en los Campeonatos del Mundo de waterpolo de Melbourne (2007), Roma (2009), Shanghai (2011), Barcelona (2013), Kazán (2015) y Budapest (2017) desde el sitio web oficial. Estos campeonatos son los más importantes después de los Juegos Olímpicos.

Participantes

Analizamos los datos de todos los participantes en los últimos seis campeonatos del mundo de waterpolo celebrados en Melbourne (Australia), Roma (Italia), Shanghai

(China), Barcelona (España), Kazán (Rusia) y Budapest (Hungría). Había un total de 2.491 deportistas (1.244 hombres y 1.247 mujeres). En estos campeonatos participaron 16 selecciones internacionales tanto en la competición masculina como en la femenina.

Procedimiento

La altura (cm), la masa corporal (kg), la fecha de nacimiento (día, mes, año) y la posición de los jugadores (portero y jugadores de campo) por género fueron obtenidos del sitio web oficial del Campeonato (<http://www.omegatiming.com>). De forma similar a lo que se ha publicado en otro estudio (Gale-Watts, 2016), estos datos se obtuvieron del dominio público (Internet), por lo que no se requería la aprobación del comité de ética y el consentimiento informado. Posteriormente se calculó el IMC (Índice de Masa Corporal) y el RPI (Índice Ponderal Recíproco, del inglés *Reciprocal Ponderal Index*).

Además, se registraron los siguientes parámetros de juego: minutos jugados, número de lanzamiento y número de goles, y en los porteros el número de lanzamiento en contra y el número de lanzamientos bloqueados. Debido a que el tiempo jugado puede influir en el número de goles, etc... también se calcularon las mencionadas variables en relación a los minutos jugados: número de lanzamientos por minuto (lanzamientos/min), número de goles por minuto, lanzamientos en contra por minuto, y bloqueos por minuto. Se calculó el porcentaje de los goles realizados (eficiencia ofensiva) por los jugadores de campo (número de goles por unidad de tiempo/número de lanzamientos por unidad de tiempo multiplicado por 100) y el porcentaje de las paradas realizadas (eficiencia defensiva) por los porteros (número de lanzamientos bloqueados por unidad de tiempo/número de lanzamientos en contra por unidad de tiempo multiplicado por 100).

Para determinar el rendimiento general en el campeonato, agrupamos a las selecciones presentes en los campeonatos en función del ranking final, tanto en los hombres como en las mujeres, en tres grupos: las tres primeras clasificadas, de la 4^a a la 13^a y las tres últimas. A cada grupo se le atribuyó un nombre diferente: medalla, medio, y último.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software IBM SPSS Statistics (v 22.0). La normalidad de los datos se analizó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Cuando se incumplieron los supuestos de normalidad, se realizaron transformaciones

logarítmicas. El nivel de significación se estableció en $p < 0.05$. Los datos se presentan como media \pm desviación estándar y porcentajes. Los valores del umbral del tamaño del efecto (d de Cohen) fueron 0.2, 0.5 y 0.8 para tamaños pequeño, mediano y grande, respectivamente (Cohen, 1992).

Las diferencias antropométricas y de rendimiento entre los deportistas nacidos en el primer semestre y los nacidos en el segundo fueron analizadas utilizando el test de T Student (variable paramétrica) o test U Mann-Whitney (variable no paramétrico). Para investigar la distribución de las fechas de nacimiento, los jugadores se dividieron en cuatro cuartiles: Q1 (1 de enero a 31 de marzo), Q2 (1 de abril a 30 de junio), Q3 (1 de julio a 30 de septiembre) y Q4 (1 de octubre a 31 de diciembre; y dos semestres: S1 (1 de enero a 30 de junio) y S2 (1 de julio a 31 de diciembre). Para evaluar la distribución de las fechas de nacimiento, se utilizó un Chi cuadrado de bondad de ajuste asumiendo una distribución igual de fechas de nacimiento en la población general (<http://data.un.org>). El tamaño del efecto ω se midió tomando 0.06, 0.17 y 0.29 como tamaños de efecto pequeño, mediano y grande, respectivamente (Cohen, 1998).

Resultados

La distribución de la fecha de nacimiento de los deportistas según el trimestre y semestre de nacimiento se muestra en la Tabla 7 (hombres) y la Tabla 8 (mujeres).

En los hombres, se observaron diferencias significativas respecto a lo esperado para la población general en el trimestre en el total de los jugadores (Bondad de ajuste: $\chi^2 = 8.232$, $p = 0.041$, $\omega = 0.06$), en el total de los jugadores de campo ($\chi^2 = 15.498$, $p = 0.001$, $\omega = 0.09$), y en total de los porteros ($\chi^2 = 11.963$, $p = 0.008$, $\omega = 0.18$). También, se observó esta situación en el semestre (49.8% contra 50.2%, nivel general), en el total de los jugadores ($\chi^2 = 7.769$, $p = 0.016$, $\omega = 0.06$), en el total de los jugadores de campo ($\chi^2 = 12.216$, $p = 0$, $\omega = 0.08$), en total de los porteros ($\chi^2 = 4.538$, $p = 0.033$, $\omega = 0.11$), y en el Mundial de Budapest 2017 ($\chi^2 = 5.315$, $p = 0.021$, $\omega = 0.11$). Todos los resultados tuvieron un efecto del tamaño pequeño, salvo en los porteros en el trimestre que es medio. Así, se observó un RAE significativo en el total de los hombres (53.1%) en los jugadores de campo (55.1%) y en el Mundial de Budapest en los hombres (57.7%). Además, hubo un mayor porcentaje de jugadores nacidos en el primer trimestre (27.9%, $p < 0.01$), aumentando el porcentaje seleccionando únicamente los jugadores de campo (29.4%, $p < 0.01$). Sin embargo, se observó que en los porteros

hubo un mayor número de jugadores que habían nacido en el tercer trimestre (37%), lo que produjo un mayor número de jugadores nacidos en el segundo semestre (58.2%). Esto es, un RAE inverso.

Igualmente, se demostraron diferencias significativas en las mujeres. En relación al trimestre de nacimiento, en el total de las jugadoras ($\chi^2 = 16.285$, $p = 0.001$, $\omega = 0.08$); en el total de las jugadoras de campo ($\chi^2 = 11.826$, $p = 0.008$, $\omega = 0.07$); en total de las porterías ($\chi^2 = 9.621$, $p = 0.022$, $\omega = 0.16$); y en el Mundial de Shanghai 2011 ($\chi^2 = 8.257$, $p = 0.043$, $\omega = 0.14$). Además, en el semestre en el total de las jugadoras ($\chi^2 = 4.229$, $p = 0.04$, $\omega = 0.04$); y en el total de las jugadoras de campo ($\chi^2 = 5.518$, $p = 0.019$, $\omega = 0.05$). Todos los resultados tuvieron un efecto del tamaño pequeño. Por lo tanto, se observó un RAE significativo en el total de las mujeres (52.6%) y en las jugadoras de campo (53.3%). También se observó un mayor número de porterías que habían nacido en el tercer trimestre (34.6%, no significativo), habiendo un mayor número de jugadoras nacidas en el segundo semestre (51.4%, no significativo).

Por otra parte, en las figuras 7 (hombres) y 8 (mujeres) se observa la evolución de la media de la fecha de nacimiento de los deportistas en los últimos diez años, en función del ranking final en cada campeonato. Fueron demostradas diferencias significativas en el Mundial de Budapest (2017), tanto en los hombres como en las mujeres. En los hombres se destacaron diferencias entre el grupo medalla y último grupo en el mes ($p < 0.05$), cuatrimestre ($p < 0.05$), y trimestre ($p < 0.05$). Lo mismo ocurrió en las mujeres entre el grupo medalla y último grupo en el semestre ($p < 0.05$), y entre el grupo medalla y grupo medio en el semestre ($p < 0.05$) y cuatrimestre ($p < 0.05$). En ambos casos, los deportistas medallistas nacieron antes.

Tabla 7. Número y porcentaje de jugadores nacidos en los diferentes trimestres (Q) y semestres (S).

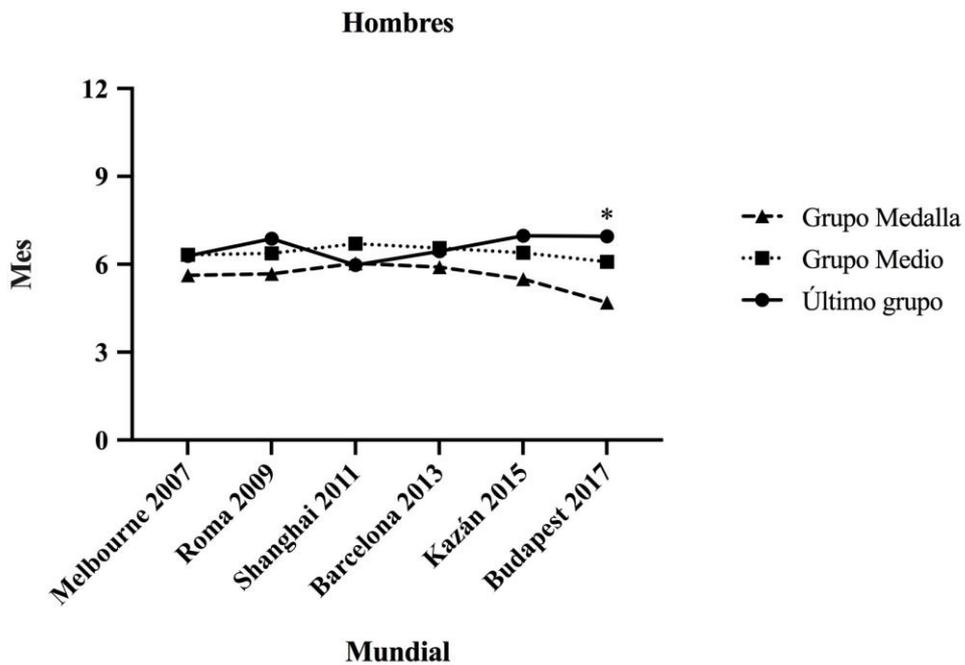
	n	Q1 n (%)	Q2 n (%)	Q3 n (%)	Q4 n (%)	χ^2	<i>p</i>	ω	S1 n (%)	S2 n (%)	χ^2	<i>p</i>	ω
Total hombres	1235	344 (27.9%)	312 (25.3%)	309 (25%)	270 (21.9%)	8.232	0.041	0.06	656 (53.1%)	579 (46.9%)	7.769	0.016	0.06
Budapest 2017	208	66 (31.7%)	54 (26%)	45 (21.6%)	43 (20.7%)	6.818	0.780	0.13	120 (57.7%)	88 (42.3%)	5.315	0.021	0.11
Kazan 2015	207	55 (26.6%)	55 (26.6%)	52 (25.1%)	45 (21.7%)	1.051	0.789	0.05	110 (53.1%)	97 (46.9%)	0.980	0.322	0.05
Barcelona 2013	208	53 (25.5%)	59 (28.4%)	49 (23.6%)	47 (22.6%)	1.633	ns	0.06	112 (53.8%)	96 (46.2%)	1.430	0.232	0.06
Shanghai 2011	208	54 (26%)	49 (23.6%)	58 (27.9%)	47 (22.6%)	0.836	ns	0.04	103 (49.5%)	105 (50.5%)	0.003	ns	0.00
Roma 2009	199	55 (27.6%)	45 (22.6%)	59 (29.6%)	40 (20.1%)	3.587	ns	0.09	100 (50.3%)	99 (49.7%)	0.024	0.876	0.01
Melbourne 2007	205	61 (29.8%)	50 (24.4%)	46 (22.4%)	48 (23.4%)	3.215	ns	0.09	111 (54.1%)	94 (45.9%)	1.621	0.203	0.06
Todos Porteros	184	35 (19%)	42 (22.8%)	68 (37%)	39 (21.2%)	11.963	0.008	0.18	77 (41.8%)	107 (58.2%)	4.538	0.033	0.11
Todos Jugadores de Campo	1051	309 (29.4%)	270 (25.7%)	241 (22.9%)	231 (22%)	15.498	0.001	0.09	579 (55.1%)	472 (44.9%)	12.216	0.000	0.08
Población general		24.7	25.1	26	24.2				49.8	50.2			

n: número de jugadores; Q1: Enero-Marzo; Q2: Abril-Junio; Q3: Julio-Septiembre; Q4: Octubre-Diciembre; S1: Enero-Junio; S2: Julio-Diciembre.

Tabla 8. Número y porcentaje de jugadoras nacidas en los diferentes trimestres (Q) y semestres (S).

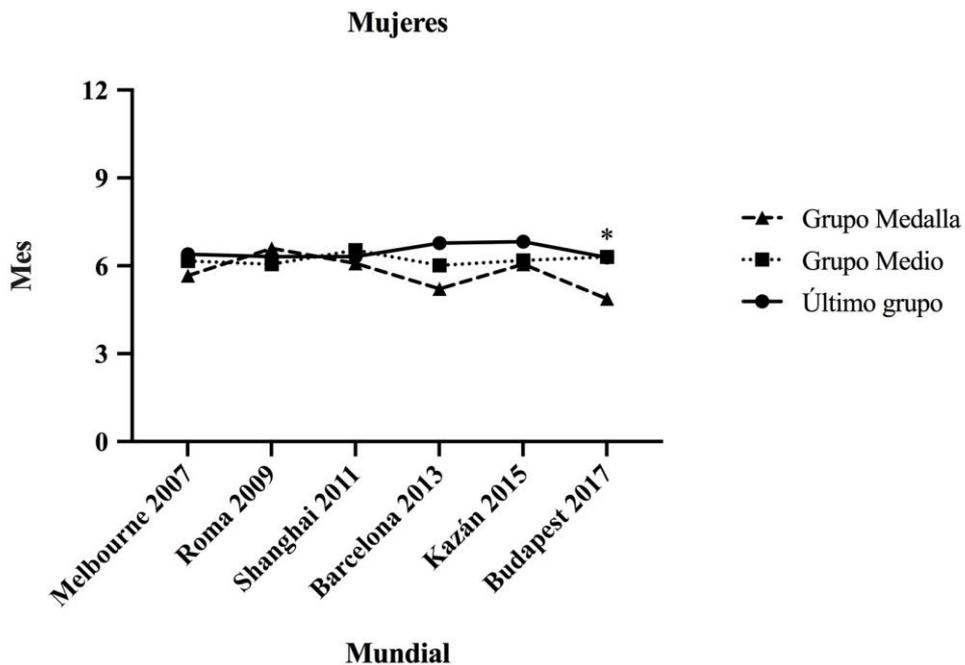
	n	Q1 n (%)	Q2 n (%)	Q3 n (%)	Q4 n (%)	χ^2	<i>p</i>	ω	S1 n (%)	S2 n (%)	χ^2	<i>p</i>	ω
Total mujeres	1241	338 (27.2%)	315 (25.4%)	346 (27.9%)	242 (19.5%)	16.285	0.001	0.08	653 (52.6%)	588 (47.4%)	4.229	0.04	0.04
Budapest 2017	208	63 (30.3%)	53 (25.5%)	52 (25%)	40 (19.2%)	4.844	ns	0.11	116 (55.8%)	92 (44.2%)	3.065	0.08	0.09
Kazan 2015	207	49 (23.7%)	61 (29.5%)	56 (27.1%)	41 (19.8%)	3.402	0.334	0.09	110 (53.1%)	97 (46.9%)	0.980	ns	0.05
Barcelona 2013	208	65 (31.3%)	48 (23.1%)	53 (25.5%)	42 (20.2%)	5.354	ns	0.11	113 (54.3%)	95 (45.7%)	1.781	ns	0.07
Shanghai 2011	208	51 (24.5%)	46 (22.1%)	71 (34.1%)	40 (19.2%)	8.157	0.043	0.14	97 (46.6%)	111 (53.4%)	0.782	ns	0.04
Roma 2009	206	52 (25.2%)	53 (25.7%)	62 (30.1%)	39 (18.9%)	3.749	ns	0.10	105 (51%)	101 (49%)	0.133	ns	0.02
Melbourne 2007	204	58 (28.4%)	54 (26.5%)	52 (25.5%)	40 (19.6%)	3.101	ns	0.09	112 (54.9%)	92 (45.1%)	2.208	ns	0.07
Todas Porteras	185	46 (24.9%)	44 (23.8%)	64 (34.6%)	31 (16.8%)	9.621	0.022	0.16	90 (48.6%)	95 (51.4%)	0.082	ns	0.01
Todas Jugadoras de Campo	1056	292 (27.7%)	271 (25.7%)	282 (26.7%)	211 (20%)	11.826	0.008	0.07	563 (53.3%)	493 (46.7%)	5.518	0.019	0.05
Población general		24.7	25.1	26	24.2				49.8	50.2			

n: número de jugadores; Q1: Enero-Marzo; Q2: Abril-Junio; Q3: Julio-Septiembre; Q4: Octubre-Diciembre; S1: Enero-Junio; S2: Julio-Diciembre.



