UNIVERSIDADE DA CORUÑA

-Tesis Doctoral-

Diseño y ejecución de un test máximo para socorristas y su relación con la eficacia en un rescate acuático

-Autor-

D. Brais Ruibal Lista

-Directores-

Dr. José Palacios Aguilar

Dr. José Antonio Prieto Saborit

Programa Oficial de Doctorado en Ciencias del Deporte,

Educación Física y Actividad Física Saludable

A Coruña, 2019

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Directores:

Dr. José Palacios Aguilar

Dr. José Antonio Prieto Saborit

Hacen constar:

Que la Tesis Doctoral titulada "***Diseño y ejecución de un test máximo para socorristas y su relación con la eficacia en un rescate acuático***", elaborada por el doctorando **D. Brais Ruibal Lista**, reúne los requisitos exigibles para su presentación, defensa pública, evaluación por el tribunal designado al efecto y obtención por su autor del Grado de Doctor.

En A Coruña, 9 de julio de 2019

PALACIOS AGUILAR JOSE - 03074699J

Firmado digitalmente por PALACIOS AGUILAR JOSE - 03074699J
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=03074699J, sn=PALACIOS AGUILAR, givenName=JOSE, cn=PALACIOS AGUILAR JOSE - 03074699J
Fecha: 2019.03.23 12:19:32 +01'00'

Dr. José Palacios Aguilar

Firmado por PRIETO SABORIT JOSE ANTONIO - 30638478V el día 25/03/2019 con un certificado emitido por AC FNMT Usuarios

Dr. José Antonio Prieto Saborit

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a ***Dr. José Palacios Aguilar***, uno de los directores de esta tesis, ya que sin su ayuda este trabajo no existiría. Por apoyarme desde el inicio en este trayecto que ha durado más de 4 años. Gracias de todo corazón.

Mi agradecimiento a ***Dr. José Antonio Prieto Saborit*** por su apoyo continuo y su dedicación íntegra a este trabajo. Sus amplios conocimientos y experiencia en el ámbito de la investigación han ayudado enormemente a la presentación de esta tesis.

Mi agradecimiento y admiración a mis padres, ***Carmen y Ramón***, quienes me han inculcado los grandes valores de la vida, educación y respeto. Por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida. Sin ellos no sería quién soy, ni estaría aquí el día de hoy.

A mi hermano ***David***, por ser un espejo donde mirarme. Por su dedicación, esfuerzo y paciencia. Todo llega para quien sabe esperar.

A mi primer profesor de socorrismo y a día de hoy un amigo, ***Dr. Sergio López García***, por su esfuerzo en integrarme en esta profesión desde el principio. Su apoyo y todos sus consejos han ayudado enormemente a que hoy pueda presentar este trabajo.

A ***Miguel Santiago Alonso***, ***Dr. José Antonio Cecchini Estrada***, ***Dr. Cristian Abelairas Gómez*** y ***Dra. María del Castilo Obeso***, colaboradores en este trabajo, por su dedicación y inestimable ayuda en el diseño del estudio, el análisis de los resultados y la revisión final del trabajo.

A los ***socorristas*** con los que he compartido tantas temporadas de trabajo, por todo lo aprendido a su lado día tras día.

A ***todos*** los que han participado voluntariamente en esta investigación con esfuerzo y dedicación. Ellos son los verdaderos protagonistas.

ÍNDICE

ABREVIATURAS **13**

LISTADO DE TABLAS **15**

LISTADO DE FIGURAS **17**

RESUMEN **19**

ABSTRACT **21**

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN **23**

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA **29**

2.1. EL SOCORRISMO ACUÁTICO **31**

2.1.1. CONCEPTO GENERAL 31

2.1.2. OBJETIVOS DEL SOCORRISMO ACUÁTICO 31

2.1.3. EL SOCORRISTA ACUÁTICO PROFESIONAL 32

2.1.3.1. Definición 33

2.1.3.2. Funciones 33

2.1.4. LA FORMACIÓN EN SOCORRISMO ACUÁTICO 35

2.1.4.1. Cualificaciones Profesionales 35

2.1.5. CONCLUSIONES SOBRE LA FORMACIÓN DEL SOCORRISTA ACUÁTICO 39

2.2. EL AHOGAMIENTO: UNA EPIDEMIA A NIVEL MUNDIAL **41**

2.2.1. ESTADÍSTICA GLOBAL SOBRE EL AHOGAMIENTO 41

2.2.1.1. Cifras y datos sobre ahogamiento 41

2.2.1.2. Importancia de la primera intervención 42

2.2.1.3. Como reducir el riesgo de ahogamiento 42

2.2.2. EL AHOGAMIENTO EN ESPAÑA 43

2.2.2.1. España, destino turístico por excelencia 43

2.2.2.2. Informe de ahogamientos mortales en España – Instituto Nacional de Estadística .. 44

2.2.2.3. Informe de ahogamientos mortales en España – AETSAS 47

2.3. EL PROCESO DE AHOGAMIENTO 53

2.3.1. DEFINICIÓN 53

2.3.2. FISIOPATOLOGÍA DEL AHOGAMIENTO 54

2.3.3. FACTORES RELACIONADOS CON EL AHOGAMIENTO 59

2.3.3.1. Otras consideraciones a tener en cuenta en el ahogamiento 60

2.3.3.2. Rescate y reanimación en el ahogamiento 61

2.4. EL RESCATE ACUÁTICO 62

2.4.1. SECUENCIA DE ACTUACIÓN EN ESPACIOS ACUÁTICOS NATURALES 62

2.4.1.1. Introducción 62

2.4.1.2. Pasos a seguir 62

2.4.1.3. Conclusiones sobre la secuencia de actuación 64

2.4.2. FACTORES RELACIONADOS CON EL ÉXITO EN EL RESCATE 65

2.4.2.1. Dominio del medio acuático 65

2.4.2.2. Manejo de materiales de rescate 66

2.4.2.3. Preparación Física 67

2.4.3. CONCLUSIONES 75

2.5. TEST DE ESFUERZO MÁXIMO 77

2.5.1. CRITERIOS PARA ESTABLECER EL CARÁCTER MÁXIMO DEL TEST 78

2.5.2. MEDICIÓN DEL CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO (VO_{2MAX}) 79

2.5.2.1. Estimación del consumo de oxígeno en pruebas indirectas 80

2.5.2.2. Calcular el VO_2 en una prueba de piscina a partir de los valores de una prueba de laboratorio 82

2.5.2.3. Importancia de la realización de pruebas directas en el medio acuático 82

2.5.3. PRUEBAS MÁXIMAS Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO FÍSICO 83

CAPÍTULO 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS 87

3.1. JUSTIFICACIÓN 89

3.2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS 91

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS 93

4.1. METODOLOGÍA GENERAL 95

4.2. MUESTRA DEL ESTUDIO 96

4.3. VARIABLES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA 97

4.3.1. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS 97

4.3.2. VARIABLES FISIOLÓGICAS 97

4.3.3. VARIABLES SUBJETIVAS 97

4.3.4. VARIABLES TEMPORALES 97

4.4. INSTALACIONES 98

4.5. PROCEDIMIENTOS 101

4.5.1. PROCEDIMIENTO EN EL LABORATORIO 101

4.5.2. PROCEDIMIENTO EN LA PISCINA (IPTL) 102

4.5.3. RESCATE ACUÁTICO EN LA PLAYA 105

4.6. VALORACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS 106

4.6.1. ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO 106

4.6.2. ANÁLISIS FISIOLÓGICO 107

4.6.3. ANÁLISIS TEMPORAL 108

4.6.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 108

CAPÍTULO 5. RESULTADOS 111

5.1. PRIMERA PARTE – COMPROBACIÓN DEL IPTL COMO TEST MÁXIMO 113

5.1.1. DATOS DESCRIPTIVOS DE LA ANTROPOMÉTRIA Y COMPOSICIÓN CORPORAL..... 113

5.1.2. PRUEBA DE LABORATORIO..... 113

5.1.3. INCREMENTAL POOL TEST FOR LIFEGUARDS (IPTL)..... 115

5.1.4. OBTENCIÓN DEL VO_2 EN EL IPTL A PARTIR DE LA RELACIÓN FC/VO_2 DEL LABORATORIO..... 116

5.1.5. ECUACIÓN PARA ESTIMAR EL VO_2 EN EL IPTL 118

5.2. SEGUNDA PARTE – ASOCIACIÓN ENTRE EL IPTL Y LA EFICACIA EN EL RESCATE 125

5.2.1. DATOS DESCRIPTIVOS DE LA ANTROPOMETRÍA Y COMPOSICIÓN CORPORAL..... 125

5.2.2. DATOS DESCRIPTIVOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL IPTL 125

5.2.3. DATOS DESCRIPTIVOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL RESCATE 126

5.2.4. ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE RESCATE A PARTIR DEL RENDIMIENTO EN EL IPTL 126

5.2.5. COMPARATIVA ENTRE EL IPTL Y EL RESCATE ACUÁTICO..... 131

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN 133

6.1. PRIMERA PARTE – COMPROBACIÓN DEL IPTL COMO TEST MÁXIMO 135

6.1.1. PRUEBA DE LABORATORIO 135

6.1.2. INCREMENTAL POOL TEST FOR LIFEGUARDS (IPTL)..... 136

6.2. SEGUNDA PARTE – ASOCIACIÓN ENTRE EL IPTL Y LA EFICACIA EN EL RESCATE 140

6.2.1. INCREMENTAL POOL TEST FOR LIFEGUARDS (IPTL)..... 140

6.2.2. RESCATE ACUÁTICO 140

6.2.3. RELACIÓN ENTRE EL IPTL Y EL RESCATE ACUÁTICO 142

CAPÍTULO 7. LIMITACIONES Y FORTALEZAS 145

7.1. LIMITACIONES 147

7.2. FORTALEZAS 148

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES 151

CAPÍTULO 9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 155

CAPÍTULO 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 159

CAPÍTULO 11. ANEXOS 179

10.1. DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO 181

10.2. FICHA DE REGISTRO PARA EL ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO 182

10.3. FICHA DE REGISTRO PARA LA REALIZACIÓN DEL IPTL 183

10.4. FICHA DE REGISTRO PARA LA REALIZACIÓN DEL RESCATE ACUÁTICO 185

10.5. EJEMPLO DE ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO 186

10.6. EJEMPLO DEL RESUMEN DE LA PRUEBA DE ESFUERZO EN EL LABORATORIO 187

10.7. EJEMPLO DEL INFORME DEL PULSÓMETRO SUUNTO EN LA PRUEBA EN PISCINA (IPTL)..... 188

10.8. EJEMPLO DEL INFORME DEL PULSÓMETRO SUUNTO EN EL RESCATE ACUÁTICO 189

Abreviaturas

%	Porcentaje
AETSAS	Asociación Española de Técnicos en Socorrismo Acuático
ATP	Adenosín trifosfato
Ca^{2+}	Calcio
cm	Centímetros
CR	Cociente respiratorio
DE	Desviación estándar
FC	Frecuencia cardíaca
FC_{max}	Frecuencia cardíaca máxima
FC_{Rep}	Frecuencia cardíaca en reposo
FC_{IPTL}	Frecuencia cardíaca máxima alcanzada en el IPTL
FC_{LAB}	Frecuencia cardíaca máxima alcanzada en la prueba de laboratorio
$FC_{rescate}$	Frecuencia cardíaca máxima alcanzada en el rescate acuático
º C	Grados centígrados
H^{+}	Catión hidrógeno
HCO^{-3}	Bicarbonato
IMC	Índice de masa corporal
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPTL	Incremental Test in Pool for Lifeguards
kg	Kilogramo
kg/m^2	Kilogramo por metro cuadrado
km	Kilómetro
km/h	Kilómetros por hora
La_{IPTL}	Lactato en sangre más elevado alcanzado en la prueba de piscina
La_{Lab}	Lactato en sangre más elevado alcanzado en la prueba de laboratorio
$La_{rescate}$	Lactato en sangre máximo alcanzado en el rescate acuático
$lat \cdot min^{-1}$	Latidos por minuto
m	Metros
m/s	Metros por segundo
MAPFRE	Mutualidad de la Agrupación de Propietarios de Fincas Rústicas de España
ME	Media
$ml \cdot kg \cdot min^{-1}$	Mililitros por kilogramo por minuto

$ml \cdot min^{-1}$	Mililitros por minuto
mm	Milímetros
$mmol \cdot L^{-1}$	Milimoles por litro de sangre
N^{+}	Catión nitrógeno
O_2	Oxígeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
$PaCO_2$	Presión arterial de dióxido de carbono
PaO_2	Presión arterial de oxígeno
pH	Potencial de hidrógeno
RCP	Reanimación Cardiopulmonar
RD	Real Decreto
s	Segundos
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SVA	Soporte Vital Avanzado
SVB	Soporte Vital Básico
TestLab	Test realizado en el laboratorio
$Tiempo_{IPTL}$	Tiempo máximo alcanzado en la prueba de piscina
$Tiempo_{lab}$	Tiempo máximo alcanzado en la prueba de laboratorio
$Tiempo_{rescate}$	Tiempo obtenido en el rescate acuático
UAn	Umbral anaeróbico
VO_2	Consumo de oxígeno
VO_{2max}	Consumo de oxígeno máximo
VO_{2IPTL}	Consumo de oxígeno estimado en la prueba de piscina
VO_{2LAB}	Consumo de oxígeno máximo alcanzado en la prueba de laboratorio

Listado de tablas

Tabla 1	Muertes por ahogamiento por lugar y edad en España en 2016	Pág. 47
Tabla 2	Comparativa entre los datos de AETSAS e INE sobre muertes por ahogamiento en España	Pág. 49
Tabla 3	Registro de incidentes en el medio acuático en España en 2017	Pág. 50
Tabla 4	Protocolo del test incremental específico para socorristas (IPTL)	Pág. 104
Tabla 5	Datos demográficos descriptivos totales de medidas antropométricas y composición corporal (primera fase del estudio)	Pág. 113
Tabla 6	Resultados del análisis sobre el carácter máximo de la prueba de laboratorio	Pág. 114
Tabla 7	Datos descriptivos de los resultados obtenidos en la prueba de laboratorio	Pág. 115
Tabla 8	Resultados del análisis sobre el carácter máximo del IPTL	Pág. 116
Tabla 9	Cálculo para obtener el consumo de oxígeno alcanzado la piscina a partir de la relación FC/VO_2 obtenida en el laboratorio	Pág. 117
Tabla 10	Datos descriptivos totales de los resultados obtenidos en la prueba de piscina (IPTL) (primera fase del estudio)	Pág. 118
Tabla 11	Resumen del modelo de regresión (primera fase del estudio)	Pág. 119
Tabla 12	ANOVA del modelo de regresión (primera fase del estudio)	Pág. 119
Tabla 13	Coeficientes del modelo de regresión (primera fase del estudio)	Pág. 120
Tabla 14	Datos demográficos descriptivos totales de medidas antropométricas y composición corporal (segunda fase del estudio)	Pág. 125
Tabla 15	Datos descriptivos totales de los resultados obtenidos en la prueba de piscina (IPTL) (segunda fase del estudio)	Pág. 126

Tabla 16	Datos descriptivos totales de los resultados obtenidos en la prueba de rescate (segunda fase del estudio)	Pág. 126
Tabla 17	Análisis de las correlaciones entre las variables observadas en el IPTL y la eficacia en el rescate acuático.	Pág. 127
Tabla 18	Resumen del modelo de regresión (segunda fase del estudio)	Pág. 127
Tabla 19	ANOVA del modelo de regresión (segunda fase del estudio)	Pág. 128
Tabla 20	Coeficientes del modelo de regresión (segunda fase del estudio)	Pág. 128
Tabla 21	Análisis de las diferencias de las variables observadas en el IPTL y el rescate acuático	Pág. 131

Listado de figuras

Figura 1	Evolución del número de ahogamientos mortales en España (2011 – 2017)	Pág. 49
Figura 2	Pronóstico de las víctimas de ahogamiento con y sin presencia de vigilancia profesional en España en 2017	Pág. 52
Figura 3	Sistema de clasificación para el tratamiento de las víctimas de ahogamiento	Pág. 58
Figura 4	Medical Graphics CPX–Plus	Pág. 97
Figura 5	Laboratorio de Fisiología del Ejercicio	Pág. 98
Figura 6	Aletas utilizadas en el IPTL y el rescate acuático	Pág. 99
Figura 7	Piscina climatizada donde se realizó el IPTL	Pág. 99
Figura 8	Maniquí de Salvamento	Pág. 100
Figura 9	Playa de Oza	Pág. 100
Figura 10	Socorrista en prueba de esfuerzo en laboratorio	Pág. 101
Figura 11	Socorrista en prueba de piscina (IPTL)	Pág. 102
Figura 12	Gráfico de dispersión entre el VO_{2IPTL} y el porcentaje de masa muscular	Pág. 121
Figura 13	Gráfico de dispersión entre el VO_{2IPTL} y el tiempo máximo alcanzado en el IPTL	Pág. 121
Figura 14	Gráfico de dispersión entre el VO_{2IPTL} y el peso total	Pág. 122
Figura 15	Valores pronosticados en función de los residuos tipificados para la variable dependiente (VO_{2IPTL})	Pág. 123
Figura 16	Gráfico P-P normal de regresión Residuo Tipificado (primera fase del estudio)	Pág. 124
Figura 17	Regresión parcial entre el TiempoRescate y el TiempoIPTL.	Pág. 129
Figura 18	Valores pronosticados en función de los residuos tipificados para la variable dependiente ($Tiempo_{Rescate}$).	Pág. 130
Figura 19	Gráfico P-P normal de regresión Residuo Tipificado (segunda fase de estudio)	Pág. 131

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue diseñar y poner en práctica un test incremental, máximo y específico para socorristas acuáticos, así como analizar su relación con la eficacia en un rescate acuático en la playa. El estudio se dividió en dos fases: En la primera se ejecutó el test incremental y en la segunda realizó una comparativa entre los resultados de dicho test y los de un rescate acuático de 200 metros en la playa. Para comenzar, se realizó un test máximo en el laboratorio (carrera) y el nuevo test en la piscina (IPTL) en 10 socorristas acuáticos profesionales. En ambas pruebas se midió la frecuencia cardíaca (FC), el lactato en sangre (La), la percepción subjetiva del esfuerzo (PSP) y el tiempo alcanzado. Los valores de FC, La, PSP y tiempo alcanzados en el ITPL confirmaron el carácter máximo del mismo. A través de la relación FC/VO_2 resultante de la prueba de laboratorio, se calculó el VO_2 alcanzado en la piscina (VO_{2IPTL}). A partir de aquí, se observó que el tiempo alcanzado en el IPTL, junto con el porcentaje de masa muscular y el peso total de los participantes, mostraron ser variables predictoras del VO_2 alcanzado en el propio test (VO_{2IPTL}) (R^2=0.84; p=.008). En la segunda fase se volvió a aplicar el IPTL y un rescate de 200 metros con aletas en la playa en 20 socorristas acuáticos. Se midió la frecuencia cardíaca, el lactato en sangre y el tiempo en ambas pruebas. Se demostró que el tiempo alcanzado en la piscina ($Tiempo_{IPTL}$) era la mejor variable predictora del rendimiento en el rescate acuático ($Tiempo_{Rescate}$) (R^2=0.59; p<.001). Estos resultados demuestran que el IPTL es un test incremental máximo y específico para socorristas y, además, permite estimar la eficacia en un rescate de 200 metros con aletas.

Abstract

The main objective of this study was to design and implement an incremental, maximum and specific test for lifeguards as well as to analyze the relation with efficacy in a water rescue on the beach. The study was divided into two phases: At the first, the incremental test was performed and in the second, a comparison was made between the results of that test and those of a 200-meter water rescue on the beach. To begin, a maximum test was conducted in the laboratory (run) and the new test, in the pool (IPTL) in 10 professional lifeguards. In both tests, heart rate (HR), blood lactate (La), received perception of effort (RPE) and time were measured. The values of FC, La, RPE and time reached in the ITPL confirmed its maximum character. Through the FC/VO2 ratio resulting from the laboratory test, the VO_2 reached in the pool (VO_{2IPTL}) was calculated. From here, it was observed that the time reached in the IPTL, along with the percentage of muscle mass and the total weight of the participants, were predictive variables of the VO_2 reached in the test (VO_{2IPTL}) (R^2=0.84; p=.008). In the second phase, the IPTL was performed and too a rescue of 200 meters with fins on the beach in 20 lifeguards. Heart rate, blood lactate and time were measured in both tests. It was demonstrated that the time reached in the pool ($Time_{IPTL}$) was the best predictor of performance in the water rescue ($Rescue_{Time}$) (R^2=0.59; p<.001). These results show that the IPTL is a maximum and specific incremental test for lifeguards and, in addition, allows to estimate the effectiveness in a 200-meter water rescue with fins.

Capítulo 1. Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como pilar fundamental el diseño y ejecución de un test incremental de máximo esfuerzo y específico para socorristas, cuyo nombre se ha estipulado como "*Incremental Pool Test for Lifeguards*" (IPTL) que permita, además, proporcionar información sobre la eficacia del socorrista durante un rescate acuático.

Para poder comprobar la utilidad de dicho test, se analizarán y compararán variables fisiológicas (frecuencia cardíaca y lactato en sangre) y temporales (tiempo de prueba) en tres pruebas diferentes: en el laboratorio, en la piscina y en la playa.

Actualmente, la preparación del socorrista acuático se divide en dos cualificaciones bien diferenciadas: una orientada al desarrollo del trabajo en instalaciones acuáticas (piscinas, parques acuáticos…) (RD 146/2011, de 4 de febrero) y otra orientada al trabajo en espacios acuáticos naturales (playas naturales, playas artificiales, ríos…), donde se incluyen contenidos relacionados con la natación, los primeros auxilios, las labores de prevención y la intervención en el medio acuático (RD 1521/2007, de 16 de noviembre).

La distribución de los contenidos dentro de la formación del socorrista en espacios acuáticos naturales contribuye en mayor medida el desarrollo de la condición física (módulo de Natación y dominio del medio acuático) y la especialización en técnicas de rescate acuático (módulo de Rescate de accidentados en el medio acuático) (RD 1521/2007, de 16 de noviembre).

Las características de los espacios acuáticos, especialmente los naturales, provocan que el número de accidentes y de ahogamientos sea muy elevado (OMS, 2016). Esto también afecta a nuestro país, especialmente en la temporada estival (de Junio a Septiembre) (AETSAS., 2018).

El proceso de ahogamiento ocurre en pocos minutos, de ahí que la intervención temprana y eficaz del socorrista sea crucial para aumentar las posibilidades de supervivencia de la víctima (Szpilman et al., 2012). En ese tiempo, el socorrista debe: analizar la situación, es decir, comprobar el lugar en el que se encuentra la víctima y evaluar el estado del mar (Palacios., 2008); tomar decisiones, es decir, avisar a sus compañeros, seleccionar el material más adecuado así como la zona que facilite, en mayor medida, el acceso al agua; y, por último, ejecutar la acción, es decir, llevar a cabo el rescate acuático completo (López-García et al., 2017).

Dentro de este último punto, la preparación física del socorrista va a jugar un papel muy importante en el resultado final (Prieto et al., 2010; USLA., 2011; Barcala-Furelos et al., 2013; Kalén et al., 2017). El rescate en espacios acuáticos naturales provoca una gran demanda fisiológica debido al aumento de la frecuencia cardíaca (Prieto et al, 2001), a un elevado consumo de oxígeno (Reilly et al., 2006a) y a los altos valores de lactato en sangre que se producen tras el mismo (Salvador et al., 2014).

La realización de pruebas de máximo esfuerzo ha sido ampliamente estudiada en diferentes disciplinas deportivas, siendo determinante en aquellas relacionadas con esfuerzos de corta y media duración (Foster., 1985). Estas pueden aportar información acerca del estado de forma del individuo, permitir una programación eficaz del entrenamiento (Veronese da Costa et al., 2012; 2013) e incluso estimar el rendimiento en distintas pruebas específicas (Costill et al., 1985; Stratton et al., 2009). Uno de los parámetros fundamentales para poder utilizar los datos obtenidos, es realizar la prueba respetando al máximo posible la especificidad del gesto técnico de la especialidad deportiva en cuestión (Salvador et al., 2014).

Existen dos tipos de pruebas máximas: directas e indirectas. Para realizar pruebas directas se necesita realizar una gran inversión en recursos materiales y económicos

(Conley et al., 1991), sin embargo, la realización de pruebas indirectas es mucho más sencilla (López-Chicharro y Fenández-Vaquero., 2006) y, además, han demostrado ser válidas y eficaces en la obtención de este tipo de parámetros (Powers y Howley., 2014).

Esta investigación se ha divido en dos fases. En la primera, se pretende obtener los valores de frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}) a partir de la realización de un test incremental máximo que respete las características del gesto técnico del socorrista. Para ello se contará con un grupo de 10 socorristas acuáticos. En la segunda fase del estudio se intentará establecer una correlación entre el rendimiento obtenido en el test de piscina y un rescate acuático de 200 metros con aletas en una playa natural. En este caso participarán 20 socorristas acuáticos.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es diseñar y aplicar un test incremental, máximo y específico para socorristas y analizar la relación con la eficacia en un rescate simulado.

Capítulo 2. Fundamentación Teórica

2.1. El Socorrismo Acuático

2.1.1. Concepto general

Según Palacios (2008), el socorrismo acuático es:

"*La actividad cuyo objetivo principal es la seguridad de los usuarios de la zona de baño público, tanto en instalaciones acuáticas como en espacios acuáticos naturales, realizada de forma autónoma o integrada en un equipo y estructurada en tres grandes áreas: prevenir que se produzcan situaciones potencialmente peligrosas, realizar una vigilancia permanente y eficiente, e intervenir de forma eficaz ante un accidente o situación de emergencia*".

Por lo tanto, entendemos que es una actividad profesional y humanitaria, que se puede ejercer en instalaciones acuáticas (piscinas, parques acuáticos) y en espacios acuáticos naturales (playas marítimas, fluviales, ríos, lagos y embalses, etc.). Esta actividad está estrechamente relacionada con la educación y la salud. Tanto es así que el socorrismo está presente en: ayuntamientos, en empresas de servicios deportivos, en empresas de turismo activo, en clubes deportivos y/o entidades con actividad en el medio acuático, ya sea en instalaciones acuáticas o espacios acuáticos naturales (Palacios, 2008).

2.1.2. Objetivos del socorrismo acuático

Los objetivos del socorrismo acuático como profesión relacionada con la seguridad y la salud, así como agente educativo, son (Palacios., 2008):

- *"Capacitar a los socorristas en el dominio de las técnicas, métodos, protocolos, materiales y pruebas desde un análisis teórico y desde una experiencia práctica.*

- *Divulgar las posibilidades educativas en todos los ámbitos escolares y formativos.*
- *Encontrar respuestas, formar opiniones y aportar razonamientos, interpretándolo como una actividad en constante evolución.*
- *Habilitar a los socorristas para transferir los conocimientos adquiridos y las prácticas realizadas a los diversos campos profesionales y a la vida real.*
- *Lograr en todos los ciudadanos el convencimiento de que es una actividad imprescindible en la sociedad actual, de gran importancia para la vida humana y con un elevado componente educativo y profesional.*
- *Transmitir valores humanitarios, educativos y profesionales".*

2.1.3. El Socorrista Acuático Profesional

Kim Tyson (1990), después de analizar la evolución del socorrismo acuático, afirmaba ya hace bastantes años que: "*Lo que una vez fue un empleo estacional disponible en primer lugar para los hombres, se ha transformado en un puesto de carrera, que requiere conocimientos altamente especializados y habilidades sin miramientos de ningún tipo".*

Más adelante, Ellis y Fick (1991), resumieron las funciones del socorrista acuático, indicando que "*el socorrista profesional debería ser capaz de reconocer al accidentado, seleccionar las técnicas de rescate, ser un buen relaciones públicas y demostrar atención permanente*". En definitiva, como indica Palacios (2008), "*de un socorrista profesional se espera madurez, habilidad de comunicación, inteligencia, capacidad de razonar y dominio del medio acuático*".

2.1.3.1. Definición

Tras analizar el perfil profesional del socorrista y la formación actual para poder ejercer como tal, podríamos definir al socorrista acuático como "*un profesional cualificado, capaz de realizar salvamentos o rescatar en el medio acuático y con una instrucción suficiente que le permita practicar los primeros auxilios a todo tipo de accidentados*" (Palacios., 2000).

2.1.3.2. Funciones

Como se verá en el siguiente apartado, las funciones que ha de desempeñar van desde realizar labores de prevención en el medio acuático hasta la realización de intervenciones ante accidentes, pasando por la vigilancia, la distribución y el uso de diferentes materiales de socorrismo acuático. En este apartado queremos centrarnos en las tres funciones principales de cara a mantener la seguridad: Prevenir, Vigilar e Intervenir.

Prevenir

Es, sin duda alguna, la base del trabajo del socorrista acuático. La prevención en socorrismo acuático es, según Palacios (2008), "*el conjunto de preparativos que se dispone con anticipación para advertir, evitar o impedir un desagradable evento o accidente, en cualquier tipo de medios acuáticos, en sus entornos y en las actividades relacionadas con ellos*".

Vigilar

La vigilancia se define como "*uno de los aspectos básicos de la prevención, puesto que si se realiza correctamente se puede conseguir, en la mayor parte de los casos, es evitar accidentes y, por lo tanto, no es necesario intervenir en ellos*" (Palacios., 2000).

Así, la Royal Life Saving Society (1994), afirma que: "*La estrategia de prevención de a ahogamientos se basa fundamentalmente en la vigilancia*". Como se verá

en las estadísticas en relación a los ahogamientos, estos ocurren en menor medida cuando la playa contaba con un servicio de socorrismo activo.

En el proceso de vigilancia existen factores que pueden condicionar su calidad, y que en muchas ocasiones no son tenidos en cuenta. Estos factores son (Pascual., 1998):

- Laborales (descanso semanal, acomodación en el trabajo, rotaciones, sueldo adecuado, etc.).
- Instalaciones donde se vaya a desarrollar la acción (accesos, etc.).
- Condición física, técnica y psicológica, ya que la acción de vigilar conlleva un cansancio físico y psicológico.

Intervenir

Aquí se engloban todas las acciones físicas y psicológicas que se producen durante la actuación o intervención del socorrista. Desde que se percibe un problema, hasta que se analizan las consecuencias del mismo, se destacan 5 fases (López-García et al., 2017):

- *Percepción del problema*: Es la primera en darse y es la más importante ya que sin ella, raramente podrían darse las demás. Aporta al socorrista información valiosa en cuanto a circunstancias y situación del accidente. Por lo tanto, cualquier factor que altere cualquiera de los sentidos del socorrista, sobre todo la vista y el oído, como puede ser la fatiga, el exceso de confianza o incluso la falta de experiencia, puede condicionar la correcta percepción de dicho problema.
- *Análisis de la situación*: En este caso la experiencia puede afectar de manera positiva, ya que en este apartado se examina lo que está sucediendo en tiempo real. Cuanto más grande sea la experiencia del socorrista es probable que sea más sencillo tomar las decisiones pertinentes.
- *Toma de decisión*: En función de los dos pasos anteriores, se dará este tercero. En esta fase se deciden las acciones que se llevarán a cabo para solucionar el

problema existente. La decisión ha de tomarse lo más rápidamente posible, utilizando el material disponible y las acciones técnicas que mejor se dominen y adecúen al problema en cuestión.

