



universidad
de león

FISIOLOGÍA DEL PALISTA DE STAND UP PADDLE: ANTROPOMETRÍA, EFICIENCIA Y LESIONABILIDAD



TESIS DOCTORAL

ARKAITZ CASTAÑEDA BABARRO

PROGRAMA DE DOCTORADO

Salud, discapacidad, dependencia y bienestar

DIRECTOR

DR. JUAN MIELGO AYUSO

TUTOR

DR. JESUS ANGEL SECO CALVO

LEON, 2021



universidad
de león

FISIOLOGÍA DEL PALISTA DE STAND UP PADDLE: ANTROPOMETRÍA, EFICIENCIA Y LESIONABILIDAD

TESIS DOCTORAL

ARKAITZ CASTAÑEDA BABARRO

DIRECTOR

DR. JUAN MIELGO AYUSO

LEON, 2021

ÍNDICE

PORTADA

Conflicto de interés.....	I
Agradecimientos.....	III
Lista de publicaciones.....	V
Lista de tablas.....	VII
Lista de figuras.....	IX
Listado de ecuaciones.....	XI
Abreviaturas.....	XIII
1.- CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1.- Historia.....	5
1.2.- Modalidades.....	6
1.3.- Visión general de la actividad.....	7
1.4.- Materiales.....	10
2.- RESUMEN.....	13
2.1.- Resumen artículo 1.....	15
2.2.- Resumen artículo 2.....	17
2.3.- Resumen artículo 3.....	19
3.- INTRODUCCIÓN.....	21
3.1.- Introducción artículo 1.....	23
3.2.- Introducción artículo 2.....	25
3.3.- Introducción artículo 3.....	27
4.-OBJETIVOS.....	29
4.1.- Objetivo artículo 1.....	31
4.2.- Objetivo artículo 2.....	31
4.3.- Objetivo artículo 3.....	31
5.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
5.1.- Materiales y métodos artículo 1.....	35
5.1.1.- Participantes.....	35
5.1.2.- Diseño experimental.....	35
5.1.3.- Análisis estadístico.....	37
5.2.- Materiales y métodos artículo 2.....	38
5.2.1.- Participantes.....	38
5.2.2.- Diseño experimental.....	39
5.2.3.- Análisis estadístico.....	43
5.3.- Materiales y métodos artículo 3.....	44
5.2.1.- Participantes.....	44
5.2.2.- Diseño experimental.....	44

5.2.3.- Análisis estadístico.....	45
6.- RESULTADOS.....	47
6.1.- Resultados artículo 1.....	49
6.2.- Resultados artículo 2.....	53
6.3.- Resultados artículo 3.....	55
7.- DISCUSIÓN.....	59
7.1.- Discusión artículo 1.....	61
7.2.- Discusión artículo 2.....	65
7.3.- Discusión artículo 3.....	69
8.- CONCLUSIONES.....	75
8.1.- Conclusiones artículo 1.....	77
8.2.- Conclusiones artículo 2.....	77
8.3.- Conclusiones artículo 3.....	77
9.- REFERENCIAS.....	79
10.- APÉNDICES.....	93
APÉNDICE 1. ARTÍCULO 1. ANTHROPOMETRIC PROFILE, BODY COMPOSITION AND SOMATOTYPE IN STAND UP PADDLE (SUP) INTERNATIONAL ATHLETES: A CROSS SECTIONAL STUDY.....	95
APÉNDICE 2. ARTÍCULO 2. THE EFFECT OF DIFFERENT CADENCE ON PADDLING GROSS EFFICIENCY AND ECONOMY IN STAND-UP PADDLE BOARDING.....	119
APÉNDICE 3. ARTÍCULO 3. INFLUENCE OF RESISTANCE TRAINING ON INJURY IN STAND-UP PADDLE ATHLETES.....	133
APÉNDICE 4. INFORME FAVORABLE DEL COMITÉ ÉTICO.....	147
APÉNDICE 5. CONSENTIMIENTO INFORMADO ARTÍCULO 1.....	151
APÉNDICE 6. CONSENTIMIENTO INFORMADO ARTÍCULO 2.....	155
APÉNDICE 7. EJEMPLO INFORME IN-BODY ARTÍCULO 1.....	159
APÉNDICE 8. TABLA REGISTRO ANTROPOMETRÍA ARTÍCULO 1.....	163
APÉNDICE 9. EJEMPLO INFORME PRUEBA DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO ARTÍCULO 2.....	169

APÉNDICE 10. TABLA REGISTRO DATOS ARTÍCULO 2.....	175
APÉNDICE 11. CUESTIONARIOS ARTÍCULO 3.....	179
Ingles.....	181
Castellano.....	213
APÉNDICE 12. COMUNICACIONES CIENTÍFICAS REALIZADAS DURANTE EL PROCESO DE TESIS.....	245

Conflicto de intereses

El autor declara que no tiene ningún conflicto de interés. No se ha recibido ningún tipo de pago, ingreso o beneficio económico.

El autor declara que la presente Tesis Doctoral es un trabajo original.

Esta tesis Doctoral siguió los procedimientos establecidos en la Declaración de Helsinki y fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Deusto, España (Ver apéndice 4).

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer tanto a mi mujer Eider como a mis hijos Ibon y Jone el tiempo que les he robado para poder desarrollar este trabajo. Sin su apoyo no hubiese sido posible. A mis padres por haber sufrido este proceso de formación como yo mismo.

En segundo lugar, a todos los profesionales que me han ayudado a aprender durante este largo proceso, a los que me han enseñado lo diferentes que pueden ser las personas y sus intereses, pero sobre todo a los que me han dado la posibilidad de aprender tanto sobre este maravilloso mundo de la investigación. A mí director Juan Mielgo, por atenderme 24 horas 365 días al año y por su sinceridad y disposición, da gusto trabajar con gente así. A mis compañeros y co-autores en las publicaciones realizadas, de todos he aprendido y de todos espero poder seguir aprendiendo. A mí investigador principal y compañero de trabajo en la Universidad de Deusto, Aitor Coca, que supo darle un empujón a mi tesis en un momento en el que estaba algo estancada.

En tercer lugar, a los protagonistas de las investigaciones realizadas, sin ellos no hubiese sido posible, especialmente a Txema Landa que me ayudó a organizar, conocer y experimentar esta maravillosa modalidad deportiva, cuidado que en dos días voy detrás de ti.

Por último, agradecer a todos esos amig@s que consciente o inconscientemente me han ayudado con una conversación, unas palabras... en el momento necesario.

Lista de publicaciones:

ARTÍCULO 1 (Apéndice 1):

Castañeda Babarro A, Viribay Morales A, León Guereño P, Mielgo-Ayuso J, Urdampilleta A, Coca Núñez A.

Anthropometric profile, body composition, and somatotype in stand-up paddle (SUP) boarding international athletes: a cross-sectional study. *Nutr Hosp.* 2020 Oct 21; 37 (5):958-963. English. doi: 10.20960/nh.03021. PMID: 32960636.

Factor de impacto (2019): 0.888 (Nutrition & Dietetics).

ARTÍCULO 2 (Apéndice 2):

Castañeda-Babarro A, Santos-Concejero J, Viribay A, Gutiérrez-Santamaría B, Mielgo-Ayuso J.

The Effect of Different Cadence on Paddling Gross Efficiency and Economy in Stand-Up Paddle Boarding. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Jul 7; 17 (13):4893. doi: 10.3390/ijerph17134893. PMID: 32645890; PMCID: PMC7370053.

Factor de impacto (2019): 2.849 (public, environmental and occupational health).

ARTÍCULO 3 (Apéndice 3):

Castañeda-Babarro A, Calleja-González J, Viribay A, Fernández-Lázaro D, León-Guereño P, Mielgo-Ayuso J.