* $p < 0.05$ diferencias con grupo medalla.

Figura 7. Evolución del RAE en los Campeonatos del Mundo de waterpolo durante los años 2007-2017 en función de la clasificación final en los hombres.



* $p < 0.05$ diferencias con grupo medalla.

Figura 8. Evolución del RAE en los Campeonatos del Mundo de waterpolo durante los años 2007-2017 en función de la clasificación final en las mujeres.

Por último, en la tabla 9 se muestran diferencias significativas entre los deportistas nacidos en el primer semestre y el segundo semestre. Los hombres nacidos en el primer semestre fueron más altos ($p < 0.05$, $d = 0.13$) y pesaron más ($p < 0.05$, $d = 0.12$). En cambio, las mujeres nacidas en el segundo semestre eran más jóvenes ($p < 0.001$, $d = 0.22$). También se observaron diferencias significativas en los parámetros de rendimiento. En los hombres se encontró que los jugadores nacidos en el primer semestre obtuvieron un mayor número de goles en general ($p < 0.05$, $d = 0.13$) y por unidad de tiempo ($p < 0.05$, $d = 0.36$). En las mujeres estas diferencias observaron en el número de minutos en las porterías ($p < 0.05$, $d = -0.29$), siendo las nacidas en el segundo semestre las que más jugaban. Asimismo, las porterías del segundo semestre recibieron más lanzamientos en contra por unidad de tiempo ($p < 0.01$, $d = -0.17$) y pararon más ($p < 0.05$, $d = -0.29$).

Discusión

La fecha de nacimiento se ha convertido en un factor relevante en la selección y detección de deportistas. Se ha observado una sobrerrepresentación de los participantes nacidos en los primeros meses después de la llamada fecha de corte, lo que se conoce como RAE (Baker y cols., 2009; Barnsley y Thompson 1988; Gil y cols., 2014a; Till y cols., 2010; Torres-Unda y cols., 2013). En el estudio se observó un mayor porcentaje de jugadores y jugadoras nacidas en el primer trimestre después de la fecha de corte (27.9% y 27.2%, respectivamente), aumentando esta proporción tomando en cuenta únicamente a los jugadores y jugadoras de campo (29.4% y 27.7%, respectivamente). A su vez, se observó un RAE en el total de los hombres y mujeres (53.1% y 52.6, respectivamente) y en el total de los jugadores y jugadoras de campo (55.1% y 53.3%, respectivamente).

Inesperadamente, se observó que en los porteros hubo un mayor número de jugadores que habían nacido en el tercer trimestre (37% y 34.6% para los hombres y mujeres, respectivamente), lo que produjo un mayor número de jugadores nacidos en el segundo semestre (58.2% y 51.4% para los hombres y mujeres, respectivamente). Este fenómeno es conocido como RAE inverso. Muchos entrenadores, no siempre, construyen ese rol en categorías de formación con los jugadores menos determinantes.

Tabla 9. Comparación entre jugadores nacidos en el primer (S1) y segundo semestre (S2).

	Hombres					Mujeres					
	S1		S2		d	S1		S2		d	
Total	Jugadores (n)	655		579		653		588			
	Altura (cm)	191.26	± 6.63	190.38	± 6.53*	0.13	174.86	± 6.28	174.99	± 6.37	-0.02
	Peso (kg)	94.07	± 9.64	92.90	± 9.68*	0.12	69.75	± 9.20	69.65	± 8.64	0.01
	IMC	25.70	± 2.11	25.60	± 2.05	0.04	22.78	± 2.64	22.79	± 2.76	0.00
	RPI	42.12	± 1.27	42.11	± 1.23	0.01	42.55	± 1.51	42.63	± 1.43	-0.05
	Edad (años)	26.19	± 4.33	25.88	± 4.55	0.07	23.73	± 3.99	22.86	± 3.90***	0.22
	T (minutos)	104.20	± 46.14	102.65	± 45.23	0.03	101.37	± 51.42	104.89	± 49.88	-0.07
Jugadores de campo	Jugadores (n)	578		472		563		493			
	Altura (cm)	190.99	± 6.46	190.14	± 6.61*	0.13	174.73	± 6.24	174.52	± 6.30	0.03
	Peso (kg)	94.60	± 9.82	93.53	± 9.95	0.11	69.91	± 9.35	69.79	± 9.09	0.01
	IMC	25.91	± 2.11	25.83	± 2.03	0.04	22.85	± 2.66	22.95	± 2.92	-0.04
	RPI	41.99	± 1.22	41.96	± 1.18	0.02	42.49	± 1.49	42.50	± 1.44	0.00
	Edad (años)	25.98	± 4.17	25.54	± 4.21	0.11	23.74	± 4.04	22.91	± 3.92***	0.21
	T (minutos)	104.99	± 41.72	103.16	± 39.26	0.05	103.23	± 47.43	103.98	± 45.67	-0.02
	Lanz. (n)	14.66	± 9.83	14.13	± 9.14	0.06	14.67	± 10.35	15.61	± 11.38	-0.09
	Lanz./T	0.13	± 0.06	0.13	± 0.05	0.02	0.13	± 0.06	0.14	± 0.07	-0.11
	Goles (n)	5.14	± 4.28	4.64	± 3.79*	0.13	5.20	± 4.52	5.45	± 4.85	-0.05
	Goles/T	0.05	± 0.03	0.04	± 0.03*	0.36	0.05	± 0.03	0.05	± 0.03	0.00
	Ef. ofensiva	33.86	± 19.73	31.99	± 17.86	0.10	32.62	± 18.73	33.05	± 18.39	-0.02
	Porteros	Jugadores (n)	107		74		90		95		
Altura (cm)		193.12	± 7.51	191.40	± 6.13	0.25	175.70	± 6.56	177.51	± 6.21	-0.28
Peso (kg)		90.33	± 7.23	90.27	± 7.94	0.01	68.73	± 8.19	68.89	± 5.60	-0.02
IMC		24.22	± 1.41	24.64	± 1.84	-0.26	22.37	± 2.43	21.88	± 1.40	0.25
RPI		43.07	± 1.15	42.72	± 1.26	0.29	42.89	± 1.62	43.32	± 1.11	-0.31
Edad (años)		27.77	± 5.09	27.39	± 5.59	0.07	23.66	± 3.64	22.61	± 3.78	0.28
T (minutos)		98.00	± 72.01	100.42	± 65.75	-0.04	89.51	± 71.02	109.74	± 68.10*	-0.29
Lanz. en contra (n)		58.04	± 40.35	59.65	± 37.76	-0.04	49.90	± 39.54	65.87	± 42.21	-0.39
Lanz. en contra/T		0.58	± 0.13	0.58	± 0.16	0.05	0.55	± 0.20	0.58	± 0.15**	-0.17
Paradas (n)		30.41	± 21.10	29.95	± 19.12	0.02	24.79	± 20.62	31.04	± 21.75*	-0.29
Paradas/T	0.28	± 0.09	0.29	± 0.06	-0.02	0.24	± 0.12	0.27	± 0.09	-0.24	
Ef. defensiva	50.15	± 15.77	51.05	± 12.78	-0.06	45.54	± 16.12	47.25	± 15.79	-0.11	

IMC: Índice Masa Corporal; RPI: Índice Ponderal Recíproco; T: Tiempo; Lanz.: Lanzamientos; Ef.: Eficiencia; S1: Enero-Junio; S2: Julio-Diciembre; d: d de Cohen; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Es posible, que jugadores relativamente menores sean elegidos para jugar en la posición de portero. Al final, ese jugador se siente importante, admirado y disfruta, lo que le va a permitir tener un mayor y mejor número de experiencias y oportunidades que le ayudará a crecer y desarrollarse como jugador, a la vez que tendrá un reconocimiento que actuará como refuerzo positivo para seguir entrenando, como ocurre con los jugadores nacidos en el primer semestre. De hecho, Hancock y cols. (2013) argumentaron que los agentes sociales tienen gran influencia en el RAE. De hecho, proponen que los entrenadores influyen a través de los efectos de Pigmalión; los deportistas, mediante los efectos de Galatea; y los padres, gracias a los efectos de Matthew.

Tal como afirman varios autores (Gil y cols., 2007b; Gravina y cols., 2008; Jones, Lawrence y Hardy, 2017; Till y cols., 2010), el RAE es un factor determinante en la elección de jugadores integrantes de las selecciones en etapas formativas, si bien esta relación va disminuyendo conforme aumenta la edad y prácticamente desaparece en categoría senior. Sin embargo, en el estudio se destacó que este proceso sigue acentuándose no solo en la elección, sino también en el rendimiento de este deporte, al igual que en otros deportes de élite, tales como el fútbol (Lesma y cols., 2011), balonmano (Delorme y cols., 2010; Schorer y cols., 2009) y fútbol americano (Barnsley y Thompson, 1988). Además, se destacó que los waterpolistas senior de élite nacidos en el primer semestre eran más altos y pesados que los jugadores nacidos en el segundo semestre, al igual que los jugadores jóvenes de baloncesto (Torres-Unda y cols., 2013) y fútbol (Gil y cols., 2014a). Se puede hipotetizar que el RAE estuvo presente en la detección y selección en edades inferiores de los jugadores que posteriormente llegaron a nivel internacional, reflejándose en la configuración de las plantillas.

En el deporte femenino, por un lado, se ha demostrado un RAE general con un efecto notablemente menor que para los hombres (Cobley y cols., 2009; Smith y cols., 2018), tal como se observó en el waterpolo de élite; a diferencia de la ausencia del RAE en el rugby femenino (Till y cols., 2010). Esta situación ocurre a consecuencia del nivel de competencia que es mayor entre los hombres durante el desarrollo de la práctica deportiva desde edades escolares (Musch y Grondin, 2001). Por otro lado, se observó que las jugadoras nacidas en el segundo semestre eran más jóvenes; a pesar de que la

edad, sobre todo la experiencia y el conocimiento, son fundamentales en el waterpolo (Moreno y cols., 2006). Esta disconformidad puede ser consecuencia de un proceso de selección menos riguroso debido a un menor número de licencias en comparación con los hombres.

Asimismo, se observó una tendencia a un menor porcentaje de jugadores nacidos en el cuarto trimestre después de la fecha de corte (21.9% y 19.5% en los hombres y mujeres, respectivamente). No obstante, cabe destacar que se acentuó un RAE en aquellas selecciones que lograron medalla en el Mundial de Budapest (2017); esto es, en el éxito deportivo. Aun así, las investigaciones son escasas.

Por último, debe tenerse en cuenta algunas limitaciones en el presente estudio. Los datos para el análisis se obtuvieron de la página web oficial de los diferentes Campeonatos en Internet. Aunque realizar las propias mediciones sea una situación más deseable, un equipo de investigación no podría haber obtenido tal cantidad de registros de jugadores de tantas selecciones. Por esta razón, esta metodología se ha utilizado previamente (Escalante y cols., 2011, 2012; Gale-Watts y Nevill, 2016). Si bien se debe tener precaución al utilizar fuentes de datos en el dominio público, el uso de sitios web oficiales generalmente proporciona una base sólida para la confiabilidad de los datos (Gale-Watts y Nevill, 2016). Además, para determinar la relevancia del RAE en relación a la clasificación final de cada Campeonato, creamos los tres grupos (medalla, medio y último) de forma "artificial".

Conclusiones

Tal como se observa en otros deportes colectivos, el RAE ha estado implicado en el rendimiento deportivo del waterpolo de élite y ha variado durante los últimos años. Curiosamente, se mostró un RAE inverso en los porteros. Además, se demostraron diferencias antropométricas y de rendimiento entre los jugadores y jugadoras internacionales nacidas en el primer y segundo semestre. Por lo tanto, sería necesario sensibilizar la realidad actual y promover que los agentes sociales que participan en los procesos de capacitación, selección y desarrollo tuviesen en consideración otros parámetros de rendimiento para no discriminar a los deportistas cronológicamente más jóvenes.

4. Discusión general

4. Discusión general

Con el objetivo final de proveer a entrenadores, preparadores físicos, equipo médico y otras autoridades del mundo del waterpolo de evidencia suficiente para mejorar el proceso de formación y entrenamiento de los y las deportistas, en la presente tesis se ha estudiado la influencia de diferentes variables en el rendimiento de los jugadores y jugadoras de waterpolo. Para ello, se han buscado, identificado y analizado las características que pueden condicionar el rendimiento de los y las waterpolistas. Esta búsqueda se inició indagando en los datos que podían obtenerse sobre los mejores waterpolistas a nivel mundial. Una vez adquirido ese nicho de conocimiento, se ha trasladado y aplicado a nuestro entorno inmediato. De esta manera, el recorrido investigador de la tesis comenzó con el análisis de datos internacionales, prosiguió con la caracterización de deportistas nacionales y ha finalizado con una intervención en el club Leioa Waterpolo. A continuación, se discutirán los resultados hallados en este recorrido investigador.

Parámetros relacionados con el rendimiento: desde el waterpolo internacional hasta el nacional

Diferencias entre sexos

Tanto a nivel internacional como a nivel nacional se ha demostrado que los hombres eran de media más altos, tenían mayor masa y más edad que las mujeres. Healy, Gibney, Pentecost, Wheeler y Sonksen (2014) observaron en deportistas de élite que la masa corporal de los hombres es 10 kg aproximadamente superior (18%) en comparación con la de las mujeres. Sin embargo, hemos encontrado que el RPI ha sido mayor en las jugadoras en comparación con los jugadores, de manera similar a lo publicado por otros autores (Watts, Coleman y Nevill, 2012). El RPI fue mayor en las mujeres que en hombres. Esta diferencia puede deberse a la diferente composición corporal. Los hombres tienen una musculatura más grande, mientras que las mujeres tienen una mayor adiposidad; dado que el peso de la grasa es menor que el del músculo, las mujeres tienen una masa corporal más baja para la misma altura y, por lo tanto, muestran un RPI más grande. Precisamente, a nivel nacional, se observó un mayor porcentaje muscular en los hombres y un menor porcentaje tanto óseo como graso en

comparación con las mujeres. Asimismo, los hombres de nivel nacional tenían de media mayores perímetros y diámetros en comparación con las mujeres.