- *Ejecución de las acciones elegidas para resolver el problema*.: Esta fase es, junto con la toma de decisión, la fase de la cual dependen las vidas que el socorrista vaya a socorrer. Aquí se ejecutan las decisiones tomadas en la fase previa.
- *Evaluación final de la intervención*: Cuando finalizan todas las fases anteriores y se diluya la tensión que conlleva la realización de una intervención de emergencia en el medio acuático, es importante evaluar todo el proceso realizado con el objetivo de corregir las acciones incorrectas y/o reforzar aquellas realizadas correctamente.

2.1.4. La formación en socorrismo acuático

En España, ninguna entidad (federaciones deportivas, Cruz Roja, Protección Civil, empresas privadas…) puede otorgar títulos oficiales en socorrismo profesional. Esto solo puede hacerlo el Ministerio de Educación y Ciencia, que expide los certificados de profesionalidad de Socorrismo en Instalaciones Acuáticas y Socorrismo en Espacios Acuáticos Naturales, que derivan de sus cualificaciones profesionales correspondientes, así como los títulos de Técnico Deportivo en Socorrismo y Salvamento Acuático y Técnico Deportivo Superior en Socorrismo y Salvamento Acuático.

2.1.4.1. Cualificaciones Profesionales

La Cualificación Profesional se define como "*el conjunto de competencias profesionales con significación para el empleo que pueden ser adquiridas mediante formación modular u otros tipos de formación y a través de la experiencia laboral"*. Y la Competencia Profesional se define como *"el conjunto de conocimientos y capacidades*

que permitan el ejercicio de la actividad profesional conforme a las exigencias de la producción y el empleo" (LOCPFP 5/2002, de 19 de junio).

Cualificación Profesional de Socorrismo en Instalaciones Acuáticas

El 9 de marzo de 2004 se publica en el BOE la aprobación de la Cualificación Profesional: Socorrismo en Instalaciones Acuáticas (RD 295/2004, de 20 de febrero), que posteriormente fue actualizada y complementada el 4 de marzo de 2011 (RD 146/2011, de 4 de febrero) y más adelante el 17 de marzo de 2017 (Orden PARA/262/2017).

La Competencia General regulada en la Cualificación Profesional "Socorrismo en Instalaciones Acuáticas" es la siguiente: "*Vigilar por la seguridad de los usuarios en zonas de baño de piscinas e instalaciones acuáticas, de forma autónoma o integrado en un equipo de rescate o socorrismo, velando por su integridad física, previniendo situaciones potencialmente peligrosas, realizando una vigilancia permanente y eficiente e interviniendo ante un accidente o situación de emergencia de forma eficaz*" (Orden PARA/262/2017) con las siguientes Unidades de Competencia:

- Ejecutar técnicas específicas de natación con eficacia y seguridad.
- Prevenir accidentes o situaciones de emergencia en instalaciones acuáticas, velando por la seguridad de los usuarios.
- Rescatar personas en caso de accidente o situación de emergencia en instalaciones acuáticas.
- Asistir como primer interviniente en caso de accidente o situación de emergencia.

En la Cualificación se especifica también una formación asociada de 390 horas, adquirida a través de los siguientes módulos formativos:

- Natación: 120 horas.
- Prevención de accidentes en instalaciones acuáticas: 60 horas.
- Rescate de accidentados en instalaciones acuáticas: 90 horas.

- Primeros Auxilios: 40 horas.
- Módulo de prácticas profesionales: 80 horas.

Cualificación Profesional de Socorrismo en Espacios Acuáticos Naturales

El 1 de Diciembre de 2007, se publica en el BOE la aprobación de la Cualificación Profesional: Socorrismo en Espacios Acuáticos Naturales (RD 1521/2007, de 16 de noviembre).

La Competencia General regulada en la Cualificación Profesional: Socorrismo en Espacios Acuáticos Naturales es la siguiente: "*Velar por la seguridad de los usuarios de las zonas de baño público en espacios acuáticos naturales, de forma autónoma o integrado en un equipo de rescate y socorrismo, velando por la seguridad, previniendo que se produzcan situaciones potencialmente peligrosas realizando una vigilancia permanente y eficiente e interviniendo de forma eficaz ante un accidente o situación de emergencia*" (RD 146/2011, de 4 de febrero) con las siguientes Unidades de Competencia:

- Ejecutar técnicas específicas de natación con eficacia y seguridad.
- Prevenir accidentes o situaciones de emergencia en espacios acuáticos naturales.
- Rescatar personas en caso de accidente o situación de emergencia en espacios acuáticos naturales.
- Asistir como primer interviniente en caso de accidente o situación de emergencia.

En la Cualificación se especifica también una formación asociada de 420 horas, adquirida a través de los siguientes módulos formativos:

- Natación: 120 horas.
- Prevención de accidentes en instalaciones acuáticas: 60 horas.
- Rescate de accidentados en instalaciones acuáticas: 120 horas.
- Primeros Auxilios: 40 horas.

- Módulo de prácticas profesionales: 80 horas.

Cualificación Profesional de Coordinación de Servicios de Socorrismo en Instalaciones y Espacios Acuáticos Naturales

Por último, el 4 de febrero de 2011 se publica en el BOE la aprobación de la Cualificación Profesional "Coordinación de Servicios de Socorrismo en Instalaciones y Espacios Acuáticos Naturales" (RD 141/2011, de 4 de febrero).

La Competencia General regulada en la Cualificación Profesional: Coordinación de Servicios de Socorrismo en Instalaciones y Espacios Acuáticos Naturales es la siguiente: "*Coordinar los recursos y la logística de los servicios de socorrismo en espacios acuáticos, supervisando instalaciones y materiales y dirigiendo los recursos humanos para garantizar que se prevengan situaciones peligrosas, se vigilen permanentemente las zonas de baño en toda su extensión y se realicen, en caso necesario, intervenciones inmediatas ante un accidente o situación de emergencia que garanticen la seguridad de los usuarios*" (RD 141/2011, de 4 de febrero), con las siguientes unidades de competencia:

- Ejecutar técnicas específicas de natación con eficacia y seguridad.
- Planificar y organizar recursos humanos y materiales para prevenir, vigilar e intervenir ante accidentes en espacios acuáticos.
- Supervisar y evaluar los recursos humanos y materiales de socorrismo en espacios acuáticos.
- Dirigir equipos de socorrismo ante accidentes en espacios acuáticos.
- Asistir como primer interviniente en caso de accidente o situación de emergencia.

En la Cualificación se especifica también una formación asociada de 540 horas, adquirida a través de los siguientes módulos formativos:

- Natación (120 horas).

- Gestión de recursos de socorrismo en espacios acuáticos (120 horas).
- Sistemas y técnicas para la supervisión de recursos de socorrismo en espacios acuáticos (120 horas).
- Dirección de equipos de socorrismo en espacios acuáticos (120 horas).
- Primeros auxilios (60 horas).

Estas tres cualificaciones son los referentes que establecen las competencias y la formación en estas actividades profesionales, vinculadas única y exclusivamente a la necesidad de conseguir que los socorristas acuáticos adquieran la más elevada cualificación profesional.

2.1.5. Conclusiones sobre la formación del Socorrista Acuático

Como hemos podido comprobar la evolución de la formación del socorrista acuático en las últimas décadas es un hecho. La aprobación de tres reales decretos pertenecientes a tres cualificaciones profesionales y dos títulos de formación profesional que regulan la profesión así lo confirman.

Todos los requisitos necesarios para superar los módulos de formación de los certificados de profesionalidad suponen que el socorrista deba cumplir, al finalizar los mismos, las siguientes características (Palacios,, 2003 en Palacios., 2008):

- *"Domino del medio acuático (no solo nadar), ya que el concepto de "dominio" es mucho más amplio*". Con esto se quiere explicar que, en socorrismo acuático no es suficiente con saber nadar, es necesario dominar el medio acuático y demostrar habilidades y destrezas de todo tipo, incluyendo la utilización eficaz de materiales diversos.
- "*Tener una preparación física idónea, ya que para un socorrista acuático no será suficiente con nadar rápido, también tendrá la necesidad de contar con niveles*

adecuados de fuerza, resistencia, coordinación y velocidad, en el medio acuático y fuera de él". El concepto "preparación física" en el socorrista acuático incluye aspectos relacionados con la aptitud cardiorrespiratoria, la aplicación de fuerza para movilizar y extraer a los accidentados del agua y también aspectos relacionados con la coordinación para aplicar las técnicas adecuadas en un momento determinado.

- "*Poseer conocimientos teórico-prácticos sobre técnicas, métodos, materiales, instalaciones y organización relacionados con el salvamento y el socorrismo*". Todos los incidentes requieren de unas técnicas y métodos de intervención así como el uso de materiales específicos que el socorrista debe conocer y dominar.
- *"Poseer valores humanos imprescindibles en salvamento y socorrismo, como son la seguridad en uno mismo, la aceptación de capacidades y limitaciones, la responsabilidad y la voluntad del servicio, sin los cuales de nada sirven los dominios, las preparaciones, las capacidades o los conocimientos"*. Como veremos más adelante, la prevención y la vigilancia son aspectos clave en el buen desempeño de la profesión. Además, la sobreestimación de capacidades durante la realización de un rescate puede provocar daños a las personas en peligro y también al propio socorrista, por lo que conocer y aceptar las limitaciones del socorrista puede evitar más daños en una situación de emergencia.

2.2. El ahogamiento: Una epidemia a nivel mundial

2.2.1. Estadística global sobre el ahogamiento

El ahogamiento es una de las causas de muerte accidental más elevada en el mundo. El número estimado de víctimas es especialmente alarmante, si tenemos en cuenta que los métodos oficiales de categorización sobre ahogamientos excluyen las defunciones por ahogamiento intencional (suicidio u homicidio), como consecuencia de inundaciones o por incidentes de transporte en el medio acuático (incluidos los de las embarcaciones con inmigrantes y refugiados) (OMS., 2014).

Los datos correspondientes a países desarrollados, con altos ingresos, sugieren que los métodos de recogida de datos muestran una subestimación del número total de víctimas de ahogamiento en hasta el 50% en algunos de esos países (Lunetta et al., 2004).

Los estudios realizados en algunos países subdesarrollados, con ingresos bajos difieren claramente de las estimaciones de la OMS y sugieren que la tasa de ahogamientos es cuatro o cinco veces mayor en los últimos años (Peden et al., 2008).

Otros factores que enmascaran la verdadera magnitud del problema en todo el mundo son los deficientes sistemas de recopilación de datos.

2.2.1.1. Cifras y datos sobre ahogamiento

Según la OMS, las cifras actuales sobre ahogamientos muestran que (OMS., 2014):

- *372000 personas mueren ahogadas cada año en el mundo.*
- *Cada día, se producen 42 defunciones por ahogamiento.*
- *En todo el mundo, más de la mitad de todas las defunciones por ahogamiento corresponden a menores de 25 años.*

- *Las tasas de ahogamiento se triplican en los países de ingresos bajos y medianos en comparación con la de los países de altos ingresos.*
- *El consumo de alcohol cerca del agua es uno de los factores de riesgo más importante de ahogamiento en muchos países, especialmente entre adolescentes y adultos jóvenes (Ahlm et a.l, 2013; en OMS., 2014).*
- *El ahogamiento es una de las diez causas principales de defunción en personas de 1 a 24 años en todos los países del mundo.*
- *Las víctimas de ahogamiento representan cerca de dos tercios de las muertes por malnutrición y más del 50% de las muertes por paludismo.*
- *Los hombres tienen el doble de probabilidades de morir ahogados que las mujeres.*

2.2.1.2. Importancia de la primera intervención

Como veremos más adelante, el rescate y la reanimación de una víctima de ahogamiento deben realizarse inmediatamente en el lugar del incidente para que sean eficaces. Por lo tanto, mantener las zonas acuáticas con vigilancia profesional y que la población adquiera conocimientos en materia de reanimación, es fundamental para reducir las muertes por ahogamiento.

2.2.1.3. Como reducir el riesgo de ahogamiento

Algunas de las medidas que se pueden adoptar de forma general para evitar las muertes por ahogamiento son, según la OMS (2014), las siguientes:

- Aplicar estrategias específicas, como por ejemplo, con la creación de una infraestructura comunitaria mejorada (abastecimiento de agua, puentes, diques, etc.), sensibilización pública basada en programas de educación y divulgación, políticas y legislación apropiadas y apoyo en materia de investigación que

perfeccione las prácticas consideradas óptimas e identifique nuevas medidas de prevención a implementar.

- Exposición reducida a riesgos relacionados con el agua mediante el uso estratégico de barreras de protección.
- Vigilancia extrema de niños pequeños por adultos capacitados.
- Aptitudes mejoradas en natación y seguridad en el agua.
- Reglamentos de navegación exhaustivos.
- Señalización e identificación de masas de agua peligrosas.
- Rescate y reanimación a tiempo por un ciudadano o un socorrista profesional mediante la aplicación de soporte vital básico y RCP (ventilaciones de rescate y compresiones torácicas, si fuera necesario).
- Vigilancia profesional en las zonas de natación recreativa.

2.2.2. El ahogamiento en España

2.2.2.1. España, destino turístico por excelencia

España se sitúa como el segundo país con más ingresos derivados del turismo, por detrás de Estados Unidos. El turismo se centra, principalmente, en torno a las playas y zonas de baño público y en los meses de verano, que coinciden con el período vacacional (INE., 2017).

España cuenta con ocho comunidades autónomas costeras: Andalucía, Asturias, Cantabria, Cataluña, Comunidad Valenciana, Galicia, Murcia y País Vasco y con dos archipiélagos de gran transcendencia turística: Baleares y Canarias. Esto ha permitido que, año tras año, se incremente el número de turistas que visitan nuestro país en busca del sol y de las playas, para disfrutar de vacaciones a través del descanso o de la práctica de actividades acuáticas.

España posee casi 8000 kilómetros de costa y un total de 3514 playas (Palacios., 2018). Aun así, en España, el baño público no se reduce a las playas marítimas, puesto que se disponen de 172888 kilómetros de longitud en total en los ríos españoles y existen cerca 1100 presas (Merino y Mosquera., 1998), que inciden en un mayor número de lugares destinados al baño público y, como consecuencia, más lugares en los que los usuarios pueden sufrir un ahogamiento.

2.2.2.2. Informe de ahogamientos mortales en España – Instituto Nacional de Estadística

Debido a la falta de rigurosidad sobre los incidentes de ahogamiento en España, no existe una estadística fiable realizada por un organismo público para tal fin. Sin embargo, el Instituto Nacional de Estadística (INE) cuenta con una base de datos donde aparece registrado el ahogamiento (códigos W65 a W74), aunque no es lo suficientemente aclaratoria ni realista ya que solo tiene en cuenta las muertes por ahogamiento (ahogamientos mortales) y no todos los incidentes de ahogamiento.

Para comprender realmente la problemática del ahogamiento habría que disponer de todos los datos relacionados con incidentes de ahogamiento, no solo los ahogamientos mortales. Se daría el mismo caso si la Dirección General de Tráfico hiciera un recuento solamente de las muertes por accidentes de tráfico y no presentara datos sobre el resto de accidentes.

En el INE, el ahogamiento se clasifica a través de los siguientes códigos:

- W65: Ahogamiento y sumersión mientras se está en la bañera.
- W66: Ahogamiento y sumersión consecutivos a caída en la bañera.
- W67: Ahogamiento y sumersión mientras se está en la piscina.
- W68: Ahogamiento y sumersión consecutivos a caída en la piscina.
- W69: Ahogamiento y sumersión mientras se está en aguas naturales.

- W70: Ahogamiento y sumersión posterior a caída en aguas naturales.
- W73: Otros ahogamientos especificados
- W74: Ahogamiento y sumersión no especificados.

En cada uno de los apartados, excepto en el de aguas naturales (códigos W68 y W69), todos los ahogamientos se especifican en función del lugar donde ocurren:

- Vivienda.
- Institución residencial.
- Escuelas y áreas administrativas públicas.
- Áreas de deporte y atletismo.
- Calles y carreteras.
- Comercio y áreas de servicios.
- Área industrial y de la construcción.
- Granja.
- Otro lugar especificado.
- Lugar no especificado.

También se dividen los resultados por sexo:

- Hombres.
- Mujeres.

Por último, también se detalla la edad de las personas fallecidas:

- Menores de 1 año.
- 2 años.
- 3 años.
- 4 años.
- De 5 a 9 años.
- De 10 a 14 años.

- De 15 a 19 años.
- De 20 a 25 años.
- De 26 a 30 años.
- De 31 a 35 años.
- De 36 a 40 años.
- De 41 a 45 años.
- De 46 a 50 años.
- De 51 a 55 años.
- De 56 a 60 años.
- De 61 a 65 años.
- De 66 a 70 años.
- De 71 a 75 años.
- De 76 a 80 años.
- De 81 a 85 años.
- De 86 a 90 años.
- De 91 a 95 años.
- Más de 95 años.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, se han recopilado los datos disponibles del año más reciente, los del 2016, y se ha diseñado una tabla (Tabla 1) que nos permite establecer en qué lugares ocurren el mayor número de ahogamientos y qué grupos de edad son los más afectados.

Tabla 1. Muertes por ahogamiento por lugar y edad en España en 2016 (extraído de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística).

Ahogamientos vs. Grupos de Edad	<1 a 4 años		5 a 19 años		20 a 65 años		>65 años		H	M	Total
	H	M	H	M	H	M	H	M			
Ahogamiento en Inst. Acuáticas (Bañeras)	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2	3
Ahogamiento en Inst. Acuáticas (Piscinas)	3	2	1	0	3	2	5	7	12	11	23
Ahogamiento en Aguas Naturales	0	1	5	0	70	9	56	22	131	32	163
Otros Ahogamientos Especificados	1	0	0	0	8	0	3	0	12	0	12
Ahogamientos No Especificados	3	2	5	1	110	17	70	30	188	50	238
Total	7	5	11	1	192	30	134	59	344	95	439

En estos datos se puede comprobar que un elevado porcentaje de personas muertas por ahogamiento aparecen en el apartado "Ahogamientos No Especificados". En este apartado aparece la cifra de 238 personas muertas por ahogamiento, un 54,2% del total. Es decir en más de la mitad de los casos de ahogamiento se desconoce en qué espacio acuático suceden y sus posibles causas, impidiendo de esta forma un análisis completo y haciendo prácticamente imposible plantear planes de prevención.

En total, fallecieron ahogados trescientos cuarenta y cuatro hombres (80.6%) y noventa y cinco mujeres (19.4%), sumando un total de cuatrocientas treinta y nueve muertes por ahogamiento.

2.2.2.3. Informe de ahogamientos mortales en España – AETSAS

La Asociación Española de Técnicos en Salvamento Acuático y Socorrismo (AETSAS) y la Escuela Segoviana de Socorrismo (ESS), iniciaron en 2008 el registro de todos aquellos accidentes ocurridos en el medio acuático con el fin de arrojar luz sobre este problema, apoyando el análisis de los datos con el equipo de doctores investigadores del Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Cantabria. En las siguientes páginas se muestran los resultados más relevantes del informe más reciente, realizado durante el año 2017 (AETSAS., 2018).

En el informe de AETAS se recopilan las noticias publicadas en los medios de comunicación y servicios de noticias en Internet, a través de las búsquedas predefinidas en el sistema de alertas de Google Noticias. Los términos de búsqueda incluyen, entre otros: "Ahogado, Ahogada, Ahogamiento, Rescate, Socorrista, Playa, Río, Piscina".

Aun así, esto solo es una aproximación a la realidad sobre el ahogamiento en España, ya que, como indican los propios autores, "*no se conoce la verdadera dimensión del problema, porque no hay estudios, no se recopilan detalles, no hay un departamento con responsabilidad, ni hay campañas públicas de prevención del ahogamiento"*(AETSAS., 2018).

Incidentes por ahogamiento en España

El ahogamiento en España es un problema importante de salud pública. La cifra de muertos ha ido en aumento estos últimos años (Tabla 2). Aunque no existe una estadística real, se estima que se realizan un mínimo de 10.000 intervenciones, asistencias y rescates en situaciones de ahogamiento real o potencial (AETSAS., 2018).

Actualmente no existe una estrategia de ámbito nacional, ni siquiera autonómico, que implemente acciones eficaces de prevención y de intervención ante el ahogamiento. Aun así, la fiabilidad de los datos de muertes por ahogamiento recogidos por la AETSAS

ha ido en aumento, alcanzando unos valores superiores al 90% con respecto a los datos del Instituto Nacional de Estadística en el año 2016 (Tabla 2).

Tabla 2. Comparativa entre los datos de AETSAS e INE sobre muertes por ahogamiento en España (extraído de AETSAS, 2018).

Año	Hombres	Mujeres	Total AETSAS/INE
2013	385	86	471 / (262)
2014	365	100	465 / (345)
2015	358	100	458 / (341)
2016	348	89	437 / (439)

En el informe del 2017, se indica que los incidentes en el medio acuático reportaron 544 fallecidos por ahogamiento, de los cuales 434 han sido hombres y 110 mujeres, y de ellos 32 fueron niños y niñas. Además, los varones siguen siendo la población que sufre un mayor número de incidentes y por tanto más víctimas mortales, concretamente un 75% frente a un 25% (Figura 1).

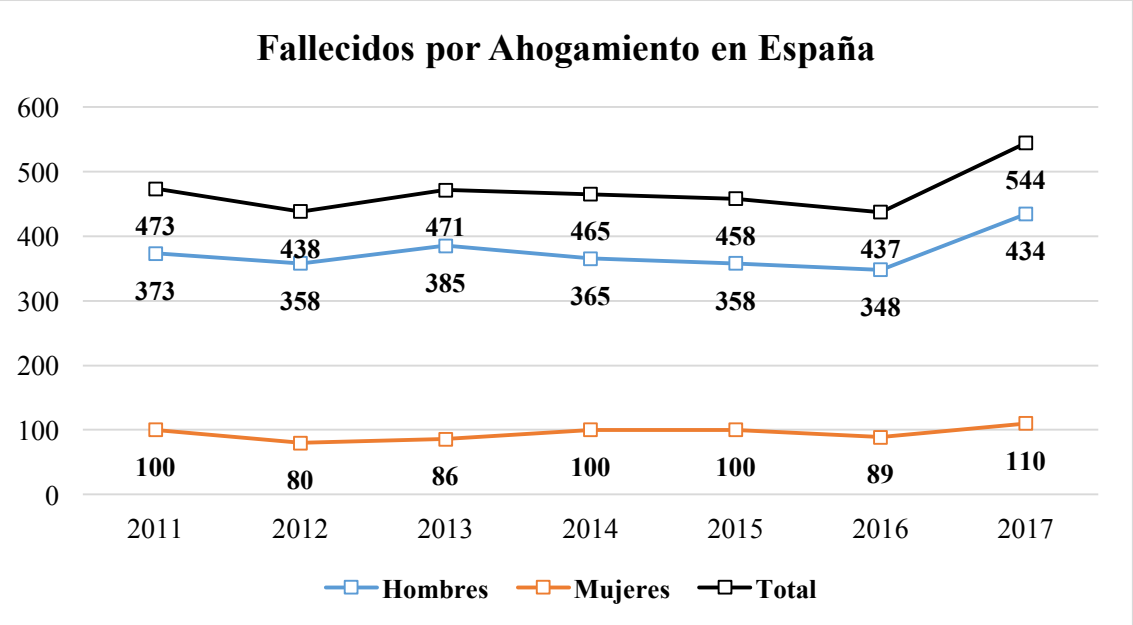


Figura 1. Evolución del número de ahogamientos mortales en España de 2011 a 2017. Extraído de AETSAS, 2018.

Además, se han registrado un total de 989 incidentes con 1268 víctimas involucradas (AETSAS., 2018). El pronóstico indica que solo el 30% de los incidentes recogidos se saldan sin mayores consecuencias para las víctimas. El 8% necesita supervisión posterior al rescate, el 14% sufre un ahogamiento no mortal con hospitalización y el 43% de las veces, el ahogamiento es mortal.

Tabla 3. Registro de incidentes en el medio acuático en España en 2017. Extraído de AETSAS, 2018.

Pronóstico del Incidente de Ahogamiento	***Hombre***	***Mujer***	***Sin Datos***	***Total***
Ahogamiento mortal	434	110		544
Ahogamiento no mortal con hospitalización	117	59		176
Fallecimiento sin ahogamiento	3	2		5
Rescate y traslado a supervisión médica	60	25	2	87
Rescate sin consecuencias	277	102	16	395
Lesiones	23	8		31
Traumatismo	16	5		21
Rescate con necesidad de observación posterior	5	3		8
Sin datos	1			1
Total	**936**	**314**	**18**	**1268**

2.2.2.3.1. Distribución temporal

La mayor cantidad de incidentes por ahogamiento suceden en los meses centrales del año (junio, julio y agosto), especialmente en las playas. La explicación está clara, son los meses con el clima más caluroso y es cuando más usuarios suelen acudir a las zonas de baño.

2.2.2.3.2. La importancia del socorrista acuático

Como se mostrará más adelante, el tema principal de nuestra investigación se centra en mejorar la eficacia de la intervención del socorrista en el medio acuático. Esto es así ya que solo el 18% de los fallecidos por ahogamiento ocurren en presencia de socorristas, mientras que dicho porcentaje supera el 80% cuando éstos no están realizando labores de vigilancia o cuando no existe un servicio como tal (Figura 2).

Como se puede observar (Figura 2), los socorristas también son más efectivos en los rescates, requieran o no de una hospitalización posterior, debido, según los autores, "*a que reciben entrenamiento para detectar una situación potencial de ahogamiento y a aplicar el protocolo de actuación de manera inmediata, lo que ha demostrado ser uno de los factores que tienen mayor influencia en el pronóstico de las víctimas de ahogamiento*" (AETSAS., 2018).

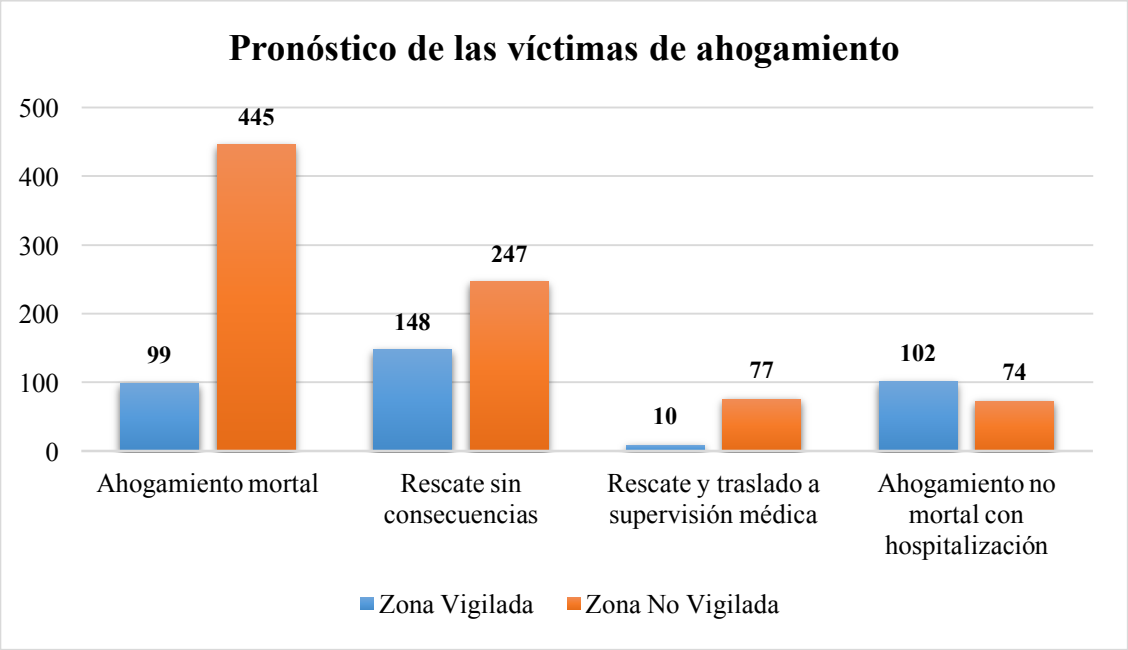


Figura 2. Pronóstico de las víctimas de ahogamiento con y sin presencia de vigilancia profesional en España en 2017. Extraído de AETSAS, 2018.

Los autores del informe recalcan la importancia de la presencia de servicios de socorrismo en los diferentes espacios acuáticos ya que *en los lugares donde existe servicio de socorrismo, "los socorristas detectan a las víctimas de ahogamiento en más del 70% de los casos"* (AETSAS., 2018), lo que supone un descenso en el porcentaje de fallecidos, que desciende del 51% al 26% si el incidente de ahogamiento se produce en una zona con servicio de socorrismo acuático.

2.2.2.3.3. Conclusiones de estudio

Del estudio elaborado por estas dos entidades se derivan las siguientes conclusiones (AETSAS., 2018):

- Los hombres se ahogan en una proporción superior a las mujeres en cualquier grupo de edad. A esta misma conclusión se llegó en el análisis a nivel mundial realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS., 2016).

- Hay una pauta clara de mayoría de ahogamientos en playas, frente al resto de medios acuáticos (piscinas, ríos, aguas interiores, etc.)
- El perfil con mayor incidencia es el menor de 50 años que sufre un ahogamiento en el entorno acuático natural.
- Por cada persona que fallece a causa de un ahogamiento, se estima que entre 4 y 10 víctimas presentarán secuelas por el resto de su vida.
- Los niños sufren incidentes en las piscinas domésticas y en todos los casos se debe a una deficiente, incluso nula, supervisión adulta.
- La presencia de un Servicio de Socorrismo tiene una influencia decisiva en el pronóstico de las víctimas de ahogamiento, requieran de atención médica o no.

2.3. El proceso de ahogamiento

2.3.1. Definición

Décadas atrás se definía el ahogamiento como el proceso en el que los mamíferos sucumben al sumergirse en un líquido. Además, existían otros términos como el "casi ahogamiento" (*near drowning*), que se describía como una inmersión con, al menos, supervivencia temporal (Olshaker., 1992) o el "ahogamiento secundario" (*secondary drowning*) (Schmidt et al., 2016), que se refería a las víctimas que se recuperaban inicialmente de un accidente por sumersión, pero que fallecían posteriormente por una insuficiencia respiratoria (DeNicola et al., 1997 en PHTLS).

Existían también otros términos como el "ahogamiento seco" (*dry drowning*) y "ahogamiento húmedo" (*wet drowning*) (Van Beeck et al., 2005). La diferencia existente entre estos dos términos es que en el "ahogamiento seco", se produce un laringoespasmo que impide el paso de agua a los pulmones y en el "ahogamiento húmedo", el laringoespasmo se relaja y el agua entra en los pulmones (Karch., 1986 en Szpilman et al., 2012). Sin embargo, lo cierto es que no hay diferencias reales entre los ahogamientos húmedo y seco, ya que a medida que la oxigenación cerebral disminuye, el laringoespasmo se relaja y la víctima comienza a aspirar agua de forma involuntaria (Szpilman et al., 2012).

Por último, el ahogamiento se diferenciaba en función de si se producía en agua dulce "*fresh drowning*" y salada "*salt drowning*". Aunque tienen diferentes características osmóticas (Orlowski., 1987), el daño final que producen al ingerirlas de forma involuntaria durante la sumersión es similar, ya que ambas provocan un estado de hipoxia, que es la causa principal en las muertes por ahogamiento (Modell., 1993 en Olshaker., 2004).

Todos estos términos están actualmente en desuso ya que el sector profesional sugiere no utilizarlos (Van Beeck et al., 2005) para evitar sesgar el registro de incidentes y reflejar de forma eficaz los datos reales sobre el ahogamiento (Schmidt et al., 2016**)**.

Las definiciones más aceptadas y adoptadas por la Organización Mundial de la Salud son las siguientes (Van Beeck et al., 2005).