Relationship Between Training Factors and Injuries in Stand-Up Paddleboarding Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021; 18(3):880. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030880>

Factor de impacto (2019): 2.849 (public, environmental and occupational health).

Listado de tablas:

TABLA 1: Edad, composición corporal y características de rendimiento deportivo de los participantes (n = 10).....	38
TABLA 2: Parámetros básicos de antropometría, perímetros, pliegues cutáneos y diámetros óseos.....	50
TABLA 3: Composición corporal del participante con antropometría y bioimpedancia, y somatotipo.....	51
TABLA 4: Variables de economía, eficiencia bruta y RER de los remeros de SUP a los 4 y 8 minutos.....	53
TABLA 5: Variables de VO ₂ , FC, Lactato y RPE de los remeros de SUP a los 4 y 8 minutos.....	54
TABLA 6: Datos demográficos y de composición corporal de los participantes según si han sufrido lesión o no.....	55
TABLA 7: Datos demográficos y de composición corporal de los participantes según si han sufrido lesión o no.....	56
TABLA 8: Características del entrenamiento de los participantes según el estado de la lesión (No/Sí).....	57
TABLA 9: Características del participante lesionado.....	58
TABLA 10: Comparación de las medidas antropométricas en SUP, Remo, Kayak y Surf según la literatura.....	61

Listado de Figuras:

FIGURA 1: Tendencias de búsqueda de Google trends entre 2004 y 2020.....	1
FIGURA 2: Valor del mercado de tablas de stand up paddle (SUP) en todo el mundo en 2015 y 2020.....	4
FIGURA 3: Diseño de tabla de SUP.....	10
FIGURA 4: Diseño de pala/remo de SUP.....	11
FIGURA 5: Diseño de una quilla de SUP.....	12
FIGURA 6: Equipo que tomo parte en la recogida de datos del estudio.....	35
FIGURA 7: Antropometrista cogiendo medidas a sujeto.....	37
FIGURA 8: Sujeto realizando uno de los test de consumo máximo de oxígeno.....	40
FIGURA 9: Recogiendo valores durante un test.....	41
FIGURA 10: Representación del somatotipo de los atletas de SUP.....	52

Listado de Ecuaciones:

ECUACIÓN I: Ecuación para el cálculo del Pico de Potencia.....40

ECUACIÓN II: Ecuación para el cálculo de la Economía.....41

ECUACIÓN III: Ecuación para el cálculo de la Eficiencia Bruta.....42

ECUACIÓN IV: Ecuación para el cálculo de la Kilocaloría.....42

Abreviaturas:

BIA: Bioimpedancia

CC: Composición Corporal

DE: Desviación estándar

EF: Entrenamiento de fuerza

FC: Frecuencia Cardíaca

FC máx.: Frecuencia Cardíaca Máxima

IMC: Índice de Masa Corporal

ISA: International Surf Asociation

ISAK: International Society of Advancement of Kinanthropometry

MC: Masa corporal

MG: Masa grasa

MM: Masa magra

PP: Pico de potencia

PPR: Pico de potencia relativa al peso

RER: Respiratory exchange ratio / cociente respiratorio

RPE: Sensación de esfuerzo percibido

SUP: Stand Up Paddle

VO₂: Volumen de oxígeno

VO₂ máx.: Volumen de oxígeno máximo

% MG: Porcentaje de masa grasa

% MM: Porcentaje de masa magra

1. CONTEXTUALIZACIÓN



1.- CONTEXTUALIZACIÓN

El Stand Up Paddle (SUP) es un deporte relativamente nuevo, además de una actividad recreativa, en la que el practicante utiliza una pala para desplazarse por el agua mientras permanece de pie en una tabla de surf. Su popularidad ha aumentado en todo el mundo, probablemente debido a los beneficios que ofrece para la salud y la fuerza (1). De hecho, hace aproximadamente una década, fue el deporte acuático de más rápido crecimiento en el mundo (2). Como muestra, la participación en los Estados Unidos entre el 2010 y el 2014 aumentó un 155%. Entre las razones que argumentaron los deportistas para practicar SUP fueron: por mantenerse en forma (44.8%), por practicar surf (36.4%), y con afán competitivo (16,9 %) entre otras (3).

Otra muestra del importante aumento de participación registrado en esta modalidad es que el SUP Surfing no se menciona en la Enciclopedia de Surfing de Matt Warshaw de 2003 (4), una enciclopedia de referencia en este deporte, sin embargo, los resultados de la búsqueda en Google hoy en día son más de 3 millones. En la siguiente gráfica (Figura 1) podemos observar la gráfica de Google Trends (tendencias de búsqueda de Google) a lo largo del tiempo entre 2014 y 2020 en el mundo. La línea roja representa la búsqueda del término “SUP”, y la azul “Stand up paddle”.

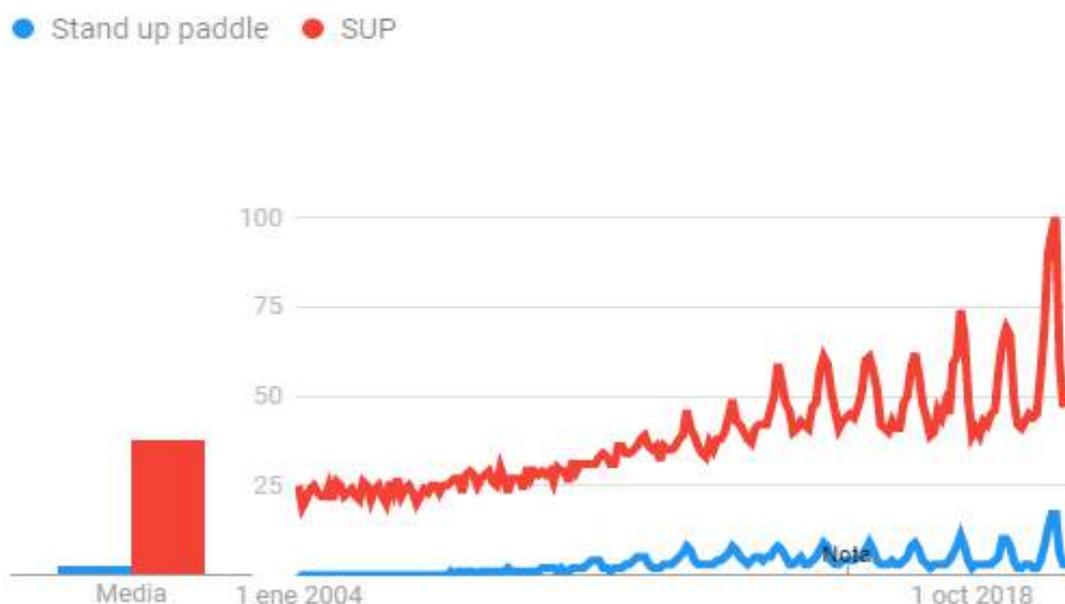


Figura 1: Tendencias de búsqueda de Google trends entre 2004 y 2020

En la línea de los anteriores datos, según algunos estudios sobre la industria del surf, el SUP tuvo ventas en 2008 por encima de los 7.200 millones de dólares, y algunos están convencidos de que pronto será un deporte olímpico (5). Igualmente, este crecimiento se ve reflejado en otro tipo de estadísticas, como es el caso del valor del mercado mundial de tablas de SUP (Figura 2).