En relación a la edad, en los campeonatos internacionales, observamos que los jugadores eran de media 3.8 años mayores que las mujeres, diferencia que aumentó hasta los 5 años en los equipos peor clasificados. Esto nos hace pensar que la renovación generacional es mayor en las mujeres, o que el waterpolo resulta más atractivo para las mujeres jóvenes que para los hombres jóvenes, lo que podría ser una consecuencia de las diferentes medidas para la inclusión de la mujer en el deporte. En cualquier caso, debe reconocerse que estas hipótesis requieren de mayor evidencia para poder ser corroboradas. Cabe destacar en cuanto a la edad, que los hombres y las deportistas que obtuvieron medallas, eran más mayores en comparación con el resto de competidores. De esta forma, se demuestra que la edad es un factor condicionante del rendimiento en este deporte. Puede deberse a que como se ha demostrado anteriormente, las mujeres y los deportistas mayores también son los que más experiencia tienen, lo que determina el éxito del deportista (Moreno y cols., 2006). Sin embargo, es llamativo que a nivel nacional, siendo el waterpolo un deporte minoritario en muchos países, algunos clubes y entrenadores a menudo tienen dificultades para encontrar jugadores, particularmente jugadores adultos, debido a los abandonos relacionados con el estudio y trabajo. En consecuencia, los entrenadores frecuentemente reclutan a jugadores jóvenes y adolescentes para que jueguen en equipos de alto nivel.

En segundo lugar, a pesar de que las diferencias antropométricas, de rendimiento y la edad entre las selecciones en los campeonatos europeos masculinos fueron evidentes, las características de los jugadores eran más homogéneas que las de las mujeres. Esta situación puede ser consecuencia de la incorporación tardía de las mujeres en este deporte. De hecho, el waterpolo masculino se introdujo en los Juegos Olímpicos de 1900, mientras que el waterpolo femenino se convirtió en deporte olímpico en el año 2000. Así, a lo largo de todos estos años, se ha producido una especialización de los jugadores en todas las selecciones masculinas a través de la promoción de un perfil determinado de jugadores que acarrearán una mayor homogeneización, a diferencia del caso de las selecciones femeninas, en las que el contexto más breve de este deporte probablemente ha podido crear un perfil específico en las jugadoras ganadoras de medallas, pero no en el resto, tal vez debido a un proceso de selección más estricto en

los países con una mayor tradición. En consecuencia, las diferencias en el rendimiento (goles y eficiencia ofensiva) entre las jugadoras de las selecciones medallistas y las jugadoras de selecciones peor clasificadas fue mayor que la diferencia entre los jugadores de las mejores y peores selecciones.

En tercer y último lugar, en lo que a la fuerza se refiere, los jugadores varones alcanzaron valores máximos de fuerza superiores al de las mujeres, coincidiendo con la evidencia previa. En este sentido, cabe mencionar que se ha demostrado que la fuerza del miembro superior de las mujeres deportistas y no deportistas es del 55% de la de los hombres (Bishop y cols., 1987). También los hombres obtuvieron mayores valores medios de fuerza relativa al peso en comparación con las mujeres. Este hallazgo coincide con lo descrito por otros autores (Kubo y cols., 2006; Pincivero y cols., 2003). Sin embargo, Fleck y Kraemer (2014) enfatizan que las diferencias de fuerza se reducen cuando se representan como fuerza relativa al no condicionar una mayor masa corporal de los hombres y que las mujeres pueden tener más fuerza relativa en las extremidades inferiores que los hombres, resultados contrarios a los observados en mediante la valoración de la potencia muscular de la extremidad inferior con el CMJ ($0.42 \text{ cm}\cdot\text{kg}^{-1}$ y $0.36 \text{ cm}\cdot\text{kg}^{-1}$, en hombres y mujeres respectivamente).

Antropometría y rendimiento

La mayoría de las diferencias antropométricas y de rendimiento encontradas en el Campeonato de Europa de Belgrado (2016) en los hombres se observaron entre las mejores y peores selecciones clasificadas. Los jugadores de las selecciones ganadoras de medalla eran más altos, tuvieron un RPI más grande, y su número de goles y eficiencia ofensiva y defensiva fueron mayores que los de las selecciones que acabaron en los últimos puestos. En este sentido, Tsekouras y cols., (2005) demostraron que el tamaño corporal en el waterpolo juega un papel importante durante el juego al permitir al jugador obtener mejores posiciones en el campo y al dar ventaja a los jugadores altos para alcanzar y controlar los pases. Se ha demostrado previamente que el rendimiento es proporcional al tamaño muscular en judocas (Kubo y cols., 2006). De manera similar, Nevill y cols. (2009a) encontraron una correlación directa entre el éxito deportivo y un mayor RPI en el fútbol. Aún así, la evidencia que se ha publicado hasta la actualidad parece limitada, por lo que sería interesante seguir investigando esta variable en el futuro.

Sin embargo, en el campeonato femenino, se observaron mayores diferencias entre las selecciones. Las jugadoras pertenecientes a las selecciones medallistas tuvieron de media mediciones antropométricas significativamente mayores y un mejor rendimiento en comparación con las jugadoras del resto de selecciones. También se observaron diferencias antropométricas y de rendimiento significativas entre las jugadoras pertenecientes a selecciones que finalizaron a mitad de tabla y las últimas clasificadas. No obstante, la diferencia más destacable entre las jugadoras de las selecciones mejor y peor clasificadas, además de la antropometría, fueron las diferencias en el rendimiento durante el juego (mayor número de goles, eficiencia ofensiva y eficiencia defensiva). Tal como se ha mencionado anteriormente, esta situación podría ser consecuencia de la incorporación tardía de las mujeres en este deporte, provocando un proceso de selección más estricto en aquellas selecciones con una mayor tradición.

Entre las variables antropométricas relacionadas con el rendimiento, cabría destacar la altura, especialmente entre las mujeres. De hecho, en las selecciones masculinas, el 14% de la variabilidad de la clasificación final se explicó por la eficiencia ofensiva, el mes de nacimiento, el RPI y la edad, mientras que en las selecciones femeninas, el 51% de la variabilidad se explicó mediante tres parámetros: eficiencia ofensiva, edad y altura. Este hallazgo subraya además la importancia de la eficiencia ofensiva, siendo más importante que la cantidad de lanzamientos realizados o los goles marcados.

Efecto de la edad relativa (RAE)

El RAE se refiere a la sobrerrepresentación de deportistas nacidos en los primeros meses del año después de la fecha de corte establecida. Este fenómeno se ha observado en un número importante de deportes, fundamentalmente en los más populares, que tienen un gran número de participantes y conllevan a niveles muy altos de competencia para conseguir una vacante en el equipo. En consecuencia, se deben realizar procesos de selección estrictos. De esta manera, el RAE se convierte en un factor determinante en la elección de jugadores integrantes de las selecciones en etapas formativas, disminuyendo conforme aumenta la edad y prácticamente desapareciendo en categoría senior en algunos estudios (Gil y cols., 2007b; Gravina y cols., 2008; Jones y cols., 2017; Till y cols., 2010). Por el contrario, en los deportes menos populares, donde los procesos de selección son menos rigurosos, el RAE es mucho más bajo o inexistente (Schorer y

cols., 2009). Hasta donde sabemos, éste es el primer proyecto acerca del RAE en waterpolo de nivel internacional y regional.

A nivel nacional, en el Club Leioa Waterpolo, se observó que, teniendo todos los jugadores en cuenta, un 66.7% de los deportistas masculinos nacieron en el primer semestre del año (enero-junio) frente al 33.3% que nacieron en el segundo semestre (julio-diciembre); a diferencia de la heterogeneidad de nacimientos entre ambos semestres en las mujeres (55% y 45%, respectivamente). No se encontró un RAE entre los jugadores seniors; sin embargo, en los deportistas cadetes todos habían nacido en el primer semestre, lo que demuestra que la fecha de nacimiento puede ser determinante en la selección de los jugadores más jóvenes, especialmente cuando estos son elegidos para jugar en un equipo de categoría superior. A nivel internacional, teniendo en cuenta a todas las selecciones y varios Campeonatos del Mundo (2011, 2013 y 2015), no se observó una distribución desigual en términos del RAE (ni en hombres ni en mujeres), al igual que en el Campeonato de Europa de Belgrado (2016). Sin embargo, en el estudio de la fecha de nacimiento de los jugadores y jugadoras de waterpolo de élite participantes en los Campeonatos del Mundo de waterpolo de Melbourne (2007), Roma (2009), Shanghai (2011), Barcelona (2013), Kazán (2015) y Budapest (2017) se observó un mayor porcentaje de jugadores y jugadoras nacidas en el primer trimestre después de la fecha de corte (27.9% y 27.2%, respectivamente), aumentando esta proporción tomando en cuenta únicamente a los jugadores y jugadoras de campo (29.4% y 27.7%, respectivamente). A su vez, se observó un RAE en el total de los hombres y mujeres (53.1% y 52.6, respectivamente) y en el total de los jugadores y jugadoras de campo (55.1% y 53.3%, respectivamente).

Dos pueden ser los motivos de este hallazgo: por un lado, la presencia del RAE ha sido demostrada principalmente en jugadores jóvenes de categoría inferiores en baloncesto (Arrieta y cols., 2016), y como se ha comentado anteriormente, el estudio de la existencia del RAE en categorías superiores ha producido resultados contradictorios, y en cualquier modo no se ha descrito de un modo claro en los jugadores senior de balonmano (Delorme, Boiché y Raspaud, 2009). En la presente tesis se han estudiado campeonatos internacionales de waterpolo en categorías senior; por lo tanto, sería interesante investigar la presencia del RAE en otras categorías inferiores a nivel internacional. Por otro lado, se ha descrito el RAE en los deportes más populares como

son el fútbol, rugby, hockey... (Abernethy y Farrow, 2005; Barnsley y Thompson, 1988; González-Víllora y cols., 2015). Sin embargo, el waterpolo no es un deporte muy popular, por lo que no suele haber procesos de selección tan estrictos como en los deportes más populares, salvo excepciones de algunos países tales como Serbia, Croacia, Montenegro o Hungría con mayor tradición. En efecto, tal como hemos mencionado previamente, el 14% de la variabilidad de la clasificación final en las selecciones masculinas que participaron en el Campeonato de Europa de Belgrado (2016) se explicó por la eficiencia ofensiva, el mes de nacimiento, el RPI y la edad. Por lo tanto, la fecha de nacimiento parece tener relevancia en las selecciones mejor posicionadas a nivel europeo.

Uno de los hallazgos menos esperados de esta tesis ha sido el RAE inverso. En el estudio de la fecha de nacimiento de los jugadores y jugadoras de waterpolo de élite participantes en seis Campeonatos del Mundo de waterpolo (2007-2017) se observó que en los porteros hubo un mayor número de jugadores que habían nacido en el tercer trimestre (37% y 34.6% para los hombres y mujeres, respectivamente), lo que produjo un mayor número de jugadores nacidos en el segundo semestre (58.2% y 51.4% para los hombres y mujeres, respectivamente). Dado que en muchas ocasiones el rol del jugador en una determinada posición se establece en las categorías inferiores, parece razonable pensar que jugadores relativamente menos maduros sean elegidos para jugar en la posición de portero. Al final, ese jugador se siente importante, admirado y disfruta, lo que le va a permitir tener un mayor y mejor número de experiencias y oportunidades que le ayudará a crecer y desarrollarse como jugador, a la vez que tendrá un reconocimiento que actuará como refuerzo positivo para seguir entrenando, como ocurre con los jugadores nacidos en el primer semestre. De hecho, Hancock y cols. (2013) argumentaron que los agentes sociales tienen gran influencia en el RAE. De hecho, proponen que los entrenadores influyen a través del efecto Pigmalión (profecía autocumplida desde las expectativas de los referentes); los deportistas, mediante el efecto Galatea (profecía autocumplida desde las expectativas propias); y los padres, gracias al efecto Matthew (ventaja o desventaja acumulada).

Curiosamente también se observó que los waterpolistas senior de élite nacidos en el primer semestre eran más altos y pesados que los jugadores nacidos en el segundo semestre, al igual que los jugadores jóvenes de baloncesto (Torres-Unda y cols., 2013) y

fútbol (Gil y cols., 2014a). Es por ello que se puede hipotetizar que el RAE estuvo presente en la detección y selección en edades inferiores de los jugadores que posteriormente llegaron a nivel internacional, reflejándose en la configuración de las plantillas. Además, se encontró que los jugadores nacidos en el primer semestre obtuvieron un mayor número de goles en general y por unidad de tiempo en comparación con los nacidos en el segundo semestre. Aun así, los estudios sobre las diferencias antropométricas y de rendimiento con jugadores senior en relación a la fecha de nacimiento son mínimos, por lo que habría que seguir investigando en los próximos años.

Edad relativa y lateralidad

La lateralidad del jugador es fundamental para el rendimiento del deportista. En nuestro estudio se encontró una asociación entre la mano dominante y el RAE. Cabe destacar haber hallado una asociación entre la mano dominante y RAE. Se observó que la proporción de jugadores zurdos de campo nacidos en el primer trimestre (11%) fue significativamente menor que en los nacidos en el cuarto trimestre (29.4%); esto es, un RAE inverso. En el balonmano (Schorer y cols., 2009) y tenis (Loffing y cols., 2010b) se demostró la existencia de RAE entre los jugadores diestros, pero no entre los zurdos, lo que sugiere que ser zurdos proporciona una ventaja que contrarresta el efecto perjudicial de la edad relativa. Tanto en el waterpolo como en otros deportes con ciertas similitudes, los entrenadores valoran especialmente a los jugadores zurdos, ya que su dominio del hemicuerpo izquierdo es excepcional y aporta una ventaja técnico-táctica notoria al equipo. Además, teniendo en cuenta que el número de personas zurdas es significativamente menor al de diestras, las dificultades de reclutar jugadores zurdos son notorias, por lo que los equipos procuran atraerlos y retenerlos con mayor énfasis que a sus pares diestros, independientemente de su edad relativa. También se puede especular que los deportistas zurdos que nacen en los primeros meses posteriores a la fecha de corte pueden escoger otros deportes más populares, como el balonmano. Sobre la base de estos resultados, parece que la lateralidad es un posible moderador del RAE para la selección de jugadores relativamente más jóvenes, un hallazgo que no se ha explorado lo suficiente.

Evolución de la edad relativa

A lo largo de una década en los Campeonatos del Mundo disputados entre el año 2007 y 2017 se observó una tendencia a un menor porcentaje de jugadores nacidos en el cuarto trimestre después de la fecha de corte (21.9% y 19.5% en los hombres y mujeres, respectivamente). No obstante, cabe destacar que se acentuó un RAE en aquellas selecciones que lograron medalla en el Mundial de Budapest (2017); esto es, en el éxito deportivo. Del mismo modo, se demostraron estos resultados en las selecciones masculinas que consiguieron medalla en el Europeo de Belgrado (2016), con casi la mitad de los jugadores (43%) nacidos en los primeros tres meses del año y con solo el 15% en el últimos meses. De todas maneras, los estudios sobre la evolución del RAE a lo largo del tiempo son muy escasos, por lo que sería interesante seguir investigándolo en el futuro.