- "*Ahogamiento: Proceso de alteración respiratoria producido por la sumersión o inmersión en un líquido.*
- *Sumersión: Todo el cuerpo, incluida la vía aérea, se encuentra bajo el agua.*
- *Inmersión: El agua salpica o cae sobre el rostro y la vía aérea de la víctima, ocasionando un ahogamiento por aspiración*".

2.3.2. Fisiopatología del ahogamiento

El proceso de ahogamiento comienza con una insuficiencia respiratoria a medida que las vías respiratorias de la persona descienden por debajo de la superficie del líquido (sumersión) o el líquido se vierte sobre ellas (inmersión) (Szpilman et al., 2012).

Si la persona es rescatada en cualquier momento, el proceso de ahogamiento se interrumpe y el suceso se denomina "ahogamiento no mortal" (*nonfatal drowning*). Si la persona muere en cualquier momento como resultado del suceso, se denomina "ahogamiento mortal" (*fatal drowning*). Cualquier inmersión o incidente de sumersión sin ningún tipo de deterioro respiratorio debe considerarse un rescate acuático y no un ahogamiento (Szpilman et al., 2012).

Cuando comienza la dificultad para respirar, se produce una pérdida de control que desencadena en una respuesta de pánico (Olshaker., 2004), lo que lleva, en un inicio, a detener la respiración de forma voluntaria, aunque esto no dura más de un minuto (Sterba et al., 1985). Junto con ese cese de la respiración, se produce un incremento de

la actividad física en un esfuerzo de la persona por mantenerse en la superficie del agua, lo que provoca un descenso de la presión parcial del oxígeno en sangre (PaO_2) y un aumento de la presión parcial de dióxido de carbono ($PaCO_2$).

Al cabo de unos pocos segundos, el organismo se ve obligado a realizar una inspiración forzosa que lleva, de forma involuntaria, agua hacia la faringe y la laringe, lo que provoca un movimiento reflejo o laringoespasmo. Hasta este punto, el tiempo transcurrido es de unos dos minutos (Orlowsky., 1987). El inicio del laringoespasmo representa el primer paso hacia la hipoxia cerebral, lo cual provoca que la víctima pierda el conocimiento y se sumerja aún más en el agua (Szpilman et al., 2012).

Tras esto, el deterioro del ritmo cardíaco suele desencadenar en una taquicardia seguida de una bradicardia, de ahí a la actividad eléctrica sin pulso y, finalmente, a la asistolia (Orlowski et al., 1989).

Todo este proceso (Figura 3), desde la inmersión o sumersión, pasando por la hipoxemia, la apnea, la inconsciencia, el paro cardiaco, la actividad eléctrica sin pulso y por último, la asistolia, suele presentarse desde segundos a unos pocos minutos (Szpilman et al., 2012**).**

De cara a la intervención inicial, el común denominador en todas esas situaciones es la hipoxia cerebral (Grmec et al., 2009**),** causada por el laringoespasmo inicial o la aspiración de agua hacia los pulmones. En los casos donde las víctimas sobreviven en un primer momento al incidente de ahogamiento, es clave revertir la hipoxia rápidamente para prevenir el paro cardíaco (Pons y McSwain., 2016).

David Szpilman (1997, 2001, 2014) aporta una clasificación muy acertada del ahogamiento en diferentes grados, después de la evaluación de 1831 reportes médicos y el estudio de 46060 rescates de los que 930 fueron ahogamientos. Se indican a continuación con los síntomas y el tratamiento adecuado en cada grado:

- Ahogado Grado 1 – Tos sin espuma en boca o nariz. Tratamiento: abrigar y calmar a la persona afectada. No suelen necesitar atención médica avanzada u oxígeno. Tasa de mortalidad: 0%.
- Ahogado Grado 2 – Poca cantidad de espuma en boca o nariz. Tratamiento: abrigar y calmar a la persona afectada, dar oxígeno (5 l/min. por cánula nasal) y observación en hospital de 6 a 48 horas. Tasa de mortalidad: 1%.
- Ahogado Grado 3 – Gran cantidad de espuma en boca o nariz, pulso radial palpable y presión sanguínea normal. Tratamiento: persona afectada en posición lateral de seguridad sobre lado derecho, dar oxígeno (15 l/min. por máscara facial) en el propio lugar del accidente y hospitalización para cuidados avanzados precoces. Tasa de mortalidad: 4-5%.
- Ahogado Grado 4 – Gran cantidad de espuma en boca o nariz, sin pulso radial y presión sanguínea baja. Tratamiento: persona afectada en posición lateral de seguridad sobre lado derecho, control constante de la respiración (puede detenerse), dar oxígeno (15 l/min. por máscara facial) en el propio lugar del accidente y hospitalización urgente en UCI. Tasa de mortalidad: 18-22%.
- Ahogado Grado 5 – Parada respiratoria aislada. Tratamiento: Ventilación artificial inmediatamente a ritmo de 12-20 por minuto, control regular de signos de circulación, dar oxígeno (15 l/min. por máscara facial) y si se recupera la ventilación pasar a tratamiento del grado 4. Tasa de mortalidad: 31-44%.
- Ahogado Grado 6 – Parada cardiorrespiratoria. Tratamiento: comenzar la RCP inmediatamente, utilizar desfibrilador externo automático si es posible y, si se recupera, pasar a tratamiento del grado 4. Si la persona está hipotérmica no se debe considerar muerta. No se debe reanimar si el tiempo de sumersión es mayor a 1 hora o existen evidencias físicas de muerte. Tasa de mortalidad: 88-93%.

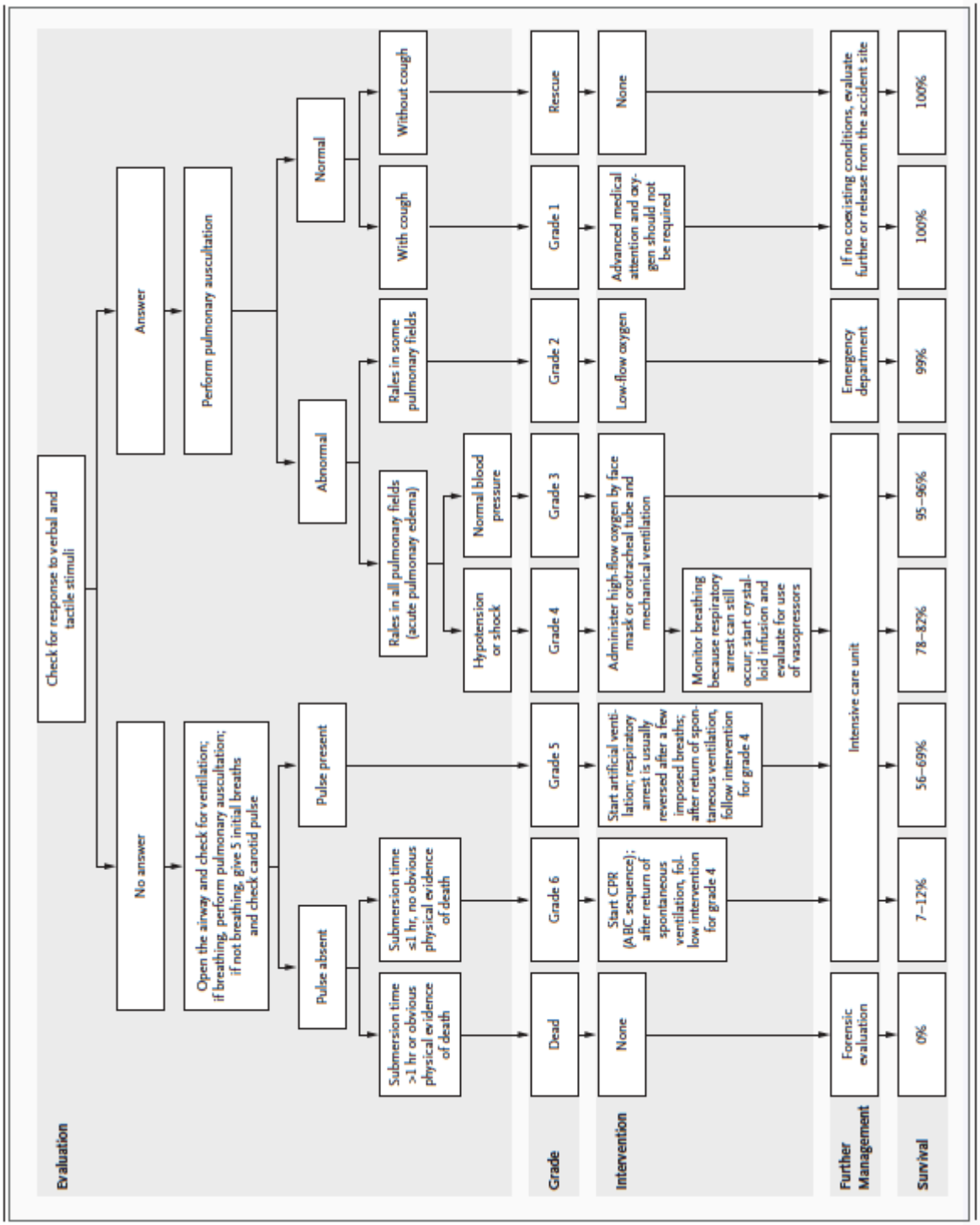


Figura 3. Sistema de clasificación para el tratamiento de las víctimas de ahogamiento (Extraído de Szpilman et al, 2012, p.2105).

2.3.3. Factores relacionados con el ahogamiento

No todas las personas ni todos los medios acuáticos producen los mismos incidentes por ahogamiento. Actualmente el grupo de edad con mayor número de muertes por ahogamiento engloba a los niños de 1 a 4 años en piscinas privadas o domésticas. El siguiente con mayor mortalidad engloba a adolescentes y adultos jóvenes en espacios acuáticos naturales (Schmidt et al., 2016).

Además, debemos tener en cuenta ciertos factores de riesgo relacionados con la sumersión, que son los siguientes (Pons y McSwain., 2016):

- Habilidades acuáticas. Aunque saber nadar o no, no guarda una estrecha relación con el ahogamiento (Howland et al., 1996**)**, la falta de habilidades en el medio acuático puede suponer un problema añadido a una persona con problemas en el agua.
- Desvanecimiento en aguas poco profundas. Suele ocurrir en buceadores. En un esfuerzo por aumentar el tiempo de apnea, los buceadores hiperventilan de manera intencional antes de sumergirse para disminuir así la presión parcial de dióxido de carbono arterial ($PaCO_2$). Eso disminuye la retroalimentación al centro respiratorio en el hipotálamo para tomar aire. "*Sin embargo, la presión parcial de oxígeno arterial ($Pa0_2$) no cambia significativamente con la hiperventilación, por lo que, como hemos visto anteriormente, a medida que aumente el tiempo bajo el agua, la $Pa0_2$ disminuirá significativamente y causará un posible desvanecimiento inducido por la hipoxia cerebral*" (Craig., 1961 en Olshaker., 2004).
- Género. Los hombres tienen el doble de probabilidades de morir ahogados que las mujeres (OMS., 2016). Los hombres jóvenes y los adultos tienen un mayor riesgo de ahogamiento que las mujeres por una mayor exposición al medio

acuático, por conductas de riesgo durante la realización de actividades acuáticas y por un exceso de confianza en cuanto a sus habilidades en el agua (Howland et al., 1996).

- Consumo de alcohol: El consumo de alcohol en relación con actividades acuáticas supone un riesgo por varias razones, en especial por la sobreestimación de capacidades o habilidades acuáticas (Howland y Hingson., 1988).

2.3.3.1. Otras consideraciones a tener en cuenta en el ahogamiento

En nuestro caso, como hemos mencionado anteriormente, nos centraremos en analizar el trabajo del socorrista en espacios acuáticos naturales, donde el agua suele ser fría, por lo tanto, la sumersión en estos casos cuenta con ciertos aspectos que parecen influir en los resultados de supervivencia de las víctimas (Pons y McSwain., 2016):

- *Temperatura del agua.* Cuanto más fría esté el agua donde se produzca el ahogamiento, mayores son las posibilidades de supervivencia. Esto se debe a que, durante la hipotermia, disminuye la demanda metabólica del cuerpo, ayudando a prevenir los efectos negativos de la hipoxia (Olshaker., 2004). La hipotermia provoca un descenso en las demandas energéticas del cerebro, ya que desciende el metabolismo requerido para mantener las funciones neuronales así como el metabolismo residual necesario para mantener la integridad de las células (Milde., 1992 en Polderman., 2004).
- *Tiempo de sumersión.* Cuanto menor sea el tiempo de sumersión, menor será el riesgo de daño celular causado por hipoxia, por ello es necesario obtener información completa acerca del tiempo que la víctima ha estado sumergida.
- *Calidad de la RCP.* En general, las víctimas sometidas a una RCP eficaz evolucionan mejor que aquellos que reciben cuidados por debajo del

estándar de calidad. El inicio inmediato de la RCP es un factor clave para las víctimas de ahogamiento. Ciertas investigaciones han revelado que una técnica deficiente durante la reanimación cardiopulmonar tiene relación directa con un mal resultado de la misma (Abella et al., 2005; Wik et al., 2005).

2.3.3.2. Rescate y reanimación en el ahogamiento

En áreas donde existe un servicio de vigilancia y socorrismo, aproximadamente un 6% de todas las personas rescatadas necesitan atención médica (Borse et al., 2008) aunque solo el 0,5% necesitan reanimación cardiopulmonar (Szpilman., 1997). Aun así, los socorristas deben estar preparados para actuar, ya que ante un ahogamiento es fundamental solicitar ayuda a los servicios de emergencia y llevar a cabo el rescate y la RCP de forma inmediata (Venema et al., 2010).

Las personas que se ahogan y solamente sufren un paro respiratorio, suelen responder tras realizar varias ventilaciones de rescate. Si no hay respuesta, se debe asumir que la persona sufre un paro cardíaco y debe trasladarse a tierra firme lo antes posible para aplicar el soporte vital básico de forma efectiva (Szpilman., 2004), ya que el inicio rápido del SVB y los procedimientos estándar de SVA para las víctimas de sumersión se asocian con una mayor probabilidad de supervivencia (Gregorakos et al., 2009).

2.4. El Rescate Acuático

2.4.1. Secuencia de actuación en espacios acuáticos naturales

2.4.1.1. Introducción

El desarrollo del trabajo de socorrista, especialmente en espacios acuáticos naturales, es complejo. Atender una situación de riesgo requiere de unas capacidades y conocimientos adecuados para hacerlo de forma eficaz. Según Palacios, las situaciones a las que se enfrentan los socorristas "*pueden ser clasificadas como situaciones de gran complejidad y con una importancia directa sobre la salud de algún usuario*" (Palacios., 2008).

Debido a esto, se ha diseñado una secuencia o protocolo de actuación que tiene en cuenta todo el conjunto de pasos que debe de seguir un equipo de salvamento y socorrismo desde que se detecta una situación de riesgo, hasta resolverla (Palacios., 2008; López-García et al., 2017), mostrando las nociones básicas de cómo proceder, ya que, en palabras de García, "*su comportamiento y pautas de trabajo deben estar perfectamente normalizados para poder ser eficaces, además de facilitar la depuración de responsabilidades*" (García., 2003).

2.4.1.2. Pasos a seguir

La secuencia de actuación tal y como la conocemos la publicó Palacios por primera vez en el año 1990 (Palacios., 1990). Desde ese momento ha sufrido actualizaciones con el paso del tiempo (Palacios., 2008), siempre con la intención de mejorar la preparación del socorrista acuático. En este caso, según López-García y sus colaboradores (2017), la secuencia cuenta con las siguientes fases:

1. *Percepción del problema*: Fase en la que se detecta una situación de riesgo en la playa. El primer interviniente será el socorrista que detecte el problema. Esto se debe conseguir a través de una vigilancia eficaz, la cual es considerada una de las

mejores formas de prevención que tienen los servicios de salvamento y socorrismo. Según Palacios, "*la vigilancia es una de las parcelas básicas de la prevención, puesto que si se realiza de manera adecuada, se evitará intervenir en accidentes*" (Palacios., 1992 en López-García et al., 2017, p.3)

2. *Análisis de la situación*: En esta fase, el riesgo ya ha sido detectado, por lo tanto se comprobará si la situación de riesgo es evitable o no. Se deben utilizar todos los recursos disponibles en el puesto de trabajo. Los avisos acústicos, como el uso del silbato o de la megafonía suelen ser los más efectivos para avisar a las personas en riesgo. En el caso de que el aviso no sea efectivo y la situación se agrave (rescate acuático…), deberemos comunicar la información al coordinador/puesto base con el fin de tomar una decisión al respecto.
3. *Toma de decisiones*: En relación con el apartado anterior, el coordinador deberá de gestionar la información recibida y, en un primer momento, ordenar la intervención directa del socorrista más cercano a los accidentados. Mientras esto ocurre, se debe contactar con los servicios de emergencia (1-1-2), aportando la máxima información posible sobre el suceso que está ocurriendo. Mientas los servicios de emergencias tramitan toda la información para aportar ayuda especializada, el socorrista debe haber evaluado la situación teniendo en cuenta, las condiciones del estado del mar, la zona donde se encuentran las víctimas, los materiales disponibles… con el fin de intervenir de la manera más eficaz posible.
4. *Ejecución de las decisiones tomadas*: La intervención del socorrista en el medio acuático debe contar con, una aproximación a la víctima, control de la misma, traslado a zona segura y extracción en la arena. Durante todo este proceso, que desglosaremos en el siguiente apartado, el socorrista debe valorar el estado de la víctima y en función del mismo, finalizar su intervención y trasladarlo a un centro

hospitalario lo antes posible. Independientemente del estado en el que se encuentre la víctima, la información de lo ocurrido debe transmitirse al servicio de emergencias y dicha tarea es competencia del coordinador del servicio de socorrismo.

5. *Evaluación constructiva*: Esta fase es el último apartado a realizar dentro de la secuencia de actuación. En muchas ocasiones no se dispone de un buen informe de las actuaciones de un servicio de socorrismo debido a que este paso se obvia, normalmente cuando las consecuencias no son graves (un rescate acuático sin consecuencias, por ejemplo). Sin embargo, conocer todas las acciones en las que los socorristas han tenido que intervenir, sean graves o no, es clave para poder gestionar el servicio de socorrismo en las temporadas siguientes. Lo más común es realizar el informe una vez se haya finalizado la jornada laboral. El primero que debería comenzar con la evaluación es el coordinador, teniendo en cuenta todos los comentarios aportados por el socorrista/s que han intervenido.

2.4.1.3. Conclusiones sobre la secuencia de actuación

En el ámbito del socorrismo, cuando ocurre un accidente, es muy probable que la persona afectada se debata entre la vida y de la muerte. Debido a esto, todos los miembros del servicio de socorrismo deben estar preparados para actuar de forma eficaz y coordinada. Dicha coordinación se basa en conocer la secuencia de actuación, para que cada uno sepa lo que tiene que hacer en cada momento.

La investigación realizada en esta tesis doctoral se centra en analizar la intervención del socorrista en el medio acuático (apartado 4 de la secuencia de actuación), ya que, solamente el rescate, depende de múltiples factores que pueden suponer el éxito o el fracaso del mismo.

2.4.2. Factores relacionados con el éxito en el rescate

2.4.2.1. Dominio del medio acuático

Como se ha descrito en el primer capítulo, el socorrista no debe solo saber nadar, sino que debe dominar el medio acuático y todas sus características, especialmente en los espacios naturales, como las playas.

En el socorrista acuático, el dominio de medio acuático es fundamental, puesto que sin él difícilmente podrá realizar un rescate eficaz. El socorrista debe dominar concretamente cuatro aspectos principales a lo largo de la realización de un rescate:

Entrada al agua

La entrada al agua se define como "*la acción que efectúa el socorrista acuático entre su desplazamiento terrestre y su desplazamiento acuático, entendida como una aproximación a la persona con problemas y con el objetivo principal de realizar el rescate en las mejores condiciones posibles*" (Palacios., 2008).

Nado adaptado

En socorrismo acuático, los socorristas utilizan, en principio, los mismo estilos de nado que los nadadores, especialmente el crol y la braza. Sin embargo, es muy habitual que tengan que adaptar dichos estilos para poder realizar el rescate de forma adecuada.

Técnicas de control

Existen diferentes formas de establecer contacto con la víctima, aunque antes de realizar algún tipo de contacto, lo más importante es calmar y tranquilizar a la persona que está en problemas. Aportar algún material que genere flotabilidad puede ser muy eficaz para conseguir dichos objetivos.

Técnicas de traslado

Las técnicas de traslado, son "*el conjunto de acciones que se utilizan en espacios acuáticos para desplazar con eficacia y seguridad a cualquier tipo de accidentado, desde el lugar en el que se encuentra hasta un lugar estable y seguro*" (Palacios., 2008).

2.4.2.2. Manejo de materiales de rescate

El uso de materiales de rescate "de mano", sin incluir a las embarcaciones, han demostrado una gran eficacia a la hora de facilitar y reducir el tiempo de rescate (Abraldes et al., 2007; Palacios-Aguilar., 2012).

Existen diferentes tipos de materiales, aunque los más utilizados en las playas son también los más investigados: el tubo de rescate (Barcala-Furelos et al., 2013), las aletas (Barcala-Furelos et al., 2014; Abelairas et al., 2017; Sainz-Arribas et al., 2017) y, más recientemente, la tabla de rescate (Barcala-Furelos et al., 2016; Palacios-Aguilar et al., 2018).

Las aletas

Es, probablemente el material más investigado en el ámbito del socorrismo acuático (Abraldes et al., 2007., 2010 y Palacios., 2010). Las aletas facilitan una posición adecuada de la víctima durante el rescate, aumentan la seguridad y disminuyen el tiempo del mismo ya sea en playas, o en piscinas, aunque tienen un mayor impacto en rescates con distancias largas (Palacios., 2008).

En el año 2009 se realizó una investigación donde el autor analizó la efectividad de las aletas en la piscina y también en la playa (Palacios., 2010).

Se realizaron 2 pruebas: un rescate de 50 metros y otro de 100. Ambas pruebas fueron realizadas sin aletas, con aletas de pala corta (utilizadas en deportes como el bodyboard), y aletas de pala larga, las más habituales en socorrismo.

Los resultados demostraron que el uso de las aletas reducía considerablemente el tiempo de rescate. En las pruebas de piscina, el uso de aletas de pala corta redujo, en el

rescate de 50 metros, un 12% el tiempo de intervención, y las aletas de pala larga un 19%. En el rescate de 100 metros estos porcentajes fueron más elevados, siendo de un 16% con el uso de aletas de pala corta y de un 22% con aletas de pala larga.

En la playa, el uso de aletas pala corta redujo, en el rescate de 50 metros un 10% el tiempo total y las aletas de pala larga, un 13%. Por último, en el rescate de 100 metros, las aletas de pala corta alcanzaron un 15% de diferencia con el rescate realizado sin material, y las aletas de pala larga, un 18%.

Más recientemente, Sanz-Arribas et al (2017), analizaron la efectividad del uso de las aletas así como su efecto en función del nivel de destreza de los socorristas.

Tras realizar una prueba en piscina sin aletas, se distribuyó a los participantes en 3 grupos, en función del tiempo obtenido en las mismas: Grupo de nivel alto, de nivel medio y de nivel bajo. Se encontraron diferencias significativas entre todos los grupos en el tiempo invertido en el rescate.

Tras esto, se realizaron las pruebas con aletas, a partir de las cuales se pudieron crear 2 grupos, nivel alto y nivel medio, ya que ningún participante superó el tiempo para entrar en el grupo de nivel bajo.

Los autores concluyeron que la utilización de aletas mejora el tiempo de rescate, especialmente en aquellos socorristas con un nivel de destreza bajo. Al utilizar las aletas, los socorristas realizan la patada de "crol de espalda", la cual es más sencilla y más propulsiva que la patada de braza, lo que provoca un descenso significativo en el tiempo de rescate.

2.4.2.3. Preparación Física

La realización de un rescate acuático, especialmente en la playa, provoca una gran demanda fisiológica en el socorrista (Prieto et al., 2001; 2010; Barcala-Furelos et al., 2016; Abelairas et al., 2017).

Los parámetros fisiológicos que se recogen en las investigaciones donde se trata el rescate acuático, incluyen principalmente, la frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno y el lactato. Estos marcadores fisiológicos pueden aportar información relevante acerca del esfuerzo que supone realizar un rescate acuático.

La Frecuencia Cardíaca

La frecuencia cardíaca (en adelante, FC) es la medida de las contracciones por minuto que nuestro corazón realiza para impulsar la sangre a través de nuestro sistema circulatorio. "*La FC es probablemente la variable más estudiada en la fisiología del ejercicio*". (Mora-Rodríguez., 2010).

La FC se incrementa de manera lineal con la intensidad del ejercicio, lo que hace que sea una buen referencia para utilizar como índice de intensidad de las cargas de trabajo (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006). La FC está afectada, además de por la intensidad del ejercicio, por la cantidad de grupos musculares implicados en el mismo, el sexo y la edad del participante, que disminuye a medida que avanzan los años (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006).

Otros factores que afectan son la temperatura ambiental y la deshidratación, que provocan un aumento de la FC a medida que aumentan dichos factores. Sin embargo, cuando todos estos aspectos se mantienen constantes, la FC durante el ejercicio es similar en el mismo individuo entre un día y otro (Mora-Rodríguez., 2010).

También existen diferencias en la modalidad deportiva, como por ejemplo entre la carrera y la natación, ya que se han reportado casos donde la FC máxima durante el nado es significativamente más baja que la alcanzada en una prueba en un tapiz rodante (Astrand y Saltin., 1961; McArdle et al., 1971; Rodríguez et al., 2000).

Debido a todo esto, es importante recordar que la realización de pruebas específicas es fundamental para determinar la FC correspondiente para programar los

entrenamientos de forma eficaz (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006). Utilizar los resultados de una prueba de laboratorio en diferentes actividades, como el ciclismo o la carrera, puede ser un error (Roecker., 2003 en López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006, p.327).

Numerosas investigaciones llevadas a cabo en socorrismo acuático muestran que, independientemente de la distancia del rescate, los socorristas alcanzan valores muy elevados de FC.

Daniel y Klauck (1992), observaron que los picos de frecuencia cardíaca tras realizar un traslado de 50 metros fue de 191 lat·min^{-1} en socorristas hombres y 186 lat·min^{-1} en mujeres. En el año 1996, (Gulbin et al., 1996), se demostró que la FC alcanzada en una prueba de 200 metros alcanzaba el 90% de la FC máxima en socorristas profesionales.

Más adelante, Prieto et al (2001) analizaron la relación entre una prueba incremental máxima y un rescate de 150 metros en la playa, y observaron que la FC media durante el rescate fue del 91% de la FC máxima alcanzada en una prueba máxima de laboratorio. Este mismo autor, (Prieto et al., 2015), analizó la respuesta fisiológica de socorristas profesionales en una prueba incremental máxima en laboratorio y en un rescate en una piscina con oleaje artificial. Se comprobó, de nuevo, que la FC media alcanzada en un rescate de 110 metros fue del 90% de la FC_{max} alcanzada en el laboratorio.

Por último, Abelairas-Gómez et al (2017), también comprobaron que tras un rescate de 150 metros con aletas, la frecuencia cardíaca máxima alcanzada fue muy elevada, concretamente se alcanzaron valores de 180 lat·min^{-1} en socorristas jóvenes (21±2 años).

El Consumo de Oxígeno

El término "consumo de oxígeno", (VO_2), "*hace referencia a la cantidad de oxígeno que utiliza el organismo por unidad de tiempo*" (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006, p.405).

Realizar ejercicio físico va a provocar un aumento del VO_2 en el organismo. El trabajo muscular, concretamente, va a ser el que genere una mayor demanda en el aumento del VO_2. A medida que aumente la intensidad de ejercicio, mayor será el VO_2.

Al igual que la FC, el VO_2 presenta una relación lineal con la intensidad del ejercicio, cuanto mayor sea la intensidad, mayor será el VO_2. Es importante reseñar que esta relación se pierde cuando una persona llega a su intensidad máxima de trabajo, donde el VO_2 sufre una caída formando lo que se conoce como "meseta de VO_2", eso quiere decir que "*el VO_2 se mantendría estable a pesar de que se aumente la intensidad del ejercicio*" (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006, p.407).

Consumo de Oxígeno Máximo

El consumo de oxígeno máximo, de ahora en adelante, VO_{2max}, es "*la cantidad máxima de O_2 que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo*" (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2006., p.409). El $VO_{2máx}$ se expresa normalmente en cantidades absolutas ($ml \cdot min^{-1}$) o en cantidades relativas al peso corporal ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$).

El $VO_{2máx}$ es un parámetro indicador de la capacidad funcional de la persona, o lo que es lo mismo, de su potencia aeróbica. Las diferencias de $VO_{2máx}$ entre personas pueden deberse a diferentes aspectos como la dotación genética, que puede determinar el $VO_{2máx}$ hasta en un 70%; la edad, donde el $VO_{2máx}$ aumenta hasta aproximadamente los 25 años de edad, cuando empieza a disminuir progresivamente; la composición corporal, ya que cuanto mayor sea la masa magra, mayor será el $VO_{2máx}$; el sexo, ya que los varones tienen valores más elevados de $VO_{2máx}$ que las mujeres y, por supuesto, el grado de

entrenamiento, puesto que una persona entrenada puede aumentar significativamente los valores de su $VO_{2máx.}$

En este sentido, la medición del VO_{2max} en pruebas que se realizan en el medio acuático (como un rescate) conlleva muchas complicaciones y elevados costes económicos. Sin embargo, es posible estimar el VO_2 al que se realiza un esfuerzo físico a través de la medición de otras variables.

Existe una relación entre la FC y el consumo de oxígeno (VO_2) durante un ejercicio incremental, tanto en personas entrenadas como desentrenadas, aunque entre ellos presentan diferencias, ya que en las personas desentrenadas, la FC se acelera con rapidez al aumentar las exigencias del ejercicio, algo que no ocurre con las personas entrenadas. Por lo tanto, a partir de la relación FC-VO_2, que permanece constante para una persona determinada día a día, se podría estimar el consumo de oxígeno a partir de una FC alcanzada durante el ejercicio (Powers y Howley., 2014).

Teniendo en cuenta esta relación, Prieto y sus colaboradores (2001) observaron que durante un rescate acuático de 150 metros en la playa se alcanzaron valores aproximados del 87% del VO_{2max}.

Reilly et al (2006b), por otro lado, comprobaron que, solamente el gasto energético durante el traslado de una víctima de ahogamiento suponía un esfuerzo elevado para el socorrista, encontrando valores cercanos al 70% $VO_{2max.}$

Prieto et al (2010), demostraron que el esfuerzo ante un rescate de 110 metros con oleaje suponía alcanzar el 85% del VO_{2max}, tanto si el rescate se realizaba con material o sin él. En este estudio se llegó a la conclusión que el mínimo nivel de capacidad aeróbica (VO_{2max}) para poder cumplir con los estándares de calidad en socorrismo acuático debe ser 43 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, similares a los demandados en otros grupos de rescate, como los bomberos (Bilzon., 2001 en Prieto., 2010).

El lactato

El lactato es un producto derivado del ácido láctico, un compuesto que debido a su elevada acidez se encuentra casi en su totalidad disuelto en lactato y H^+. Tanto el lactato como el H^+, han sido estudiados debido a su relación con la fatiga durante el ejercicio (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006).

Los investigadores Fletcher y Hopkins fueron los primeros en establecer una relación entre la fatiga física y la producción de lactato (Fletcher y Hopkins., 1907 en López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006). Por otro lado, Archibald Vivian Hill, premio nobel en el año 1922, observó que la contracción del músculo inducida eléctricamente en ranas perdía intensidad a medida que se acumulaba el ácido láctico.