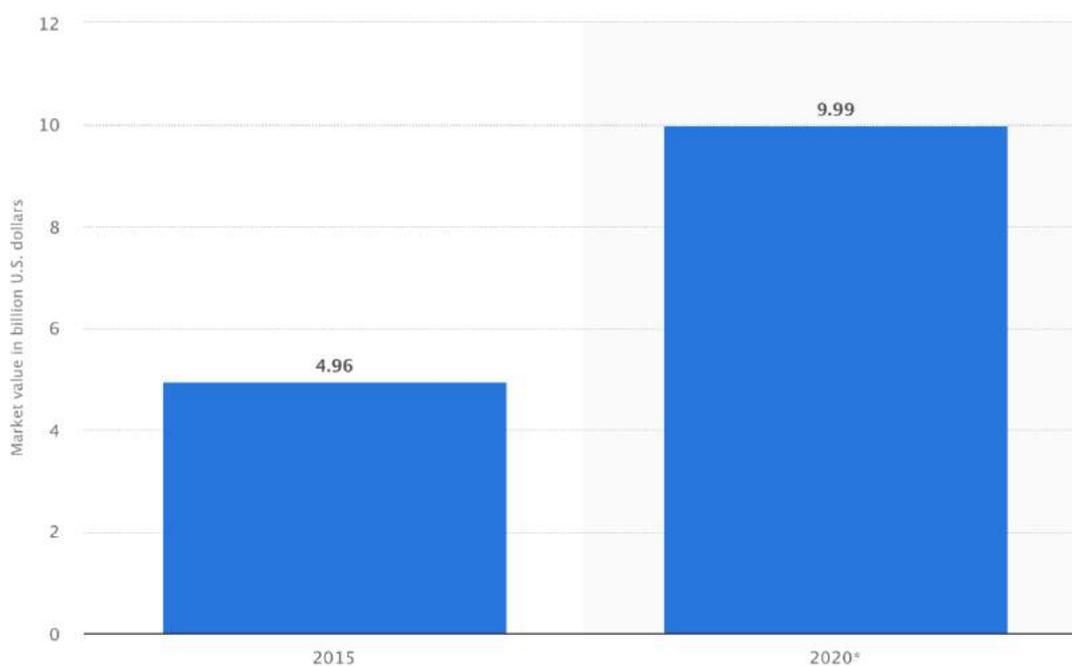


Figura 2: Valor del mercado de tablas de stand up paddle (SUP) en todo el mundo en 2015 y 2020.

Fuente: <https://www.statista.com/statistics/735962/global-stand-up-paddle-board-market-value/>

Schram y cols. (6) comentaron que las razones de este rápido y gran crecimiento en la participación del SUP, además de por considerarse muy dinámico y fácil de aprender, puede ser porque no requiere de técnicas complicadas y se consiguen grandes beneficios para la salud.

No solo la cantidad de practicantes de SUP está aumentando claramente, también la gente que se anima a entrenar y prepararse para rendir físicamente en las carreras de esta modalidad deportiva. Sin embargo, existen muy pocas investigaciones que hayan profundizado en la manera en la que hay que entrenar para este deporte, y en concreto para las carreras de SUP.

1.1.- Historia del SUP

El SUP, si es que así se le puede llamar a la actividad que inicialmente se realizaba, como deporte tiene sus orígenes en las islas hawaianas donde también se conoce por su nombre hawaiano Hoe he'e nalu (7). A principios de los 60, tras el auge del turismo de la posguerra, los playeros hawaianos salían a remar en su tabla utilizando palas con estabilizadores para poder tomar fotos de los turistas que intentaban hacer surf. A partir de aquí, comenzó a utilizarse el nombre alternativo de surfista playero (beach boy surfing).

A pesar de su nacimiento en la década de los años 60, su “renacimiento” fue durante el período de no-oleaje a principios del año 2000 en el que surfistas profesionales como Dave Kalama y Laird Hamilton utilizaron grandes tablas para remar de pie como medio para mantener la forma física y sus habilidades en el mar (8). A partir de lo que en un principio era utilizar un remo en la tabla de surf más grande de Malibú, la gente comenzó a interesarse. A partir de ahí, el primer campeonato oficial de SUP se celebró en 2004, en el "Buffalo Big Board Contest" en Hawai (EE. UU.), que recibió una abrumadora cantidad de 49 participantes, entre los que se encontraban muchos excampeones mundiales de surf (9). En el año 2004 también fue la primera vez que un participante en el Quiksilver Molokai to Oahu completó la distancia (algo más de 50 km) en un tiempo de solo seis horas (9).

La primera edición de los Campeonatos Mundiales de SUP y de la Asociación Internacional de Surf (ISA) se celebró en 2012 en Perú tras el reconocimiento institucional de la ISA a principios de ese mismo año. La creación y reconocimiento de la ISA fue un paso muy importante en el crecimiento del SUP. La ISA es reconocida por el Comité Olímpico Internacional como la Autoridad Gobernante Mundial del Surf e incluye la representación de organismos de surf de 69 países (10). Las competiciones internacionales ofrecen premios económicos de hasta 20.000 dólares por evento (11).

Actualmente, en España se celebran varias pruebas de gran importancia a nivel mundial (Eurotour), además de que existe un circuito de competiciones tanto a nivel provincial (en muchas provincias de España) como a nivel nacional.

1.2.- Modalidades

Existen diferentes modalidades de competiciones en SUP:

1. SUP race: la cual consiste en completar una distancia en el menor tiempo posible. Se suele realizar en mar abierto, así que también habrá que hacer mención del conocimiento de cada recorrido para elegir la mejor estrategia y optar por la mejor técnica de remada en función de las condiciones que existan en ese momento. Dentro de esta modalidad se encuentran:
 - 1.1. Carreras beach race: constan de entre unos 4 y 6 km. A diferencia de las long distance, esta tiene más giros en boyas y varias salidas a tierra donde hay que llegar hasta la línea de salida, coger la tabla y girar en una bandera para volver a entrar al agua. A todo esto, se le puede sumar el posible oleaje que pueda existir en la orilla de la playa a la hora de las salidas a tierra y llegadas a meta. Con lo cual, este tipo de carreras son más técnicas.
 - 1.2. Las long distance (resistencia) son carreras de entre 15 y 20 km y constan de un recorrido previamente establecido que tendrán que seguir los participantes. En estas carreras existen también porteos y giros en boya, pero el recorrido final es mayor.
2. Olas: al igual que el surf tradicional, esta modalidad consiste en coger olas y realizar la mayor cantidad de maniobras posible y con la mayor complejidad que se pueda. Estas competiciones se llevan a cabo en series de 20 minutos (en las finales son 30 minutos), en las que puntúan las mejores dos olas de cada competidor. La puntuación se basa en la realización de maniobras (dificultad, estilo...), con una forma de puntuación similar al surf tradicional (10).

Las carreras de SUP en mar abierto a favor del viento también son populares. Se han realizado distancias superiores a los 300 km durante varios días en mar abierto, mientras que la carrera de maratón "Molokai en Hawái", de las carreras más conocidas en mar abierto, tiene un recorrido de más de 32 millas (51,5 km).

1.3.- Visión general de la actividad

El SUP es una actividad física en la que el participante mantiene una posición de pie sobre una tabla similar a la de surf. Sin embargo, las tablas de SUP son más largas (8-15'; 2,44 - 4,57 m), más gruesas (4-8", 10,16 - 20,32 cm) y más anchas (26-31", 66,04 - 78,74 cm) que las tablas de surf tradicionales. El practicante en el SUP propulsa la tabla a través de la superficie del agua mediante el uso de un remo largo de una sola hoja (12).

Hay dos entornos principales en los que se practica SUP: las aguas tranquilas de los ríos y lagos y el mar abierto. La práctica de SUP en los ríos y en el mar, es algo común en muchas partes del mundo, y es fácil encontrar gente practicándolo en las playas de los pueblos costeros o en los ríos y lagos de las ciudades de interior. La versatilidad del SUP lo convierte en una gran opción para que los surfistas mantengan su forma física y sigan en el agua cuando hay períodos prolongados de pocas olas u olas pequeñas.