Con todo ello, sería necesario sensibilizar sobre la realidad actual y promover que los diferentes agentes que participan en los procesos de capacitación, selección y desarrollo tuviesen en consideración otros parámetros más allá del rendimiento para no discriminar a los deportistas cronológicamente más jóvenes o menos maduros. De esta manera, todos los jugadores tendrían las mismas oportunidades para demostrar sus habilidades y se evitaría el abandono deportivo de los jóvenes que de manera transitoria no podrían competir en igualdad con sus pares

Diferencias antropométricas entre diferentes categorías

En el estudio realizado para evaluar las diferencias en los parámetros antropométricos en jugadores y jugadoras de waterpolo de diferentes categorías, se observó que los jugadores senior tuvieron un mayor peso corporal, probablemente debido entre otros a una mayor masa magra, que los jugadores cadetes; en cambio, estas diferencias no fueron encontradas al comparar las jugadoras senior con las cadetes. Las diferencias en el perímetro del brazo parecen estar específicamente relacionadas con el peso muscular debido a que la cantidad de grasa (pliegue del bíceps) en el brazo fue similar en ambos grupos. Esto es interesante porque la fuerza y el rendimiento son proporcionales al tamaño muscular (Kubo y cols., 2006). Ferragut y cols. (2015) observaron correlaciones positivas entre el peso muscular y el perímetro del brazo relajado con la velocidad de lanzamiento, así como el peso corporal y el perímetro del brazo contraído con fuerza de agarre manual. Además, en judokas (Franchini y cols., 2005) y jugadoras de baloncesto

(Garcia-Gil y cols., 2018), la circunferencia del brazo es un factor relevante asociado con el rendimiento. Se ha demostrado también que los jugadores de waterpolo de élite en comparación con los amateurs tienen mayores dimensiones en el peso corporal, altura y extremidades superiores, lo que lleva a una velocidad de lanzamiento más rápida y confirma la importancia de los factores antropométricos como elementos del éxito (Ferragut y cols., 2011; Kondric y cols., 2012). Por otra parte, hayamos una correlación positiva entre el peso muscular, perímetro del brazo y fuerza isocinética con la edad de los jugadores. Los jugadores seniors tenían más fuerza de rotación interna (RI) y rotación externa (RE) del hombro que los jugadores cadetes, fenómeno no observado en las jugadoras. En consecuencia, podemos decir que los deportistas cadetes no están al mismo nivel de rendimiento que los seniors, a diferencia de lo observado en las mujeres.

Diferencias en relación a la fuerza isocinética

Tal como hemos comentado, los jugadores cadetes mostraron una menor fuerza absoluta en todas las mediciones del torque máximo (RI y RE a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ y $240^{\circ}\cdot s^{-1}$) y en la potencia media en la RE a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ y RI a $240^{\circ}\cdot s^{-1}$ en comparación con los jugadores senior en nuestro proyecto, no así en los valores de fuerza relativa. Por el contrario, las jugadoras cadetes y las senior mostraron valores de fuerza similares, por lo que las jugadoras cadetes probablemente estén preparadas para entrenar y competir junto con las jugadoras senior. Estos hallazgos son particularmente relevantes para los entrenadores. Por un lado, los entrenadores deben ser conscientes de que los jugadores jóvenes pueden no tener el mismo nivel de rendimiento en el campo porque, por ejemplo, pueden realizar acciones técnicas con menos fuerza. Por otro lado, las diferencias implican que si ambos grupos de edad de jugadores entrenan juntos, los entrenadores deben implementar programas de entrenamiento de fuerza individualizados y adaptados para cada grupo de edad, teniendo en cuenta estas diferencias y considerando la progresión de las adaptaciones fisiológicas de los jugadores jóvenes. Sin embargo, se requiere investigación adicional para determinar la metodología de trabajo más eficiente para cada grupo de capacitación.

Respecto a la relación entre la fuerza en RI y RE de la musculatura del hombro se demostró en ambos sexos y categorías (senior y cadete) un predominio de rotación interna en comparación con la fuerza de rotación externa, que está en línea con estudios

anteriores (McMaster y cols., 1991) y se ha relacionado con una mejor velocidad de lanzamiento (Olivier y Daussin, 2018). Sin embargo, otros estudios también describieron una asociación significativa entre la debilidad de la rotación externa y el aumento de la probabilidad de problemas sustanciales en el hombro durante la temporada (Clarsen y cols., 2014). El riesgo de lesión del hombro aumenta debido a una fuerza insuficiente de la rotación externa para equilibrar y desacelerar el hombro en la fase de lanzamiento (McMaster y cols., 1991; Tsekouras y cols., 2005). Sobre esta base, Miller y cols. (2018) recomendaron que un ratio de potencia del hombro superior al 30% ($RE/RI \cdot 100$) es el deseable en los jugadores de waterpolo, proporciones similares a las observadas en los jugadores senior y jóvenes, tanto en hombres como en mujeres.

Función y dolor del hombro en el waterpolo

En cuanto a los resultados observados según la orientación del programa de entrenamiento de fuerza empleado, fuerza máxima (FM) o fuerza explosiva (FE), no se encontró ninguna mejora en las pruebas específicas medidas, salvo en la fuerza de agarre de la mano. Curiosamente, el aumento en la fuerza de agarre de la mano en los hombres fue mayor en el grupo FM, a diferencia de las mujeres, que fue en el grupo FE. Además, las jugadoras disminuyeron significativamente su velocidad de lanzamiento en ambos grupos y el press banca en el grupo FM. En este sentido, Spiezny y Zubik (2018) observaron una disminución de la velocidad de lanzamiento después de un programa de entrenamiento de fuerza para jugadores de balonmano. Del mismo modo, las pruebas isocinéticas no mostraron mejoras en la fuerza de rotación del hombro, y los valores fueron más bajos que los observados en investigadores anteriores con muestras similares (Barrenetxea-García y cols., 2019, *capítulo 4*). Hasta donde sabemos, es el primer proyecto que compara los efectos de los métodos de entrenamiento de FM y FE en el rendimiento de jugadores y jugadoras de waterpolo.

Asimismo, suponemos que la fatiga acumulada durante la temporada influyó negativamente en el rendimiento de los jugadores en la segunda medición tras la intervención, denominado como “efecto techo”. Así, con los resultados obtenidos, se podría suponer la necesidad de combinar tareas con cargas e intensidades variadas para mantener o mejorar el rendimiento de los deportistas durante la temporada. Precisamente, Häkkinen (1993) observó en jugadoras de voleibol que deteniendo el entrenamiento de fuerza con cargas altas durante un período demasiado largo (5

semanas) y solo realizando un entrenamiento de fuerza explosiva, tanto la fuerza máxima como la fuerza explosiva disminuyó. A su vez, un descenso del rendimiento de la fuerza máxima durante la temporada conlleva a un descenso del rendimiento deportivo y a un mayor riesgo de lesiones (Häkkinen, 1993) debido a la falta de un estímulo adecuado (Newton, Rogers, Volek, Häkkinen, y Kraemer, 2006). Por lo tanto, en futuras investigaciones se podría proponer la combinación de diferentes orientaciones en el trabajo de la fuerza muscular, con el objetivo de encontrar los estímulos adecuados para la mejora y/o mantenimiento del rendimiento durante el período de competiciones.

Por otra parte, gracias a la cuantificación de la carga del entrenamiento mediante el uso de la RPE de la sesión, EVA, y el cuestionario de bienestar, se encontró una correlación negativa entre la RPE de la sesión y el test de bienestar. Por ello, podemos decir que cuanto mayor es el trabajo de fuerza, mayor es el dolor en el hombro y afecta negativamente a la percepción de la fatiga acumulada. En efecto, nuestros resultados mostraron que el entrenamiento de FM y FE podrían contribuir a aumentar el dolor de hombro y, en consecuencia, a la reducción del rendimiento. Cabe destacar que aunque las jugadoras y jugadores que participaron en esta tesis no refirieron en ningún momento sufrir un dolor incapacitante ni se les diagnosticó lesión alguna, los valores en la escala EVA aumentaron a niveles comparables con el de patologías de relevancia clínica. Tradicionalmente, el entrenamiento de fuerza no se ha considerado como un contribuyente al dolor de hombro en los jugadores y jugadoras de waterpolo. De hecho, la mayoría de los entrenadores aplican el trabajo de fuerza bajo el supuesto de su efecto beneficioso en el éxito deportivo, a pesar de los resultados observados. Ésta es la primera vez que se investiga el trabajo de fuerza y dolor de hombro en jugadores y jugadoras de waterpolo. Curiosamente, el grupo FM de los jugadores y el grupo FE de las jugadoras mostraron valores más altos de dolor y una mayor pérdida de fuerza, en comparación con sus respectivos grupos de sexo. Así, el aumento mencionado anteriormente en la fuerza de agarre de la mano se puede argumentar como consecuencia del uso de las barras y mancuernas durante los programas de entrenamiento de FM y FE. No obstante, las diferencias entre sexos pueden entenderse atendiendo a las particularidades de cada grupo, es decir, los jugadores del grupo FM emplearon mancuernas más pesadas, mientras que las jugadoras del grupo FE

incluyeron balones medicinales con dimensiones similares a los balones oficiales en sus rutinas.

Uno de los hallazgos más sorprendentes de nuestro proyecto fue que las jugadoras de ambos grupos, FM y FE, obtuvieron valores más bajos de la EVA para el dolor de hombro en comparación con los jugadores. La razón puede ser que las jugadoras incluyeron una sesión de trabajo compensatorio en su rutina semanal desde la primera semana de la temporada, antes del comienzo de la investigación. Esta sesión consistió en el entrenamiento de los músculos antagonistas y estabilizadores para las principales acciones técnicas (lanzamientos, saltos, luchas y desplazamientos), como un entrenamiento de prevención de lesiones. En este sentido y de acuerdo con Ejnisman y cols. (2016), el trabajo compensatorio debe incluirse a lo largo de la carrera deportiva. Por ejemplo, en la articulación del hombro este entrenamiento de fuerza compensatoria se debe centrar en el fortalecimiento de la musculatura implicada en la rotación externa y la estabilización del hombro (Batalha, Raimundo, Tomas-Carus, Marques, y Silva, 2014). En el caso de los jugadores, también es resaltante que el trabajo específico de FE genera menos índice de dolor en el hombro que el de FM. Así, podemos determinar que el trabajo de FE es menos doloroso para la articulación del hombro, causa menos fatiga muscular y podría generar un menor riesgo de lesiones en los jugadores de waterpolo. Por lo tanto, los entrenadores y el personal técnico de los equipos de waterpolo deberían incluir la autoevaluación del dolor de hombro y la percepción de la fatiga en las rutinas de entrenamiento.

Estos resultados debieran ser tenidos en cuenta por entrenadores, preparadores físicos y otras autoridades deportivas del waterpolo para mejorar los procesos de detección de talentos, formación y entrenamiento de jugadores y jugadoras.

5. Conclusiones

5. Conclusiones

1. A nivel internacional, la altura es la característica antropométrica más importante para los jugadores y jugadoras. Por otra parte, la eficiencia ofensiva (porcentaje de aciertos) es la principal variable relacionada con el éxito deportivo durante un campeonato internacional en ambos sexos.
2. Los jugadores internacionales participantes en el Campeonato de Europa tienen unas características antropométricas similares. Además, su rendimiento durante el mencionado Campeonato es similar independientemente de la posición final alcanzada por su selección. Sin embargo, en el caso de las mujeres, las jugadoras internacionales de los equipos que alcanzaron un mejor puesto en el Campeonato de Europa, en comparación con sus contrincantes, tienen unas características antropométricas más ventajosas para la práctica del waterpolo y un mayor nivel de rendimiento.
3. La lateralidad es un condicionante del rendimiento en el waterpolo internacional. Tanto los jugadores zurdos como las jugadoras zurdas, tienen un mayor rendimiento ofensivo en comparación con los jugadores diestros. Además, en el caso de los jugadores zurdos, el porcentaje de nacidos en el primer cuatrimestre es significativamente menor que el de nacidos en el segundo y cuarto cuatrimestre, por lo que la lateralidad puede ser un moderador del RAE.
4. En el waterpolo internacional, existe un RAE que afecta al total de los jugadores y jugadoras así como a los jugadores de campo que han participado en los Campeonatos del Mundo disputados entre los años 2007 y 2017, así como en los hombres en el Mundial de Budapest (2017). Este fenómeno se acentúa en los y las deportistas que lograron medalla en el mismo evento y en los hombres en el Campeonato de Europa de Belgrado (2016). De manera contraria, en los porteros se observa un RAE inverso en los últimos seis mundiales (2007-2017).
5. Del total de jugadores internacionales analizados, los nacidos en el primer semestre son más altos, tienen mayor masa y logran un mayor número de goles en comparación con sus pares nacidos en el segundo semestre. Del total de las jugadoras internacionales, las nacidas en el segundo semestre tienen una edad media inferior en comparación con sus pares del primer semestre, aunque logran más goles. En el caso de las porteras, las nacidas en el segundo semestre,

- efectúan más paradas y reciben más lanzamientos. Por lo que el RAE puede ser considerado un factor presente en la detección y selección en edades inferiores de los jugadores que posteriormente llegaron a nivel internacional.
6. A nivel nacional, los jugadores senior son más grandes y pesados que los jugadores cadetes. Además, los jugadores senior tienen una mayor fuerza absoluta en los músculos rotadores internos y externos del hombro. Sin embargo, en el caso de las jugadoras, no se observan diferencias entre las seniors y cadetes. Por lo tanto, las jugadoras cadetes están físicamente preparadas para competir y entrenar con equipos de alto nivel en términos de medidas antropométricas y fuerza muscular, a diferencia de los jugadores cadetes.
 7. En el caso de jugadores y jugadoras nacionales, la fuerza ejercida en la rotación interna del hombro es mayor que la ejercida en la rotación externa. Aunque esto es adecuado para un buen rendimiento debido a la relación positiva entre la fuerza de la rotación interna y velocidad de lanzamiento, también se relaciona con un mayor riesgo de lesión del hombro. Es por ello que los preparadores físicos deben prestar especial atención a los ejercicios de fortalecimiento para la rotación externa del hombro porque pueden ser importantes para la prevención de lesiones.
 8. En el caso de jugadores y jugadoras nacionales el entrenamiento de fuerza orientado exclusivamente a un programa específico de fuerza máxima o explosiva durante la temporada, disminuye el rendimiento, disminuye la percepción del bienestar diario y su nivel de fuerza, aumentando la escala del esfuerzo percibido de la sesión. Por lo tanto, los planes de entrenamiento deben combinar tareas con cargas e intensidades variadas para mantener o mejorar el rendimiento de los deportistas durante la temporada.
 9. El entrenamiento de fuerza conlleva un aumento del dolor de hombro. Este aumento del dolor se acentúa con dos sesiones de trabajo de fuerza orientadas específicamente a uno u otro programa (fuerza máxima o fuerza explosiva). Es por ello que la autoevaluación del dolor de hombro y la percepción de la fatiga deben incluirse en las rutinas de entrenamiento para llevar a cabo un proceso de recuperación suficiente.