En los años 70 y 80 se publicaron investigaciones que confirmaban la relación existente entre la fatiga muscular y la aparición de lactato en el músculo y la sangre (Hermansen y Osnes., 1972; Gollnick., 1983 en López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006).

La producción de lactato ocurre de forma ininterrumpida, incluidas las situaciones de reposo, aunque sus concentraciones son bajas y constantes. Sin embargo, a medida que empezamos a realizar ejercicio físico, y sobre todo cuando aumenta la intensidad del mismo, la producción de lactato aumenta. Esto es debido a que durante la realización de esfuerzos de alta intensidad (>80% VO_{2max}), aumenta la vía energética procedente de la glucólisis, la cual genera grandes cantidades de piruvato, donde un parte se convierte en lactato (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006).

Durante el ejercicio de alta intensidad, la mayor parte de lactato es retenido en la célula muscular, pero un 10-20% puede ser transportado al espacio extracelular. Esta producción de lactato, a su vez, provoca la liberación de H^+ al espacio extracelular, que es más rápida que el transporte de lactato, ya que ocurre a través de mecanismos

adicionales al transportador de lactato como el antiportador N^+/H^+ y los sistemas dependientes de HCO^{-3} (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006). Debido a esto, los valores basales del pH en el músculo se reestablecen antes que los valores basales de lactato (Bangsbo et al., 1993 en López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006).

Realmente no es la acumulación de lactato la que causa un descenso del rendimiento del músculo, si no que el principal factor que provoca dicho descenso es la acumulación de H^+. Se ha observado que la recuperación de la capacidad de rendimiento guarda relación con los cambios experimentados en el pH, causados por la acumulación de H^+ (Karlsson y Saltin., 1971 en López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006). Además, sabemos que la recuperación del pH es más rápida que la recuperación de los niveles basales de lactato, lo que concuerda con observaciones experimentales donde la capacidad de generar tensión muscular estaba marcada por la recuperación del pH, aunque las concentraciones de lactato fueran relativamente elevadas (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006).

El aumento de la concentración intracelular de H^+ puede ocasionar fatiga a través de múltiples mecanismos, entre los que se encuentran (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006):

1. *Reducción de la afinidad de las uniones del calcio por la troponina.*
2. *Disminución de la liberación de Ca^{2-} del retículo sarcoplasmático.*
3. *Reducción de la captación de Ca^{2+} por el retículo sarcoplasmático.*
4. *Alteración de la actividad de los puentes cruzados.*
5. *Inhibición de la actividad de miosionaATPasa.*
6. *Inhibición de los procesos generadores de ATP, por la inhibición de múltiples enzimas claves en la glucogenólisis, glucólisis y ciclo de Krebs.*

Está demostrado que la acumulación de H^+ es el mayor responsable de la fatiga muscular ante un ejercicio de alta intensidad. Para analizar si el ejercicio provoca esta acumulación de H^+, existen métodos sencillos de verificación como es la medición de lactato en sangre. Como se comentó anteriormente, el lactato acumulado en el músculo se libera a la sangre, por lo tanto, la medición de este parámetro nos aporta información sobre la acidez que existe en la célula muscular, y en definitiva, cómo la intensidad del ejercicio afecta al rendimiento.

Aunque no ocurre en todas las personas por igual, se sabe que las concentraciones de lactato en sangre superiores a 4 $mmol \cdot L^{-1}$ (Heck et al., 1985) informan que el sistema glucolítico está participando como sistema de aporte de energía predominante (Umbral Anaeróbico) y a partir de 8 $mmol \cdot L^{-1}$ se ha demostrado que el esfuerzo realizado está en el límite de la capacidad aeróbica del sujeto ($VO_{2máx}$). Debido a esto, en las pruebas incrementales uno de los criterios para calificar la prueba como máxima es que la concentración de lactato en sangre supere los 8 $mmol \cdot L^{-1}$ (Midgley et al., 2007).

En las investigaciones llevadas a cabo con socorristas, se ha comprobado que la realización de pruebas en el medio acuático provocan un elevado aumento de las concentraciones de lactato en sangre (Prieto et al., 2001; Reilly et al., 2006b; Abelairas et al., 2017). Gulbin et al (1996) obtuvieron unos niveles de lactato en sangre de 12-14 $mmol \cdot L^{-1}$ tras una prueba de 200 metros en piscina. Más adelante, Reilly et al (2006a) obtuvieron valores medios de 12 $mmol \cdot L^{-1}$ tras realizar una prueba de 200 metros de carrera + 200 metros de rescate en una playa natural.

En otras pruebas de menor distancia también se ha comprobado que los niveles de lactato aumentan de forma significativa, como fue el caso del estudio realizado por Prieto et al (2010), donde la realización de un rescate de 110 metros con oleaje produjo unos valores medios de 10 $mmol \cdot L^{-1}$ en socorristas profesionales. Otros autores como Barcala

y colaboradores (2014) obtuvieron valores de entre 10 y 11 $mmol \cdot L^{-1}$ tras un rescate de 200 metros con aletas en una piscina, y más adelante (Barcala et al., 2016) volvieron a encontrar valores similares en otro rescate en playa, esta vez realizados por policías.

Aunque las pruebas en piscina y en la playa son diferentes, debido a la incertidumbre que provoca el mar en una playa abierta, se ha demostrado que el esfuerzo realizado es similar. Así, Salvador et al (2014), encontraron valores de lactato post ejercicio similares tras un rescate de 300 metros con aletas en la piscina (13 $mmol \cdot L^{-1}$) y en la playa (14 $mmol \cdot L^{-1}$). Actualmente se ha estimado que la distancia estándar que un socorrista acuático cubre en un rescate oscila entre los 100 y los 200 metros (Morgan y Ozanne-Smith., 2013), es por ello que los investigadores más recientes utilizan este criterio para analizar la demanda energética del rescate. Abelairas et al (2017) encontraron valores cercanos a los 10 $mmol \cdot L^{-1}$ y Kalén et al (2017), a los 9 $mmol \cdot L^{-1}$, ambos en rescates acuáticos de 200 metros con aletas en playas naturales.

2.4.3. Conclusiones

Podemos concluir, por tanto, que, independientemente de la distancia a cubrir, el socorrista sufre una perturbación física elevada durante un rescate acuático.

Los valores de frecuencia cardíaca son muy elevados tanto durante el rescate como al finalizarlo. Dichos valores se acompañan de un consumo de oxígeno que supera el 80% del VO_{2max}, lo que indica una gran demanda de la capacidad aeróbica durante el rescate. Por último, los valores de lactato en sangre también son muy elevados, >9 $mmol \cdot L^{-1}$, tanto en rescates de corta (50 metros) como de larga distancia (300 metros), lo que indica, igualmente, una gran participación del metabolismo anaeróbico.

El socorrista puede beneficiarse a partir del uso de materiales específicos, ya que han demostrado ser eficaces a la hora de reducir el tiempo de rescate, algo fundamental ante una víctima de ahogamiento.

Por último, es importante resaltar que el pilar fundamental en la intervención del socorrista es el dominio del medio acuático, especialmente en espacios acuáticos naturales, ya que además de controlar a la víctima y realizar técnicas con materiales de rescate, el socorrista debe controlar factores ambientales como el oleaje y las corrientes con el fin de evitar que sean esos factores, los que provoquen una mala ejecución durante el rescate.

2.5. Test de esfuerzo máximo

Un test de esfuerzo máximo consiste en una prueba de tolerancia máxima al ejercicio donde se evalúa el funcionamiento de los sistemas respiratorio y cardiovascular.

Uno de los principales objetivos de realizar este tipo de pruebas es analizar la capacidad cardiorrespiratoria de una persona. Esto se lleva a cabo con la medición del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), esto es, "*la capacidad máxima del organismo de captar, transportar y utilizar oxígeno durante el ejercicio físico*" (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006, p.409).

Existen dos grandes tipos de pruebas: las pruebas de esfuerzo "directas", donde el VO_{2max} se obtienen a través de analizadores de gases y las pruebas "indirectas", que estiman el VO_2 sin necesidad de disponer de un analizador.

Aunque las pruebas directas aportan resultados más rigurosos, dichas pruebas "*son costosas, conllevan un tiempo considerable y no todas las personas pueden permitirse realizarlas*" (Conley et al., 1991, p.776). Además, en el ámbito de la natación han demostrado generar problemas a la hora de obtener resultados fiables (Chaverri et al., 2016). Debido a esto se han diseñado pruebas indirectas que, aunque no son tan exactas, han mostrado su utilidad en diferentes grupos de población (Powers y Howley., 2014).

Otro de los objetivos de la realización de estas pruebas suele ser la evaluación del estado de forma en deportistas. En este caso se utilizan pruebas máximas donde se respeta al máximo la especificidad del gesto técnico del deporte en cuestión. Los resultados obtenidos en estas pruebas han demostrado tener correlaciones significativas con el rendimiento deportivo en diversas disciplinas como el atletismo, el ciclismo y la natación.

2.5.1. Criterios para establecer el carácter máximo del test

Se deben establecer ciertos criterios para poder determinar la prueba como máxima. En la literatura científica se analizan principalmente cinco parámetros (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006):

- *Consumo de oxígeno*: La demostración más clara es observar la aparición de una meseta en el comportamiento lineal del VO_2. Esto se entiende como, a pesar de aumentar la intensidad del ejercicio el VO_2 se mantiene estable. Sin embargo, este suceso no ocurre en la mayoría de la población, por lo que se utiliza un criterio que indica que, el VO_2 es máximo, si tras dos estadios o niveles sucesivos no se incrementa más de 150 $ml \cdot min^{-1}$.
- *El cociente respiratorio* (RQ) también ha sido utilizado como criterio de prueba máxima. El RQ mayor o igual de 1.10, coincide con una meseta de VO_2, por lo que ese valor puede ser utilizable para considerar el test como máximo (Issekutz et al., 1962).
- *Lactato en sangre*: Este es un criterio fiable de que el esfuerzo es máximo, ya que, elevados niveles de ácido láctico se asocian con un mayor reclutamiento de fibras de contracción rápida (Sale., 1987). Se ha demostrado que aquellos sujetos que alcanzan una meseta de VO_2 alcanzan concentraciones medias de 7,9 a 8,4 $mmol \cdot L^{-1}$ de lactato (Howley et al., 1995). A partir de aquí, numerosas investigaciones han utilizado el umbral de los 8 $mmol \cdot L^{-1}$ de lactato para considerar la prueba como máxima (Midgley et al., 2007).
- *La frecuencia cardíaca*: Alcanzar la frecuencia cardíaca máxima de la persona que realiza la prueba supone, teóricamente, que ha llegado al límite de su capacidad de trabajo. Desde hace años se utiliza una fórmula en adultos sanos que estima dicha frecuencia cardíaca máxima (Tanaka et al., 2001).

- *Percepción Subjetiva del Esfuerzo (PSE)*: Este es un parámetro subjetivo del esfuerzo propuesto por Borg (1970). Aunque por si solo no es un parámetro utilizado para determinar una prueba como máxima, este parámetro ha demostrado ser eficaz en la cuantificación del esfuerzo en tareas de alta intensidad (Eston y Williams., 1988), por lo que se podría utilizar, junto con otros criterios, para determinar el esfuerzo máximo en una prueba de estas características (Midgley et al., 2007).
- *Duración de la prueba (Tiempo):* Se ha recomendado que la duración óptima de la prueba debe durar al menos 5 minutos y no superar los 17 (Buchfuhrer et al., 1983).

Es cierto que el criterio más fiable es obtener una meseta del VO_2 durante el ejercicio, pero debido a la dificultad para alcanzarlo en la mayoría de los casos (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006), se acepta que, cuando se cumplen al menos tres parámetros, el test se puede considerar máximo.

2.5.2. Medición del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max})

La medición del VO_2 se realiza, normalmente, sobre un tapiz rodante (Astrand y Rodahl., 1977**)** o un cicloergómetro (Astrand y Ryhming., 1954**)**, con protocolos continuos donde los incrementos pueden ser en rampa (Whipp et al., 1981) o con escalones (Bruce et al., 1973).

Teniendo en cuenta la bibliografía existente, la prueba más habitual suele realizarse en un tapiz rodante, a carrera, de forma continua y con un incremento en rampa. Las razones son las siguientes:

- *Carrera y Tapiz Rodante*: La carrera en un tapiz rodante moviliza una gran masa muscular, lo que permite alcanzar elevados valores de VO_2 (McArdle et al., 2004).

Sin embargo en la bicicleta, para la población general, es muy complicado alcanzar la máxima capacidad de trabajo aeróbico, debido principalmente a la especificidad del gesto técnico y a la fatiga muscular local que produce el pedaleo (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006).

- *Continuo*: Los protocolos continuos conllevan una duración menor que los escalonados y además, son preferidos por los individuos que realizan pruebas de esfuerzo (McArdle et al, 1973).
- *Incremental en rampa*: Los protocolos continuos en rampa son los más utilizados desde hace muchos años, ya que han demostrado ser más eficaces a la hora de alcanzar valores de esfuerzo máximo (McArdle et al., 2004).

2.5.2.1. Estimación del consumo de oxígeno en pruebas indirectas

En las últimas décadas se han diseñado test incrementales para medir el consumo de oxígeno en la piscina (Veronese-da-Costa et al., 2012; 2013). Los protocolos para medición del VO_2 en nadadores han mejorado en los últimos años, aunque el uso de analizadores portátiles sigue provocando cambios significativos en el desplazamiento en el agua, de ahí que los resultados obtenidos puedan verse perturbados (Chaverri et al., 2016). Por este motivo, se han llevado otras técnicas para calcular el VO_2 en el medio acuático sin la necesidad de incluir ningún material que desvirtúe la técnica de nado (Prieto et al., 2010).

Una vez obtenidos los valores deseados, la estimación del VO_2 se realiza a partir de ecuaciones o nomogramas en los que se tiene en cuenta el tiempo de esfuerzo soportado, la distancia alcanzada en una prueba determinada, el peso corporal o la longitud de brazada, entre otras variables (Veronese-da-Costa et al., 2013; Koutlianos et al., 2013).

Todas las estimaciones tienen errores, los cuales se denominan "error estándar de la estimación" y que proceden de la ecuación de la que se realiza la estimación. Los errores de la estimación se expresan habitualmente en unidades de la variable estimada (McArdle et al., 2004). Con este error, podría parecer que las pruebas tienen un valor escaso, pero realmente no es así:

"*Las pruebas son fiables, y cuando las mismas personas realizan la misma prueba al cabo de un tiempo, el cambio en el* VO_{2max} *registrado es un reflejo razonable de la mejora de su forma física y puede servir como elemento motivador, además de ser una forma sencilla de analizar la evolución de la condición física*" (Powers y Howley., 2014).

Un vez se obtengan los valores de VO_2 alcanzado en el test de la piscina, tal y como se detallará en el desarrollo de la investigación, estos se comparan con otras variables medidas durante el test y a partir de ahí se podría obtener una ecuación para poder estimar el VO_2.

Existen varios estudios en el campo de la natación en los cuales, a partir de un test indirecto se ha podido conseguir una ecuación para estimar el VO_2 en el medio acuático. Costill et al (1985) analizaron a 39 nadadores entrenados en una piscina durante una prueba máxima de nado libre. Llevaron a cabo una medición del VO_2 durante 20 segundos tras la prueba, se compararon los resultados con otras variables medidas durante la prueba y observaron que los mejores indicadores para estimar el VO_2 eran el peso magro y la brazada del nadador (r=0.97), a partir de la cual establecieron una ecuación para calcular dicho VO_2.

Recientemente, se ha desarrollado un test incremental, el *"Progressive Swim Test"* (Veronese-da-Costa et al., 2012), que consiste en realizar series repetidas de 25 metros donde, a través de una señal acústica, el tiempo se reduce 1 segundo cada dos series de 25 metros. Las dos primeras series de 25 deben realizarse en 28"30, las dos

siguientes en 27”30 y así sucesivamente hasta completar 800 metros, la distancia total del test. Una vez finalizado el desarrollo de la prueba, los autores comprobaron su fiabilidad como test válido para estimar el VO_{2max} (Veronese-da-Costa et al., 2013). La muestra fue de 22 nadadores divididos en dos grupos. En uno de ellos se analizó el VO_{2max} de forma directa y en el otro, de forma indirecta. Durante la realización del test se comprobó que el tiempo máximo alcanzado, el peso corporal y la frecuencia cardíaca máxima alcanzada guardaban una correlación significativa con el VO_{2max} de los nadadores ($r^2 = 0.63$).

2.5.2.2. Calcular el VO_2 en una prueba de piscina a partir de los valores de una prueba de laboratorio

La medición directa del VO_2 en la piscina conlleva ciertas dificultades ya que los propios materiales destinados a dicho fin son los responsables de producir modificaciones durante el nado y por lo tanto, en los resultados obtenidos (Chaverri et al., 2016).

Se ha demostrado que a partir de la relación entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno (FC/VO_2) obtenida en el laboratorio, se puede calcular el consumo de oxígeno alcanzado en la piscina (Hauber et al., 1997). Los resultados de este estudio indicaron que la pendiente de las rectas resultante de la relación FC/VO_2 era similar en una prueba máxima a carrera y otra a nado. Por todo esto, se demostró que, en nadadores entrenados, se podían calcular los valores de VO_2 alcanzados en una prueba de nado a partir de valores medidos en el laboratorio (Hauber et al., 1997).

2.5.2.3. Importancia de la realización de pruebas directas en el medio acuático

Aunque los valores de VO_2 puedan extrapolarse de una prueba realizada en el laboratorio, es necesario llevar a cabo pruebas máximas en la piscina ya que para optimizar la programación y la evaluación del entrenamiento (Prieto et al., 2015), ciertas variables, como la frecuencia cardíaca, deben medirse en el agua (Pannier et al., 1980; Bouckaert y Pannier., 1984). Esto es debido a que los valores de frecuencia cardíaca

máxima en el agua difieren de los alcanzados en una prueba de carrera o cicloergómetro (McArdle et al., 1978; Hauber et al., 1997). Esa diferencia será determinante a la hora de programar entrenamientos de forma eficiente (Hauber et al., 1997).

McArdle et al (1971), encontraron diferencias significativas en los diferentes niveles de dos pruebas incrementales, una caminando en un tapiz rodante y otra de natación libre. En este caso, las diferencias en la frecuencia cardíaca oscilaban entre 9 y 13 lat·min^{-1}, llegando incluso 22 lat·min^{-1} en el momento de la finalización del test. Magel y sus colaboradores (Magel et al, 1974) comprobaron, en nadadores entrenados, que en una prueba máxima de carrera y otra de natación resistida, los valores de frecuencia cardíaca máxima eran significativamente más bajos en esta última (13 lat·min^{-1}).

En estudios más recientes, como el de Rodríguez (2000), se observó en nadadores entrenados que los valores de frecuencia cardíaca máxima fueron significativamente inferiores en la piscina en comparación con una prueba en el tapiz rodante (13 lat·min^{-1}).

La especificidad del ejercicio y las características del medio provocan que los valores de FC no sean los mismos en la piscina que en un tapiz rodante (Hauber et al., 1997). Se ha confirmado que aspectos como la posición del cuerpo y la masa muscular que participa en el ejercicio es determinante. Los valores más reducidos de FC para un esfuerzo máximo se deben a un mayor gasto cardíaco en posición decúbito supino con respecto a la bipedestación (McArdle et al, 1978). Además, nadar también provoca un descenso de la FC debido a la inmersión facial, fenómeno conocido como "reflejo mamífero" (Whayne & Kilip, 1967; Stromme et al, 1970).

2.5.3. Pruebas máximas y su relación con el rendimiento físico

La realización de pruebas máximas ha demostrado ser útil para estimar el rendimiento en pruebas deportivas específicas. Por ejemplo, la velocidad máxima

alcanzada en tapiz rodante (Stratton et al., 2009) y la velocidad máxima alcanzada en zona en el umbral láctico (Tanaka y Matsuura., 1984; Lorenzo et al., 2011) han demostrado ser buenos predictores del rendimiento en pruebas de resistencia en atletismo y, la potencia máxima alcanzada en un cicloergómetro (Bentley et al., 2001), en ciclismo.

Aunque existe cierta controversia, diversos estudios confirman que el VO_{2max} es el mejor indicador del éxito en pruebas de resistencia (Foster., 1983), siempre y cuando éstas no superen los 30 minutos de duración, donde el umbral láctico y la potencia crítica son los mejores indicadores del rendimiento (Kolbe et al., 1995).

A partir de test máximos indirectos también se han podido generar ecuaciones que estiman el rendimiento deportivo. Machado et al (2013), observaron que la velocidad "pico" alcanzada por 22 corredores recreacionales entrenados en un test continuo incremental en tapiz rodante guardaba una correlación elevada con el rendimiento en una prueba de 5 km (r^2 = 0.92) y de 10 km (r^2 = 0.83). Los autores concluyeron que la velocidad máxima obtenida en un test incremental indirecto debía tenerse en cuenta para estimar el rendimiento en pruebas de larga duración. Además, a partir de dicha correlación consiguieron generar una ecuación que permitía predecir el rendimiento en ambas pruebas.

En natación también se ha demostrado que a partir de un test incremental máximo en piscina se puede predecir el rendimiento en pruebas de resistencia. Costill y sus colaboradores (1985) comprobaron que la longitud de brazada y el VO_{2max} correlacionaban de forma significativa con el rendimiento en una prueba de 400 yardas (365.8 m.). Latt y sus colaboradores (2010) observaron que diversos factores biomecánicos y antropométricos resultaron ser buenos estimadores del rendimiento en jóvenes nadadores en una prueba de 100 metros libres. Por otro lado, Veronese da Costa y sus colaboradores (2016), demostraron que el VO_{2max} estimado en un test incremental

correlacionaba de forma significativa con el rendimiento en una prueba de 400 metros libres en nadadores recreacionales.

Como se puede observar, ciertos parámetros medidos en pruebas máximas (consumo de oxígeno, velocidad pico, potencia máxima o distancia recorrida) han demostrado ser buenos predictores del rendimiento en pruebas específicas en diferentes modalidades deportivas.

En socorrismo, al igual que en cualquier otra disciplina, también es recomendable realizar pruebas específicas que tengan en cuenta el medio y la técnica de nado (Prieto et al., 2010; USLA., 2011; Salvador et al., 2014) con el objetivo de evaluar la condición física de los socorristas así como poder estimar el rendimiento en una prueba concreta, en este caso, el rescate acuático.

Capítulo 3. Justificación y Objetivos

3.1. Justificación

El ahogamiento es un problema de salud pública mundial (OMS., 2016) que causa cientos de muertes en nuestro país (INE., 2016). Muchas de esas muertes ocurren en espacios acuáticos naturales, donde la presencia de los servicios de socorrismo es importante, especialmente en la temporada estival (junio-septiembre) cuando tienen lugar el mayor número de ahogamientos (OMS., 2016; AETSAS., 2018).

El proceso de ahogamiento oscila entre unos segundos y pocos minutos (Szpilman et al., 2012), de ahí que la intervención temprana del socorrista sea vital para aumentar las probabilidades de supervivencia de las víctimas (Venema et al., 2010).

La intervención del socorrista, a través del rescate, requiere de un domino del medio acuático (Palacios., 2008), especialmente en estos espacios naturales; de un uso eficaz de técnicas y materiales de rescate (Barcala-Furelos et al., 2016); y, además, obliga al profesional a realizar gran esfuerzo (Prieto et al., 2001; 2010; Abelairas-Gómez et al., 2017), de ahí que la preparación física, especialmente el desarrollo de la capacidad aeróbica (USLA., 2011; Prieto et al., 2015), sea muy importante para que el rescate se ejecute de la forma más rápida y segura posible.

La capacidad aeróbica en el socorrista, especialmente el desarrollo del consumo de oxígeno (VO_2), es de vital importancia para realizar una intervención eficaz (Prieto et al., 2010; Salvador et al., 2014). Debido a esto, un test de máximo esfuerzo que permita medir la frecuencia cardíaca máxima en el medio acuático y estimar el VO_2 alcanzado, podría ayudar a planificar las sesiones de entrenamiento de los socorristas acuáticos de forma eficaz (Prieto et al., 2015), e, incluso, estimar el rendimiento en una prueba específica (Veronese-da-Costa et al., 2016), como el rescate acuático. El desplazamiento del socorrista en el agua cuenta con aspectos técnicos específicos (Reilly et al., 2006a),

que deberían respetarse a la hora de realizar pruebas de valoración funcional (Salvador et al., 2014).

Por todo esto, y teniendo en cuenta que no se ha hecho todavía, se considera fundamental diseñar y ejecutar un test de estas características que respete la especificidad del estilo de nado en socorrismo acuático.

3.2. Hipótesis y Objetivos

La finalidad del estudio, fue, por un lado, llevar a cabo el ***diseño y ejecución de un test incremental máximo y específico para socorristas acuáticos*** y, por otro, el análisis de la ***relación entre el rendimiento alcanzado dicho test y la eficacia en un rescate acuático simulado*** en la playa. Teniendo en cuenta estos aspectos, se derivan las siguientes hipótesis:

H.1. El IPTL permite evaluar el estado de forma en socorristas acuáticos.

H.2. Las resultados obtenidos en el IPTL sirven para programar de forma eficiente el entrenamiento en socorristas acuáticos.

H.3. El rendimiento alcanzado en el IPTL guarda relación con el tiempo invertido en un rescate acuático de 200 metros en la playa.

Tras esto, se plantearon los siguientes objetivos: .

O.1. Diseñar y ejecutar un test incremental específico y máximo para socorristas acuáticos.

O.2. Obtener una ecuación que permita calcular el consumo de oxígeno (VO_2) alcanzado en dicho test incremental.

O.3. Analizar la posibilidad de estimar el tiempo invertido en un rescate acuático de 200 metros en la playa a partir del rendimiento obtenido en el test incremental.

Capítulo 4. Material y Métodos

4.1. Metodología general

Se ha llevado a cabo una investigación empírica, ya que pertenece a este ámbito científico, donde la experimentación y la estadística sirven para medir y verificar la veracidad de lo que se pretende analizar.

La dependencia progresiva de los objetivos entre sí obligaron a dividir la investigación en dos fases diferentes. En la primera fase, se llevó acabo el diseño y la puesta en práctica de un test incremental en el medio acuático al que se denominó "*Incremental Pool Test for Lifeguards*" (IPTL). Se realizó también una prueba de esfuerzo en el laboratorio para valorar la capacidad cardiorrespiratoria a través de la medición de los valores máximos de frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno (VO_{2max}), con el objetivo de estimar los resultados de este último parámetro en el IPTL. En la segunda fase, una vez confirmado el carácter máximo del IPTL, se llevó a cabo la simulación de un rescate real de 200 metros en playa y se analizó la relación entre la eficacia en éste y el rendimiento en el IPTL. En dicho rescate se utilizaron aletas, ya que han demostrado múltiples beneficios en el ámbito del socorrismo (Mecías-Calvo., 2016).

Antes de proceder con la realización de las pruebas descritas se llevó a cabo una valoración médica de todos los participantes en el estudio. En cada una de las fases se analizaron variables antropométricas, fisiológicas y temporales. Durante toda la investigación se realizaron un total de 10 pruebas de esfuerzo en laboratorio, 30 pruebas máximas en piscina y 20 rescates acuáticos en la playa.

4.2. Muestra del estudio

El requisito fundamental para participar en el estudio fue que todos los participantes estuvieran en posesión del certificado de profesionalidad de socorrismo en espacios acuáticos naturales (RD 1521/2007, de 16 de noviembre) y hubieran trabajado como socorristas en la playa al menos una temporada de verano (junio a septiembre).

Para la selección de la muestra se abrió un proceso libre y voluntario entre los socorristas que habían trabajado en los servicios de socorrismo de A Coruña, Oleiros, Carballo y Malpica de Bergantiños en las últimas 3 temporadas de verano.

Para la primera fase del estudio se presentaron 14 participantes hombres de los cuales 10 completaron las dos pruebas realizadas. Para la segunda parte del estudio se presentaron 25 participantes, 22 hombres y 3 mujeres, de los cuales 20 hombres completaron las dos pruebas realizadas.

Todos los participantes, tanto de la primera como de la segunda fase de la investigación, firmaron un consentimiento informado una vez explicada la metodología de investigación así como su finalidad y las pruebas a realizar (Anexo I).

Además, esta investigación fue desarrollada bajo los principios éticos de la Declaración de Helsinki para estudios biomédicos con seres humanos y todo el estudio fue respaldado y aceptado por la comisión de ética e investigación de la Universidade da Coruña (CEI-UDC).

4.3. Variables e instrumentos de medida

4.3.1. Variables antropométricas

Se analizó la talla y el peso en un tallímetro y báscula, modelo GIMA Astra. Además, se obtuvieron los porcentajes de masa grasa y masa muscular a partir de la medición de pliegues cutáneos y perímetros corporales con el Kit Cescorf.

4.3.2. Variables Fisiológicas

Se midió la frecuencia cardíaca máxima obtenida en las tres pruebas del estudio: En el laboratorio (FC_{LAB}), en la piscina (FC_{IPTL}) y en el rescate acuático ($FC_{Rescate}$). La medición se llevó a cabo con el Suunto Ambit 3 Run. También se midió el consumo de oxígeno máximo obtenido en la prueba de laboratorio (VO_{2LAB}). El intercambio de gases se midió con el analizador de gases Medic Graphics CPX-Plus con software Breeze 6.4. Por último, se analizaron los niveles de lactato en sangre post-ejercicio en las tres pruebas del estudio: En el laboratorio (La_{LAB}), en la piscina (La_{IPTL}) y en el rescate acuático ($La_{Rescate}$).

Figura 4. Medical Graphics CPX-Plus.

4.3.3. Variables Subjetivas

Se analizó la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) al finalizar la prueba de laboratorio (RPE_{LAB}) y la de piscina (RPE_{IPTL}).

4.3.4. Variables Temporales

Se midió el tiempo invertido en las tres pruebas del estudio con el cronómetro Casio Sport HS-3V-1RET: En el laboratorio ($Tiempo_{LAB}$), en la piscina ($Tiempo_{IPTL}$) y en el rescate acuático ($Tiempo_{Rescate}$).

4.4. Instalaciones

Laboratorio de fisiología

La prueba de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Valoración Funcional de la Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física de la Universidade da Coruña, situado en el Campus de Bastiagueiro (Oleiros). Para su ejecución se utilizó un tapiz rodante (Excite Med-Run, TecnhoGym ©) con certificación sanitaria y que contiene velocidades de 0,4 a 25,0 km/h y una pendiente de 0 a 18%.

Figura 5. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio

Piscina climatizada

El IPTL se llevó a cabo en la piscina de la Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física de la Universidade da Coruña (UDC), con un vaso de 25 m de largo, 20 m de ancho y 2 m de profundidad. El test se llevó a cabo en la calle situada en uno de los extremos del vaso, con 25 metros de largo, 2.5 metros de ancho y 2 metros de profundidad. Los socorristas equiparon unas aletas de pala media, material específico del desempeño de su profesión (Barcala-Furelos et al., 213).

Figura 6. Aletas utilizadas en el IPTL y el rescate acuático.

Figura 7. Piscina donde se llevó a cabo el IPTL

Playa natural

El rescate acuático se llevó a cabo en la playa de Oza, A Coruña, España (Latitud: 43.346942º, Longitud: -8.383356º). La playa se encuentra en una zona urbana de la ciudad próxima a un puerto deportivo lo que provoca que el estado del mar sea muy estable. Esto es muy importante para que todos los rescates se realicen, en la medida de lo posible, bajo las mismas circunstancias. Para llevar a cabo el rescate se utilizó un maniquí oficial de salvamento deportivo, , similar al utilizado en estudios previos en socorrismo acuático (Mecías-Calvo., 2016).