El SUP implica que el participante se ponga de pie en una tabla grande antes de usar el remo largo para propulsarse dando paladas a ambos lados del cuerpo (de la tabla). El modelo técnico para todas las disciplinas de remo incluye 4 fases, la primera es la entrada de la pala, la tracción que proporciona el desplazamiento, la salida y por último la fase aérea hasta la siguiente entrada de la paleta (13). Esta remada implica una técnica similar a la de las carreras de botes de dragón, una modalidad autóctona de China, que tiene la mecánica de remada de una entrada, propulsión y salida del remo del agua (14). El agarre es el término que describe a la entrada del remo en el agua. La tracción en cambio describe cuando el remo se sumerge y arrastra el agua. Durante la fase de arrastre la fuerza aplicada a través del remo es mayor que la resistencia del aire y el agua sobre el palista, por lo que proporciona propulsión (15). Finalmente, la salida o recuperación es cuando la pala es sacada del agua para continuar el ciclo de remada devolviendo el remo a la posición delantera original listo para la siguiente palada.

Los palistas sostienen la empuñadura en T del remo con la mano opuesta al lado en el que van a remar y conducen el remo a través del agua extendiendo tanto el hombro como el torso. Después de la fase de agarre, el remero gira el tronco y se tira hacia adelante más allá de la pala, saliendo el remo del agua a la altura del pie. Se ha sugerido qué hacer una palada más corta y sacar el remo antes del agua, de manera similar a la técnica que se utiliza en un bote de dragón, es una forma de maximizar la velocidad en el agua, ya que

se ha descubierto que esa parte final de la remada es la parte más ineficaz de la fase de impulso (14). También se ha demostrado que esta técnica limita el arrastre del remo, lo que disminuye la resistencia general.

Analizando la técnica desde una perspectiva biomecánica, se podría llegar a la conclusión de que es un tanto compleja. El movimiento del deportista encima de la tabla implica la ejecución coordinada de ciertas cadenas musculares y articulaciones de una manera sincronizada. La automatización de esta es fundamental para que se mantenga a lo largo de toda la competición y durante los kilómetros que esta conlleva (16).

- Analizando la técnica específica requerida para la modalidad de **SUP race**, se aprecia una dorsiflexión de la articulación del tobillo que posteriormente conlleva a una pequeña flexión de rodillas de unos 120° en “posición neutra de remada” la semiflexión nunca llega a ser rígida, ya que cuando se está en la fase de tracción con la pala, está se aumenta ligeramente y en las demás fases pasa a su “posición neutra”. Asentándonos en la zona media del cuerpo, es importante fijar una bisagra de cadera controlada que, junto con el movimiento de las rodillas dará una fluidez a la remada. La espalda a ser posible siempre estará recta y con una cierta inclinación hacia delante que por último conectará con los brazos. En este caso, una mano irá en el pomo a unos $140^\circ - 150^\circ$ con respecto a la articulación del hombro y otro brazo irá casi en la parte media de la pértiga, el cual hará la fuerza para la tracción del remo y el empuje del agua.
- Respecto a la técnica requerida para el **SUP surf**, las similitudes con el surf tradicional se intensifican. Exige un mayor equilibrio sobre la tabla, y hay que tener una mayor visión de las olas que se aproximan para colocarse en de manera que se puedan coger y aprovecharnos de su fuerza y propulsión. Como he comentado anteriormente, la posición en la tabla es de pie mirando al frente, pero cuando se está surfeando una ola, el surfista debe girar (colocar uno de los dos pies delante y el otro detrás), adoptar una posición de surfista y adaptarse a la velocidad de la ola para coger la ola que se está formando. Como las tablas de SUP tienden a ser mucho más grandes que las tablas de surf tradicionales, la mayoría de las veces es más fácil coger las olas con ellas, que incluso con las tablas de surf más grandes. Debido a la facilidad para coger olas con este tipo de

tablas, los practicantes de SUP pueden colocarse antes en la formación de la ola y reducir la cantidad de olas que cogen los practicantes de otras modalidades.

Una vez cogida la ola, el practicante de SUP puede elegir realizar varias maniobras a lo largo de la pared de la ola de la misma manera que lo haría un surfista, hasta que la ola rompa. Se requiere una combinación de equilibrio, flexibilidad, fuerza, resistencia y reflejos para adaptarse a un entorno dinámico mientras la ola rompe (17). Al igual que en el surf, las condiciones ambientales como el tamaño del oleaje, la dirección del viento, las mareas y las corrientes juegan un papel importante en la sesión de SUP surf.

El hecho de que no estemos hablando de una actividad de gran complicación técnica y que un palista pueda llegar a ser competente en pocas horas es un gran atractivo para el público en general y para los participantes novatos. Las aguas tranquilas son mucho más fáciles de transitar que las aguas con viento u olas. En esencia, el SUP es similar al piragüismo, aunque la mayor diferencia es que se rema de pie. Requiere una remada rítmica, alternado ambos lados para impulsar la tabla a través del agua. Las contracciones isométricas de todo el tronco, los glúteos y la musculatura de la pierna son necesarias para contrarrestar las fuerzas de rotación de la fase de tracción de cada golpe de remo.

Por último, respecto a los requerimientos tácticos, en la modalidad de race influyen las decisiones tácticas a la hora de abordar una carrera. Son muchos factores extrínsecos que un deportista necesita conocer para realizar una carrera con éxito. De hecho, la elección de una estrategia u otra puede determinar la posición final de cada competidor. Factores como; las condiciones ambientales (oleaje, viento, corrientes, etc.) son de vital importancia e interés a la hora de la planificación de cada carrera, así como, analizar a los posibles rivales y el puesto final de cada carrera es fundamental para el ranking final.

1.4.- Materiales empleados en la práctica del SUP

En este deporte, las tablas que se utilizan son de entre 12 y 14 pies (3 - 4 metros) y 23,5 y 27 pulgadas (entre 55 y 70 cm de ancho). Dentro de la modalidad de SUP race hay tablas con varias medidas y diseños para diferentes tipos de condiciones (Figura 3). Las tablas están construidas con fibra de carbono para reducir su peso y otros materiales de última tecnología para ofrecer la mejor hidrodinámica posible, quedando así un diseño alargado y estrecho.



Figura 3: Diseño de tabla de SUP. Elaboración propia.

El remo es el elemento del que se vale el palista para propulsarse en el agua. Está formado de 3 partes (Figura 4). El mango, que es la parte superior en forma de T de donde se agarra. La pala, parte que entra en el agua para poder impulsarse y finalmente el palo, que

es la parte que une el mango con la pala. La longitud de la pala y el ancho de esta se elegirá según las características de cada atleta (altura, técnica de remado, etc.)



Figura 4: Diseño de pala/remo de SUP. Elaboración propia.

Las aletas/quillas son un elemento fundamental en la tabla (Figura 5), porque esto hace que la tabla siga un camino recto en el agua dependiendo del golpe del atleta y no se levante (no te salgas de tu camino). Hay varios diseños de quillas en relación con las condiciones meteorológicas y técnicas de cada atleta.



Figura 5: Diseño de una quilla de SUP. Elaboración propia.

2.- RESUMEN



2.1.- Resumen Artículo 1

Las características antropométricas de los atletas internacionales de Stand Up Paddle (SUP) son aspectos relevantes para su rendimiento. Sin embargo, se han realizado muy pocas investigaciones dentro de este deporte, y casi ninguna cuando se trata de la composición corporal y las características antropométricas de los palistas de SUP. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación será describir el perfil antropométrico de los palistas internacionales de SUP.

Se reunieron a treinta y un palistas internacionales de SUP ($34,2 \pm 12,4$ años) a los que se les midió la altura, la masa corporal, 8 pliegues de piel, 2 diámetros de huesos y 5 perímetros por los mismos dos antropometristas certificados como International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK) nivel 2. Las mediciones antropométricas se realizaron siguiendo el protocolo de la ISAK. La masa grasa (MG) se calculó utilizando las ecuaciones de Carter, Faulkner, Yuhasz y Withers, mientras que la masa muscular (MM) se calculó utilizando la ecuación de Lee 2000. El somatotipo se obtuvo aplicando la ecuación de Heath y Carter. Se registraron también las mediciones mediante bioimpedancia (BIA).