6. Referencias bibliográficas

6. Referencias bibliográficas

- Abernethy, A. B., y Farrow, D. (2005). Contextual factors influencing the development of expertise in Australian athletes. In *ISSP 11th World Congress of Sport Psychology: Promoting Health and Performance for Life*. International Society of Sport Psychology (ISSP).
- Addona, V., y Yates, P. A. (2010). A closer look at the relative age effect in the National Hockey League. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6(4).
- Aguado-Henche, S., de Arce, A. S., Carrascosa-Sánchez, J., Bosch-Martí, A., y Cristóbal-Aguado, S. (2018). Isokinetic assessment of shoulder complex strength in adolescent elite synchronized swimmers. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.
- Albuquerque, M. R., Franchini, E., Lage, G. M., Da Costa, V. T., Costa, I. T., y Malloy-Diniz, L. F. (2015). The relative age effect in combat sports: an analysis of Olympic judo athletes, 1964–2012. *Perceptual and Motor Skills*, 121(1), 300-308.
- Alexander, M., Hayward, J., y Honish, A. (2010). Water polo: a biomechanical analysis of the shot. *Winnipeg: The University of Manitoba, Sport Biomechanics Lab*.
- Alexiou, H., y Coutts, A. J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320-330.
- Alizadehkhayat, O., Hawkes, D. H., Kemp, G. J., y Frostick, S. P. (2015). Electromyographic analysis of shoulder girdle muscles during common internal rotation exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(5), 645.
- Andrade, M. D. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A. B., Dubas, J. P., y da Silva, A. C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743-749.
- Andronikos, G., Elumaro, A. I., Westbury, T., y Martindale, R. J. (2016). Relative age effect: implications for effective practice. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1124-1131.
- Aparicio, A. (2011). *Introducción a la táctica*. Real Federación Española de Natación: Comisión de Waterpolo.

- Arrieta, H., Torres-Unda, J., Gil, S. M., y Irazusta, J. (2016). Relative age effect and performance in the U16, U18 and U20 European Basketball Championships. *Journal of Sports Sciences*, 34(16), 1530-1534.
- Asker, M., Holm, L. W., Källberg, H., Waldén, M., y Skillgate, E. (2018). Female adolescent elite handball players are more susceptible to shoulder problems than their male counterparts. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(7), 1892-1900.
- Avlonitou, E. (1991). Energy requirements and training considerations in competitive water polo games. Proceedings in the Federation Internationale de Natation Amateur (FINA) *First Water Polo Coaches seminar*, (pp. 139-150). Athens. Lausanne: FINA.
- Bahr, R. (2009). No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. *British Journal of Sports Medicine*, 43(13), 966-972.
- Baker, D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 30-35.
- Baker, J., Janning, C., Wong, H., Cobley, S., y Schorer, J. (2014). Variations in relative age effects in individual sports: Skiing, figure skating and gymnastics. *European Journal of Sport Science*, 14, 183-190.
- Baker, J., Kungl, A., Pabst, J., Strauss, B., Büsch, D., y Schorer, J. (2013). Your fate is in your hands? Handedness, digit ratio (2D: 4D), and selection to a national talent development system. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18, 710-718.
- Baker, J., Schorer, J., y Cobley, S. (2010). Relative age effects. *Sportwissenschaft*, 40(1), 26-30.
- Baker, J., Schorer, J., Cobley, S., Bräutigam, H., y Büsch, D. (2009). Gender, depth of competition and relative age effects in team sports. *Asian Journal of Exercise & Sports Science*, 6(1), 1-7.
- Batalha, N. M., Raimundo, A. M., Tomas-Carus, P., Marques, M. A., y Silva, A. J. (2014). Does an in-season detraining period affect the shoulder rotator cuff strength and balance of young swimmers?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2054-2062.

- Bangsbo, J., Mohr, M., y Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 665-674.
- Barnsley, R. H., y Thompson, A. H. (1988). Birthdate and success in minor hockey: The key to the NHL. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 20, 167-176.
- Barrenetxea-Garcia, J., Torres-Unda, J., Esain, I., y Gil, S. M. (2019). Anthropometry and isokinetic strength in water polo: Are young players ready to compete on adult teams?. *Isokinetics and Exercise Science*, 27(4), 325-332.
- Baxter-Jones, A. D., Helms, P., Maffulli, N., Baines-Preece, J. C., y Preece, M. (1995). Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. *Annals of Human Biology*, 22(5), 381-394.
- Behm, D. (1995). Neuromuscular implications and applications of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 264-274.
- Beitzel, K., Zandt, J. F., Buchmann, S., Beitzel, K. I., Schwirtz, A., Imhoff, A. B., y Brucker, P. U. (2016). Structural and biomechanical changes in shoulders of junior javelin throwers: a comprehensive evaluation as a proof of concept for a preventive exercise protocol. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(6), 1931-1942.
- Billeter, R., y Hoppeler, H. (2003). Muscular basis of strength. *Strength and Power in Sport*, 50.
- Bishop, P., Cureton, K., y Collins, M. (1987). Sex difference in muscular strength in equally-trained men and women. *Ergonomics*, 30(4), 675-687.
- Bompa, T. O. (1996). Variations of periodization of strength. *Strength & Conditioning Journal*, 18(3), 58-61.
- Borg, G., Hassmén, P., y Lagerström, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 679-685.
- Borsboom, G. J., Van Pelt, W., y Quanjer, P. H. (1996). Interindividual variation in pubertal growth patterns of ventilatory function, standing height, and weight. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 153(3), 1182-1186.
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., y Platanou, T. I. (2016). Concurrent strength and interval endurance training in elite water polo players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 126-133.

- Botonis, P.G., Toubekis, A. G., y Platanou, T. I. (2018). Evaluation of Physical Fitness in Water Polo Players According to Playing Level and Positional Role. *Sports*, 6(4), 157.
- Bret, C. (2002). As ability factors in 100 m sprint running. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 274-81.
- Brooks, J. M. (1999). Injuries in water polo. *Clinics in Sports Medicine*, 18(2), 313-319.
- Brooks, R., Bussiere, L., Jennions, A. M., y Hunt, J. (2004). Sinister strategies succeed at the cricket World Cup. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271(3), 64-66.
- Cardoso-Marques, M., y González-Badillo, J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 563-571.
- Carling, C., Le Gall, F., Reilly, T., y Williams, A. M. (2009). Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players?. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(1), 3-9.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N. B., Cronin, J., y Chamari, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *Journal of Sports Sciences*, 27, 151-157.
- Clarsen, B., Bahr, R., Andersson, S. H., Munk, R., y Myklebust, G. (2014). Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *British Journal Sports Medicine*, 48(17), 1327-1333.
- Cobley, S., Abbott, S., Eisenhuth, J., Salter, J., McGregor, D., y Romann, M. (2019). Removing relative age effects from youth swimming: The development and testing of corrective adjustment procedures. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(6), 735-740.
- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., y McKenna, J. (2009). Annual age-grouping and athlete development. *Sports Medicine*, 39, 235-256.
- Codine, P., Bernard, P. L., Pocholle, M., Benaim, C., y Brun, V. (1997). Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(11), 1400-1405.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155-159.

- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Colville, J. M., y Markman, B. S. (1999). Competitive water polo: Upper extremity injuries. *Clinics in Sports Medicine*, 18(2), 305-312.
- Cometti, G. (1998). *La pliometría*. Barcelona: Inde.
- Cometti, G. (1999). *Fútbol y musculación*. Barcelona: Inde.
- Cometti, G., y Joly, B. (1989). *Les méthodes modernes de musculation*. Presses de l'Université de Bourgogne.
- Cormery, B., Marcil, M., y Bouvard, M. (2008). Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 25-30.
- Cronin, J. B., McNair, P. J., y Marshall, R. N. (2002). Is velocity-specific strength training important in improving functional performance?. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 267.
- Cronin, J. B., McNair, P. J., y Marshall, R. N. (2003). Force-velocity analysis of strength-training techniques and load: implications for training strategy and research. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 148-155.
- Dahab, K., y McCambridge, T. (2009). Strength training in children and adolescents: raising the bar for young athletes?. *Sports Health*, 1(3), 223-226.
- D'Auria, S., y Gabbett, T. (2008). A time-motion analysis of international women's water polo match play. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 305-319.
- Davis, B. G., Trimble, C. S., y Vincent, D. R. (1980). Does age of entrance affect school achievement?. *The Elementary School Journal*, 80(3), 133-143.
- Delorme, N., Boiché, J., y Raspaud, M. (2009). The relative age effect in elite sport: the French case. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(2), 336-344.
- Delorme, N., Boiché, J., y Raspaud, M. (2010). Relative age effect in elite sports: Methodological bias or real discrimination?. *European Journal of Sport Science*, 10(2), 91-96.
- Delorme, N., Chalabaev, A., y Raspaud, M. (2011). Relative age is associated with sport dropout: evidence from youth categories of French basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(1), 120-128.

- Derenne, C., Ho, K. W., y Murphy, J. C. (2001). Effects of general, special, and specific resistance training on throwing velocity in baseball: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 148-156.
- De Siati, F., Laffaye, G., Gatta, G., Dello Iacono, A., Ardigò, L. P., y Padulo, J. (2016). Neuromuscular and technical abilities related to age in water-polo players. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1466-1472.
- de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G., y Ramos-Veliz, R. (2014). Effects of dry-land vs. in-water specific strength training on professional male water polo players' performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3179-3187.
- de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G., y Veliz, R. (2015). Enhancing performance in professional water polo players: dryland training, in-water training, and combined training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 1089-1097.
- di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Guidetti, L., y Piazza, M. (2008). Anthropometric characteristics evolution in elite rhythmic gymnasts. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 113(1), 29.
- Dlin, R., Dotan, R., Inbar, O., Rotstein, A., Jacobs, I., y Karlson J. (1984). Exaggerated systolic blood pressure response to exercise in a water polo team. *Medicine Science Sports Exercise*, 16(3), 294-298.
- Duthie, G., Pyne, D., Hopkins, W., Livingstone, S., y Hooper, S. (2006). Anthropometry profiles of elite rugby players: quantifying changes in lean mass. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 202-207.
- Dutton, M., Tam, N., Brown, J. C., y Gray, J. (2019). The cricketer's shoulder: Not a classic throwing shoulder. *Physical Therapy in Sport*, 37, 120-127.
- Edgar, S., y O'Donoghue, P. (2005). Season of birth distribution of elite tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 23, 1013-1020.
- Edouard, P., Calmels, P., y Degache, F. (2009). The effect of gravitational correction on shoulder internal and external rotation strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(1), 35-39.
- Ejnisman, B., Barbosa, G., Andreoli, C., de Castro Pochini, A., Lobo, T., Zogaib, R., y Dvorak, J. (2016). Shoulder injuries in soccer goalkeepers: review and development of a FIFA 11+ shoulder injury prevention program. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 7, 75.

- Elliott, B. C., y Armour, J. (1988). The penalty throw in water polo: a cinematographic analysis. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 103-114.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Mansilla, M., y Tella, V. (2011). Discriminatory power of water polo game-related statistics at the 2008 Olympic Games. *Journal of Sports Sciences*, 29, 291-298.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A., y Dominguez, A. M. (2012). Water polo game-related statistics in Women's International Championships: Differences and discriminatory power. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 475-482.
- Faulkner, J. A. (1966). Physiology of swimming. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 37(1), 41-54.
- Fernández, A., y Barrenetxea, J. (2018). *MTA I WATERPOLO-Modelo Técnico de Aprendizaje I*.
- Ferragut, C., Abraldes, J., Manchado, C., y Vila, H. (2015). Water polo throwing speed and body composition: an analysis by playing positions and opposition level. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10, 81-94.
- Ferragut, C., Abraldes, J., Vila, H., Rodriguez, N., Argudo, F., y Fernandes, R. (2011). Anthropometry and throwing velocity in elite water polo by specific playing positions. *Journal of Human Kinetics*, 27, 31-44.
- Fleck, S. J., y Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*, 4E. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Fleisig, G. (2010). Biomechanics of baseball pitching: Implications for injury and performance. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Folland, J. P., y Williams, A. G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145-168.
- Fonseca, F. S., Figueiredo, L. S., Gantois, P., de Lima-Junior, D., y Fortes, L. S. (2019). Relative Age Effect is Modulated by Playing Position but is Not Related to Competitive Success in Elite Under-19 Handball Athletes. *Sports*, 7(4), 91.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Franchini, E., Takito, M. Y., Kiss, M. A., y Strekowicz, S. (2005). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of Sport*, 22(4), 315.

- Franić, M., Ivković, A., y Rudić, R. (2007). Injuries in water polo. *Croatian Medical Journal*, 48(3.), 281-288.
- Friedebold, G., Nüssgen, W., y Stoboy, H. (1957). Die Veränderung der elektrischen Aktivität der Skelettmuskulatur unter den Bedingungen eines isometrischen Trainings. *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin*, 129(4), 401-411.
- Fuller, C., Taylor, A., Brooks, J., y Kemp, S. (2013). Changes in the stature, body mass and age of English professional rugby players: A 10-year review. *Journal of Sports Sciences*, 31(7), 795-802.
- Fukunaga, T. (1976). Die absolute Muskelkraft und das Muskelkrafttraining. *Sportarzt Sportmed*, 11, 255-265.
- Gabbett, T. J. (2006). A comparison of physiological and anthropometric characteristics among playing positions in sub-elite rugby league players. *Journal of Sports Sciences*, 24, 1273-1280.
- Gabriel, D. A., Kamen, G., y Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise. *Sports Medicine*, 36(2), 133-149.
- Gale-Watts, A. S., y Nevill, A. M. (2016). From endurance to power athletes: The changing shape of successful male professional tennis players. *European Journal of Sport Science*, 16, 948-954.
- Gallahue, D. L. (1989). *Understanding motor development: infants, children, adolescents*. McGraw-Hill Humanities, Social Sciences & World Languages.
- Garcia-Gil, M., Torres-Unda, J., Esain, I., Duñabeitia, I., Gil, S. M., Gil, J., ... Irazusta, J. (2018). Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1723-1730.
- Garcia-Pallares, J., e Izquierdo, M. (2011). Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. *Sports Medicine*, 41(4), 329-343.
- Garganta, J. (1996). Modelação da dimensão táctica do jogo de futebol. *Estratégia e táctica nos jogos desportivos colectivos*, 63-82.
- Garganta, J., y Pinto, J. (1997). La enseñanza del fútbol. *La enseñanza de los juegos deportivos*, 97-138.
- Geschwind, N., y Galaburda, A. M. (1985). Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology: I. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, 42, 428-459.

- Gil, S. M., Badiola, A., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., Gravina, L., Santos-Concejero, J., y Granados, C. (2014a). Relationship between the relative age effect and anthropometry, maturity and performance in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32, 479-486.
- Gil, S. M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., e Irazusta, J. (2007a). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 438-445.
- Gil, S. M., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., e Irazusta, J. (2007b). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 25.
- Gil, S. M., Zabala-Lili, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Aduna, B., Lekue, J. A., Santos-Concejero, J., y Granados, C. (2014b). Talent identification and selection process of outfield players and goalkeepers in a professional soccer club. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1931-1939.
- Giombini, A., Rossi, F., Pettrone, F. A., y Dragoni, S. (1997). Posterosuperior glenoid rim impingement as a cause of shoulder pain in top level waterpolo players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37(4), 273-278.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work. *Sports Medicine*, 35(9), 757-777.
- Goldschmied, N. (2011). No evidence for the relative age effect in professional women's sports. *Sports Medicine*, 41(1), 87-91.
- Goldstein, S. R., y Young, C. A. (1996). " Evolutionary" stable strategy of handedness in major league baseball. *Journal of Comparative Psychology*, 110, 164-169.
- Goldspink, G., y Harridge, S. (1992). Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. *Strength and Power in Sport*, 3, 231-51.
- Gómez-Campos, R., De Arruda, M., Hobold, E., Abella, C. P., Camargo, C., Salazar, C. M., y Cossio-Bolaños, M. A. (2013). Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(4), 151-160.
- González-Badillo, J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte: posibles aplicaciones al entrenamiento. *Red: revista de entrenamiento deportivo*, 14(1), 5-16.
- González-Badillo, J., y Gorostiaga, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo* (Vol. 302). Barcelona: Inde.