Figura 8. Maniquí oficial de salvamento acuático.

Figura 9. Playa de Oza

4.5. Procedimientos

4.5.1. Procedimiento en el laboratorio

La prueba realizada en el laboratorio se llevó a cabo en dos días consecutivos, en el mismo rango horario (10:00 a.m.–2:00 p.m.) y bajo las mismas circunstancias (temperatura = 21° C y humedad relativa = 60%).

El test del laboratorio ($Test_{Lab}$), consistió en un test incremental en un tapiz rodante (Excite Med-Run, TecnhoGym ©) El protocolo simuló una prueba en rampa el cual se inició a 5.7 km/h, con incrementos de velocidad de 0.5 km/h cada 30 segundos, manteniendo un 1% de pendiente (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2006., p.459).

El tiempo máximo de la prueba se definió en el momento en que el socorrista no pudo continuar el ritmo establecido ($Tiempo_{Lab}$).

Figura 10. Socorrista en la prueba de laboratorio.

4.5.2. Procedimiento en la piscina (IPTL)

El nuevo test, a partir de ahora "IPTL" por sus siglas en inglés (Incremental Pool Test for Lifeguards), se llevó a cabo en una piscina climatizada, en un vaso de 25 metros de largo, 2.5 metros de ancho y 2 metros de profundidad. El test se llevó a cabo una semana después de las pruebas de laboratorio, bajo las mismas circunstancias (temperatura del agua = 27,8–27,9° C y humedad relativa = 26,9–27.0%).

El protocolo del IPTL consistió en nadar repetidamente una distancia de 25 metros a un ritmo preestablecido y progresivo a través de un aviso acústico, algo similar a lo utilizado en el protocolo del test de Leger (1985), más conocido como "Course Navette". Fue obligatorio realizar una técnica de desplazamiento específica en socorrismo acuático, el *crol travesía*, así como el uso de aletas de pala media, habituales en el trabajo del socorrista.

Figura 11. Socorrista en la prueba de piscina (IPTL).

Antes de la puesta en práctica del test, se aplicaron dos versiones diferentes en dos socorristas acuáticos profesionales: Uno de ellos con incrementos de velocidad cada 5 metros, y otro cada 100. Tras realizar ambas versiones, los profesionales destacaron que en la versión con incrementos de 100 metros, el aumento más paulatino de la velocidad provocaba una mejor adaptación al ritmo del test, siendo más fácil de coordinar el final de cada serie de 25 metros con la señal acústica programada. Debido a todo a esto, el protocolo definitivo del test fue el siguiente:

Se decidió que cada nivel del test (velocidad de nado) durase 100 metros (4 series de 25), para asegurar un tiempo mínimo de prueba y evitar incrementos excesivamente tempranos. El inicio de cada serie de 25 metros dentro de un mismo nivel, que se corresponde con una misma velocidad de nado, se indicó con un aviso acústico agudo y el comienzo de un nivel superior, es decir, cuando se produce un incremento en la velocidad de nado, se indicó con un aviso acústico grave.

Se decidió que los avisos acústicos tuvieran lugar cada 25 metros, siguiendo la estrategia aplicada por Veronese-da-Costa y sus colaboradores (2013) en un test máximo con nadadores. La velocidad correspondiente a cada nivel se puede ver en la Tabla 4.

El tiempo máximo de la prueba ($Tiempo_{IPTL}$) se definió como el obtenido al completar la última serie de 25 metros dentro del ritmo establecido, por lo tanto, la velocidad máxima ($Velocidad_{IPTL}$) alcanzada fue aquella que se obtuvo al completar esa última serie de 25 metros.

El IPTL se consideró finalizado cuando el socorrista no pudo mantener el ritmo establecido por las señales acústicas durante dos series consecutivas de 25 metros o cuando abandonó voluntariamente la prueba.

Tabla 4. Protocolo del test incremental específico para socorristas (IPTL).

Nivel	Distancia	Distancia Total	Velocidad	Tiempo cada 25 m	Tiempo por Nivel	Tiempo Total
1	100 m (4x25 m)	100 m	0,78 m/s	32 s	128 s	128 s
2	Idem	200 m	0,83 m/s	30 s	120 s	248 s
3	Idem	300 m	0,89 m/s	28 s	112 s	360 s
4	Idem	400 m	0,96 m/s	26 s	104 s	464 s
5	Idem	500 m	1,04 m/s	24 s	96 s	560 s
6	Idem	600 m	1,13 m/s	22 s	88 s	648 s
7	Idem	700 m	1,25 m/s	20 s	80 s	728 s
8	Idem	800 m	1,39 m/s	18 s	72 s	800 s
9	Idem	900 m	1,56 m/s	16 s	64 s	864 s
10	Idem	1000 m	1,78 m/s	14 s	56 s	920 s
11	Idem	1100 m	2,08 m/s	12 s	48 s	968 s
12	Idem	1200 m	2,5 m/s	10 s	40 s	1008 s

m: metros; m/s: metros por segundo; s: segundos.

4.5.3. Rescate acuático en la playa

El rescate acuático se llevó a cabo en la playa de Oza (A Coruña, España), en circunstancias similares (temperatura del agua = 13.5 – 15.0º C; temperatura ambiente = 19.0 – 20.0ºC; mar en calma con olas inferiores a 0.5 m; viento inferior a 3 m/s).

La prueba consistió en un rescate estándar siguiendo las indicaciones de la Cualificación Profesional de Socorrismo en Espacios Acuáticos Naturales (RD 1521/2007, de 16 de noviembre).

Teniendo en cuenta que la distancia más frecuente a la que ocurren los ahogamientos está entre los 50 y los 100 metros (Morgan y Ozane-Smith., 2013), se diseñó un rescate a 100 metros de la orilla (Kalén et al., 2017). El rescate comenzó con una carrera de aproximación al agua de 10 metros, seguida de 100 metros de nado de aproximación, 100 metros de traslado y 10 metros de extracción de la víctima fuera del agua (Barcala-Furelos et al., 2016) (Anexo IV).

Debido a que los socorristas utilizaron el mismo modelo de aletas y ninguno de ellos portaba material de rescate de mano, todos realizaron un nado de aproximación con el estilo "*nado crol de travesía*", el mismo al utilizado en el IPTL y el traslado hacia tierra con la víctima se llevó a cabo con la técnica "*agarre tras nuca*", donde era obligatorio mantener la cara del maniquí fuera del agua durante todo el traslado. Por último, durante la extracción, todos los participantes utilizaron la técnica de agarre por las axilas y caminaron de espaldas a la arena hasta completar los 10 metros establecidos.

4.6. Valoración y tratamiento de los datos

En este apartado se describen los procedimientos de la recogida de datos de las diferentes variables presentes en el estudio.

4.6.1. Análisis Antropométrico

En las dos fases de la investigación se llevó a cabo un análisis antropométrico con la Báscula Astra GIMA y el Kit CESCORF. Se analizó la talla el peso, el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa, el peso graso, el porcentaje de masa muscular y el peso muscular (Anexo II).

El protocolo utilizado para obtener los valores de peso graso y peso muscular consistió en:

- *Medición de seis pliegues cutáneos* (tricipital, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna). Todos los pliegues se realizaron en el lado derecho del cuerpo dando como valor válido la media de tres mediciones.
- *Medición de tres diámetros óseos* (biestiloideo de radio, biepicondíelo de húmero y bicondíleo de fémur).

El *peso graso* (%G) se calculó a través de la fórmula de Faulker (1968), [%G = SP x 0.153 + 5.78], donde SP es la suma de los pligues tricipital, subescapular, supraespinal y abdominal.

El *peso óseo* (PO) se calculó a través de la ecuación de Von Döbeln modificada por Rocha en 1975, [$PO = 3.02 \times (E^2 \times DBE \times DBF \times 400)^{0.712}$], donde E es la estatura, DBR el diámetro biestiloideo y DBF es diámetro bicondileo femoral.

El *peso residual* (PR) se obtuvo a partir de la constante propuesta por Würch (1978), [PR = (PT x 24.1) / 100)], donde PT es el peso total.

El *peso muscular* (PM) se obtuvo a través de la ecuación propuesta por De Rose y Guimaraes (1980), [PM = PT – (PG + PO + PR)], donde PT es el peso total, PG el peso graso, PO el peso óseo y PR el peso residual.

4.6.2. Análisis Fisiológico

Frecuencia cardíaca

Se registró la frecuencia cardíaca máxima alcanzada durante la prueba de laboratorio, de piscina y el rescate acuático.

Consumo oxígeno máximo (VO_{2max}) en el laboratorio y en la piscina

Se midió de forma directa en el laboratorio, donde se registraron los valores máximos de consumo de oxígeno (VO_{2max}) en todos los participantes.

El consumo de oxígeno alcanzado en la piscina se calculó considerando los valores de frecuencia cardíaca obtenidos durante la misma. Este cálculo partió de la relación FC/VO_2 obtenida durante la prueba máxima en el laboratorio (Prieto et al., 2001; 2010), ya que las pendientes de regresión FC/VO_2 durante pruebas de carrera y de nado son similares (Hauber et al., 1997).

Lactato en sangre

Tras terminar la prueba de laboratorio, de piscina y el rescate acuático, se midió la concentración de lactato en sangre en los minutos 1, 3, 5 y 7 de la recuperación.

En el caso de que tras el minuto 7 de la recuperación la evolución de la cantidad de lactato en sangre siguiera en aumento, procedió a medirse en los minutos 9, 11, etc. hasta que los valores comenzasen a descender.

4.6.3. Análisis temporal

Tiempo

Los tiempos fueron medidos con el cronómetro Casio Sport HS-3V-1RET. Para cada una de las pruebas, el cronómetro se inició en el momento de la salida o del comienzo de la prueba y se detuvo completamente al finalizar la misma.

4.6.4. Análisis estadístico

Todos los datos obtenidos en ambas fases de la investigación se almacenaron y analizaron utilizando el paquete estadístico SPSS (Versión de Windows 21.0).

En la primera parte de la investigación se propuso determinar la prueba de piscina (IPTL) como máxima. Para ello se analizaron los valores de frecuencia cardíaca, lactato en sangre, escala de esfuerzo percibido y tiempo alcanzado y se compararon con los valores mínimos establecidos en la literatura científica.

También se calcularon los valores de VO_2 alcanzados en el IPTL. Para ello se llevó a cabo previamente, una prueba de esfuerzo en el laboratorio con medición directa del VO_2, y partir de la relación FC/VO_2 obtenida en esta prueba se aplicó una regresión lineal simple ($y = bx - a$) para cada participante. En este cálculo, ***y*** es la variable dependiente (valor a obtener), es decir, el VO_2 a determinar, ***x*** es el valor de la variable independiente (ya medida), es decir, la FC registrada durante la prueba de piscina (IPTL) y ***a*** y ***b*** son valores constantes (Prieto et al., 2001; 2010).

Tras esto, se llevó a cabo una regresión lineal múltiple donde, a partir de las variables antropométricas y aquellas medidas en la prueba de piscina (variables independientes), se propuso estimar el VO_2 alcanzado en la misma (variable dependiente).

Para la selección de variables que entraron en el modelo de regresión se utilizó el método de pasos sucesivos o "stepwise". Para garantizar la validez del modelo se analizaron los supuestos de linealidad, independencia, normalidad, homocedasticidad y de no-colinealidad entre las variables independientes.

La realización de este modelo de regresión persigue averiguar en qué medida el consumo de oxígeno (variable dependiente) puede estar explicada por el resto de variables medidas (variables independientes) y al mismo tiempo, obtener una ecuación predictora de dicho parámetro (VO_{2IPTL}).

En la segunda parte de la investigación se procuró estimar el rendimiento en un rescate acuático a partir de los resultados obtenidos en el IPTL. Se realizó de nuevo el ITPL, donde se analizaron los valores de frecuencia cardíaca, lactato en sangre, tiempo de prueba y velocidad máximas alcanzadas. Tras esto, se llevó a cabo un rescate acuático con aletas en la playa donde se analizó la frecuencia cardíaca, lactato en sangre y el tiempo invertido en el mismo.

En esta segunda parte también se aplicó una regresión lineal con el objetivo de predecir el tiempo en un rescate acuático (variable dependiente) a partir de las variables medidas en el test de piscina (variables independientes). Se realizó previamente una prueba de correlaciones bivariadas entre las variables medidas en el IPTL y el tiempo invertido en el rescate. Las variables que mostraron correlaciones significativas se introdujeron en el modelo de regresión. La validez del modelo se garantizó de la misma forma que en la primera parte de la investigación.

En ambas partes del estudio se estableció un nivel de significación de $p<0.05$ para todos los análisis.

Capítulo 5. Resultados

5.1. Primera parte – Comprobación del IPTL como test máximo

5.1.1. Datos descriptivos de la antropométria y composición corporal

En la tabla 5 se muestran los resultados correspondientes a los datos demográficos, las medidas antropométricas y la composición corporal.

Tabla 5. Datos descriptivos totales de la antropometría y composición corporal.

Variables	*ME*	*DE*	*IC (95%)*
Edad (años)	26	3	(24-28)
Altura (cm)	177	4	(174-180)
Peso (kg)	75,7	6,0	(71,4-79,9)
IMC ($kg \cdot m^2$)	24,1	1,7	(22,9-25,3)
%Graso	15,8	2,4	(13,6-17,9)
%Muscular	44,1	2,5	(42,2-45,8)

IMC: Índice de Masa Corporal; %Graso: Porcentaje de peso graso; %Muscular: Porcentaje de peso muscular.

ME: Media; DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

5.1.2. Prueba de laboratorio

Como se comentó anteriormente, existen diferentes criterios para determinar si una prueba de esfuerzo se ha realizado a máxima intensidad. El principal criterio seleccionado para cumplir con el carácter máximo fue alcanzar una meseta en el consumo de oxígeno (VO_2), esto significa que entre el penúltimo y el último nivel de la prueba el aumento del consumo de oxígeno fuese inferior a 150 $ml \cdot min^{-1}$. La meseta de VO_2 es el argumento por excelencia (Midgley et al., 2007), aunque, debido a la dificultad que supone alcanzarla para gran parte de la población, se establecen como válidos superar los siguientes tres criterios (Midgley et al., 2007): Alcanzar una frecuencia cardíaca con un

rango de ± 10 lat·min^{-1} con respecto a la frecuencia cardíaca máxima teórica (Tanaka et al., 2001), obtener unos niveles de lactato en sangre post esfuerzo iguales o superiores a 10 mmol·L^{-1} y por último, alcanzar una percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) igual o superior a 18. El análisis confirma el carácter máximo de la prueba, ya que todos cumplieron los 3 últimos criterios mencionados (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados del análisis sobre el carácter máximo de la prueba de laboratorio.

Criterios	Meseta VO_2	FC	La	PSE
Participantes	Incremento último nivel < 150 ml·min^{-1}	± 10 lat·min^{-1} (FC_{max} T.)	≥ 10 mmol·L^{-1}	≥ 18
Participante 1	240,0	197 (188)	17,5	18
Participante 2	117,8	197 (192)	17,9	19
Participante 3	95,9	200 (190)	13,7	19
Participante 4	66,1	200 (190)	14,9	19
Participante 5	51,2	201 (193)	14,0	19
Participante 6	110,6	201 (188)	13,3	19
Participante 7	37,1	202 (190)	12,3	19
Participante 8	100,9	205 (190)	13,4	20
Participante 9	70,5	186 (188)	11,4	18
Participante 10	230,5	182 (186)	12,6	19
ME	112,1	197 (189)	14,1	18,9
DE	69,9	8 (2)	2,1	0,5

VO_2: Consumo de oxígeno; F.C: Frecuencia cardíaca; La: Lactato: PEP: Percepción del Esfuerzo Percibido; ml·min^{-1}: mililitros por minuto; FC_{max}T: Frecuencia cardíaca máxima teórica; lat·min^{-1}: latidos por minuto; mmol·L: milimoles por litro de sangre; PSE: Percepción Subjetiva del Esfuerzo.

ME: Media; DE: Desviación estándar.

Los resultados de la prueba mostraron que el consumo de oxígeno máximo relativo (VO_{2LAB}) fue de 53,5 ± 6,5 ml·kg·min^{-1}. La frecuencia cardíaca máxima (FC_{LAB})

fue de 197 ± 8 $lat \cdot min^{-1}$ y la frecuencia cardíaca en el umbral anaeróbico se obtuvo en el 92,0 ± 2,0% de la frecuencia cardíaca máxima. Los niveles máximos de lactato (La_{LAB}) fueron de 14,1 ± 2,1 $mmol.L^{-1}$, el tiempo ($Tiempo_{LAB}$) fue de 783 ± 89 y la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE_{LAB}) 18,9 ± 0,5. Todas las variables analizadas en el laboratorio se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Datos descriptivos totales de los resultados obtenidos en la prueba de laboratorio.

Variables	*ME*	*DE*	*IC (95%)*
VO_{2LAB} ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$)	53,5	6,5	(48,8-58,4)
FC_{LAB} ($lat \cdot min^{-1}$)	197	8	(192-203)
FC_{UAN} (%)	92,0	2,0	(91,3-94,0)
La_{LAB} ($mmol.L^{-1}$)	14,1	2,1	(12,6-15,6)
$Tiempo_{LAB}$ (s)	783	89	(719-847)
PSE_{LAB}	18,9	0,5	(18,5-19,3)

VO_{2LAB}: Consumo de oxígeno máximo; FC_{LAB}: Frecuencia cardíaca máxima; FCU_{AN}: Frecuencia Cardíaca en el Umbral anaeróbico; La_{LAB}: Lactato en sangre; $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$: mililitros por kilogramo por minuto; $lat \cdot min^{-1}$: latidos por minuto; $mmol \cdot L^{-1}$: milimoles por litro de sangre; s: segundos;

ME: Media; DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

5.1.3. Incremental Pool Test for Lifeguards (IPTL)

Debido a la imposibilidad de medir el VO_2 en la prueba de piscina, el carácter máximo de la prueba se confirmaría al cumplirse los 3 mismos criterios establecidos en la prueba de laboratorio. Al igual que en la prueba de laboratorio, al cumplirse los 3 criterios en todos los participantes, se aseguró el carácter máximo del IPTL (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados del análisis sobre el carácter máximo de la prueba de piscina (IPTL).				
Criterios	Meseta VO_2	F.C.	La	PSE
Participantes	Incremento último nivel < 150 $ml \cdot min^{-1}$	± 10 $lat \cdot min^{-1}$ (FC_{max} T.)	≥ 10 $mmol \cdot L^{-1}$	≥ 18
Participante 1	--	184 (188)	12,9	18
Participante 2	--	191 (192)	16,5	19
Participante 3	--	197 (190)	13,4	19
Participante 4	--	180 (190)	11,0	18
Participante 5	--	189 (193)	10,8	19
Participante 6	--	186 (188)	10,4	18
Participante 7	--	192 (190)	10,5	18
Participante 8	--	191 (190)	14,0	19
Participante 9	--	178 (188)	11,3	18
Participante 10	--	176 (186)	10,0	18
ME	--	186 (189)	12,1	18,4
DE	--	7 (2)	2,0	0,3
ME: Media; DE: Desviación estándar.				

5.1.4. Obtención del VO_2 en el IPTL a partir de la relación FC/VO_2 del laboratorio

A partir de la relación FC/VO_2 obtenida en la prueba de laboratorio, se aplicó una regresión lineal ($y = bx - a$) para cada sujeto con el objetivo de calcular el consumo de oxígeno alcanzado en la prueba de piscina ($VO2_{IPTL}$) algo similar a lo que realizaron Prieto et al (2001) en otro estudio con socorristas acuáticos. En este cálculo, ***y*** es la variable dependiente (valor a obtener), es decir, el VO_2 a determinar, ***x*** es el valor de la variable independiente (ya medida), es decir, la FC registrada durante la prueba de

piscina. Los valores ***a*** y ***b*** son valores constantes, R es el coeficiente de correlación y R^2 el coeficiente de determinación de dicha regresión lineal (Tabla 9).

Tabla 9. Cálculo para obtener el consumo de oxígeno alcanzado la piscina a partir de la relación FC/VO_2 obtenida en el laboratorio.

Participantes	*a*	*b*	*R*	R^2	VO_{2IPTL}	$\%VO_{2LAB}$
Participante 1	0,51	-55,02	0.984	0,967	38,8	80,5
Participante 2	0,54	-58,10	0.986	0.962	46,0	80,8
Participante 3	0,47	-49,74	0.993	0.987	42,8	95,8
Participante 4	0,60	-69,33	0.985	0.971	39,0	73,9
Participante 5	0,48	-39,20	0.991	0.982	51,8	84,8
Participante 6	0,31	-17,15	0.988	0.977	41,0	87,8
Participante 7	0,55	-58,82	0.991	0.983	47,0	85,1
Participante 8	0,44	-41,33	0.992	0.985	42,6	87,8
Participante 9	0,57	-46,62	0.987	0.976	54,0	81,9
Participante 10	0,57	-39,17	0.982	0.965	48,8	86,5
ME	0,50	-47,45	0.988	0.976	45,4	84,5
DE	0,85	14,44	0.004	0.009	5,3	5,8

a y b: intercepta y slope de la regresión FC/VO_2 obtenida en la prueba del laboratorio; R: coeficiente de correlación; R^2: coeficiente de determinación; VO_{2IPTL}: consumo de oxígeno estimado en la piscina; $\%VO_{LAB}$: porcentaje del consumo de oxígeno máximo alcanzado en el laboratorio.

ME: Media; DE: Desviación estándar.

Tras aplicar las ecuaciones resultantes en cada uno de los participantes, los resultados definitivos indicaron que el consumo de oxígeno alcanzado en el IPTL (VO_{2IPTL}) fue de 45,2 ± 5,2 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, lo que supuso alcanzar un 84,5 ± 5,8% del consumo de oxígeno máximo alcanzado en el laboratorio (VO_{2Lab}). La frecuencia cardíaca máxima (FC_{IPTL}) fue de 186 ± 7 $lat \cdot min^{-1}$. Los niveles de lactato máximo (La_{IPTL}) fueron de 12,1 ± 2,0 $mmol.L^{-1}$. El tiempo máximo alcanzado ($Tiempo_{IPTL}$) fue de 706 ±

99 segundos, la velocidad máxima (VelocidadIPTL) 1,27 ± 0,18 m/s y la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE_{IPTL}) 18,4 ± 0,3 (Tabla10).

Tabla 10. Datos descriptivos totales de los resultados obtenidos en la prueba de piscina (IPTL).

Variables	*ME*	*DE*	*IC (95%)*
VO_{2IPTL} ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$)	45,2	5,2	(41,4-48,9)
$\%VO_{2LAB}$ (%)	84,5	5,8	(80,3-88,6)
FC_{IPTL} ($lat \cdot min^{-1}$)	186	7	(181-191)
La_{IPTL} ($mmol \cdot L^{-1}$)	11,9	2,1	(10,2-13,5)
$Tiempo_{IPTL}$ (s)	696	97	(575-764)
$Velocidad_{IPTL}$ (m/s)	1,27	0,18	(1,14 – 1,40)
PSE_{IPTL}	18,4	0,3	(18,0-18,8)

Media; DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

5.1.5. Ecuación para estimar el VO_2 en el IPTL

A partir de aquí, para obtener una ecuación que permita estimar el VO_2 en el IPTL, se creó un modelo regresión lineal múltiple. Se aplicó la fórmula de Shapiro-Wilk donde todas las variables mostraron una distribución normal. Se estableció el método de pasos sucesivos o "stepwise" como método de selección de variables, donde el VO_{2IPTL} fue seleccionada como variable dependiente y el resto de parámetros antropométricos y variables medidas en el IPTL, como variables independientes.

La entrada de variables en el modelo fue: Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s), porcentaje de masa muscular (%) y peso del participante (kg). El modelo que incluye las tres variables es el que mejor determina el consumo de oxígeno en IPTL. El grado de explicación del modelo es del 84.1% (R^2) (Tabla 11).

Tabla 11. Resumen del modelo de regresión[a]					
Modelo	*R*	R^2	R^2 *corregida*	*Error típ. de la estimación*	*Durbin-Watson*
1	.642	.412	.339	4.262	
2	.824	.680	.588	3.365	
3	**.917**	**.841**	**.762**	**2.560**	**1,944**

1. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s).
2. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s), Porcentaje de masa muscular (%).
3. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s), Porcentaje de masa muscular (%), Peso del participante (kg).

a. Variable dependiente: Consumo de oxígeno alcanzado en el IPTL ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$).

En la tabla 12 se observa que la significación de F en el modelo seleccionado es igual a .008, lo que indica que el modelo es bueno para explicar la variable dependiente. Se afirma, por lo tanto, que existe relación entre las variables X1 a X3 (independientes) con la variable Y (dependiente).

Tabla 12. ANOVA del modelo de regresión[a]					
Modelo	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Media cuadrática*	*F*	*Sig.*
1 Regresión	102.044	1	102.044	5.616	.045
Residual	145.352	8	18.169		
Total	247.396	9			
2 Regresión	168.107	2	84.054	7.421	.019
Residual	79.289	7	11.327		
Total	247.396	9			
3 Regresión	**208.061**	**3**	**69.354**	**10.579**	**.008**
Residual	**39.335**	**6**	**6.556**		
Total	**247.396**	**9**			

1. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s).
2. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s), Porcentaje de masa muscular (%).
3. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s), Porcentaje de masa muscular (%), Peso del participante (kg).

a. Variable dependiente: Consumo de oxígeno alcanzado en el IPTL ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$).

En la tabla 13 se muestran los coeficientes del modelo. Se observa que todas las variables contribuyen de forma significativa a explicar la variable dependiente.

Tabla 13. Coeficientes del modelo de regresión[a]

Modelo	*Coeficientes no estandarizados*		*Coeficientes estand.*	*IC (95%) para B*		*t*	*Sig.*
	B	*Error tip.*	*Beta*	*Lím.. Inf.*	*Lím. Sup.*		
1 (Constante)	21,091	10.253		-2.553	44.736	2.057	.074
Tiempo IPTL	.035	.015	.642	.001	.068	2.370	.045
2 (Constante)	-24.801	20.655		-73.643	24.041	-1.201	.269
Tiempo IPTL	.031	.012	.583	.004	.059	2.706	.030
% masa muscular	1,092	.452	.520	.023	2.160	2.415	.046
3 (Constante)	**-79.930**	**27.306**		**-146.746**	**-13.114**	**-2.927**	**.026**
Tiempo IPTL	**.025**	**.009**	**.472**	**.003**	**.048**	**2.775**	**.032**
% masa muscular	**1.689**	**.420**	**.805**	**.660**	**2.718**	**4.017**	**.007**
peso total	**.436**	**.176**	**.498**	**.004**	**.867**	**2.469**	**.049**

Variable dependiente: Consumo de oxígeno alcanzado en el IPTL ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$).

A partir de estos resultados, la ecuación de regresión tomará la expresión:

$$\mathbf{VO_{2IPTL} = 0.025 \cdot Tiempo_{IPTL}(s) + 1.69 \cdot masa_{muscular}(\%) + 0.436 \cdot peso_{total}(kg) - 79.93}$$

El conocimiento de los residuos aportó la información necesaria para estudiar el cumplimiento de los supuestos del modelo de regresión.

El supuesto de independencia de los residuos se confirma al aplicar estadístico de Durbin-Watson (tabla 12), ya que los valores obtenidos están entre 1,5 y 2,5 (1,944).

La linealidad se comprobó mediante el examen gráfico del diagrama de dispersión de la variable dependiente (VO_{2IPTL}) y cada una de las variables independientes (Tiempo total, masa muscular y peso corporal). La existencia de valores de participantes superiores a 3 desviaciones típicas serán indicadores de casos extraños.

Como se observa en los tres gráficos siguientes, la linealidad resulta patente en todas las variables independientes.

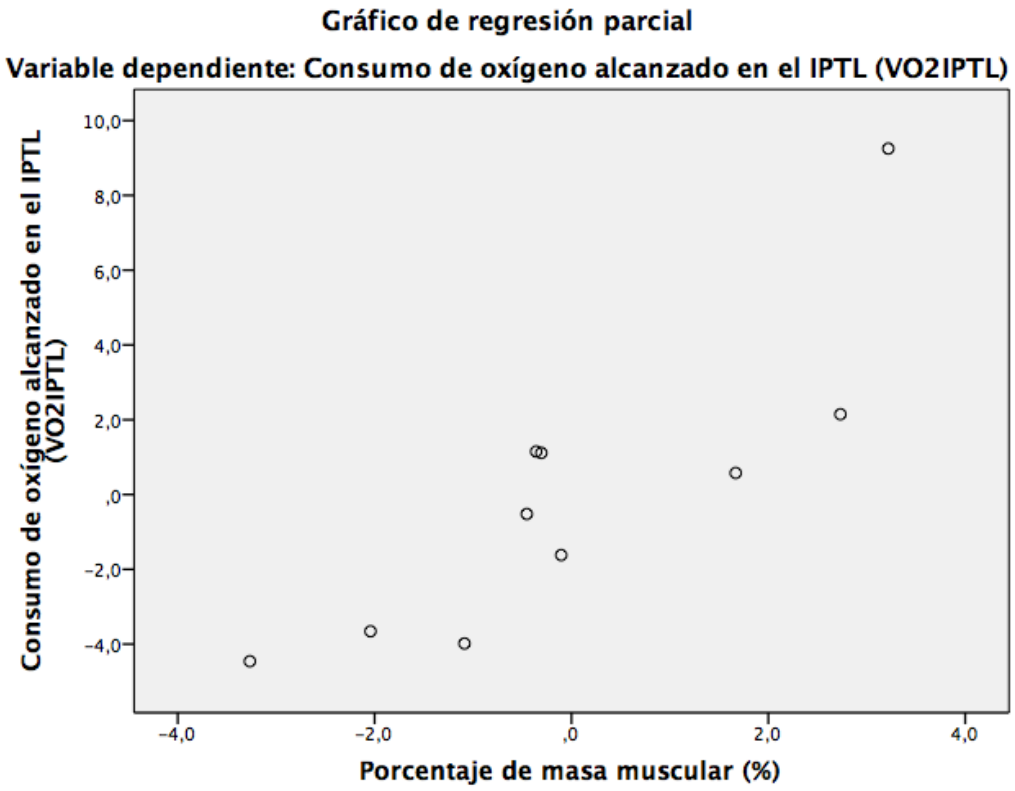


Figura 12. Regresión parcial entre el VO_{2IPTL} y el porcentaje de masa muscular.