Los atletas internacionales de SUP tenían una masa corporal de $74,6 \pm 6,6$ kg, un porcentaje de grasa corporal de $7,6 \pm 2,1\%$ (Carter), $11,3 \pm 3,5\%$ (Faulkner), $7,6 \pm 2,1\%$ (Yuhasz) y $9,0 \pm 3,6\%$ (Whiters) y sumas de pliegues cutáneos de $48,2 \pm 20,6$ mm para 6, y $57,8 \pm 22,2$ mm para 8 pliegues cutáneos. La masa muscular era del $47,3 \pm 2,6\%$ y el somatotipo era ectomesomórfico con valores de $1,9 \pm 0,9$ para la endomorfia, $5,4 \pm 1,0$ para la mesomorfia y $2,4 \pm 0,9$ para la ectomorfia. Los resultados de la BIA fueron del $11,7 \pm 4,4\%$ para la MG y del $50,0 \pm 2,9\%$ para la MM.

Estos resultados sugieren que un bajo porcentaje de grasa y un elevado porcentaje de masa muscular, junto a un somatotipo mesomórfico equilibrado, son características antropométricas representativas de los atletas internacionales de SUP. Así mismo, y de acuerdo con estos resultados, un bajo sumatorio de pliegues y una elevada masa muscular del brazo pueden ser factores clave en el rendimiento de este deporte, debido a su relación con la aceleración y la fuerza de la palada.

Palabras clave: Stand-up paddle; Antropometría; Composición corporal; Somatotipo; Atletas internacionales

2.2.- Resumen Artículo 2

Debido a la importancia de la eficiencia energética y la economía en el rendimiento de la resistencia es importante conocer la influencia de las diferentes cadencias de remo en estas variables en el Stand Up Paddle (SUP). El propósito de este estudio fue determinar el efecto de remar a diferentes cadencias sobre la eficiencia energética, la economía y las variables fisiológicas de competidores internacionales de carreras de SUP.

Diez remeros masculinos (edad: $28,8 \pm 11,0$ años; altura: $175,4 \pm 5,1$ m; masa corporal: $74,2 \pm 9,4$ kg) que participaron en pruebas internacionales realizaron dos sesiones de prueba. En la primera, se realizó una prueba de ejercicio incremental para evaluar el consumo máximo de oxígeno y el pico de potencia (PP). El segundo día, se sometieron a 3 pruebas de 8 minutos cada una al 75% de la PP alcanzada en la primera sesión de prueba. Se realizaron tres cadencias en diferentes ensayos asignados aleatoriamente entre 45-55 y 65 paladas/min (ppm). Se midieron la frecuencia cardíaca (FC), lactato en sangre, la sensación de esfuerzo percibido (RPE), la eficiencia bruta, la economía y el consumo de oxígeno (VO_2) en la mitad (4 min) y al final (8 min) de cada prueba.

La economía ($45,3 \pm 5,7$ KJ/l a 45 ppm frente a $38,1 \pm 5,3$ KJ/l a 65 ppm; $p = 0,010$) y la eficiencia bruta ($13,4 \pm 2,3\%$ a 45 ppm frente a $11,0 \pm 1,6\%$ a 65 ppm; $p = 0,012$) fueron mayores durante la condición de 45 ppm que de 65 ppm en los 8 minutos. La relación de intercambio respiratorio (RER) presentó un valor más bajo a los 4 minutos que a los 8 minutos en las cadencias de 55 ppm (4-min: $0,950 \pm 0,065$ vs. 8-min: $0,964 \pm 0,053$) y 65 ppm (4-min: $0,951 \pm 0,030$ vs. 8-min: $0,992 \pm 0,047$; $p < 0,05$). El VO_2 , la FC, el lactato y el RPE fueron menores ($p < 0,05$) a 45 ppm (VO_2 : $34,4 \pm 6,0$ ml/kg-min; FC: $161,2 \pm 16,4$ latidos/min; lactato: $3,5 \pm 1,0$ mmol/l; RPE, $6,0 \pm 2,1$) que a 55 ppm (VO_2 : $38,6 \pm 5,2$ ml/kg-min; FC: $168,1 \pm 15,1$ latidos/min; lactato: $4,2 \pm 1,2$ mmol/l; RPE: $6,9 \pm 1,4$) y a 65 ppm (VO_2 : $38,7 \pm 5,9$ ml/kg-min; FC: $170,7 \pm 13,0$ latidos/min; $5,3 \pm 1,8$ mmol/l; RPE: $7,6 \pm 1,4$) a 8-min. Además, el lactato y la RPE a 65 ppm fueron mayores que a 55 ppm ($p < 0,05$) a los 8 minutos.

Los remeros de SUP masculinos internacionales fueron más eficientes y económicos cuando remarón a 45 ppm frente a 55 o 65 ppm, confirmado por valores de RPE más

bajos, lo que probablemente se traduzca en una mayor velocidad de remada y una mayor resistencia.

Palabras clave: economía; eficiencia; stand up paddle; cadencias; rendimiento

2.3.- Resumen Artículo 3

El Stand Up Paddle (SUP) es un deporte cada vez más popular, pero, al igual que en otros deportes, existe una proporción de lesiones asociada a su práctica. En otros tipos de deporte, se han relacionado algunos factores con la probabilidad de sufrir una lesión, entre los cuales los estiramientos, el entrenamiento del núcleo y el entrenamiento de la fuerza pueden considerarse los más significativos. Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue identificar los factores de entrenamiento que podrían influir en las lesiones sufridas por los participantes en competiciones internacionales de SUP.

Se recogieron 97 cuestionarios de palistas que participaron en un circuito internacional de SUP, en los que se recogieron datos epidemiológicos sobre las lesiones y diferentes cuestiones relacionadas con el entrenamiento realizado. Se utilizó una prueba ANOVA multifactorial para identificar los factores que influyen en el estado de las lesiones.

Los resultados mostraron que casi el 60% de las lesiones se produjeron en los brazos o en la región torácica superior, alrededor del 65% de las cuales se produjeron en los tendones o en los músculos y, en casi la mitad de los casos, estuvieron relacionadas con el sobreuso. Asimismo, los resultados mostraron que los atletas con lesiones realizaban menos sesiones de entrenamiento de resistencia a la semana ($p = 0,028$), durante menos meses al año ($p = 0,001$), más sesiones de entrenamiento semanales ($p = 0,004$) y, por último, un mayor volumen de entrenamiento semanal ($p = 0,003$) que los atletas sin lesiones. Además, se tuvieron en cuenta los factores de entrenamiento más importantes que reducen la probabilidad de sufrir una lesión, en particular, el entrenamiento de fuerza por sí solo ($p = 0,011$) o junto con el entrenamiento CORE ($p = 0,006$) o los estiramientos ($p = 0,012$), y el lado dominante del remo ($p = 0,032$).

En conclusión, el entrenamiento de fuerza parece reducir la probabilidad de lesiones entre los practicantes de SUP, y tales beneficios podrían obtenerse mediante el entrenamiento de fuerza solo o en combinación con el entrenamiento CORE o los estiramientos.