- González-Badillo, J., y Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (Vol. 308). Barcelona: Inde.
- González-Víllora, S., Pastor-Vicedo, J. C., y Cordente, D. (2015). Relative age effect in UEFA championship soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 237-248.
- Goodwin, A., y Cumming G. (1966). Radiotelemetry of the electrocardiogram, fitness tests and oxygen uptake of water polo players. *Canadian Medical Association Journal*, 95, 402-406.
- Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., y Ibáñez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(5), 485-493.
- Gravina, L., Gil, S. M., Ruiz, F., Zubero, J., Gil, J., e Irazusta, J. (2008). Anthropometric and physiological differences between first team and reserve soccer players aged 10-14 years at the beginning and end of the season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1308-1314.
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., y Schoenfeld, B. J. (2017). The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 983-993.
- Grouios, G. (2004). Motoric dominance and sporting excellence: Training versus heredity. *Perceptual and Motor Skills*, 98(1), 53-66.
- Grondin, S., y Koren, S. (2000). The relative age effect in professional baseball: A look at the history of Major League Baseball and at current status in Japan. *Avante-Ontario*, 6(2), 64-74.
- Gursoy, R. (2009). Effects of left-or right-hand preference on the success of boxers in Turkey. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 142-144.
- Hageman, N. (2009). The advantage of being left-handed in interactive sports. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 1641-1648.
- Häkkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(3), 223-232.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R., y Kraemer, W. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-

- strength-training in middle-aged and elderly people. *European Journal of Applied Physiology*, 83(1), 51-62.
- Häkkinen, K., Komi, P. V., y Tesch, P. A. (1981). Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 3, 50-58.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
- Hams, A., Evans, K., Adams, R., Waddington, G., y Witchalls, J. (2019a). Epidemiology of shoulder injury in sub-elite level water polo players. *Physical Therapy in Sport*, 35(1), 127-132.
- Hams, A., Evans, K., Adams, R., Waddington, G., y Witchalls, J. (2019b). Reduced shoulder strength and change in range of motion are risk factors for shoulder injury in water polo players. *Physical Therapy in Sport*, 40, 231-237.
- Hancock, D., Adler, A., y Côté, J. (2013). A proposed theoretical model to explain relative age effects in sport. *European Journal of Sport Science*, 13(6), 630-637.
- Harrison, A., Keane, S., y Coglán, J. (2004). Force-velocity relationship and stretch-shortening cycle function in sprint and endurance athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 473-479.
- Hawke, T. J., y Garry, D. J. (2001). Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. *Journal of Applied Physiology*, 91(2), 534-551.
- Healy, M. L., Gibney, J., Pentecost, C., Wheeler, M. J., y Sonksen, P. H. (2014). Endocrine profiles in 693 elite athletes in the postcompetition setting. *Clinical Endocrinology*, 81(2), 294-305.
- Hedges, L. V., y Olkin, I. (2014). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic Press.
- Helsen, W., Baker, J., Michiels, S., Schorer, J., Van Winckel, J., y Williams, A. (2012). The relative age effect in European professional soccer: Did ten years of research make any difference?. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1665-1671.
- Helsen, W., Baker, J., Schorer, J., Steingröver, C., Wattie, N., y Starkes, J. (2016). Relative age effects in a cognitive task: A case study of youth chess. *High Ability Studies*, 27(2), 211-221.
- Helsen, W., Van Winckel, J., y Williams, A. (2005). The relative age effect in youth soccer across. *Europe. Journal of Sports Sciences*, 23(6), 629-636.

- Henchoz, Y., Malatesta, D., Gremion, G., y Belli, A. (2006). Effects of the transition time between muscle-tendon stretch and shortening on mechanical efficiency. *European Journal of Applied Physiology*, 96(6), 665-671.
- Herman, L., Foster, C., Maher, M. A., Mikat, R. P., y Porcari, J. P. (2006). Validity and reliability of the session RPE method for monitoring exercise training intensity. *South African Journal of Sports Medicine*, 18(1), 14-17.
- Hettinger, T. (1966). *Isometrisches muskeltraining*. Stuttgart; New York: Thieme.
- Hettinger, T., y Hollmann, W. (1980). *Sportmedizin Arbeit-und Trainings-grundlagen*. Stuttgart; New York: Thieme.
- Ho, K., Spence, J., y Murphy, M. F. (1996). Review of pain-measurement tools. *Annals of Emergency Medicine*, 27(4), 427-432.
- Hohmann, A., y Frase, R. (1992). Analysis of swimming speed and energy metabolism in competition water polo games. *Swimming Science VI: Biomechanics and Medicine in Swimming*. E & FN Spon, London, 313-319.
- Holtzen, D. W. (2000). Handedness and professional tennis. *International Journal of Neuroscience*, 105, 101-119.
- Hooper, S. L., y Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes. *Sports Medicine*, 20(5), 321-327.
- Howald, H. (1984). Transformations morphologiques et fonctionnelles des fibres musculaires, provoquées par l'entraînement. *Ver. Méd. Suisse Romande*, 104, 757-769.
- Hynynen, E. S., Uusitalo, A., Kontinen, N., y Rusko, H. (2006). Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(2), 313-317.
- Idrizović, K., Milošević, D., y Pavlović, R. (2013a). Physiological differences between top elite and elite water polo players. *Sport Science*, 6(2), 59-65.
- Idrizović, K., Uljević, O., Ban, Đ., Spasić, M., y Rausavljević, N. (2013b). Sport-specific and anthropometric factors of quality in junior male water polo players. *Collegium Antropologicum*, 37(4), 1261-1266.
- Idrizovic, K., Uljevic, O., Spasic, M., Sekulic, D., y Kondric, M. (2015). Sport specific fitness status in junior water polo players-Playing position approach. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55, 596-603.

- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. L., y Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Izquierdo, M., Ibáñez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Ruesta, M., y Gorostiaga, E. M. (2004). Maximal strength and power, muscle mass, endurance and serum hormones in weightlifters and road cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 22(5), 465-478.
- Jakowlew, N. N. (1975). Biochemische Adaptationsmechanismen der Skelettmuskeln an erhöhte Aktivität. *Medizin und Sport*, 15, 132-138.
- Jensen, M. P., y McFarland, C. A. (1993). Increasing the reliability and validity of pain intensity measurement in chronic pain patients. *Pain*, 55(2), 195-203.
- Jerosch, J., Castro, W. H., Drescher, H., y Assheuer, J. (1993). Magnetic resonance morphologic changes in shoulder joints of world class water polo players. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 7(3), 109.
- Jiménez, F. H., Díaz, J. G., y Montes, J. V. (2005). Dinamometría isocinética. *Rehabilitación*, 39(6), 288-296.
- Jiménez, I. P., y Pain, M. T. (2008). Relative age effect in Spanish association football: Its extent and implications for wasted potential. *Journal of Sports Sciences*, 26(10), 995-1003.
- Jones, B., Lawrence, G., y Hardy, L. (2017). New evidence of relative age effects in “super-elite” sportsmen: a case for the survival and evolution of the fittest. *Journal of Sports Sciences*, 1-7.
- Jones, C., Visek, A. J., Barron, M. J., Hyman, M., y Chandran, A. (2019). Association between relative age effect and organisational practices of American youth football. *Journal of Sports Sciences*, 37(10), 1146-1153.
- Julienne, R., Gauthier, A., Moussay, S., y Davenne, D. (2007). Isokinetic and electromyographic study of internal and external rotator muscles of tennis player. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(3), 173-182.
- Kearney, P. E. (2017). Playing position influences the relative age effect in senior rugby union. *Science & Sports*, 32(2), 114-116.

- Kennedy, J. M., Eisenberg, B. R., Reid, S. K., Sweeney, L. J., y Zak, R. (1988). Nascent muscle fiber appearance in overloaded chicken slow-tonic muscle. *American Journal of Anatomy*, 181(2), 203-215.
- Kibler, W., Kuhn, J., Wilk, K., Sciascia, A., Moore, S., Laudner, K., ... Uhl, T. (2013). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology—10-year update. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 29(1), 141-161.
- Kibler, W., Sciascia, A., y Thomas, S. (2012). Glenohumeral internal rotation deficit: pathogenesis and response to acute throwing. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 20(1), 34-38.
- Knechtle, B., Knechtle, P., Schulze, I., y Kohler, G. (2008). Upper arm circumference is associated with race performance in ultra-endurance runners. *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), 295-299.
- Knuttgen, H. G., y Kraemer, W. J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1(1), 1-10.
- Kondrič, M., Uljević, O., Gabrilo, G., Kontić, D., y Sekulić, D. (2012). General anthropometric and specific physical fitness profile of high-level junior water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 32, 157-165.
- Komi, P., y Bosco, C. (1978). Muscles by men and women. *Medicine Science Sport*, 10, 261-265.
- Kramer, T., Huijgen, B. C., Elferink-Gemser, M. T., y Visscher, C. (2017). Prediction of tennis performance in junior elite tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(1), 14.
- Kraemer, W., y Ratamess, N. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688.
- Kraemer, W., Ratamess, N., y French, D. (2002). Resistance training for health and performance. *Current Sports Medicine Reports*, 1(3), 165-171.
- Kubo, J., Chishaki, T., Nakamura, N., Muramatsu, T., Yamamoto, Y., Ito, M., ... Kukidome, T. (2006). Differences in fat-free mass and muscle thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 654-657.
- Lambert, M. I., y Borresen, J. (2010). Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 406-411.

- Lee, D. K. (2016). Alternatives to P value: confidence interval and effect size. *Korean Journal of Anesthesiology*, 69(6), 555-562.
- Legaz Arrese, A. (2012). *Manual de entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Lesma, M. L., Pérez-González, B., y Salinero, J. J. (2011). El efecto de la edad relativa (RAE) en la liga de fútbol española. *Journal of Sport and Health Research*, 3(1), 35-46.
- Letzelter, H., y Letzelter, M. (1986). *Krafttraining: Théorie, methoden, praxis*. Rowohlt.
- Ligh, C. A., Schulman, B. L., y Safran, M. R. (2009). Unusual cause of shoulder pain in a collegiate baseball player. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 467(10), 2744-2748.
- Lippi, G., Banfi, G., Favaloro, E. J., Rittweger, J., y Maffulli, N. (2008). Updates on improvement of human athletic performance: focus on world records in athletics. *British Medical Bulletin*, 87(1), 7-15.
- Lloret, M. (1998). *Waterpolo, técnica-táctica-estrategia*. Gymnos.
- Loffing, F. (2017). Left-handedness and time pressure in elite interactive ball games. *Biology Letters*, 13(11).
- Loffing, F. y Hagemann, N. (2016). Performance differences between left- and right-sided athletes in one-to-one interactive sports. In *Laterality in sports* (pp. 249-277). Academic Press.
- Loffing, F., Hagemann, N., y Strauss, B. (2010a). Automated processes in tennis: Do left-handed players benefit from the tactical preferences of their opponents?. *Journal of Sports Sciences*, 28, 435-443.
- Loffing, F., Schorer, J., y Cobley, S. P. (2010b). Relative Age Effects are a developmental problem in tennis: but not necessarily when you're left handed!. *High Ability Studies*, 21(1), 19-25.
- Loffing, F., Sölter, F., Hagemann, N., y Strauss, B. (2015). Accuracy of outcome anticipation, but not gaze behavior, differs against left-and right-handed penalties in team-handball goalkeeping. *Frontiers in Psychology*, 6, 1820.
- Loftin, M., Anderson, P., Lytton, L., Pittman, P., y Warren, B. (1996). Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experienced male handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(2), 95-99.

- Lozovina, M., Durovic, N., y Katic, R. (2009) Position specific morphological characteristics of elite water polo players. *Collegium Antropologicum*, 33, 781-789.
- Lozovina, V., y Pavicic, L. (2004). Anthropometric changes in elite male water polo players: survey in 1980 and 1995. *Croatian Medical Journal*, 45(2), 202-205.
- Lupo, C., Capranica, L., Cugliari, G., Gomez, M. A., y Tessitore, A. (2016). Tactical swimming activity and heart rate aspects of youth water polo game. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(9), 997-1006.
- Maglischo, E. (2003). *Swimming fastest*. Human Kinetics.
- Malina, R., y Bouchard, C. (1991). Models and methods for studying body composition. *Growth, Maturation and Physical Activity*, 87-100.
- Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., y Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European journal of applied physiology*, 91(5-6), 555-562.
- Manolopoulos, E., Papadopoulos, C., y Kellis, E. (2006). Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(2), 102-110.
- Marcinik, E. J. (1988). *Effect of circuit weight training on endurance performance: Muscular strength, power endurance and lactate threshold correlates* (Doctoral dissertation, University of Maryland at College Park).
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, 4(3), 223-230.
- Matveev, L. P. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., y Newton, R. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(1), 58-66.
- McBride, J., Triplett-McBride, T., Davie, A., y Newton, R. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.
- McCluskey, L., Lynskey, S., Leung, C. K., Woodhouse, D., Briffa, K., y Hopper, D. (2010). Throwing velocity and jump height in female water polo players: Performance predictors. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 236-240.

- McDougall, J. D. (1986). Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. *Human Muscle and Power*.
- McDougall, J. D. (2003). Hypertrophy and hyperplasia. *Strength and Power in Sport*, 252.
- McDougall, J. D., Sale, D. G., Alway, S. E., y Sutton, J. R. (1984). Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects. *Journal of Applied Physiology*, 57(5), 1399-1403.
- McGuigan, M. R., y Foster, C. (2004). A new approach to monitoring resistance training. *Strength and Conditioning Journal*, 26(6), 42.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., y McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports Sciences*, 13(5), 387-397.
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., y Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 367-383.
- McMaster, W., Long, S., y Caiozzo, V. (1991). Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(1), 72-75.
- McMaster, W., Long, S., y Caiozzo, V. (1992). Shoulder torque changes in the swimming athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(3), 323-327.
- McMillan, K., Helgerud, J., Grant, S. J., Newell, J., Wilson, J., Macdonald, R., y Hoff, J. (2005). Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 39(7), 432-436.
- McMorris, T., y Colenso, S. (1996). Anticipation of professional soccer goalkeepers when facing right-and left-footed penalty kicks. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 931-934.
- Medic, N., Young, B., Starks, J., Weir, P., y Grove, J. (2009). Gender, age, and sport differences in relative age effects among US Masters swimming and track and field athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1535-1544.
- Melchiorri, G., Castagna, C., Sorge, R., y Bonifazi, M. (2010). Game activity and blood lactate in men's elite water-polo players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2647-2651.