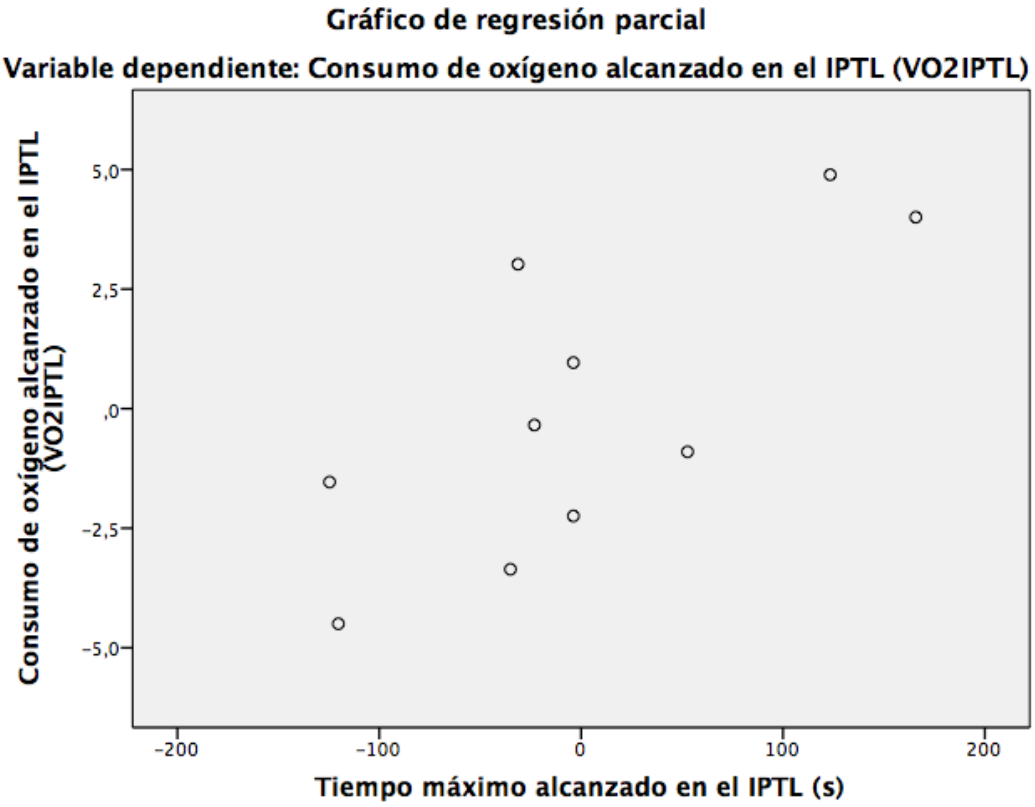


Figura 13. Regresión parcial entre el VO_{2IPTL} y el tiempo máximo alcanzado en la prueba de piscina (IPTL).

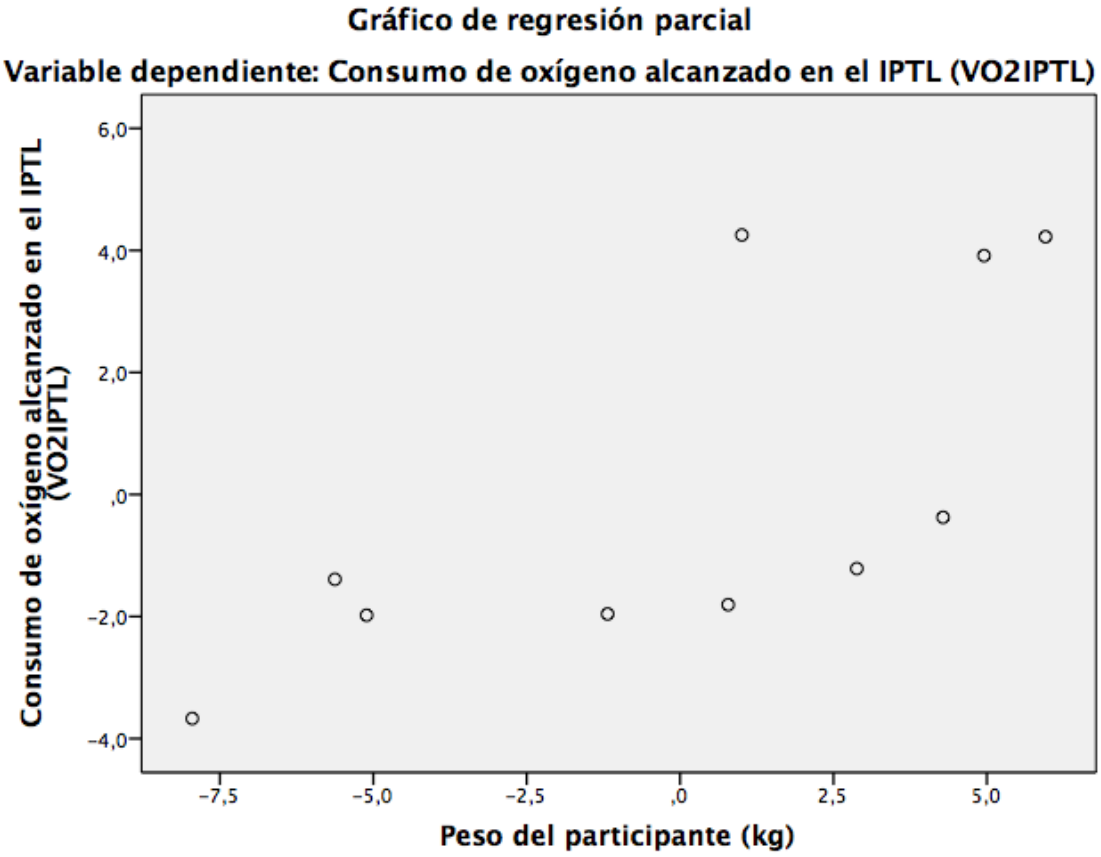


Figura 14. Regresión parcial entre el VO_{2IPTL} y el peso total.

Para confirmar la linealidad también se observó que en el gráfico de los valores pronosticados en función de los residuos tipificados para la variable dependiente (VO_{2IPTL}) no existe ninguna tendencia en la distribución de los residuos. En este gráfico también se confirma el supuesto de homocedasticidad dado que los residuos se distribuyen aleatoriamente en una franja de tres líneas paralelas que oscila entre +2 y -2 desviaciones típicas.

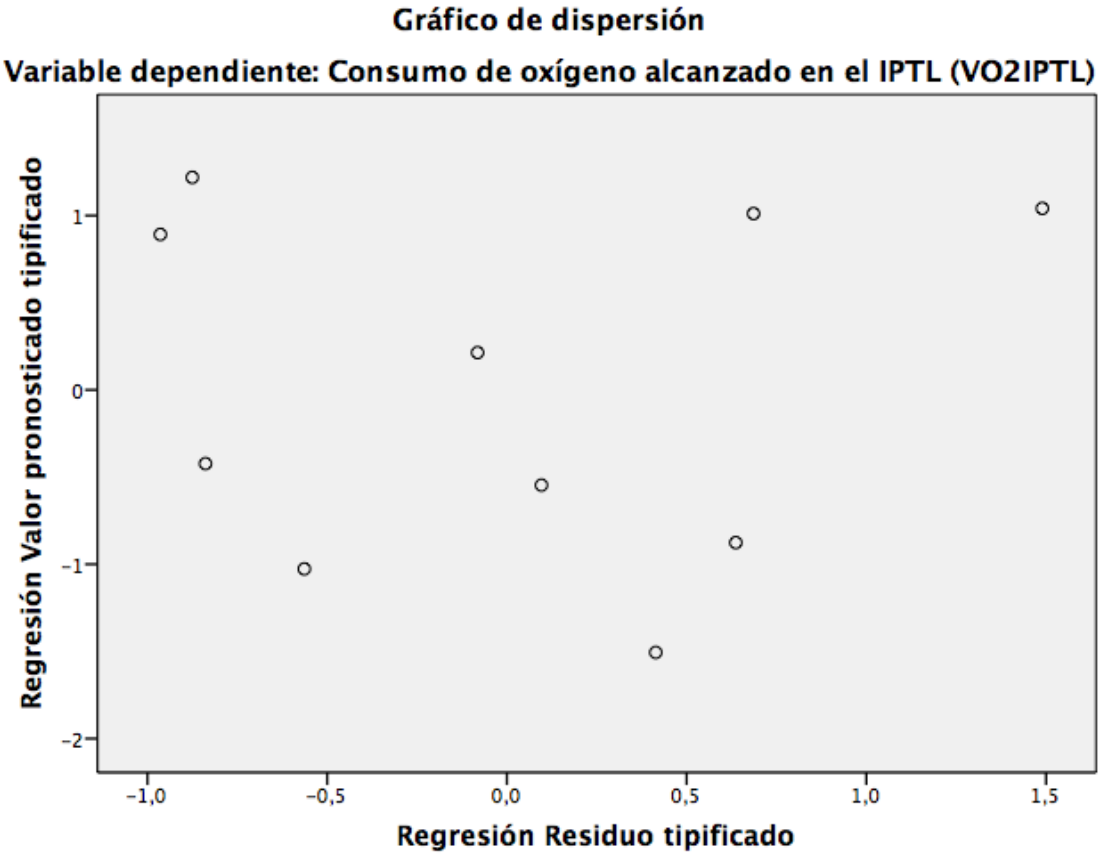


Figura 15. Valores pronosticados en función de los residuos tipificados para la variable dependiente muscular.

La normalidad del modelo de regresión se cumple cuando la distribución de los residuos tipificados es normal. En este caso la normalidad se confirma en el siguiente gráfico de probabilidad normal, donde los puntos se aproximan sobre la diagonal del gráfico.

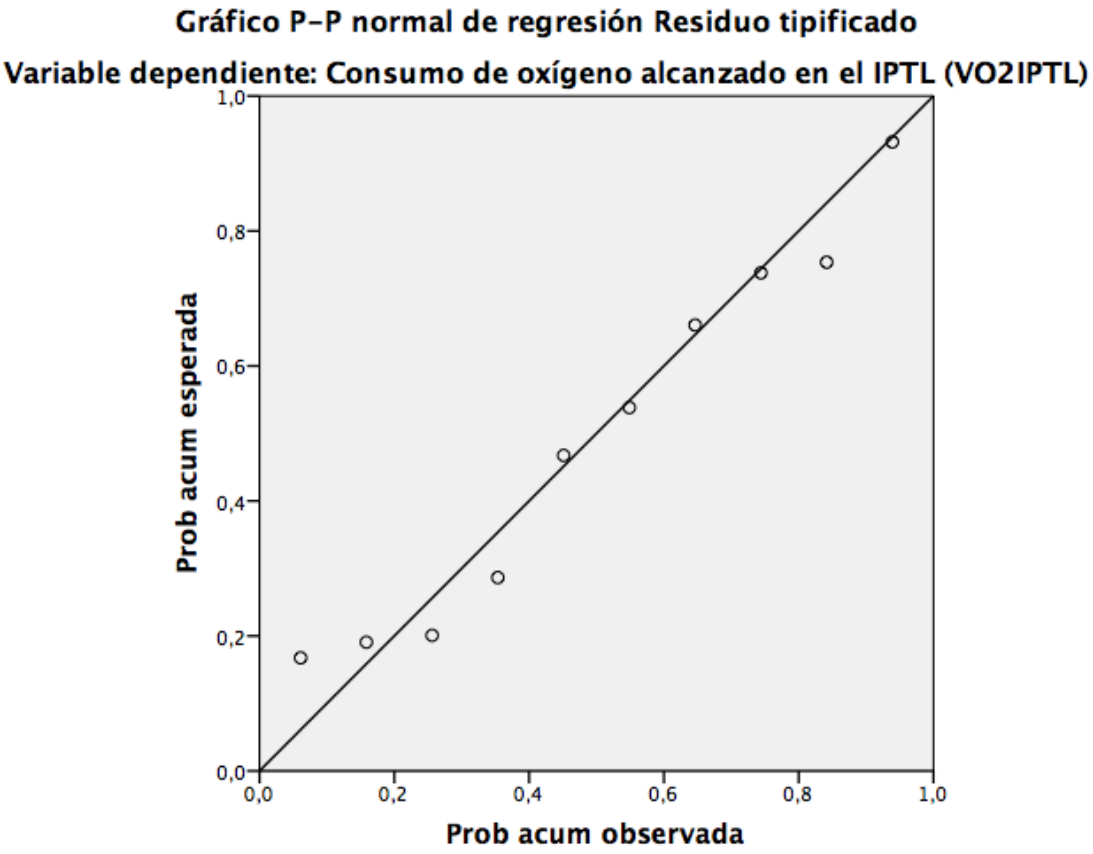


Figura 16. Gráfico P-P normal de regresión Residuo Tipificado.

Por último, para confirmar el principio de no-colinealidad entre variables independientes se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores:

- No existe ninguna correlación significativa entre variables independientes incluidas en el modelo ($Tiempo_{IPTL}$-%Muscular: R=0.404; p=.753; ($\%Muscular_r$-Peso: R=-.547; p=.102; $Tiempo_{IPTL}$-Peso: R=0.158; p=.663).
- El estadístico F que evalúa el ajuste general es significativo (p=.008) así como también lo son cada uno de los coeficientes de regresión parcial ($Tiempo_{IPTL}$: p=0.032; %Muscular: p=0.007; Peso: p=0.049).
- Los valores de Tolerancia son elevados (están alejados de 0.01): $Tiempo_{IPTL}$=.918; %Muscular=.660; Peso=.652).

5.2. Segunda parte – Asociación entre el IPTL y la eficacia en el rescate

5.2.1. Datos descriptivos de la antropometría y composición corporal

De los 25 socorristas seleccionados, 20 completaron todas las pruebas del estudio. En la tabla 14 se muestran los resultados correspondientes a los datos demográficos, las medidas antropométricas y la composición corporal.

Tabla 14. Datos descriptivos de la antropometría y composición corporal.

Variables	*ME*	*DE*	*IC (95%)*
Edad (años)	27,6	7,6	(24,1-31,2)
Altura (cm)	175,5	3,3	(174,0-177,1)
Peso (kg)	73,9	7,5	(70,4-77,4)
IMC ($kg \cdot m^2$)	24,0	2,3	(22,9-25,1)
%Graso	15,2	2,6	(14,0-16,4)
%Muscular	43,7	2,2	(42,7-44,7)
FC_{Rep} ($lat \cdot min^{-1}$)	65	3	(63-66)

ME: Media; DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.

5.2.2. Datos descriptivos de los resultados obtenidos en el IPTL

En la tabla 15 se muestran los resultados obtenidos por los participantes en el IPTL en esta segunda parte del estudio. El consumo de oxígeno estimado (VO_{2IPTL}) fue de 44,2 ± 4,7 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$. La media de la FC fue de 185 ± 8 $lat \cdot min^{-1}$, los niveles de La fueron de 12,2 ± 2,4 $mmol \cdot L^{-1}$, la media del tiempo máximo alcanzado en el IPTL fue de 726 ± 72 segundos y la de la velocidad de 1,3 ± 0,1 m/s.

Tabla 15. Datos descriptivos totales de los resultados obtenidos en la prueba de piscina (IPTL).			
Variables	*ME*	*DE*	*IC (95%)*
VO_{2IPTL} ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$)	44,2	4,7	(42,0-46,4)
FC_{IPTL} ($lat \cdot min^{-1}$)	185	8	(181-189)
La_{IPTL} ($mmol \cdot L^{-1}$)	12,2	2,4	(11,1-13,4)
$Tiempo_{IPTL}$ (s)	726	72	(692-760)
$Velocidad_{IPTL}$ (m/s)	1,3	0,1	(1,2 – 1,4)
ME: Media; DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.			

5.2.3. Datos descriptivos de los resultados obtenidos en el rescate

La media de la FC fue de 172 ± 9 $lat \cdot min^{-1}$, los niveles de La fueron de 14,0 ± 2,8 $mmol \cdot L^{-1}$ y la media del tiempo máximo invertido en el rescate fue de 222 ± 14 s. (Tabla 16).

Tabla 16. Datos descriptivos totales de los resultados obtenidos en la prueba de rescate			
Variables	*ME*	*DE*	*IC (95%)*
$FC_{Rescate}$ ($lat \cdot min^{-1}$)	172	9	(168-177)
$La_{Rescate}$ ($mmol.L^{-1}$)	14,0	2,8	(12,7-15,3)
$Tiempo_{Rescate}$ (s)	222	14	(215-229)
Media; DE: Desviación estándar; IC: Intervalo de confianza.			

5.2.4. Estimación del tiempo de rescate a partir del rendimiento en el IPTL

En la tabla 17 se muestran las correlaciones observadas entre las diferentes variables medidas en el IPTL y la eficacia durante el rescate acuático.

Tabla 17. Análisis de las correlaciones entre las variables observadas en el IPTL y la eficacia en el rescate acuático.				
Variables	$Tiempo_{IPTL}$	$Velocidad_{IPTL}$	VO_{2IPTL}	$Tiempo_{Rescate}$
$Tiempo_{Rescate}$	-0.769** $.000^{+}$	-0.715** $.000^{+}$	-0.607** $.005^{+}$	1 --
**Correlación de Pearson (significativa al nivel 0.01). $^{+}$Sig. (bilateral)				

Para obtener una ecuación que permita estimar el tiempo de rescate se creó un modelo regresión múltiple. Se aplicó la fórmula de Shapiro-Wilk donde las dos variables mostraron una distribución normal. La introducción de las variables en el modelo se llevó a cabo a través de un protocolo de pasos sucesivos o "sterpwise" donde el tiempo invertido en el rescate ($Tiempo_{Rescate}$) fue seleccionada como variable dependiente y las variables medidas en el IPTL que correlacionaron de forma significativa con dicho tiempo ($Tiempo_{IPTL}$, $Velocidad_{IPTL}$ y VO_{2IPTL}), como variables independientes. Solo una variable se introdujo en el modelo, la cual fue el tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s). El grado de explicación del modelo es del 59.1% (R^2) (Tabla 18).

Tabla 18. Resumen del modelo de regresión[a]					
Modelo	*R*	*R^2*	*R^2 corregida*	*Error típ. de la estimación*	*Durbin-Watson*
1	.769	.591	.569	9.531	1,511
1. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s). Variable dependiente: Tiempo invertido en el rescate acuático (s).					

En la tabla 19 se observa que la significación de F en el modelo seleccionado es inferior a .001, lo que indica que el modelo es bueno para explicar la variable dependiente.

Se afirma, por lo tanto, que existe relación entre las variable X1 (independiente) con la variable Y (dependiente).

Tabla 19. ANOVA del modelo[a]

Modelo	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Media cuadrática*	*F*	*Sig.*
1 Regresión	2365.800	1	2365.800	26.045	.000
Residual	1635.000	18	90.833		
Total	4000.800	19			

1. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s).
a. Variable dependiente: Tiempo invertido en el rescate acuático (s).

En la tabla 20 se muestran los coeficientes del modelo. A partir de estos resultados, la ecuación de regresión tomará la expresión:

$$\mathbf{Tiempo_{Rescate} = 332.98 - 0.154 \cdot Tiempo_{IPTL}\ (s)}$$

Tabla 20. Coeficientes del modelo[a]

Modelo	*Coeficientes no estandarizados*		*Coeficientes estandarizados*	*IC (95%) para B*		*t*	*Sig.*
	B	*Error tip.*	*Beta*	*Lím.. Inf.*	*Lím. Sup.*		
1 (Constante)	332.983	21.968		286.831	379.136	15.158	.000
Tiempo IPTL	-.154	.030	-.769	-.217	-.090	-5.103	.000

1. Variables predictoras: (Constante), Tiempo máximo alcanzado en el IPTL (s).
a. Variable dependiente: Tiempo invertido en el rescate acuático (s).

El conocimiento de los residuos aportó la información necesaria para estudiar el cumplimiento de los supuestos del modelo de regresión.

El supuesto de independencia de los residuos se confirma al aplicar estadístico de Durbin-Watson (tabla 12), ya que los valores obtenidos están entre 1,5 y 2,5 (1,511).

Como se observa en el gráfico siguiente, la linealidad resulta patente entre la variable dependiente y la variable independiente.

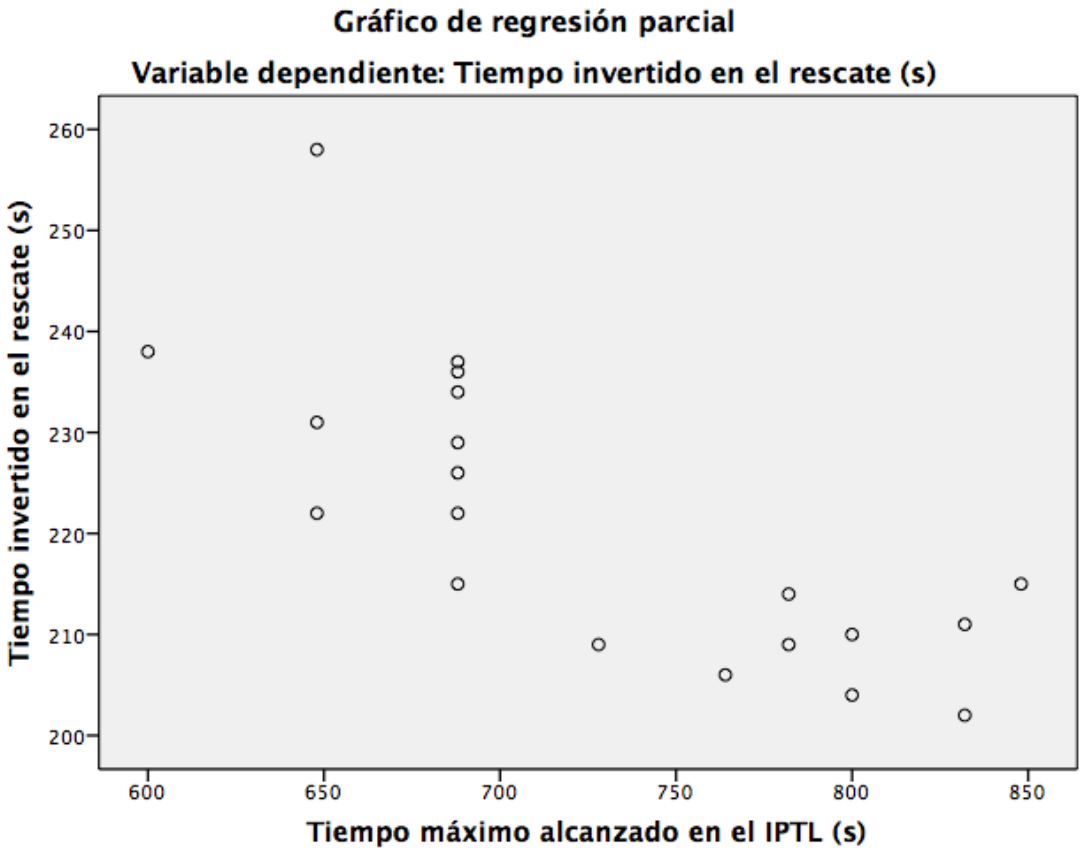


Figura 17. Regresión parcial entre el TiempoRescate y el TiempoIPTL.

En el gráfico de los valores pronosticados en función de los residuos tipificados para la variable dependiente ($Tiempo_{Rescate}$) no existe ninguna tendencia en la distribución de los residuos, por lo que se confirma el supuesto de homocedasticidad, ya que los residuos se distribuyen aleatoriamente en una franja que oscila entre +2,5 y -2,5 desviaciones típicas.

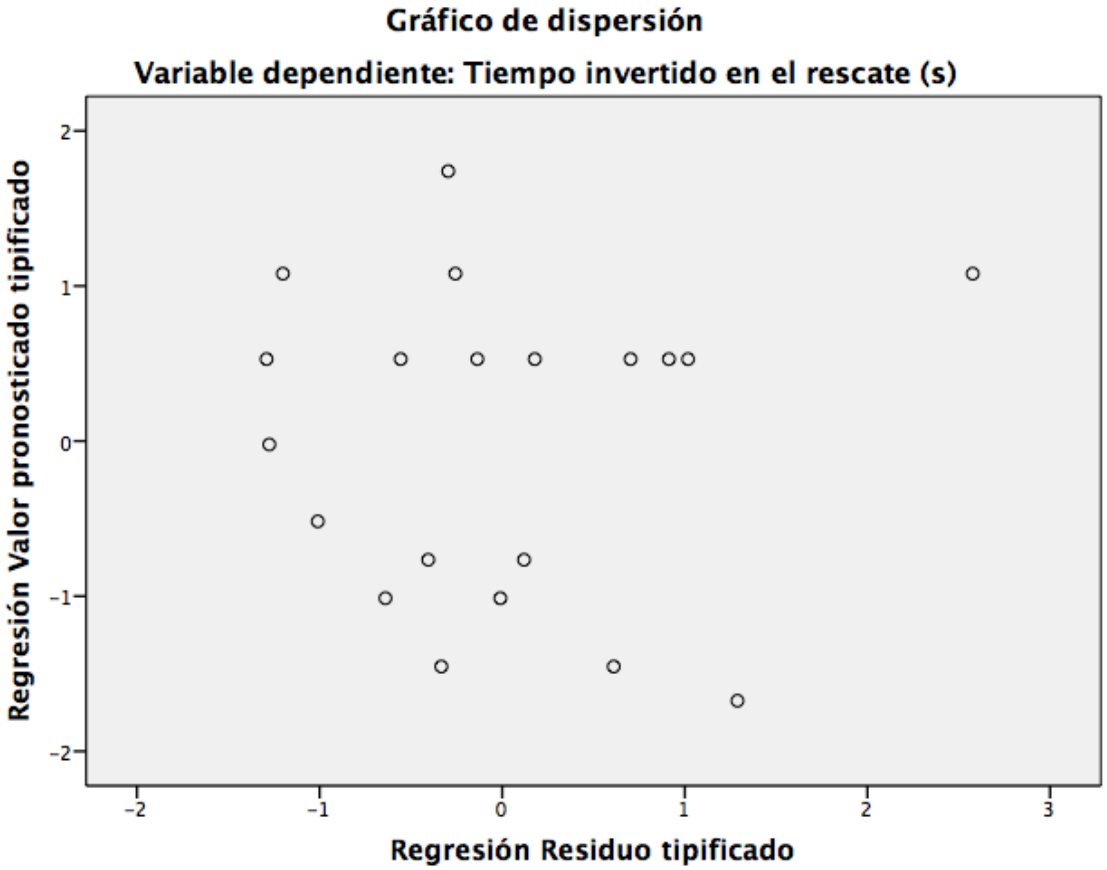


Figura 18. Valores pronosticados en función de los residuos tipificados para la variable dependiente ($Tiempo_{Rescate}$).

La normalidad del modelo de regresión se cumple cuando la distribución de los residuos tipificados es normal. En este caso la normalidad se confirma en el siguiente gráfico de probabilidad normal, donde los puntos se aproximan sobre la diagonal del gráfico.

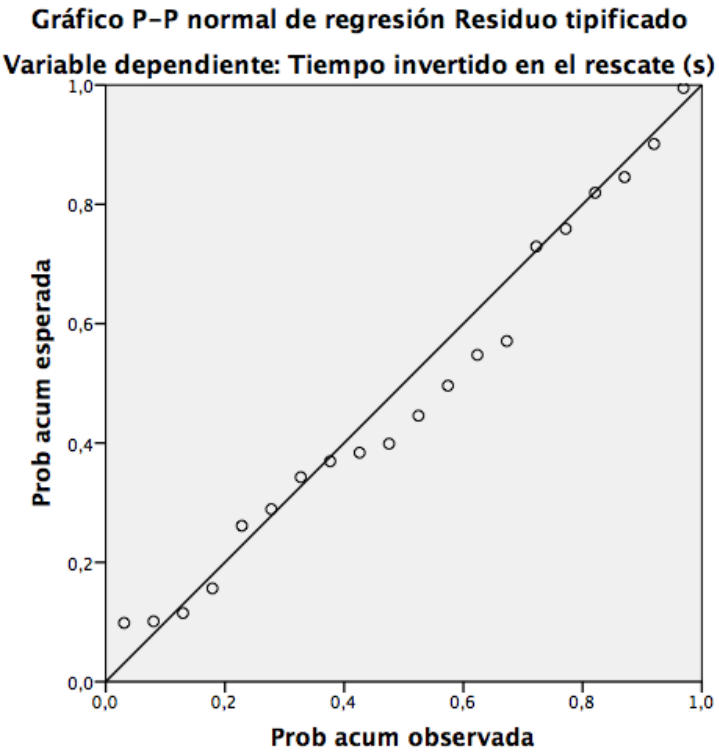


Figura 19. Gráfico P-P normal de regresión Residuo Tipificado

5.2.5. Comparativa entre el IPTL y el rescate acuático

Existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el IPTL y el rescate acuático, siendo los valores de FC superiores en el IPTL ($p<0.001$) y los de La, inferiores ($p=.001$). El tiempo alcanzado en el IPTL también fue más elevado que el obtenido en el Rescate ($p<.001$) (Tabla 21).

Tabla 21. Análisis de las diferencias observadas entre el IPTL y el rescate acuático.

Prueba / Variables	IPTL			Rescate			Sig.*
	ME	*DE*	*IC*	*ME*	*DE*	*IC*	
FC_{max} ($lat \cdot min^{-1}$)	185	8	(181-189)	172	9	(168-177)	.000
La ($mmol \cdot L^{-1}$)	12,2	2,4	(11,1-13,4)	14,0	2,8	(12,7-15,3)	.001
Tiempo (s)	726	72	(692-760)	223	14	(216-229)	.000

ME: Media; DE: Desviación típica; IC: Intervalos de confianza.

*Prueba t para muestras relacionadas.

Capítulo 6. Discusión

6.1. Primera parte – Comprobación del IPTL como test máximo

6.1.1. Prueba de Laboratorio

En primer lugar destacaremos los resultados de la prueba de laboratorio, donde ocho de los diez participantes alcanzaron la "meseta de VO_2" y todos superaron los valores mínimos de frecuencia cardíaca máxima, niveles de lactato en sangre y percepción subjetiva del esfuerzo, que son los otros tres parámetros relacionados con el carácter máximo de una prueba de esfuerzo (McArdle et al., 2004). En base a esto podemos considerar que la prueba realizada en el laboratorio fue máxima.

Los resultados del VO_{2max} obtenidos durante la prueba de laboratorio confirmaron un buen nivel de condición física en la muestra estudiada. Los valores medios registrados fueron superiores al mínimo recomendado para la aptitud de los socorristas profesionales (Prieto et al., 2015). Además, los resultados fueron similares a los encontrados en estudios previos (Prieto et al., 2010, Salvador et al., 2014) y superiores a los alcanzados por otros grupos de rescate, como los bomberos (Prieto et al., 2013).

Los datos de frecuencia cardíaca nos han permitido saber en qué momento tiene lugar el umbral anaeróbico (UAn) y, por lo tanto, establecer la transición aeróbico–anaeróbica. En nuestro caso, como en otros estudios con socorristas (Prieto et al., 2010, Prieto-Saborit et al., 2001), el UAn está en un punto muy elevado (92.0 ± 1.9% FC_{Max}), lo que indica que estos socorristas son capaces de tolerar ejercicios de alta intensidad sin alcanzar un estado de acidosis metabólica. Este aspecto se vuelve especialmente relevante teniendo en cuenta que investigaciones previas han sugerido que los socorristas no deberían terminar el rescate acuático en un estado de alta acidosis, ya que podría afectar el rendimiento en tareas posteriores (Reilly et al., 2006a), como la realización de la

reanimación cardiopulmonar (RCP) (Claesson et al., 2011; Abelairas-Gómez et al., 2013).

6.1.2. Incremental Pool Test for Lifeguards (IPTL)

En la prueba de piscina todos los participantes superaron los valores mínimos de frecuencia cardíaca máxima, lactato en sangre y percepción subjetiva del esfuerzo, por lo que podemos considerar que el IPTL es una prueba de máximo esfuerzo.

Uno de las variables más importante a analizar durante la prueba es la Frecuencia Cardíaca (FC), ya que se emplea comúnmente para la valoración del rendimiento y la prescripción del entrenamiento de resistencia (Pallarés y Morán-Navarro., 2012).

Normalmente la variable utilizada para programar el entrenamiento y regular la intensidad del mismo es la Frecuencia Cardíaca de Reserva (Karvonen et al., 1957), ya que permite individualizar el esfuerzo durante el entrenamiento (Pareja-Castro., 1998). Es una variable que parte de un cálculo donde se incluyen la frecuencia cardíaca de reposo, la frecuencia cardíaca máxima y la intensidad a la que se desea entrenar.

La frecuencia cardíaca máxima además de ser particular para cada individuo puede verse modificada por diversos efectos como por el entrenamiento de la resistencia o por la edad (a mayor edad, menor será la frecuencia cardiaca máxima) (Pareja-Castro., 1998), y además, está demostrado que los valores máximos son específicos de cada modalidad (McArdle et al., 1971).