Palabras clave: stand-up paddleboarding; SUP; lesión; prevención; entrenamiento de fuerza

3.- INTRODUCCIÓN



3.1.- Introducción artículo 1

El SUP se originó en Hawai en la década de 1950 y es una mezcla de surf y remo (16). En este nuevo deporte, cuya popularidad ha aumentado exponencialmente en la última década (1), el embarque implica que el participante se ponga de pie en una tabla grande, similar a una tabla de surf, antes de utilizar un remo largo para la propulsión con brazadas a cada lado del cuerpo (12). Sin embargo, las tablas de SUP son más largas (~8 - 15 pies, 2,4 - 4,6 m), más gruesas (4 - 8 pulgadas, 10-20 cm) y más anchas (26 - 31 pulgadas, 66-78 cm) que las tablas de surf tradicionales (17). La propulsión de la tabla se realiza mediante un remo largo de una sola pala en el que el deportista alterna los lados de forma aleatoria. Las disciplinas generales del SUP de competición incluyen las carreras técnicas, el surf y las carreras de maratón. Las carreras técnicas de SUP consisten en un sprint de 4 a 8 km en el que los participantes están limitados a una longitud máxima de la tabla de 3,81 m. Las pruebas de surf se celebran en series de 20 minutos y finales de 30 minutos en las que las dos olas más puntuables se contabilizan para el total de competidores (18). La puntuación se basa en la realización de maniobras, en la potencia y velocidad, y en la superación de las secciones de cierre, de forma similar al surf tradicional. Las carreras de maratón de SUP, que normalmente tienen una distancia de 10 km (6,21 millas), admiten tablas de hasta 14 pulgadas de longitud con una aleta fija, y pueden realizarse tanto en mar abierto como en aguas tranquilas. Los sujetos analizados en nuestro estudio son participantes de una carrera internacional de maratón de SUP.

Teniendo en cuenta la exigencia física de las pruebas, parece que se requiere un alto nivel de aptitud aeróbica en las pruebas de élite (6). La aptitud anaeróbica es esencial para los estímulos cortos de velocidad y para coger olas. Los participantes necesitan un alto nivel de equilibrio dinámico y de resistencia muscular del tronco, y ambos se consideran atributos importantes de cualquier participante de SUP (17). Se requieren contracciones isométricas de todo el tronco, los glúteos y la musculatura de la parte inferior de la pierna para contrarrestar las fuerzas de rotación de la fase de tracción de cada remada (19).

A medida que el SUP aumenta en popularidad y competitividad, la importancia de las pruebas a los atletas de SUP para proporcionar información tanto a los entrenadores como a los atletas aumenta de igual manera. A pesar de esta popularidad mundial, actualmente no hay mucha literatura científica disponible sobre el aspecto del rendimiento del SUP.

Los parámetros fisiológicos y morfológicos específicos son componentes importantes del rendimiento en muchos deportes. Se ha confirmado que ciertas características físicas como la composición corporal, el peso y la altura pueden influir significativamente en los resultados deportivos (20). Además, esos parámetros permiten a los nutricionistas y los entrenadores orientar tanto la dieta como el entrenamiento para lograr la composición corporal que permita a los atletas alcanzar el máximo rendimiento. Estos parámetros se han correlacionado con el rendimiento en el deporte de élite, y se han asociado en el remo y el surf con los resultados del rendimiento (21–23).

La composición corporal y las características morfológicas de los atletas se han asociado con el rendimiento final en varias modalidades deportivas como: el surf (24,25), remo olímpico (26–28), el remo tradicional (29) o el kayak (30). El exceso de masa grasa en un remero actuaría como peso muerto y tendría efectos adversos en la velocidad, lo que se traduciría en una disminución de la capacidad de aceleración (25). Además, hay que tener en cuenta que una mayor masa libre de grasa y masa muscular en un atleta de alta intensidad conduce a un aumento de la fuerza y la resistencia; por lo tanto, mejora el rendimiento (31). Asimismo, en los surfistas se obtuvieron correlaciones significativas de moderadas a grandes entre la posición en la clasificación de los surfistas y algunos pliegues cutáneos, la suma de pliegues cutáneos y el salto vertical (21). Por último, en el kayak se han registrado importantes valores de masa corporal y masa muscular, incluso comparándola con los valores de los piragüistas (32,33). No está claro si estos altos valores de masa corporal magra pueden beneficiar o perjudicar a los kayakistas (30).

Sin embargo, no existe ningún estudio que examine el perfil antropométrico de los practicantes de SUP, lo que debería permitir a los entrenadores y a los científicos del deporte comprender mejor el perfil físico de los palistas y formular estrategias de entrenamiento adecuadas (34,35).

3.2.- Introducción artículo 2

El stand up paddle (SUP) es una mezcla de surf y remo (16), que ha visto aumentar considerablemente su número de practicantes (1). El SUP consiste en propulsarse con un remo largo de una sola pala utilizando cualquiera de los dos lados (36) encima de una tabla, que es más larga, gruesa y ancha que las tablas de surf tradicionales (17). Hay tres tipos de competiciones de SUP: técnicas, de surf y de carreras o race (18). Mientras que las competiciones de surf implican realizar la mayor cantidad y calidad de maniobras posible en las olas, las competiciones técnicas y las carreras implican realizar una distancia en el menor tiempo posible, tanto en aguas abiertas como en aguas tranquilas. En las carreras, las distancias más comunes a recorrer suelen ser de unos 4-10 km, aunque hay distancias mucho más largas (18).

Hay diferentes factores internos y externos que se han estudiado en otros deportes de surf, que pueden ser aplicables al SUP (37). El rendimiento en estos está condicionado por las condiciones meteorológicas generales, que pueden reflejarse en las corrientes, el viento o las olas. Es importante que los competidores sepan leer el mar y aprovechar sus olas para poder recorrer varios metros sin tener que hacer ningún esfuerzo. Para ello, deben modificar su trayectoria y ajustarla a cada situación. En cuanto a las variables internas, debido a la importancia de coger las olas mencionadas anteriormente, y a los estímulos de velocidad necesarios durante las competiciones, tener un metabolismo anaeróbico bien desarrollado puede resultar determinante.

Por otro lado, los deportistas de SUP se caracterizan por tener un buen equilibrio dinámico, así como una gran fuerza en los músculos del tronco (17). Esta fuerza isométrica de los músculos del tronco, sumada a la de los glúteos y las piernas, es fundamental para contrarrestar las fuerzas de rotación que se producen al remar (19). Además, parece que un metabolismo aeróbico bien entrenado es de gran importancia en diferentes tipos de carrera (6). En relación con estos requisitos aeróbicos principales, la eficiencia y la economía son aspectos importantes del rendimiento de la resistencia. Algunos estudios afirman que la eficiencia puede ser un mejor predictor del rendimiento aeróbico en comparación con el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) (38–40). Por el contrario, otros autores han demostrado que la economía, definida como la demanda energética a velocidades submáximas, es uno de los factores más discriminantes del rendimiento de resistencia, especialmente en atletas con un VO_2 máx. similar (41–46). En

este sentido, Conley y cols. (42) concluyeron que entre corredores altamente entrenados y experimentados de capacidad comparable y VO_2 máx. similar, la economía de carrera representa una gran cantidad de la variación observada en el rendimiento durante una carrera de 10 km. Mientras que Mooses y cols. (47) afirman que la economía es uno de los factores que explican el rendimiento en carrera, Bassett y cols. (48) afirman que la economía de carrera y la utilización fraccionada del VO_2 máx. explican en gran medida el rendimiento en resistencia.

Teniendo en cuenta que este deporte se desarrolla en entornos naturales, con viento y olas cambiantes, la cadencia de remada durante las carreras de SUP en mar abierto puede no ser constante. Varios estudios en otros deportes han sugerido que algunas cadencias son más eficientes que otras (19,49–55). En el caso de los ciclistas y triatletas, Jacobs y cols. (49) mostraron cómo las cadencias más bajas eran más económicas en sujetos entrenados, mientras que de Lucia y cols. (50) obtuvieron resultados opuestos con ciclistas de categoría mundial. En ciclismo realizado con los brazos, Kraaijenbrink y cols. (54) obtuvieron mejores valores de eficiencia con cadencias bajas que con cadencias altas, mientras que Goosey y cols. (55) comparando dos longitudes de biela con dos cadencias diferentes, obtuvieron mejores valores de economía con una biela corta (180 mm) y una cadencia más alta (85rev/min). Con respecto a la carrera, Hafter y cols. (52) tras 6 semanas de entrenamiento aumentaron la cadencia, aunque consiguieron modificar todos los parámetros cinemáticos, no consiguieron disminuir la eficiencia. Por último, con respecto al remo tradicional, Aramendi y cols. (53) registraron valores de lactato y de frecuencia cardíaca (FC) más elevados a cadencias altas que a cadencias bajas.