- Michener, L. A., Yesilyaprak, S. S., Seitz, A. L., Timmons, M. K., y Walsworth, M. K. (2015). Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(2), 363-369.
- Mikesky, A. E., Giddings, C. J., Matthews, W., y Gonyea, W. J. (1991). Changes in muscle fiber size and composition in response to heavy-resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(9), 1042-1049.
- Miller, A. H., Evans, K., Adams, R., Waddington, G., y Witchalls, J. (2018). Shoulder injury in water polo: A systematic review of incidence and intrinsic risk factors. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(4), 368-377.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., y Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 689-694.
- Mohseni-Bandpei, M. A., Keshavarz, R., Minoonejhad, H., Mohsenifar, H., y Shakeri, H. (2012). Shoulder pain in Iranian elite athletes: the prevalence and risk factors. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 35(7), 541-548.
- Montgomery, L. C., Douglass, L. W., y Deuster, P. A. (1989). Reliability of an isokinetic test of muscle strength and endurance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(8), 315-322.
- Moreno, A., Moreno, M. P., García, L., Iglesias, D., y Del Villar, F. (2006). Relación entre conocimiento procedimental, experiencia y rendimiento. Un estudio en voleibol. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 17.
- Morouço, P., Keskinen, K., Vilas-Boas, J., y Fernandes, R. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161-169.
- Moss, S. L., McWhannell, N., Michalsik, L. B., y Twist, C. (2015). Anthropometric and physical performance characteristics of top-elite, elite and non-elite youth female team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 33(17), 1780-1789.
- Mota, N., y Ribeiro, F. (2012). Association between shoulder proprioception and muscle strength in water polo players. *Isokinetics and Exercise Science*, 20(1), 17-21.
- Müller, L., Hildebrandt, C., Schnitzer, M., y Raschner, C. (2016). The Role of a Relative Age Effect in the 12th Winter European Youth Olympic Festival in 2015. *Perceptual and Motor Skills*, 122, 701-718.

- Müller, L., Müller, E., Kornexl, E., y Raschner, C. (2015). The relationship between physical motor skills, gender and relative age effects in young Austrian alpine ski racers. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 69-85.
- Musch, J., y Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental Review*, 21, 147-167.
- Nevill, A., Holder, R., y Watts, A. (2009a). The changing shape of “successful” professional footballers. *Journal of Sports Sciences*, 27, 419-426.
- Nevill, A., Tsiotra, G., Tsimeas, P., y Koutedakis, Y. (2009b). Allometric associations between body size, shape, and physical performance of Greek children. *Pediatric Exercise Science*, 21(2), 220-232.
- Newton, R., Kraemer, W., y Haekkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 323-330.
- Newton, R., Rogers, R. A., Volek, J. S., Häkkinen, K., y Kraemer, W. J. (2006). Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 955-961.
- Niederbracht, Y., Shim, A. L., Sloniger, M. A., Paternostro-Bayles, M., y Short, T. H. (2008). Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 140-145.
- Norjali, R., Mostaert, M., Pion, J., y Lenoir, M. (2018). Anthropometry, physical performance, and motor coordination of medallist and non-medallist young fencers. *Archives of Budo*, 14, 33-40.
- Norton, K., Craig, N., y Olds, T. (1999). The evolution of Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(4), 389-404.
- Norton, K., Olds, T., Olive, S., y Craig, N. (1996). Anthropometry and sports performance. *Anthropometrica*, 287-364.
- O'Connor, P. J., y Cook, D. B. (1999). 5 Exercise and Pain: The Neurobiology, Measurement, and Laboratory Study of Pain in Relation to Exercise in Humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 27(1), 119-166.

- Olivier, N., y Daussin, F. (2018). Relationships Between Isokinetic Shoulder Evaluation and Fitness Characteristics of Elite French Female Water-Polo Players. *Journal of Human Kinetics*, 64(1), 5-11.
- Olivier, N., y Daussin, F. (2019). Isokinetic torque imbalances of shoulder of the french women's national water polo team. *Science & Sports*, 34(2), 82-87.
- Osternig, L. R. (1986). Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 14, 45-80.
- Pallotta, F., y Rossetti, S. (1998). Dyskinesia of the rotator cuff. Isokinetic monitoring of the shoulder in top class water polo players. *Medina dello Sport*, 51(3), 263-272.
- Paul, A. C., y Rosenthal, N. (2002). Different modes of hypertrophy in skeletal muscle fibers. *The Journal of Cell Biology*, 156(4), 751-760.
- Perdices, M. (2017). Null Hypothesis Significance Testing, p-values, Effects Sizes and Confidence Intervals. *Brain Impairment*, 1-11.
- Perrin, D. H., Robertson, R. J., y Ray, R. L. (1987). Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work relationships in athletes and nonathletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 9(5), 184-189.
- Pincivero, D. M., Gandaio, C. B., y Ito, Y. (2003). Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *European Journal of Applied Physiology*, 89(2), 134-141.
- Pinnington, H., Dawson, B., y Blanksby, B. (1988). Heart rate responses and the estimated energy requirements of playing water polo *Journal of Human Movement Studies*, 15(3), 101-118.
- Platanou, T. (2005). On-water and dryland vertical jump in water polo players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(1), 26.
- Platanou, T. (2009). Cardiovascular and metabolic requirements of water polo. *Serbian Journal Sports Science*, 3(3), 85-97.
- Platanou, T., y Geladas, N. (2006). The influence of game duration and playing position on intensity of exercise during match-play in elite water polo players. *Journal of Sports Sciences*, 24(11), 1173-1181.
- Platanou, T., y Varamenti, E. (2011). Relationships between anthropometric and physiological characteristics with throwing velocity and on water jump of female water polo players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(2), 185.

- Pyne, D. B., Gardner, A. S., Sheehan, K., y Hopkins, W. G. (2006). Positional differences in fitness and anthropometric characteristics in Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 143-150.
- Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., y Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024.
- Raschner, C., Müller, L., y Hildebrandt, C. (2012). The role of a relative age effect in the first winter Youth Olympic Games in 2012. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 1038-1043.
- Raymond, M., Pontier, D., Dufour, A. B., y Møller, A. P. (1996). Frequency-dependent maintenance of left handedness in humans. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 263(1377), 1627-1633.
- Robbins, D. W., Goodale, T. L., Kuzmits, F. E., y Adams, A. J. (2013). Changes in the athletic profile of elite college American football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 861-874.
- Rowbottom, D. G. (2000). Periodization of training. *Exercise and Sport Science*, 499-512.
- Ricardo, D. R., y Araújo, C. G. (2002). Body mass index: a scientific evidence-based inquiry. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 79(1), 70-78.
- Rocha, M. S. (1975). Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomía e Antropología*, 1, 445-451.
- Romann, M., y Fuchslocher, J. (2013). Influences of player nationality, playing position, and height on relative age effects at women's under-17 FIFA World Cup. *Journal of Sports Sciences*, 31(1), 32-40.
- Saavedra, Y., y Saavedra, J. M. (2020). The association between relative age effect, goals scored, shooting effectiveness and the player's position, and her team's final classification in international level women's youth handball. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 9(1).
- Sale, D. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(5), S135-45.
- Saltin, B. (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Medicine and Science in Sports*, 5(3), 137-146.
- Schnabel, G. (1988). El factor técnico coordinativo. *Stadium*, 139, 23-27.

- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
- Schorer, J., Cogley, S., Büsch, D., Bräutigam, H., y Baker, J. (2009). Influences of competition level, gender, player nationality, career stage and playing position on relative age effects. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19, 720-730.
- Seirul-lo, F. (1993). Planificación del entrenamiento en deportes de equipo. *Máster en alto rendimiento, módulo*, 2(7).
- Siff, M. C (2004). *Supertraining*. Supertraining institute, Denver USA.
- Silva, C. E., Carvalho, H. M., Gonçalves, C. E., Figueiredo, A. J., Elferink-Gemser, M. T., Philippaerts, R. M., y Malina, R. M. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13 year-old-basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 174-181.
- Silva, S., Bustamante, A., Nevill, A., Katzmarzyk, P. T., Freitas, D., Prista, A., y Maia, J. (2016). An allometric modelling approach to identify the optimal body shape associated with, and differences between Brazilian and Peruvian youth motor performance. *PloS one*, 11(3), e0149493.
- Smart, D. J., Hopkins, W. G., y Gill, N. D. (2013). Differences and changes in the physical characteristics of professional and amateur rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3033-3044.
- Smith, D. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*, 33(15), 1103-1126.
- Smith, H. (1998). Applied physiology of water polo. *Sports Medicine*, 26(5), 317-334.
- Smith, K., y Weir, P. (2013). An examination of the relative age effect in developmental girls' hockey in Ontario. *High Ability Studies*, 24(2), 171-184.
- Smith, K. L., Weir, P. L., Till, K., Romann, M., y Cogley, S. (2018). Relative age effects across and within female sport contexts: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(6), 1451-1478.
- Spieszny, M., y Zubik, M. (2018). Modification of strength training programs in handball players and its influence on power during the competitive period. *Journal of Human Kinetics*, 63(1), 149-160.

- Srhoj, V., Marinovic, M., y Rogulj, N. (2002). Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Collegium Antropologicum*, 26(1), 219-227.
- Strzala, M., y Tyka, A. (2009). Physical endurance, somatic indices and swimming technique parameters as determinants of front crawl swimming speed at short distances in young swimmers. *Medicina Sportiva*, 13(2), 99-107.
- Suárez, M. H., Fiol, C. F., Suárez, N. R., Iturriaga, F. M., y Valeiras, J. A. (2011). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo en jugadores de élite de waterpolo. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 32(2-4).
- Swinton, P. A., Lloyd, R., Keogh, J. W., Agouris, I., y Stewart, A. D. (2014). Regression models of sprint, vertical jump, and change of direction performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1839-1848.
- Taiana, F., Grehaigne, J., y Cometti, G. (1993). The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. *Science and Soccer II*, 98-103.
- Tam, E., Rossi, H., Moia, C., Berardelli, C., Rosa, G., Capelli, C., y Ferretti, G. (2012). Energetics of running in top-level marathon runners from Kenya. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3797-3806.
- Tan, F. H., Polglaze, T., Dawson, B., y Cox, G. (2009). Anthropometric and fitness characteristics of elite Australian female water polo players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1530-1536.
- Tanner, J. M. (1962). Growth at adolescence.
- Tashjian, R. Z., Deloach, J., Porucznik, C. A., y Powell, A. P. (2009). Minimal clinically important differences (MCID) and patient acceptable symptomatic state (PASS) for visual analog scales (VAS) measuring pain in patients treated for rotator cuff disease. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 18(6), 927-932.
- Tesch, P. A. (1992). Short-and long-term histochemical and biochemical adaptations in muscle. *Strength and Power in Sport*, 239-248.
- Thorstensson, A., Larsson, L., Tesch, P., y Karlsson, J. (1977). Muscle strength and fiber composition in athletes and sedentary men. *Medicine and Science in Sports*, 9(1), 26-30.
- Till, K., Cogley, S., Wattie, N., O'Hara, J., Cooke, C., y Chapman, C. (2010). The prevalence, influential factors and mechanisms of relative age effects in UK

- Rugby League. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 320-329.
- Toigo, M., y Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 97(6), 643-663.
- Torras, R., Prats, T., Roelas, G., Riera, J., Viejo, A., y Alfaro, V. (1995). Perfil Fisiológico de los Deportistas de Salvamento Acuático. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 32(125), 157-163.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., e Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31, 196-203.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., ... Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Tous, J. (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Ergo, 80-84.
- Tsekouras, Y. E., Kavouras, S. A., Campagna, A., Kotsis, Y. P., Syntosi, S. S., Papazoglou, K., y Sidossis, L. S. (2005). The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 35-41.
- Veliz, R., Requena, B., Suarez-Arrones, L., Newton, R., y de Villarreal, E. (2014). Effects of 18-week in-season heavy-resistance and power training on throwing velocity, strength, jumping, and maximal sprint swim performance of elite male water polo players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 1007-1014.
- Veliz, R., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G., Feito, J., y de Villarreal, E. (2015). Effects of in-competitive season power-oriented and heavy resistance lower-body training on performance of elite female water polo players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 458-465.
- Verbeek, J., Elferink-Gemser, M. T., Jonker, L., Huijgen, B. C., y Visscher, C. (2017). Laterality related to the successive selection of Dutch national youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 1-5.

- Verkhoshansky, Y. (2006). *Todo sobre el método pliométrico* (Vol. 24). Barcelona: Paidotribo.
- Vierck, J., O'Reilly, B., Hossner, K., Antonio, J., Byrne, K., Bucci, L., y Dodson, M. (2000). Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell Biology International*, 24(5), 263-272.
- Vila, H., Ferragut, C., Abraldes, J. A., Rodriguez, N., y Argudo, F. M. (2010). Anthropometric characteristics of elite players in waterpolo. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 10(40), 652-663.
- Wang, H. K., y Cochrane, T. (2001). Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 403-410.
- Wanivenhaus, F., Fox, A., Chaudhury, S., y Rodeo, S. (2012). Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(3), 246-251.
- Waterfield, J., y Sim, J. (1996). Clinical assessment of pain by the visual analogue scale. *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, 3(2), 94-97.
- Watts, A. S., Coleman, I., y Nevill, A. (2012). The changing shape characteristics associated with success in world-class sprinters. *Journal of sports sciences*, 30(11), 1085-1095.
- Webster, M. J., Morris, M. E., y Galna, B. (2009). Shoulder pain in water polo: a systematic review of the literature. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 3-11.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Werneck, F. Z., Coelho, E. F., de Oliveira, H. Z., Júnior, D. R., Almas, S. P., de Lima, J. R. P., ... Figueiredo, A. J. (2016). Relative age effect in Olympic basketball athletes. *Science & Sports*, 31(3), 158-161.
- Weir, P. L., Smith, K. L., Paterson, C., y Horton, S. (2010). Canadian women's ice hockey: Evidence of a relative age effect. *Talent Development & Excellence*, 2(2), 209-217.
- Wheeler, K., Kefford, T., Mosler, A., Lebedew, A., y Lyons, K. (2013). The volume of goal shooting during training can predict shoulder soreness in elite female water polo players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(3), 255-258.

- Whiteley, R., Ocegüera, M. V., Valencia, E. B., y Mitchell, T. (2012). Adaptations at the shoulder of the throwing athlete and implications for the clinician. *Techniques in Shoulder & Elbow Surgery*, 13(1), 36-44.
- Williams, J. H. (2010). Relative age effect in youth soccer: analysis of the FIFA U17 World Cup competition. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 502-508.
- Williams, E. P., Mesidor, M., Winters, K., Dubbert, P. M., y Wyatt, S. B. (2015). Overweight and obesity: prevalence, consequences, and causes of a growing public health problem. *Current Obesity Reports*, 4(3), 363-370.
- Williams J., G. R., y Kelley, M. (2000). Management of rotator cuff and impingement injuries in the athlete. *Journal of athletic training*, 35(3), 300.
- Wilson, G. (1999). The birthdate effect in school sports teams. *European Journal of Physical Education*, 4(2), 139-145.
- Withers, R. T., Sherman, W. M., Miller, J. M., y Costill, D. L. (1981). Specificity of the anaerobic threshold in endurance trained cyclists and runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 47(1), 93-104.
- Witwer, A., y Sauers, E. (2006). Clinical measures of shoulder mobility in college water-polo players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 15(1), 45-57.
- Wood, C. J., y Aggleton, J. P. (1989). Handedness in 'fast ball' sports: Do lefthanders have an innate advantage?. *British Journal of Psychology*, 80, 227-240.
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Medicine Sport Francaise*, 4, 441-445.
- Young, W. (1993). Training for speed/strength: Heavy vs. light loads. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15, 34-34.
- Young, W. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 74-83.
- Zatsiorsky, V. M. (1995) *Science and practice of strength training*. Human Kinetics, USA, 200-221.
- Zhiping, H. (2011). The Research Evolution of the Isokinetic Technology in Testing and Training. *Sport Science and Technology*, 4, 016.
- Ziv, G., y Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547-568.