Debido a todo esto, la realización de una prueba específica que aporte el valor de la frecuencia cardíaca máxima puede aportar información de calidad para programar entrenamientos de manera más eficiente, también en el ámbito del socorrismo acuático (Salvador et al., 2014).

En nuestro caso, la diferencia de los valores de FC entre la prueba de laboratorio y la de piscina fue de 12 $lat \cdot min^{-1}$ a favor de la primera, algo que ya ha ocurrido en otras investigaciones. McArdle et al (1971), encontraron diferencias significativas en los diferentes niveles de dos pruebas incrementales, una caminando en un tapiz rodante y otra de natación libre. En este caso, las diferencias en la frecuencia cardíaca oscilaban entre 9 y 13 $lat \cdot min^{-1}$, llegando incluso 22 $lat \cdot min^{-1}$ en el momento de la finalización del test. Magel y sus colaboradores (Magel et al., 1974) comprobaron en nadadores entrenados, que los valores frecuencia cardíaca máxima eran significativamente más bajos en una prueba de piscina en comparación con una a carrera (13 $lat \cdot min^{-1}$). Rodríguez (2000), también en nadadores entrenados, observó que los valores de frecuencia cardíaca máxima fueron significativamente inferiores en la piscina en comparación con la prueba en el tapiz (13 $lat \cdot min^{-1}$).

Las causas que provocan estas diferencias ya han sido estudiadas. Se ha confirmado que aspectos como la posición del cuerpo y la masa muscular que participa en el ejercicio es determinante (Mora-Rodríguez, 2010). Los valores más reducidos de FC para un esfuerzo máximo se deben a un mayor gasto cardíaco en posición decúbito supino con respecto a la bipedestación (McArdle et al., 1978). Además, nadar también provoca un descenso de la FC debido a la inmersión facial, fenómeno conocido como "reflejo mamífero" (Stromme et al., 1970; Whayne y Kilip., 1967).

Por otro lado, la obtención del VO_2 en el IPTL se realizó a través de la relación FC/VO_2 obtenida en el laboratorio. Hauber y sus colaboradores (Hauber et al., 1997), demostraron que tras realizar dos pruebas máximas corriendo y nadando, nadadores en buena forma obtuvieron pendientes e intercepciones similares en las regresiones de la frecuencia cardíaca y del consumo de oxígeno. Tras esto, los autores concluyeron que a

partir de la relación FC/VO_2 registrada en una prueba en tapiz rodante se podrían calcular los valores alcanzados en una prueba en piscina (Hauber et al., 1997).

La ventaja de realizar este cálculo para obtener el VO_2 en la prueba de piscina, es que se evita perturbar el gesto técnico que provoca el uso de analizadores portátiles, especialmente en pruebas de nado máximo (Chaverri et al., 2016). Con respecto a esto, se ha demostrado que pruebas de 100 metros estilo libre y estilo braza fueron un 5-6% más lentas cuando se utilizaba un analizador portátil con "snorkel" que durante el nado sin ningún material (Barbosa et al., 2010).

En nuestro estudio, los valores de consumo de oxígeno alcanzados en el tapiz rodante y los estimados en la piscina (VO_{2IPTL}) tuvieron una diferencia de 8.08 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$ (15%), algo similar a lo encontrado en nadadores recreacionales (Magel y Faulkner., 1967; McArdrle et al., 1971). Esto puede ser explicado por la incapacidad de algunos nadadores para mantener un retorno venoso elevado en la piscina, debido a un flujo sanguíneo limitado desde los músculos de los brazos y los hombros (Dixon y Faulkner., 1971).

La evidencia actual sugiere que para aplicar un test incremental continuo y máximo, este debería durar al menos 5 minutos (Mazzoleni et al., 2017) y no superar los 17 (López-Chicharro y Fernández-Vaquero., 2006). En nuestro estudio se garantizó este criterio, ya que el tiempo más bajo fue de 560 segundos (9 minutos y 20 segundos) y el más elevado, 832 segundos (13 minutos y 52 segundos), siendo el tiempo medio del IPTL de 696 segundos (11 minutos y 36 segundos).

Al mismo tiempo, se ha sugerido que la evaluación de la condición física a través de la frecuencia cardíaca y el lactato nos permite conocer los valores mínimos para considerar que una prueba es realmente máxima (Midgley et al., 2007). El valor de 8 $mmol \cdot L^{-1}$ de lactato post ejercicio es uno de los criterios más utilizados para considerar

como máxima una prueba incremental (Midgley et al., 2007), aunque otros autores han observado valores de hasta 12 $mmol \cdot L^{-1}$ al finalizar una prueba hasta el agotamiento, por lo que ese primer valor podría, en algunos casos, observarse durante un esfuerzo submáximo. En nuestro estudio se aseguró el carácter máximo de la prueba, ya que los valores de lactato alcanzaron los 12 $mmol \cdot L^{-1}$ en el IPTL.

Por último, otro de los objetivos de las pruebas indirectas es obtener una ecuación que permita estimar el VO_2 alcanzado en la misma. Hace varias décadas Costill y sus colaboradores (1985) demostraron que diversas variables analizadas durante una prueba incremental podían estimar el consumo de oxígeno (VO_2) alcanzado durante la misma. En el estudio, el mejor parámetro para estimar el VO_{2max} fue la masa magra de los nadadores (R=0.88) y dicha estimación aumentó significativamente al incluir el índice de brazada (R=0.97). Recientemente, Veronese-da-Costa y sus colaboradores (2013), consiguieron estimar el VO_{2max} en una prueba incremental para nadadores a partir del tiempo invertido, la masa muscular y la frecuencia cardíaca máxima alcanzada (R^2=0.63; p<.01).

En nuestro caso, el mejor parámetro para estimar el VO_2 en la piscina fue el tiempo alcanzado en la prueba (R^2=0.64; p=.032), que, junto al porcentaje de masa muscular y el peso corporal total, generaron una ecuación fiable (R^2=0.84; p=.008) para estimar el VO_2 alcanzado en el IPTL.

6.2. Segunda parte – Asociación entre el IPTL y la eficacia en el rescate

6.2.1. Incremental Pool Test for Lifeguards (IPTL)

Se volvió a llevar a cabo el IPTL, aunque en esta ocasión se utilizó la ecuación obtenida en la primera fase de la investigación para estimar el VO_2 alcanzado. En nuestro caso, los valores de VO_2, en términos relativos (44,2 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$), fueron más elevados que los obtenidos en el estudio de Reilly et al (2006a) con socorristas acuáticos (36,5 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$) y cercanos a los encontrados en nadadores no expertos (45,6 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$) en una prueba incremental máxima (Vernoese-da-Costa et al., 2016).

6.2.2. Rescate Acuático

Los valores medios de frecuencia cardíaca máxima alcanzados durante el rescate ($FC_{Rescate}$) estuvieron en torno al 93% de la FC_{max}, similar a lo ocurrido en estudios previos con socorristas (Prieto et al., 2010) lo que demuestra un elevado gasto energético y una intensa exigencia cardiovascular, algo reportado por Prieto et al (2001).

La dificultad para medir el consumo de oxígeno en un entorno acuático natural (Reilly et al., 2006b) no nos ha permitido obtener los valores de dicho parámetro durante el rescate acuático. Sin embargo, teniendo en cuenta que la frecuencia cardíaca de reserva guarda una relación casi exacta con el consumo de oxígeno (R=0.99) (Swain et al., 1994), podemos estimar a través de la fórmula de Karvonen (1957), que la media del esfuerzo máximo durante el rescate estuvo en torno al 89% del VO_{2IPTL}.

Aunque la intensidad a la que se debe realizar un rescate no está estipulada, algunos autores defienden que debe estar por debajo del 70% de la capacidad aeróbica máxima del socorrista con el fin de evitar la acumulación de lactato (Reilly et al., 2006a),

y por ende, alcanzar un estado de acidosis metabólica que podría afectar a otras actividades fuera del agua, como la realización de una RCP (Claesson et al., 2011; Abelairas-Gómez et al., 2012). Sin embargo, otros autores afirman que un socorrista bien entrenado puede realizar una RCP de calidad tras un rescate agotador (La>10 mmol.L-1) (Barcala-Furelos et al., 2016).

Independientemente de la intensidad a la que se realice el rescate, lo que sí se ha demostrado es que la aplicación del soporte vital básico en menos de 10 minutos se asocia con mejores tasas de supervivencia en una persona ahogada (Suominen et al., 2012). Cuanto menor sea el tiempo invertido en el rescate, mayores serán las probabilidades de supervivencia de una víctima de ahogamiento (Szpilman et al., 2012). En estudios previos, socorristas varones completaron rescates de 150 metros sin aletas en un tiempo aproximado de 260 segundos (Prieto et al., 2001; Barcala-Furelos et al., 2013). Recientemente, Salvador et al (2014) observaron que un grupo de socorristas jóvenes completaron un rescate del doble de distancia, 300 metros, en tan solo 288 segundos, en este caso con aletas. En nuestro caso, también con aletas, el tiempo del rescate de 200 metros fue de 223 segundos (3 minutos y 43 segundos). Esto confirma la importancia y eficacia de las aletas en el rendimiento de un rescate en espacios acuáticos naturales (Barcala-Furelos et al., 2016; Sainz-Arribas., 2017; Abelairas-Gómez et al., 2017).

A partir de estos resultados podemos concluir que socorristas con un estado de forma y dominio técnico similar a los de nuestro estudio podrían realizar un rescate de estas características con aletas en menos 4 minutos y, aunque la fatiga acumulada pueda causar problemas a la hora de realizar otras tareas posteriores de forma eficaz, consideramos que el socorrista que interviene en el rescate debe hacerlo a máxima intensidad, con el fin de asegurar el traslado de la víctima a tierra firme lo antes posible, y que sea el socorrista que no ha hecho el rescate el que comience la reanimación

cardiopulmonar de forma eficaz en el caso de que fuese necesario (Barcala-Furelos et al., 2013).

6.2.3. Relación entre el IPTL y el rescate acuático

Los valores de frecuencia cardíaca (FC) mostraron diferencias entre los valores alcanzados en el IPTL (FC_{IPTL}) y los del rescate ($FC_{Rescate}$) ($p<.001$). Esto tiene una explicación, ya que durante el test incremental, la frecuencia cardíaca aumenta de forma progresiva desde el inicio de la prueba hasta que termina, pero en el rescate acuático la intensidad es máxima desde el primer momento. En numerosas situaciones, se ha demostrado que, ante pruebas cortas y máximas, el componente lento provoca que los valores de frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno no alcancen el máximo al finalizar la prueba.

Los niveles de lactato en sangre fueron significativamente más elevados en el rescate que en el IPTL ($p<.001$). Esto es debido, posiblemente, al incremento del trabajo de las piernas durante el traslado de la víctima hacia tierra firme (Barcala et al., 2016). Los valores de FC y La alcanzados, así como el tiempo de rescate (inferior a 4 minutos), nos indican que el metabolismo anaeróbico también es relevante en el aporte de energía durante el rescate cuando se realiza a una intensidad máxima (Barcala-Furelos et al., 2016; Abelairas-Gómez et al., 2017).

El consumo de oxígeno estimado el IPTL (VO_{2IPTL}) mostró correlaciones significativas con el tiempo de rescate ($R^2=0.37$; $p=.005$), al igual que Veronoese-da-Costa y sus colaboradores (2013) con nadadores aficionados en una prueba de 400 metros libres ($R^2=0.55$; $p<.05$). Esto concuerda con las recomendaciones de la United States Lifesaving Association sobre la importancia del desarrollo de la potencia aeróbica en socorristas acuáticos (USLA., 2011).

Recientemente, Veronese-da-Costa y sus colaboradores (2016), confirmaron con nadadores aficionados, la correlación existente entre una prueba de 400 metros libres y la realización de un test incremental en piscina (Veronese-da-Costa et al., 2013). En su estudio, se midió la frecuencia cardíaca antes y después de realizar el test, así como la duración máxima del mismo. Los autores comprobaron que el tiempo máximo alcanzado en el test incremental correlacionaba de forma significativa con el rendimiento obtenido en la prueba de 400 metros ($R=-0.79$; $p<.01$). Debido a esto, concluyeron que la realización de dicho test guardaba relación con pruebas de media distancia en natación, que además podría ser una herramienta para diseñar entrenamientos más eficientes y, por último, evaluar la condición física en nadadores no expertos.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio también mostraron que el parámetro que mayor correlación guarda con la eficacia en el rescate acuático es el tiempo máximo alcanzado en el IPTL ($Tiempo_{IPTL}$ y $Tiempo_{Rescate}$; $R=-0.77$; $p<.001$). A partir de esta correlación se llevó a cabo una regresión lineal donde se confirmó la relación entre el rendimiento alcanzado en el IPTL y la eficacia en el rescate ($R^2=0.59$; $p<0.001$)

En el ámbito del socorrismo acuático, Reilly et al (2006b), también observaron que existía una correlación significativa ($R=0.72$; $p<.001$) entre la distancia que un socorrista podía completar en una tabla de rescate y el tiempo obtenido en los 400 metros libres en piscina. Sin embargo, en dicho estudio no se pudo analizar la capacidad del socorrista para realizar un rescate acuático, ya que la prueba solo contó con el desplazamiento del socorrista en la tabla sin víctima. Además, aunque la tabla de rescate ha demostrado su eficacia en rescates acuáticos (Palacios-Aguilar et al., 2018), es posible que ciertos aspectos como el dominio técnico o el estado del mar puedan afectar al manejo de la misma, y por ende, al resultado final del rescate (Barcala et al., 2016), más allá de la condición física del socorrista.

En nuestro caso se puede estimar la eficacia en el rescate debido a las similitudes existentes entre ambas pruebas: el estilo de nado y el material utilizado. En el IPTL, al igual que en la primera parte del rescate, se utiliza el nado frontal, un estilo recomendado en socorrismo acuático (Palacios et al., 2008) y con el que se alcanza un gasto energético similar al que se obtiene durante el traslado de una víctima (Reilly et al., 2006b). Al mismo tiempo, en ambas pruebas se utilizan las aletas, uno de los materiales más conocidos y recomendados para el desempeño del trabajo del socorrista (Abraldes et al., 2007; Sainz-Arribas., 2011) y a diferencia de la tabla de rescate, mejoran el tiempo independientemente del nivel técnico que tenga el socorrista (Sainz-Arribas et al., 2017).

Capítulo 7. Limitaciones y Fortalezas

7.1. Limitaciones

Durante todo el proceso se ha intentado mantener un control estricto en el diseño del estudio así como en las pruebas realizadas. Sin embargo, existen ciertos aspectos que han podido generar ***limitaciones*** en esta investigación:

Si bien contactamos con hombres y mujeres, la realidad de nuestro ámbito profesional es que hay un mayor número de socorristas hombres. Debido a esto, la muestra definitiva en esta investigación, tanto en la primera parte como en la segunda, estaba formada solo por socorristas hombres.

Por otro lado, el modelo de regresión lineal múltiple de la primera fase del estudio, formado por tres variables indpendientes, cuenta con una muestra reducida. Debido a esto, sería recomendable verificar dicho modelo de regresión con una muestra parcial o con una muestra diferente y más amplia.

Por último, es importante destacar que las dimensiones del maniquí unifica los criterios del rescate, aunque no deja de ser un maniquí, por lo que las diferencias en comparación con una persona real también son un aspecto a destacar durante la realización del rescate acuático.

7.2. Fortalezas

Consideramos también, que dentro de la realización de este estudio se encuentran ciertas ***fortalezas***:

La principal fortaleza de este estudio radica en su propia complejidad. La dificultad para obtener parámetros fisiológicos en el agua y más concretamente el VO2 max no ha permitido profundizar en disciplinas acuáticas de igual forma que en el medio terrestre. Particularmente el salvamento acuático, hasta hace unos años, parecía inaccesible a la investigación científica. Sin embargo, la rigurosidad de este estudio y el minucioso análisis estadístico llevado a cabo nos ha posibilitado obtener unos resultados que permitirán avanzar en la preparación física y la fisiología del salvamento acuático, lo que a su vez repercutirá indudablemente en un menor número de ahogados.

Haber medido variables como la frecuencia cardíaca o el lactato en sangre en la playa aporta una mayor evidencia científica sobre la fatiga fisiológica que provoca la realización de una prueba máxima y un rescate acuático, debido a que la realización de pruebas, y sobre todo mediciones en el medio acuático, es más compleja que en un laboratorio.

En el medio natural, controlar ciertas variables es realmente complicado, como las corrientes, el oleaje, o las mareas. En nuestro caso, la realización de las pruebas de rescate el mismo día y en la misma playa aseguró el control de dichas variables supeditadas al clima, lo que aporta una mayor validez de los resultados obtenidos.

Capítulo 8. Conclusiones

1. Los resultados obtenidos en la primera fase del estudio mostraron que el IPTL es un test incremental específico de máximo esfuerzo, como así lo confirman los valores de FC, La, PSE y tiempo alcanzados en el mismo. La obtención de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}) al finalizar el test permitirá una programación del entrenamiento más eficiente.

2. Durante esta primera fase también se observó que el tiempo alcanzado en el test, el porcentaje de masa muscular y el peso total de los participantes generaron un modelo fiable para estimar el consumo de oxígeno alcanzado en el IPTL (VO_{2IPTL}) (R^2=0.84; p=.008). Calcular esta variable permitirá, a lo largo del tiempo, analizar la evolución de la condición física del socorrista así como la efectividad de un programa de entrenamiento de resistencia.

3. En la segunda fase del estudio se observó que ciertas variables medidas en el IPTL mostraron una correlación significativa con el tiempo invertido en el rescate acuático. A partir de aquí, se generó un modelo de regresión donde el tiempo alcanzado en el test ($Tiempo_{IPTL}$) se mostró como el mejor parámetro predictor del tiempo invertido en el rescate ($Tiempo_{Rescate}$) (R^2=0.59; p<.001). Esto se traduce en que una mejora del rendimiento en el IPTL, podría significar también una mejora del rendimiento en un rescate acuático.

Capítulo 9. Futuras Líneas de Investigación

Los resultados de este estudio abren camino a futuras líneas de investigación que podrían incrementar la evidencia científica en nuestro ámbito, el socorrismo, con el fin de mejorar la preparación física de los profesionales y que conlleve a la realización de intervenciones más eficaces en el medio acuático.

En este sentido son necesarias investigaciones que profundicen en la medición del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) en el medio acuático. La comparación de datos medidos y estimados en una misma prueba provocaría una mayor fiabilidad del test, por eso nos parece interesante la idea de medir de forma directa el consumo de oxígeno durante la realización del IPTL, siempre y cuando no genere limitaciones en el desplazamiento del socorrista, y comparar los resultados con los obtenidos en nuestra investigación.

En segundo lugar, consideramos interesante utilizar una muestra más elevada en el análisis de la relación entre el rendimiento obtenido en el IPTL y el rescate acuático, así como incluir un número similar de hombres y mujeres para poder extraer unas conclusiones más precisas.

Por último, sería conveniente analizar la repercusión de un entrenamiento específico para mejorar la potencia aeróbica (desarrollo del consumo de oxígeno máximo) del socorrista acuático y analizar sus efectos a la hora de realizar un rescate acuático completo e incluso una posterior RCP bajo fatiga.

Capítulo 10. Referencias Bibliográficas

Abelairas-Gómez, C., Barcala-Furelos, R., Mecías-Calvo, M., Rey-Eiras, Ezequiel, López-García, S., Costas-Veiga, J., Bores-Cerezal, A., y Palacios-Aguilar, J. (2017). Prehospital Emergency Medicine at the Beach: What Is the Effect of Fins and Rescue Tubes in Lifesaving and Cardiopulmonary Resuscitation After Rescue? Wilderness y Environmental Medicine. 28(3), 176–184.

Abella, B. S., Alvarado, J. P., Myklebust, H., Edelson, D. P., Barry, A., O´Hearn, N., Vanden Hoek, T. L., y Becker L. B. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *Journal of the American Medicine Association. 293*(3): 305-310.

Abraldes, J. A., Fernandes, R. J., Soares, S., Lima, A. B., y Vilas-Boas, J. P. (2010). Assessment of A Lifesaver's Instantaneous Velocity in Mannequin Carry using Diferent Types of Fins. *The Open Sports Sciences Journal. 3*(19): 19-21.

Abraldes, J. A., Soares, S., Lima, A. B., Fernandes, R., Vilas-Boas, J. P. (2007). The Effect of Fin Use on the Speed of Lifesaving Rescues. *International Journal of Aquatic Research y Education. 1*(4): 329-40.

AETSAS. (2018). Ahogamiento en España. Informe en 2017. Disponible en: www.ahogamiento.com

Ahlm K., Saveman B., y Björnstig U. (2013). Drowning deaths in Sweden with emphasis on the presence of alcohol and drugs. A retrospective study, 1992–2009. *BMC Public Health. 11*: 13:216.

Astrand, P., y Rodahl, K. (1977). Testbook of work physiology. Nueva York: McGraw-Hill.

Astrand, P., y Ryhming, I. (1954). A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of Applied Physiology. 7*: 218-221.

Astrand, P., y Saltin, B. (1961). Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *Journal of Applied Physiology. 16*: 977-981.

Bangsbo, J., Johansen, L., Graham, T., y Saltin, B. (1993). Lactate and H^+ effluxes from human skeletal muscles during intense, dynamic exercise. *Journal of Physiology. 462*: 115-133.

Barbosa, T., Silva, A. J., Reis, A. M., et al. (2010). Kinematical changes in swimming front crawl and breaststroke with the AquaTrainer snorkel. *European Journal of Applied Physiology. 109*(6): 1155-1162.

Barcala-Fuerlos, R., Abelairas-Gómez, C., Romo-Pérez, V., y Palacios-Aguilar, P. (2013). Effect of physical fatigue on the quality of CPR: a water rescue study of lifeguards physical fatigue and quality CPR in a water rescue. American Journal of Emergency Medicine. 31: 473-477.

Barcala-Furelos, R., Szpilman, D., Palacios, J., Costas-Veiga, J., Abelairas-Gómez, C, Bores-Cerezal, A., López-García, S., y Rodríguez-Núñez A. (2016). Assessing the efficacy of rescue equipment in lifeguard resuscitation efforts for drowning. *American Journal of Emergency Medicine. 34*(3): 480-485.

Barcala-Furelos, R., Abelairas-Gomez, C., Queiroga, A.C. y García-Soidán, J.L. (2014). CPR quality reduced due to physical fatigue after a water rescue in a swimming pool. *Signa Vitae, 9*, 25-31.

Bentley, D. J., NcNaughton, L. R., Thompson, D. et al (2001). Peak power output, lactate threshold and time-trial performance in cyclists. *Medicine y Science in Sports y Exercise. 33*: 2077-2081.

Bilzon, L. J., Scarpello, E. G., Ravenhill, N. A, y Rayson, M. P. (2001). Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy firefighting tasks. *Ergonomics. 44*: 766–780.

Borse, N. N., Gilchrist, J., Dellinger, A. M., Rudd, R. A., Ballesteros, M. F., y Sleet, D. A. (2008). CDC childhood injury report: patterns of unintentional injuries among 0–19 year olds in the United States, 2000–2006. *Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention.*

Bouckaert, J., y Pannier, J. (1984). Specifity of VO_{2max} and blood lactate determinations in runners and cyclists. *International Archives of Physiology and Biochemistry. 93*: 30-31.

Bruce, R. A., Kusumi, F., y Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessement of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal. 85*: 546-562.

Buchfuhrer, M. J., Hansen, J. E., Robinson, T. E., Sue, D. Y., Wasserman, K., y Whipp, B. J. (1983). Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessement. *Journal of Applied Physiology. 55*: 1558-1564.

Chaverri, D., Schuller, T., Iglesias, X., Hoffmann, U., y Rodríguez, F. A. (2016). A new model for estimating peak oxygen uptake based on postexercise measurements in swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance. 11*: 419-424.

Claesson, A., Karlsson, T., Thorén, A.B., y Herlitz, J. (2011). Delay and performance of cardiopulmonary resuscitation in surf lifeguards after simulated cardiac arrest due to drowning. *American Journal of Emergency Medicine. 29*(9): 1044-1050.

Conley, D. S., Cureton, K. J., Dengel, D. R., y Weyand, P. G. (1991). Validation of the 12-min swim as a field test of peak aerobic power in young men. *Medicine and Science in Sports and Exercise. 23*(6): 766-773.

Costill, D. L., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., y King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting sucess in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine. 6*: 266-270.

Craig AB. (1961). Causes of loss of consciousness during underwater swimming. *Journal of Applied Physiology. 10*: 583-586.

Daniel, K., y Klauck, J. (1992). Physiological and biomechanical load parameters in life-saving. *Biomechanics and Medicine in Swimming. Swimming Science VI.* pp. 321-235.

DeNicola, L. K., Falk, J. L., Swanson, M. E., Kissoon, N. (1997). Submersion injuries in children and adults. *Critical Care Clinical. 13*(3): 477-561.

De Rose, E. H., y Guimaraes, A. C. (1980). A model for optimization o somatotype in young athetes. In M. Ostyn, G. Buenen, & J. Simons (Eds.). Kinanthropometry II. Baltimore: University Park Press

Dixon, R. W., y Faulkner, J. A. (1971). Cardiac outputs during maximum effort running and swimming. *Journal of Applied Physiology. 30*: 653-656..

Ellis, J. L. y Fick, C. L. (1991). National Pool y Waterpark Lifeguard Training. Houston, Texas (USA). Ellis y Associates.

Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swmming and diving. En: Falls, H. Exercise Physiology. Baltimore: Academic Press.

Fletcher W. M., y Hopkins, F. G. (1907). Lactic acid in amphibian muscle. *Journal of Physiology. 35*: 16-309.

Foster, C. (1983). VO_{2max} and training indices as determinants of competitive running performance. *Journal of Sports Sciences. 1*: 13-27.

García, M. (2003). El río ese gran desconocido (II). FEGUI: Revista de Salvamento Acuático y Socorrismo, 24, 11-14.

Gollnick, P. D. (1983). Fatigue in retrospect and prospect: heritage, present status and future. En Biochemistry of Exercise, Knuttgen, H. G.,Vogel, J. A., Poortmans, J. (eds.). Champaign. Human Kinetics: 909-921.

Gregorakos, L., Markou, N., y Psalida, V, Kanakai, M., Alexpoulou, M., Sotiriou, A., Damianos, A., y Myrianthefs, P. (2009). Near-drowning: clinical course of lung injury in adults. *Lung. 187*: 93-97.

Grmec, S., Strnad, M., y Podgorsek, D. (2009). Comparison of the characteristics and outcome among patients suffering from out-of-hospital primary cardiac arrest and drowning victims in cardiac arrest. *International Journal of Emergency Medicine. 2*: 7-12.

Gulbin, J. P., Fell, J. W., y Gaffney, P. T. (1996). A physiological profile of elite surf ironmen, full time lifeguards y patrolling surf life savers. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport. 28*(3): 86-90.

Hauber, C., Sharp, R. L., y Franke, W. D. (1997). Heart rate response to submaximal and maximal workloads during running and swimming. *International Journal of Sports Medicine. 18*(5): 347-353.

Heck, H., Mader, A., y Hess, G., Mücke, S., Müller, R., y Hollmann, W. (1985). Justification of the 4-mmol.L-1 lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine. 6*: 117-130.

Hermansen, L., y Osnes, J. B. (1972). Blood and muscle pH after maximal exercise in man. *Journal of Applied Physiology. 32*: *304-308.*

Howland, J., y Hingson, R. (1988). Alcohol as a risk factor for drowning: a review of the literature (1950-1985). *Accidental Annual Prevention*. *20*: 19-25.

Howland, J., Smith, G.S., Mangione, T. W., Bell, N., y Bak, S. (1996). Why are most drowning victims men? Sex differences, aquatic skills and behaviors. *American Journal of Public Health. 86*: 93.

Howley, E. T., Basset, D. R., y Welch, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise. 27*: 1292-1301.

Instituto Nacional de Estadística. (2017). España en cifras. Alojamientos turísticos. Principales resultados de la demanda en 2016. pp. 48-50. Recuperado de: https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2017/index.html#48

Issekutz, B., Birkhead, N. C., y Rodahl, K. (1962). Use of respiratory quotients in assessement of aerobic work capacity. *Journal of Applied Physiology. 17*: *47-50.*

Kalén, A., Pérez-Ferreirós, A., Barcala-Furelos, R., Fernández-Méndez, M., Padrón-Cabo, A., Prieto, J. A., et al. (2017). How can lifeguards recover better? A cross-over study comparing resting, running, and foam rolling. *American Journal of Emergency Medicine. 35*(12), 1887-1891.

Karch, K. B. (1986). Pathology of the lung in near-drowning. *American Journal Emergency Medicine. 4*(1): 4.

Karlsson, J., y Saltin, B. (1971). Oxygen déficit and muscle metabolites in intermittent exercise. *Acta of Physiology Scandinavian. 82*: 115-122.

Karvonen, M. J., Kentala, E., y Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis Et Biologiae Fenniae. 35*(3): 307-315.

Kolbe, T., Dennis, S. C., Selley, E., Noakes, T. D., y Lambert, M. I. (1995). The relationship between critical power and running performance. *Journal of Sports Sciences. 13*: 265-269.

Koutlianos, N., Dimitros, E., Metaxas, T., Deligiannis, A. S., y Kouidi, E. (2013). Indirect estiamtion of VO2max in athletes by ACSM´s equation: valid or not? *Hippokratia. 17*(2): 136-140.

Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, Priit., Rämson, R., Haljaste, K., et al. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine. 9*: 398-404.

Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones Profesionales y de la Formación Profesional.

López-Chicharro, J., y Fenández-Vaquero, A. (2006). Fisiología del ejercicio. 3ª edición. Editorial Panamericana. Barcelona.

López-García, S., Díez-Fernández, P., Ruibal-Lista, B., Pérez-Fernández, E., Sánchez-Laguna, G., y Prieto, J. A. (2017). Didáctica de la secuencia de actuación en espacios acuáticos naturales. III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de seguridad, emergencias y socorrismo: Calidad desde la prevención y la primera intervención. Barcelona, 31 de marzo y 1 y 2 de abril. ISBN: 978-84-617-9026-5.

Lorenzo, S., Minson, C. T., Babb, T. G., y Halliwill, J. R. (2011). Lactate threshold predicting time trial performance: impact of heat and acclimation. *Journal of Applied Physiology. 111*(1): 221-227.

Lunetta P. et al. (2004). Unintentional drowning in Finland 1970–2000: A population based study. *International Journal of Epidemiology. 33*(5): 1053–1063.

Machado, F. A., Kravchychyn, A. C. P., Peserico, C. S., da Silva, D. F., y Mezzaroba, P. V. (2013). Incremental test design, peak ´aerobic´ running speed and endurance performance in runners. *Journal of Science and Medicine in Sport. 16*(6): 577-582.

Magel, J. R., y Faulkner, J. A. (1967). Maximum oxygen uptakes of college swimmers. *Journal of Applied Physiology. 22*: 929-938.

Magel, J. R., Foglia, G. F., McArdle, W. D., Gutin, B., Pechar, G. S., y Katch, F. I. (1974). Specifity of swim training on maximun oxygen uptake. *Journal of Applied Physiology. 38*(1): 151:155.

Mazzoleni, M.J., Battaglini, C.L., Martin, K.J., Coffman, E.M., Ekaidat, J.A., Wood, W.A., et al. (2017). A dynamical systems approach for the submaximal prediction of maximum heart rate and maximal oxygen uptake. *Sports Engineering*. 1-11.

McArdle W. D, Magel, J., Delio, D. J., Toner, M., y Chase, J. M. (1978). Specifity of run training on VO_2Máx and heart rate during running and swimming. *Medicine and Science in Sports. 10*(1): 16-20.