3.3.- Introducción artículo 3

El SUP es un deporte acuático cada vez más popular, nacido del surf, con raíces modernas en Hawái (57). Los practicantes de SUP se colocan sobre tablas que flotan en el agua y utilizan un remo para impulsarse en el agua. Este tipo de deporte requiere un buen equilibrio y una gran fuerza en los músculos del tronco (17), así como una capacidad aeróbica bien desarrollada (6). Sin embargo, su práctica (como la de otros deportes acuáticos) no está libre de sufrir una lesión (58,59). En este sentido, las patologías más comunes que afectan a los remeros de SUP suelen ser las relacionadas con los hombros, la zona lumbar y la muñeca (3,60). En concreto, entre el 31 y el 32,9% de los remeros han declarado tener dolor de hombros (3,60), mientras que entre el 25 y el 33%, declararon haber sufrido dolor de espalda (61,62). Por ello, se ha sugerido que el riesgo de sufrir lesiones puede estar relacionado con una serie de factores, entre los que se incluyen: las condiciones de la superficie irregular (61,62), una técnica deficiente con patrones de movimiento inusuales y asimetría del perfil de fuerza (63–66), las horas dedicadas a la práctica del SUP (67) y la naturaleza repetitiva del remo (68,69). Además, otros factores previamente identificados en otros deportes también podrían influir en la probabilidad de lesión del practicante de SUP. Algunas de estas variables son: los estiramientos (70–72) o fortalecimiento del CORE (73–75) y el entrenamiento de fuerza (EF) (76–79).

Se han realizado estudios sobre la falta de flexibilidad en relación con la mayor probabilidad de lesiones en los isquiotibiales (70). Sin embargo, podría ser la técnica de estiramiento empleada para mejorar la flexibilidad más allá de la requerida para los movimientos específicos del deporte lo que puede provocar este tipo de lesiones (71). Dadas las diferentes demandas y rangos de movimiento, lo más probable es que la gran mayoría de los estudios no diferencien entre los distintos tipos de lesión, por lo que es difícil determinar la relación entre la flexibilidad y la probabilidad de lesión (72). Sin embargo, en lo que respecta al entrenamiento del CORE, parece que la literatura está más de acuerdo, ya que tras 8 semanas de entrenamiento del CORE se han descrito mejoras en el control postural y la calidad del movimiento en atletas universitarios (73), o mejoras en la capacidad de salto en atletas femeninas tras 6 semanas de entrenamiento del CORE (74), lo que podría tener un impacto real en la prevención de lesiones, aunque todavía se necesitan más estudios para aclarar esta afirmación.

Con respecto al EF, se ha demostrado que es el único factor de riesgo modificable que contribuye de forma significativa a la probabilidad de sufrir una lesión deportiva (80). Se sabe desde hace años que el EF puede ayudar a prevenir las lesiones debidas al uso excesivo, como los hombros de los nadadores o los codos de los tenistas (81). En este sentido, el EF parece tener una relación directa con la probabilidad de sufrir una lesión en personas activas, habiéndose demostrado que 4 semanas de entrenamiento de fuerza redujeron la posibilidad de sufrir una lesión en los isquiotibiales (82) y, en el caso de un grupo de militares, se aplicó un programa de 14 semanas con 4 ejercicios diarios de entrenamiento de fuerza que incluían contracciones concéntricas y excéntricas funcionales de los extensores de la cadera y la rodilla para prevenir el dolor anterior de rodilla, obteniéndose efectos positivos (83). En algunos tipos de deporte como el fútbol, se demostró cómo 12 semanas de EF redujeron significativamente el número de lesiones en jugadores jóvenes (84), o en la carrera a pie, para la cual se recomienda el entrenamiento de fuerza para prevenir posibles lesiones (85), permitiendo al atleta rendir con éxito (86). Cabe destacar que el efecto de este tipo de entrenamiento no sólo es válido para reducir la probabilidad de sufrir una lesión, sino también para reducir su gravedad. En este sentido, se llevó a cabo un estudio en atletas de secundaria, en el que se demostró que los atletas que habían realizado EF sufrían menos lesiones (26,2% frente a 72,4%), y también se perdía menos tiempo en el periodo de rehabilitación de la lesión (2,02 días frente a 4,82 días) (87). Lamentablemente, hasta donde el autor es conocedor, no se ha informado de ninguna evidencia previa sobre la influencia de los factores de entrenamiento en las lesiones sufridas en la práctica del SUP.

4.- OBJETIVO



4.- OBJETIVO

Teniendo en cuenta las pocas investigaciones realizabas en este deporte hasta el momento, y el vacío científico existente sobre este tema en la ciencia, los objetivos de esta tesis doctoral son los siguientes:

1. Objetivo artículo 1: Conocer las características antropométricas (composición corporal, masa grasa, masa muscular y somatotipo) de los participantes de una competición internacional de SUP, con el fin de establecer valores de referencia dentro de esta población de practicantes de SUP.
2. Objetivo artículo 2: Analizar la influencia de diferentes cadencias de remada: 45, 55 y 65 ppm, sobre la percepción del esfuerzo y sobre diferentes variables fisiológicas como: la eficiencia, la economía, la concentración de lactato y la frecuencia cardíaca entre los remeros de competición de categoría élite.
3. Objetivo artículo 3: Identificar los factores de entrenamiento que pudieran influir en las lesiones sufridas por los participantes en competiciones internacionales de SUP, centrándose sobre todo en el entrenamiento de la fuerza, flexibilidad y CORE.

5.- MATERIAL Y MÉTODOS



5.1.- Material y métodos Artículo 1

5.1.1.- Participantes

"El Eurotour 2019" es reconocido como la Copa del Mundo de SUP. El Iberdrola Bilbao World SUP Challenge 2019 formó parte de este circuito y tuvo lugar del 7 al 9 de junio del mismo año. En este sentido, para el diseño transversal de este estudio, se recogieron datos de 31 varones (edad, $34,2 \pm 12,4$ años) que participaron en la carrera. Todos los participantes eran atletas de nivel internacional.

Todos los participantes recibieron información oral y escrita sobre los objetivos y la metodología de la investigación, y firmaron un consentimiento informado. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Deusto (ETK-13/18-19).

5.1.2.- Diseño experimental

Para realizar los análisis antropométricos y de bioimpedancia los participantes se presentaron en nuestra zona acondicionada, situada cerca de la zona de inscripción de la carrera, el día anterior a la competición. Todas las mediciones antropométricas se realizaron de acuerdo con el protocolo de nivel 1 (antes de la última actualización) de la International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (88) por los mismos dos antropometristas certificados de nivel 2 internacional.



Figura 6: Equipo que tomó parte en la recogida de datos del estudio.

La altura (cm) se midió con un tallímetro SECA 220® (Hamburgo, Alemania) con una precisión de 1 mm, y la masa corporal (MC) (kg) se midió con un aparato Inbody 770® (EE.UU.), con una precisión de 0,1 kg.