7. Anexos

Anexo I. Comité de Ética



NAZIOARTEKO
BIKAINITASUN
CAMPUSA
CAMPUS DE
EXCELENCIA
INTERNACIONAL

IKERKETA SAILEKO ERREKTOREORDETZA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

GIZAKIEKIN ETA HAUEN LAGIN ETA DATUEKIN EGINDAKO IKERKETETARAKO UPV/EHUKO ETIKA BATZORDEAREN TXOSTENA

M^a Jesús Marcos Muñoz andreak, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) GIEBeko idazkari gisa,

HAU ZIURTATZEN DU:

Gizakiek egindako Ikerketarako Etika Batzorde honek (GIEB) 2014ko otsailaren 17ko EHAA ezarritako baldintzak betetzen ditu, eta ikertzaile honen proposamena aztertu du: **Juan José Torres Unda, M10_2015_290_TORRES UNDA** ikerketa proiektu hau egiteko: "Análisis de las características morfofuncionales, lesivas y su relación con el rendimiento de jóvenes jugadores de waterpolo".

Kontuan hartu dira honako alderdi hauek:

- Ikerketa behar bezala justifikatuta dago helburu eta xedei dagokienez; osasunari eta jakintzari onura ekarriko diete, eta, beraz, subjektuentzat aurreikus daitezkeen arrisku eta eragozpenak justifikatuta daude espero diren emaitzak lortzeko.
- Ikerketak hipotesi argi bat proposatzen du, onartutako printzipio eta metodo zientifikoetan oinarritua, datu fidagarri eta baliagarriak ekarriko dituzten teknika estatistiko egokiak barne hartuta.
- Ikertzaile taldearen gaitasuna eta erabilgarri dituzten baliabideak proposak dira proiektua gauzatzeko.
- Subjektuak biltzeko aurreikusitako plana egokia da.
- Informatzeko eta baimena lortzeko prozedurak baldintza etikoak betetzen ditu, eta barne hartzen ditu informazio orri eta baimen informatu ereduak.
- Datu pertsonalak babesten dira, eta Datu Babeserako Euskal Agentzian (AVPD) alta egin zaio ikerketa fitxategiari.
- Ikerketa egiteko beharrezkoak diren indarreko akordio, hitzarmen eta arauak jaso dira.

GIEBak, osareri zein Lan Prozedura Arautuari dagokienez, UPV/EHUren 2014ko otsailaren 17ko Erabakia eta Jardunbide Egokien Arauak betetzen ditu.

GIEBak, 2015ko abenduaren 17an bileran, **ALDEKO TXOSTENA** egin zuen (7/1/2015 aktan jaso), ondorengo ikertzaile hauek ikerketa proiektu hori egin dezaten:

- Juan José Torres Unda
- Susana Gil Orozko
- Josu Barrenetxea García

Hau sinatzen dut, Leioan, 2016ko martxoaren 14an

M^a Jesús Marcos Muñoz
GIEBko idazkaria/Secretaria del CEISH

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA PARA LAS INVESTIGACIONES CON SERES HUMANOS, SUS MUESTRAS Y SUS DATOS (CEISH) DE LA UPV/EHU

M^a Jesús Marcos Muñoz como Secretaria del CEISH de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

CERTIFICA

Que este Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos (CEISH), que reúne los requisitos establecidos en el BOPV de 17 de febrero de 2014, ha evaluado la propuesta del investigador: D. Juan José Torres Unda, M10_2015_290_TORRES UNDA, para la realización del proyecto de investigación: "Análisis de las características morfofuncionales, lesivas y su relación con el rendimiento de jóvenes jugadores de waterpolo"

Considerando que,

- La investigación presenta una justificación adecuada en cuanto a sus objetivos y fines, que proporcionarán un beneficio para la salud y el conocimiento; y por tanto, los riesgos y molestias previsibles para los sujetos están justificados para los resultados esperables.
- La investigación propone una hipótesis clara, basada en principios y métodos científicos aceptados, incluyendo técnicas estadísticas adecuadas, que producirán datos fiables y válidos.
- La capacidad del equipo investigador y los recursos disponibles son los adecuados para realizar el proyecto.
- El plan de reclutamiento de los sujetos previsto es el adecuado.
- El procedimiento de información y obtención del consentimiento cumple con los requisitos éticos, incluyendo los modelos de hoja de información y consentimiento informado.
- Se protegen los datos personales, y se ha dado de alta el fichero de investigación en la AVPD (Agencia Vasca de Protección de Datos).
- Se recogen los acuerdos, convenios y requisitos normativos vigentes necesarios para llevar a cabo la investigación.

El CEISH, tanto en su composición, como en su Procedimiento Normalizado de Trabajo, cumple con el Acuerdo de la UPV/EHU de 17 de febrero de 2014 y con las Normas de Buenas Prácticas.

Ha emitido **INFORME FAVORABLE** en la sesión del CEISH celebrada el 17 de diciembre de 2015 (recogido en su acta 7/1/2015), a que dicho proyecto de investigación sea realizado, por los siguientes investigadores:

- Juan José Torres Unda
- Susana Gil Orozko
- Josu Barrenetxea García

Lo que firmo en Leioa, a 14 de marzo de 2016



* UPV/EHUren ikerketa etairakaskuntzaren arloan etikako organoak arautzeko arautegia

* Reglamento por el que se regulan los órganos de ética en la investigación y la práctica docente de la UPV/EHU

Anexo II. Consentimiento Informado

Deportistas menores de edad



Universidad Euskal Herriko
del País Vasco Unibertsitatea

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Representante Legal/ Padre / Madre

Se invita a su hijo o hija participar en el proyecto de investigación “**Análisis de las características morfofuncionales, lesivas y su relación con el rendimiento de jóvenes jugadores de waterpolo**”, cuyo investigador principal es Juan J. Torres Unda y consistente la realización de la valoración mencionada a continuación, con el objeto de estudiar las características de los jóvenes jugadores de waterpolo así como de las lesiones que padecen.

Hasta el momento no se han demostrado cuáles son las características físicas y fisiológicas más importantes en los jóvenes jugadores de waterpolo ni la relación de las mismas con las lesiones que sufren habitualmente. Pensamos que es importante determinar estos aspectos para que puedan desarrollarse en el futuro metodologías de entrenamiento que mejoren el proceso de aprendizaje deportivo de los jóvenes y ayuden a prevenir las lesiones más frecuentes.

Yo, D. / Dña., mayor de edad, y con D.N.I.,

DECLARO:

Que he entendido la información que Juan J. Torres Unda (investigador principal) y Josu Barrenetxea (investigador) me han facilitado acerca del trabajo de investigación en la persona que represento que va a tomar parte. Este es un estudio que pretende analizar las características físicas y fisiológicas más importantes en los jóvenes jugadores de waterpolo y la relación de las mismas con las lesiones que sufren habitualmente.

Que he entendido que las valoraciones se realizarán durante tres años (2016, 2017 y 2018) con una frecuencia de dos veces al año.

Que las intervenciones que autorizo realizar se llevarán a cabo en las instalaciones del Waterpolo Leioa y en la Facultad de Medicina y Odontología de la UPV/EHU en Leioa (marcar con una X las que se autorizan):

- Medición de la altura, peso, pliegues subcutáneos, longitud de brazos, longitud de piernas.
- Valoración muscular y articular mediante test muscular isocinético.
- Cuestionario sobre lesiones sufridas (diagnóstico, región lesionada, tratamientos, evolución y recaídas).
- Recogida de fecha de nacimiento.

He tenido la oportunidad de comentar y preguntar los detalles de dicha información.

Entiendo que podemos abandonar el estudio en cualquier momento que yo crea oportuno.

La persona investigadora me ha advertido de las posibles molestias, riesgos y consecuencias derivadas de la inclusión en este trabajo.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos que sus datos pasan a formar parte del fichero “INA-WATERPOLO HOMBRO” de la UPV/EHU, cuya finalidad es la que se explica en este consentimiento informado.

Puede ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de sus datos remitiendo un escrito a la persona Responsable de Seguridad LOPD de la UPV/EHU, Rectorado, Barrio Sarriena s/n, 48940 Leioa-Bizkaia, adjuntando copia del documento que acredite su identidad.

Puede consultar el Reglamento de la UPV/EHU para la Protección de Datos de Carácter Personal en la dirección de Internet: www.ehu.es/babestu.

Dado que entiendo todo lo anterior, **CONSIENTO** voluntariamente (marcar con una X las que se autorizan):

- Que se incluya en el citado estudio de investigación a
- Que los datos obtenidos en el estudio una vez anonimizados sean almacenados y usados en proyectos de investigación posteriores durante un periodo máximo de 5 años.

Firma del padre/madre/representante legal,

Firma del/a investigador/a,

En a de de

En caso de necesitar más información o tener alguna duda póngase en contacto con: Juan J. Torres Unda (946017947)

Deportistas mayores de edad

eman ta zabal zazu



Universidad Euskal Herriko
del País Vasco Unibertsitatea

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Mayores de edad

Se le invita a participar en el proyecto de investigación “Análisis de las características morfofuncionales, lesivas y su relación **con el rendimiento de jóvenes jugadores de waterpolo**”, cuyo investigador principal es Juan J. Torres Unda y consiste en la realización de la valoración mencionada a continuación, con el objeto de estudiar las características de los jóvenes jugadores de waterpolo así como de las lesiones que padecen.

Hasta el momento no se han demostrado cuáles son las características físicas y fisiológicas más importantes en los jóvenes jugadores de waterpolo ni la relación de las mismas con las lesiones que sufren habitualmente. Pensamos que es importante determinar estos aspectos para que puedan desarrollarse en el futuro metodologías de entrenamiento que mejoren el proceso de aprendizaje deportivo de los jóvenes y ayuden a prevenir las lesiones más frecuentes.

Yo, D. / Dña., mayor de edad, y con D.N.I.,

DECLARO:

Que he entendido la información que Juan J. Torres Unda (investigador principal) y Josu Barrenetxea (investigador) me han facilitado acerca del trabajo de investigación en la persona que represento que va a tomar parte. Este es un estudio que pretende analizar las características físicas y fisiológicas más importantes en los jóvenes jugadores de waterpolo y la relación de las mismas con las lesiones que sufren habitualmente.

Que he entendido que las valoraciones se realizarán durante tres años (2016, 2017 y 2018) con una frecuencia de dos veces al año.

Que las intervenciones que autorizo realizar se llevarán a cabo en las instalaciones del Waterpolo Leioa y en la Facultad de Medicina y Odontología de la UPV/EHU en Leioa (marcar con una X las que se autorizan):

- Medición de la altura, peso, pliegues subcutáneos, longitud de brazos, longitud de piernas.
- Valoración muscular y articular mediante test muscular isocinético.
- Cuestionario sobre lesiones sufridas (diagnóstico, región lesionada, tratamientos, evolución y recaídas).
- Recogida de fecha de nacimiento.

He tenido la oportunidad de comentar y preguntar los detalles de dicha información.

Entiendo que puedo abandonar el estudio en cualquier momento que yo crea oportuno.

La persona investigadora me ha advertido de las posibles molestias, riesgos y consecuencias derivadas de la inclusión en este trabajo.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos que sus datos pasan a formar parte del fichero “INA-WATERPOLO HOMBRO” de la UPV/EHU, cuya finalidad es la que se explica en este consentimiento informado.

Puede ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de sus datos remitiendo un escrito a la persona Responsable de Seguridad LOPD de la UPV/EHU, Rectorado, Barrio Sarriena s/n, 48940 Leioa-Bizkaia, adjuntando copia del documento que acredite su identidad.

Puede consultar el Reglamento de la UPV/EHU para la Protección de Datos de Carácter Personal en la dirección de Internet: www.ehu.es/babestu.

Dado que entiendo todo lo anterior, **CONSIENTO** voluntariamente (marcar con una X las que se autorizan):

- Participar en el estudio.
- Que los datos obtenidos en el estudio una vez anonimizados sean almacenados y usados en proyectos de investigación posteriores durante un periodo máximo de 5 años.

Firma del participante

Firma del/a investigador/a

En a de de

En caso de necesitar más información o tener alguna duda póngase en contacto con: Juan J. Torres Unda (946017947)

Anexo III. Ficha deportista

FICHA DEPORTISTA

APELLIDOS		CÓDIGO	
NOMBRE		PRE	
FECHA NACIMIENTO		POST	
CATEGORÍA			
AÑOS EN COMPETICIÓN			
BRAZO DOMINANTE			

PESO		ENVERGADURA	LONG. BRAZO
ALTURA			
ALTURA SENTADO			

PLIEGUES				DIÁMETROS	
Subescapular				Codo	
Triceps				Muñeca	
Biceps				Rodilla	
Cresta Iliaca				Tobillo	
Supraspinale					
Abdominal					
Muslo frontal					
Triceps Sural					

PERIMETROS	
Brazo relajado	
Brazo en flexión y tensión	
Cintura	
Cadera	
Muslo	
Triceps Sural	

RENDIMIENTO			
Velocidad (círculo mejor)	1	2	3
Lanzamiento	A1	A2	A3
(suprimir extremos - media)	B1	B2	B3
	C1	C2	C3
Salto vertical (círculo mejor)	1		2
Press Banca			
Agarre manual	D1	D2	
	I1	I2	

Anexo IV. Hoja para recogida de datos: Cuestionario Bienestar

HOJA RECOGIDA DE DATOS CUESTIONARIO BIENESTAR

NOMBRE:

CÓDIGO:

SEMANA 1	L	M	X	J	V	S/D	S. 7	L	M	X	J	V	S/D
FATIGA							F						
SUEÑO							S						
DAÑO MUSCULAR							M						
ESTRÉS							E						
HUMOR							H						
TOTAL							T						
SEMANA 2	L	M	X	J	V	S/D	S. 8	L	M	X	J	V	S/D
FATIGA							F						
SUEÑO							S						
DAÑO MUSCULAR							M						
ESTRÉS							E						
HUMOR							H						
TOTAL							T						
SEMANA 3	L	M	X	J	V	S/D	S. 9	L	M	X	J	V	S/D
FATIGA							F						
SUEÑO							S						
DAÑO MUSCULAR							M						
ESTRÉS							E						
HUMOR							H						
TOTAL							T						
SEMANA 4	L	M	X	J	V	S/D	S. 10	L	M	X	J	V	S/D
FATIGA							F						
SUEÑO							S						
DAÑO MUSCULAR							M						
ESTRÉS							E						
HUMOR							H						
TOTAL							T						
SEMANA 5	L	M	X	J	V	S/D	S. 11	L	M	X	J	V	S/D
FATIGA							F						
SUEÑO							S						
DAÑO MUSCULAR							M						
ESTRÉS							E						
HUMOR							H						
TOTAL							T						
SEMANA 6	L	M	X	J	V	S/D	S. 12	L	M	X	J	V	S/D
FATIGA							F						
SUEÑO							S						
DAÑO MUSCULAR							M						
ESTRÉS							E						
HUMOR							H						
TOTAL							T						

Anexo V. Hoja para recogida de datos: Percepción del entrenamiento

HOJA RECOGIDA DE DATOS PERCEPCIÓN ENTRENAMIENTO

NOMBRE:

CÓDIGO:

SEMANA 1	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 2	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 3	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 4	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 5	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 6	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 7	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 8	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 9	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 10	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 11	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						
SEMANA 12	L	M	X	J	V	S/D
RPE · MIN.						
EVA						