McArdle, W. D., Glaser, R. M., y Magel, J. E. (1971). Metabolic and cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking. *Journal of Applied Physiology. 30*(5): 733-738.

McArdle, W. D., Katch, F. I., y Pechar, G. S. (1973). Comparison of continuous and discontinuous treadmill and bicycle tests for max VO_2. *Medicine y Sciences in Sports. 5*(3): 156-160.

McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. (2004). *Fundamentos de fisiología del ejercicio.* Segunda edición. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.

Merino, L., y Mosquera, P. (1998). *Ríos. Demasiados tramos sucios*. El Semanal, 22-2-98, pp. 77.

Midgley, A. W., McNaughton, L. R., Polman, R., y Marchant, D. (2007). Criteria for Determination of Maximal Oxygen Uptake. A Brief Critique and Recommendations for Future Research. *Sports Medicine. 37*(12): 1019-1028.

Milde, L. N. (1992). Clinical use of mild hypothermia for brain protection: a dream revisited. *Journal of Neurosurgery Anaesthesiology. 4*: 211–215.

Modell, J. H. (1993). Drowning. *New England Journal of Medicine. 328*: 253.

Mora-Rodríguez, R. (2010). *Fisiología del Deporte y el ejercicio: prácticas de campo y laboratorio.* Editorial Médica Panamericana. Madrid.

Morgan, D., y Ozanne-Smith, J. (2013). Surf lifeguard rescues. *Wilderness Environmental y Medicine. 24*: 285–290.

Olshaker, J. S. (1992). Near-drowning. *Emergency Medicine Clinics North of America. 10*(2): 339.

Olshaker, J. S. (2004). Submersion. *Emergency Medicine Clinics North of America. 22*(2): 357.

Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe mundial sobre ahogamientos. Prevenir una importante causa de mortalidad. Bloomberg Philanthropies. Ginebra. Suiza.

Orlowski, J. P. (1987). Drowning, Near-Drowning, and Ice-Water Submersions. *Pediatric Clinics of North America. 34*(1): 75-92.

Orlowski, J. P., Abulleil, M. M., y Phillips, J. M. (1989). The hemodynamic and cardiovascular effects of near-drowning in hypotonic, isotonic or hypertonic solutions. *Annual Emergency Medicine. 18*: 1044-1049.

Palacios-Aguilar, J. (2010). *El Socorrismo en la actualidad, una actividad vital y cada vez más compleja: El beneficio de la utilización de aletas en Socorrismo Acuático.* IV Congreso Internacional de Salvamento Acuático, Rescate y Reanimación Cardiopulmonar. 24, 25 y 26 de Septiembre de 2010; Posadas. Misiones. Argentina.

Palacios-Aguilar, J. (2012). La importancia de la capacitación en las actividades acuáticas, socorrismo y el salvamento. Técnicas para incorporar en el salvamento: El beneficio en la utilización de aletas en socorrismo acuático. *II Congreso internacional de actividades acuáticas, salvamento y socorrismo.* 12, 13 y 14 de octubre de 2012. Posadas. Misiones. Argentina.

Palacios-Aguilar, J., Barcala-Furelos, R., López-García, S., Carpentier, M., y Abelairas-Gómez, C. (2018). Tabla Air Stand-Up Paddle de rescate acuático: ¿cómo puede ayudar al socorrista? Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 18(69), 185-197.

Palacios, J. (1990). *Salvamento Acuático*. En Escuela Española de Salvamento y Socorrismo. Salvamento Acuático y Primeros Auxilios. Lugo. Servicio de Publicaciones de la Diputación de Lugo.

Palacios, J. (2000). *Salvamento Acuático: un estudio de la realidad del salvamento y el socorrismo en las playas de Galicia con Bandera Azul.* Tesis doctoral publicada en formato CD. A Coruña: Editorial Xaniño.

Palacios, J. (2003). Salvamento Profesional: nueva formación. VI Jornadas Técnica Internacionales de Salvamento y Socorrismo. Federación Española de Salvamento y Socorrismo. Reus, 26 a 28 de septiembre de 2003.

Palacios, J. (2008). *Socorrismo Acuático Profesional. Formación para la prevención y la intervención ante los accidentes en el medio acuático*. Santiago de Compostela. Sadega: Publicaciones Didácticas.

Palacios, J. (2018). Estudio sobre prevención de ahogamientos y otras situaciones de riesgo vital en playas con Bandera Azul. Fundación MAPFRE. Madrid.

Pallarés, J. G., y Morán-Navarro, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria. *Journal of Sport and Health Research. 4(*2): 119-136.

Pannier, J. L., Vrijens, J., y Van Cauter, C. (1980). Cardiorespiratory response to treadmill and bicycle exercise in runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 43*: 243-251.

Pareja-Castro, L. A. (1998). La frecuencia cardíaca de reserve, como indicador de carga interna. *Educación Física y Deporte. 20*(1): 61-68.

Pascual, L. M. (1998). Estudio del perfil del socorrista acuático en Segovia. II Jornadas técnico-profesionales de salvamento acuático. Escuela Segoviana de Socorrismo. Segovia.

Peden M. et al. (2008). Informe Mundial sobre Prevención de las Lesiones en los Niños. Ginebra. Organización Mundial de la Salud y UNICEF.

Polderman, K. H. (2004). Application of therapeutic hypothermia in the ICU: opportunities and pitfalls of a promising treatment modality. Part 1: indications and evidence. *Intensive Care Medicine. 30*: 556-575.

Pons, P. T., y Mc Swain, M. E. (2016). PHTLS. *Soporte vital de trauma prehospitalario.* Octava Edición. Jones y Bartlett Learning. Burlington, Massachusetts.

Powers, S. K., y Howley, E. T. (2014). *Fisiología del Ejercicio*. Ed. Paidotribo. Badalona.

Prieto-Saborit, J.A., Egocheaga-Rodríguez, J., González-Díez, V., Montoliu-Sanclement, M.A., y Alameda, J.C. (2001). Determinación de la demanda energética durante un salvamento acuático en playa con y sin material auxiliar [Determination of the energetic demand during a rescue in the sea with and without auxiliary equipment]. *Selección, 10*(4), 211-220.

Prieto, J.A., Del Valle, M., González, V., Montoliu, M.A., Nistal, P., Egocheaga, J. Et al. (2010). Physiological response of beach lifeguards in a rescue simulation with surf. *Ergonomics, 5*(9), 1140-1150.

Prieto, J.A., González, V., Del Valle, M. y Nistal, P. (2013). The influence of age on aerobic capacity and health indicators of three rescue groups. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. *19*(1): 19-27.

Prieto, J.A., Nistal, P., Méndez, D., Abelairas-Gomez, C., y Barcala-Furelos, R. (2015). Impact of error self-perception of aerobic capacity in the safety and efficacy of the lifeguards. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 22 (1): 159-163.

Prieto, J.A., Nistal, P., Méndez, D., Abelairas-Gomez, C., y Barcala-Furelos, R. (2015). Impact of error self-perception of aerobic capacity in the safety and efficacy of the lifeguards. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 22 (1): 159-163.

Real Decreto 141/2011, de 4 de febrero, por el que se complementa el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, mediante el establecimiento de dos cualificaciones profesionales de la Familia Profesional Actividades Físicas y Deportivas. Boletín Oficial del Estado, jueves 17 de febrero de 2011, núm. 41, pp. 17401-17469.

Real Decreto 146/2011, de 4 de febrero, por el que se complementa el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, mediante el establecimiento de doce cualificaciones profesionales de la Familia Profesional Actividades Físicas y Deportivas, y se actualizan determinadas cualificaciones profesionales de las establecidas en el Real Decreto 295/2004, de 20 de febrero, en el Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre, y en el Real Decreto 1521/2007, de 16 de

noviembre. Boletín Oficial del Estado, 4 de marzo de 2001, núm. 54, pp. 24429 a 24864.

Real Decreto 1521/2007, de 16 de noviembre, por el que se complementa el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, mediante el establecimiento de cuatro cualificaciones profesionales de la Familia Profesional Actividades Físicas y Deportivas. Boletín Oficial del Estado, sábado 1 de diciembre de 2007, núm. 288, pp. 49642 a 49727.

Real Decreto 295/2004, de 20 de febrero, por el que se establecen determinadas cualificaciones profesionales que se incluyen en el Catálogo nacional de cualificaciones profesionales, así como sus correspondientes módulos formativos que se incorporan al Catálogo modular de formación profesional. Boletín Oficial del Estado, 9 de marzo de 2004, núm. 59, pp. 10470 a 10473.

Reilly, C., Iggleden, M., y Tipton, M. (2006a). Occupational fitness standards for beach lifeguards. Phase 1: the physiological demands of beach lifeguarding. *Occupational Medicine*, *56,* 6-11.

Reilly, C., Iggleden, M., y Tipton, M. (2006b). Occupational fitness standards for beach lifeguards. Phase 2: the development of an easily administered fitness test. *Occupational Medicine, 56*, 12-17.

Rocha, M. S. L. (1975). Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomía e Antropología. 1*: 445.451.

Rodríguez, F. A. (2000). Maximal oxygen uptake and cardiorespiratory response to maximal 400-m free swimming, running and cycling test in competitive swimmers. *The Jorunal of Sports Medicine and Physical Fitness. 40*: 87-95.

Roecker, K., Striegel, H., Dickhuth, H. H. (2003). Heart-rate recommendations: transfer between running and cyclin exercise? *International Journal of Sports Medicne. 24*(3). 173-178.

Royal Life Saving Society. (1994). Beach Lifeguarding. Mountbatten House, Studley, Warwickshire (UK).

Sale, D. G. (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. En: Exercise and Sports Science Reviews. En: Pandolf KB (ed.) McMillan. Nueva York.

Salvador, A., Penteado, R., Lisboa, F., Corvino, R., Peduzzi, E., y Caputo, F. (2014). Physiological and Metabolic Responses to Rescue Simulation in Surf Beach Lifeguarding. *Journal of Exercise Physiology, 17*(3), 21-31.

Sanz-Arribas, I., Aguado-Gómez, R., y Martínez-de-Haro, V. (2017). Influencia de las aletas sobre el tiempo de ejecución en los rescates de víctimas con parada cardiorrespiratoria. *Retos. 31*. 133-136

Schmidt, A. C., Sempsrott, J. R., Hawkins, S. C., Arastu, A. S., Cushing, T. A., y Auerbach, P. S. (2016). Wilderness medical society practice guidelines for the prevention and treatment of drowning. *Wilderness y Environmental Medicine. 27*: 236-251.

Sterba, J. A., y Lundgren, C. E. (1985). Diving bradicardia and breath-holding time in man. *Undersea Biomedical Research. 12*: 139-150.

Stratton, E., O´Brien, B. J., Harvey, J., (2009). Treadmill velocity best predicts 5000 m run performance. *International Journal of Sports Medicine. 30*: 40-45.

Stromme, S. B., Kerem, D., y Elsner, R. (1970). Diving bradycardia during rest and exercise and its relation to physical fitness. *Journal of Applied Physiology. 28*: 614-621.

Swain, D. P., Abernathy, K. S., Smith, C. S., Lee, S. J., y Bunn, S. A. (1994). Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. *Medicine y Science in Sports y Exercise. 26*(1): 112-116.

Szpilman, D, y Soares, M. (2004). In-water resuscitation – is it worthwhile? *Resuscitation.* 63: 25-31.

Szpilman, D. (1997). Near-drowning and drowning classification: a proposal to stratify mortality based on the analysis of 1831 cases. *Chest. 112*: 660-665.

Szpilman, D., Bierens, J. L. M., Handley, A., y Orlowshi, J. E. (2012). Drowning. *New England Journal Medicine. 366*: 2102-2110.

Tanaka, H., Monahan, K. D., Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of American College of Cardiology. 37*: 153-156.

Tanaka, K., y Matsuura, Y. (1984). Marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation. *Journal of Applied Physiology. 57*: 640-643.

Tyson, K. (1990). Developments and Future Trends in Lifeguarding. Journal of Physical Education Recreation and Dance. 40.

United States Lifeguard Standards. (2011). An evidence-based review and report by the United States Lifeguard Standards Coalition. *International Journal of Aquatic Research y Education. 5*(1): 61–129.

Van Beeck, E. F., Branche, C. M., Szpilman, D, Modell, J. H., y Bierens, J. J. L. M. (2005). A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health program. *Bulletin World Health Organization. 83*: 853-856.

Venema, A. M., Groothoff, J. W., Bierens, J. J. (2010). The role of bystanders during rescue and resuscitation of drowning victims. *Resuscitation. 81*: 434-439.

Veronese-da-Costa, A., Costa, M. C., Carlos, D. M., Guerra, L. M., Silva, A. J., y Barbosa, T. M. (2012). Reproducibility of an aerobic endurance test for nonexpert swimmers. *Journal of Multidisciplinary Healthcare. 5*(1): 215-221.

Veronese-da-Costa, A., Costa, M. C., Fernandes-Melo, S., Lima-de-Albuquerque, F., Pereira-Guimaraes, F. J., y Barbosa, T. M. (2013). Validation of an equation for estimating maximal oxygen consumption of nonexpert adult swimmers. *Open Access Journal of Sports Medicine. 4*:19-25.

Veronese-da-Costa, A., Cunha-Costa, M., y Barbosa, T. M. (2016). Applicability of an indirect VO_2max test: Its association with the 400 meters freestyle performance. *Motriz. 22*(4): 304-309.

Whayne, T. F. Jr., y Killip III, T. (1967). Simulated diving in man: comparison of facial stimuli and response to arrhytmia. *Journal of Applied Physiology. 22*: 800-807.

Whipp, B. J., David, J. A., Torres, F., Wasserman, K. (1981). A test to determine parameters of aerobic function during exercise. *Journal of Applied Physiology. 50*: 217-221.

Wik, L., Kramer-Johansen, J., Myklebust, H., Sorebo, H., Sevensson, L., Fellows, B., y Steen, P. A. (2005). Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *Journal of the American Medicine Association. 293*(3): 299-305.

Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Medicine Sportive Francaise*. *4*(1).

Capítulo 11. Anexos

10.1. Documento de consentimiento informado

TÍTULO: Tesis Doctoral – **"Diseño y validación de un test incremental específico y su relación con el rendimiento en el recate en socorristas acuáticos profesionales".**

Yo, ……

- He leído la hoja de información al participante del estudio arriba mencionado que se me entregó, he podido conversar con Miguel Santiago Alonso y/o José Palacios y hacerle todas las preguntas sobre el estudio necesarias para comprender sus condiciones y considero que he recibido suficiente información sobre el estudio. ☐
- Comprendo que mi participación es voluntaria, y que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones e sin que esto repercuta en mis cuidados médicos. ☐
- Accedo a que se utilicen mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información al participante. ☐
- Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio. ☐

Con respecto a la conservación y utilización futura de los datos y/o muestras detallada en la hoja de información al participante,

NO accedo a que mis datos y/o muestras sean conservados una vez terminado el presente estudio. ☐

Accedo a que mis datos y/o muestras se conserven una vez terminado el estudio, siempre y cuando sea imposible, incluso para los investigadores, identificarlos por ningún medio. ☐

SI accedo a que los datos y/o muestras se conserven para usos posteriores en líneas de investigación relacionadas con la presente, y en las condiciones mencionadas. ☐

En cuanto a los resultados de las pruebas realizadas,

DESEO conocer los resultados de mis pruebas ☐

NO DESEO conocer los resultados de mis pruebas. ☐

Firma de el/la participante, Firma de el/la investigador/a,

10.2. Ficha de registro para el análisis antropométrico

ESTUDIO CINEANTROPOMÉTRICO

DATOS PERSONALES

NOMBRE: _____

APELLIDOS: _____

FECHA NACIMIENTO: _____ EDAD (AÑOS): _____

DOMICILIO: _____

DATOS ANTROPOMÉTRICOS

ESTATURA: _____ PESO: _____

PLIEGUES SUBCUTÁNEOS:

- TRICIPITAL: _____
- SUBESCAPULAR: _____
- SUPRAILÍACO: _____
- ABDOMINAL: _____
- MUSLO: _____
- PIERNA: _____

DÍAMETOS ÓSEOS

- BIESTILOIDEO DE RADIO: _____
- BIEPICONDILEO DE HÚMERO: _____
- BIEPICONDILEO DE FÉMUR: _____

PERÍMETROS

- BRAZO CONTRAÍDO: _____
- PIERNA: _____

OBSERVACIONES

10.3. Ficha de registro para la realización del IPTL

Nivel	Serie	Distancia (m)	Tiempo por serie	Tiempo total (s)	Check
1	1	25	32	32	□
	2	50	32	64	□
	3	75	32	96	□
	4	100	32	128	□
2	5	125	30	158	□
	6	150	30	188	□
	7	175	30	218	□
	8	200	30	248	□
3	9	225	28	276	□
	10	250	28	304	□
	11	275	28	332	□
	12	300	28	360	□
4	13	325	26	386	□
	14	350	26	412	□
	15	375	26	438	□
	16	400	26	464	□
5	17	425	24	488	□
	18	450	24	512	□
	19	475	24	536	□
	20	500	24	560	□
6	21	525	22	582	□
	22	550	22	604	□
	23	575	22	626	□
	24	600	22	648	□
7	25	625	20	668	□
	26	650	20	688	□
	27	675	20	708	□
	28	700	20	728	□
8	29	725	18	746	□
	30	750	18	764	□
	31	775	18	782	□

	32	800	18	800	□
9	33	825	16	816	□
	34	850	16	832	□
	35	875	16	848	□
	36	900	16	864	□
10	37	925	14	878	□
	38	950	14	892	□
	39	975	14	906	□
	40	1000	14	920	□
11	41	1025	12	932	□
	42	1050	12	944	□
	43	1075	12	956	□
	44	1100	12	968	□
12	45	1125	10	978	□
	46	1150	10	988	□
	47	1175	10	998	□
	48	1200	10	1008	□

10.4. Ficha de registro para la realización del rescate acuático

RESCATE ACUÁTICO

DATOS PERSONALES

NOMBRE: _____

APELLIDOS: _____

FECHA: _____ EDAD (AÑOS): _____

RESULTADOS DEL RESCATE

DURACIÓN: _____

DISTANCIA: _____

FC MÍNIMA: _____

FC MEDIA: _____

FC MÁXIMA: _____

LACTATO 1´: _____

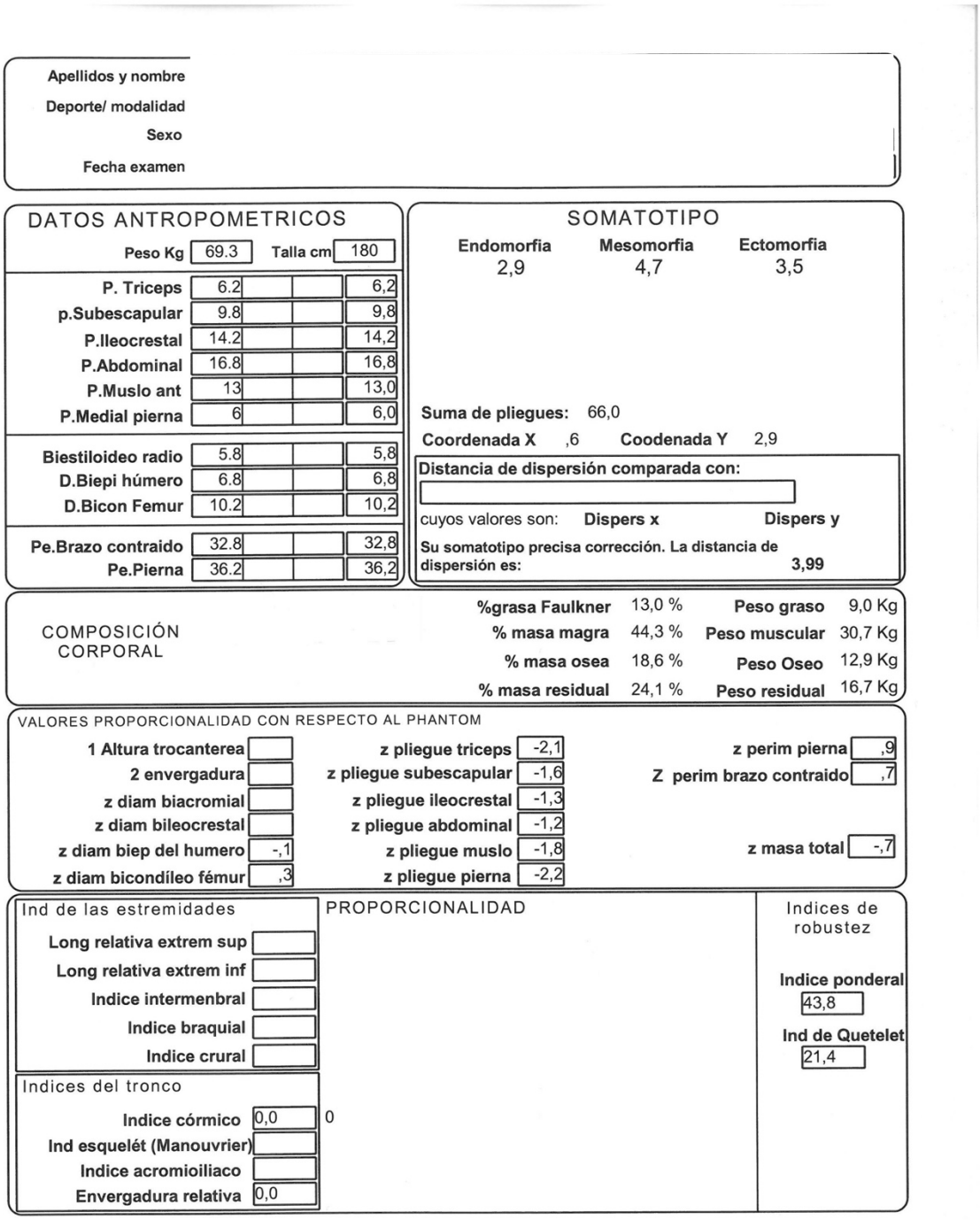
LACTATO 3´: _____

LACTATO 5´: _____

LACTATO 7´: _____

OBSERVACIONES:

10.5. Ejemplo de análisis antropométrico



Apellidos y nombre
Deporte/ modalidad
Sexo
Fecha examen

DATOS ANTROPOMETRICOS

Peso Kg	69.3	Talla cm	180	
P. Triceps	6.2			6,2
p.Subescapular	9.8			9,8
P.Ileocrestal	14.2			14,2
P.Abdominal	16.8			16,8
P.Muslo ant	13			13,0
P.Medial pierna	6			6,0
Biestiloideo radio	5.8			5,8
D.Biepi húmero	6.8			6,8
D.Bicon Femur	10.2			10,2
Pe.Brazo contraido	32.8			32,8
Pe.Pierna	36.2			36,2

SOMATOTIPO

Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
2,9	4,7	3,5

Suma de pliegues: 66,0
Coordenada X ,6 Coodenada Y 2,9
Distancia de dispersión comparada con:
cuyos valores son: Dispers x Dispers y
Su somatotipo precisa corrección. La distancia de dispersión es: 3,99

COMPOSICIÓN CORPORAL

%grasa Faulkner	13,0 %	Peso graso	9,0 Kg
% masa magra	44,3 %	Peso muscular	30,7 Kg
% masa osea	18,6 %	Peso Oseo	12,9 Kg
% masa residual	24,1 %	Peso residual	16,7 Kg

VALORES PROPORCIONALIDAD CON RESPECTO AL PHANTOM

1 Altura trocanterea		z pliegue triceps	-2,1	z perim pierna	,9
2 envergadura		z pliegue subescapular	-1,6	Z perim brazo contraido	,7
z diam biacromial		z pliegue ileocrestal	-1,3		
z diam bileocrestal		z pliegue abdominal	-1,2		
z diam biep del humero	-,1	z pliegue muslo	-1,8	z masa total	-,7
z diam bicondíleo fémur	,3	z pliegue pierna	-2,2		

Ind de las estremidades

Long relativa extrem sup	
Long relativa extrem inf	
Indice intermenbral	
Indice braquial	
Indice crural	

PROPORCIONALIDAD

Indices de robustez

Indice ponderal 43,8
Ind de Quetelet 21,4

Indices del tronco

Indice córmico	0,0	0
Ind esquelét (Manouvrier)		
Indice acromioiliaco		
Envergadura relativa	0,0	

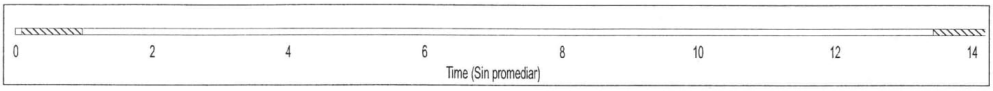
10.6. Ejemplo del resumen de la prueba de esfuerzo en el laboratorio

Universidade Da Coruña
U.R.H.S / INEF Galicia
Av E. Guevara nº 121- Pazos Lians
15178, Oleiros Telf.: 981-167000

Codigo Paciente:

Edad (a): 23

Fecha: 14/10/2



	Reposo	AT máx. (%)		RC máx. (%)		V02 máx	Valor máx
Time (min)	1:03	5:56		9:09		13:14	13:25
Ex Time (min)	0:04	4:57		8:10		12:15	12:26
---- WORK ----							
Speed (KPH)	5,4	9,6	59	12,6	78	16,2	16,5
Grade (%)	1,0	1,0	100	1,0	100	1,0	1,0
---- VENTILATION ----							
VE STPD (L/min)	19,8	41,6	31	71,7	53	134,3	134,7
RR (br/min)	24	25	37	35	52	68	69
Vt BTPS (mL)	984	2010	85	2450	103	2376	2776
Vd/Vt - est	0,13	0,08	87	0,07	75	0,10	0,17
FECO2-Mix (%)	4,48	5,50	135	5,16	127	4,07	5,74
PETCO2 (kPa)	6	6	133	6	124	5	7
FEO2-Mix (%)	16,69	15,58	89	16,25	93	17,54	17,63
PETO2 (kPa)	14	14	86	14	91	16	16
VE/VCO2	30	24	69	26	75	34	35
VE/VO2	29	23	60	26	70	38	39
---- O2 CONSUMPTION ----							
VO2 (L/min)	0,8	2,2	51	3,3	76	4,3	4,3
VO2 (mL/kg/min)	12,0	31,9	51	47,2	76	62,1	62,1
VCO2 (L/min)	0,81	2,12	45	3,37	71	4,75	4,75
RER	0,97	0,96	87	1,03	93	1,10	1,12
---- CARDIAC ----							
HR (BPM)	96	170	126	185	137	135	202
VO2/HR (mL/beat)	9	13	41	18	56	32	32
HRR-Rest (Zavala) (%)	90,2	24,1	44	10,7	19	55,4	90,2
sysBP (kPa)							
diaBP (kPa)							
RatePrsPd SBP*HR/100							
---- ENERGY EXP ----							
METS	3,4	9,1	51	13,5	76	17,7	17,7
KCal (KCal/min)	4,2	11,1	51	16,5	76	21,7	21,7

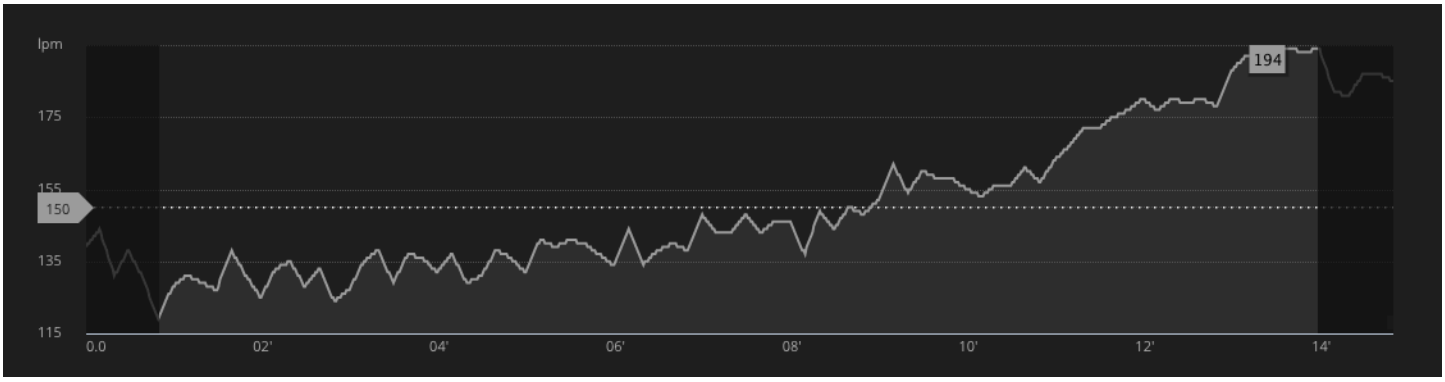
10.7. Ejemplo del informe del pulsómetro Suunto en la prueba en piscina (IPTL)

INFORME DE LA PRUEBA – SUUNTO AMBIT 3 RUN

Participante	1
Nombre	
Actividad	Incremental Test in Pool for Lifeguards (IPTL)

DETALLES		**FRECUENCIA CARDÍACA**	
Fecha	06-06-2017	**FC mínima**	120 ppm
Duración	13´02´´	**FC media**	150 ppm
Distancia	--	**FC máxima**	194 ppm

GRÁFICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA FC DURANTE EL IPTL



10.8. Ejemplo del informe del pulsómetro Suunto en el rescate acuático

INFORME DE LA PRUEBA – SUUNTO AMBIT 3 RUN

Usuario	1
Nombre	
Actividad	Rescate Acuático

DETALLES		**FRECUENCIA CARDÍACA**	
Fecha	09-06-2017	**FC mínima**	126 ppm
Duración	03´21´´	**FC media**	179 ppm
Distancia	--	**FC máxima**	188 ppm

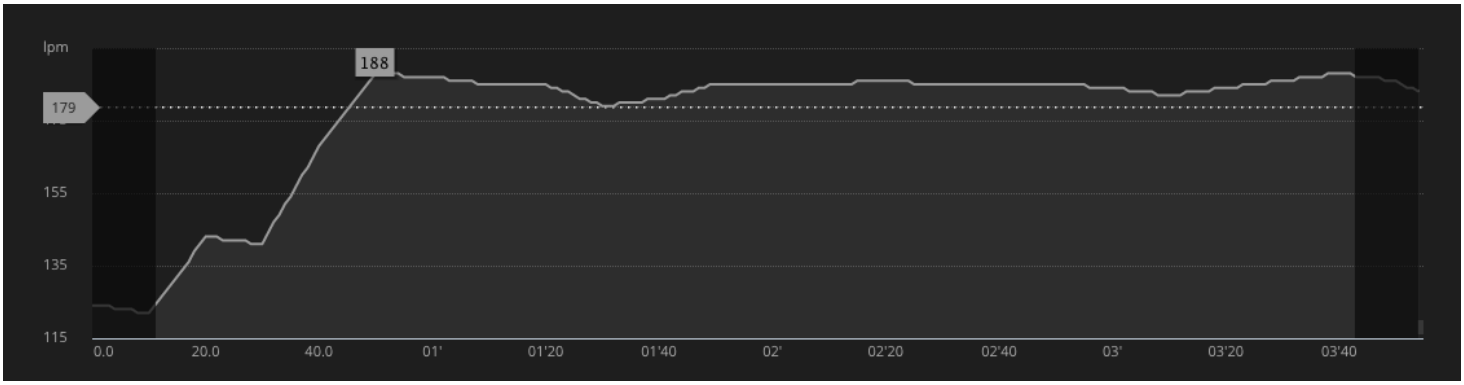



GRÁFICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA FC DURANTE EL RESCATE