El índice de masa corporal (IMC) se calculó utilizando la ecuación Inbody y la de masa corporal/altura (kg/m). Para las mediciones de bioimpedancia se siguieron las instrucciones de Inbody y las técnicas previamente validadas (89). Los pliegues cutáneos (mm) (tricipital, bicipital, abdominal, suprailíaco, subescapular, cresta ilíaca, parte anterior del muslo y pantorrilla) se analizaron utilizando un calibrador de pliegues cutáneos Holtain® con una precisión de 0,5mm. Para obtener más información sobre la grasa corporal, se examinaron las sumas de 4 ($\Sigma 4$ SF), 6 ($\Sigma 6$ SF) y 8 ($\Sigma 8$ SF) pliegues cutáneos (mm) siguiendo procedimientos validados (88). Los perímetros musculares (cm) (brazo, brazo contraído, cintura, cadera y pantorrilla) se midieron con una cinta metálica no extensible (Cercorf®, Brasil) con una precisión de 1mm. Los perímetros del brazo y de la pantorrilla contraídos se corrigieron a través de los pliegues cutáneos mediante la siguiente fórmula: perímetro corregido = perímetro - (π x área del pliegue cutáneo) (90). Los diámetros óseos (femoral y humeral) se midieron con un paquímetro Cerscorf® (Brasil), con una precisión de 1 mm.

La masa grasa y el porcentaje de grasa corporal (%GC) se calcularon mediante las ecuaciones de Carter, Faulkner, Yuhasz y Withers siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cinantropometría (ISAK) y del Grupo Español de Cinantropometría (GREC) para deportistas (91,92). Asimismo, la masa muscular y el % de masa muscular se calcularon mediante la ecuación de Lee (93). Para obtener los valores del somatotipo se utilizó la ecuación de Carter y Heath (94).



Figura 7: Antropometrista cogiendo medidas a un deportista.

5.1.3.- Análisis estadístico

Todos los datos antropométricos se presentan como media (desviación estándar) y con el valor mínimo y máximo de cada parámetro. Los valores de la composición corporal y del somatotipo se calcularon de forma similar. El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete de software SPSS para Windows, versión 24.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, EE.UU.).

5.2.- Material y métodos Artículo 2

5.2.1.- Participantes

Para este estudio se reclutaron diez competidores masculinos de SUP race con al menos cuatro años de experiencia en remo competitivo. La edad, la altura, el peso, los datos antropométricos, la prueba de potencia y los valores de la prueba incremental de los participantes se presentan en la Tabla 1. Todos los participantes fueron sometidos a pruebas entre el 06/2019 y el 08/2019, es decir, mientras se encontraban en el periodo competitivo de la temporada 2019. Los participantes se habían sometido a un examen médico para garantizar que gozaban de buena salud y no habían sufrido lesiones en los 12 meses anteriores a la realización de la investigación. Los remeros fueron informados de cualquier riesgo asociado a los experimentos y se les proporcionó un consentimiento informado por escrito para participar en el estudio, que fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Deusto (ref. ETK-13/18-19) de acuerdo con la última versión de la Declaración de Helsinki, Fortaleza (2013).

Tabla 1. Edad, composición corporal y características de rendimiento deportivo de los participantes (n = 10).

Variable	Media ± DE	Rango (Min–Max)
Edad (años)	28,8 ± 11,0	18,0 – 46,0
Altura (cm)	175,4 ± 5,1	167,0 – 186,5
MC (kg)	74,2 ± 9,4	61,3 – 92,9
MM (kg)	36,7 ± 3,9	30,5 – 44,0
MM (%)	49,6 ± 2,4	45,9 – 55,1
MG (%)	12,7 ± 3,9	6,7 – 17,9
PP en 10sec (W)	336,7 ± 88,7	210,0 – 528,0
VO ₂ max (ml/kg min)	49,9 ± 3,7	45,2 – 57,8
FC máx. (pulsaciones/ min)	183,2 ± 14,1	164 – 207
PP en VO ₂ máx. (W)	160,0 ± 19,5	120 – 190
PPR (W/kg)	2,2 ± 0,3	1,7 – 2,8
PPR a MM (W/kg)	4,4 ± 0,6	3,5 – 5,6

Datos expresados en media ± desviación estándar. PP, Pico de Potencia; FC máx., frecuencia cardíaca máxima; VO₂ máx., Volumen de oxígeno máximo; PPR, pico potencia relativo.

5.2.2.- *Diseño experimental*

Todos los participantes se sometieron a dos sesiones de evaluación con un intervalo de una semana. El primer día de evaluación, se realizó una prueba de ejercicio incremental para evaluar el VO₂ máximo y la potencia pico (PP). Estos datos se utilizaron para determinar la intensidad a la que debían ejercitarse los participantes en la segunda sesión de evaluación, que consistió en remar a una intensidad submáxima constante a 45, 55 y 65 paladas por minuto (ppm) para estudiar cómo la cadencia influía en la eficiencia bruta de palista. Las pruebas con diferentes cadencias consistieron en tres series de 8 minutos de duración cada uno, al 75% de la potencia máxima en el VO₂ máximo. Esta intensidad se seleccionó para imitar el ritmo utilizado durante las competiciones (3). Las pruebas tuvieron una duración de 8 minutos porque se ha demostrado que esta es una duración adecuada para evaluar la eficiencia y la economía (37,38). Hubo un descanso de 10 minutos entre las pruebas. Si durante esos 10 min el participante no había conseguido bajar de 100 latidos/min, se aumentaba el tiempo de descanso hasta que lo conseguía. Para evitar un efecto de orden, las tres pruebas de cadencia (45, 55 y 65 ppm) se realizaron en una secuencia aleatoria, y las cadencias de remo seleccionadas para el estudio se basaron en los datos de cadencia máxima obtenidos durante una prueba de esfuerzo por Schram y cols. (17).

Todas las pruebas de remo se realizaron en un ergómetro modificado (Ergo Vasa Swim, EE.UU.) (25) para garantizar las mismas mediciones en todas las pruebas. La prueba de VO₂ máx. se realizó comenzando con 5 W, aumentando en 5 W cada minuto y hasta el nivel de agotamiento volitivo (6). A todos los atletas se les permitió alternar la remada por ambos lados, y los participantes recibieron información sobre su cadencia, información visual a través del monitor del ordenador del ergómetro, e información sonora a través del metrónomo. Se consideró que los atletas habían alcanzado el rendimiento máximo, y por tanto su VO₂ máximo, cuando se cumplían al menos dos de los siguientes criterios (95): I) una meseta en el VO₂ máx., definida como un aumento inferior a 1,5 ml/kg-min en dos cargas de trabajo consecutivas; II) RER >1,15; y III) valor de la FC máxima (FC máx.) >95% de la máxima predicha por la edad (220 - edad). La PP (en W) se calculó de la siguiente manera (Ecuación (1) (41):

$$PP = \text{completado a plena intensidad (W)} + ((\text{segundos a la velocidad final} / 60 \text{ s}) \times 5 \text{ W}) \quad (I)$$



Figura 8: Deportista realizando uno de los test de consumo máximo de oxígeno

El ergómetro se calibró antes de todas las pruebas según las recomendaciones del fabricante. Para garantizar una recuperación completa y que no hubiera cambios en los niveles de rendimiento obtenidos en las pruebas, las mediciones se realizaron a intervalos de una semana. También se pidió a los participantes que no hicieran ningún ejercicio extenuante 24-48 horas antes de las evaluaciones y que siguieran una dieta rica en carbohidratos antes de las sesiones de evaluación. Para evitar cualquier variación en el rendimiento debida a cambios en la hora del día en que se realizaban las pruebas, todas las evaluaciones se llevaron a cabo a la misma hora del día.

El primer día, la altura (cm) se obtuvo utilizando un tallímetro SECA 220 (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 1mm. La masa corporal (MC; kg), el porcentaje de grasa corporal, la masa muscular (kg) y el porcentaje de masa muscular se midieron utilizando

el Inbody 770 (EE.UU.) con una precisión de 0,1 kg. Se utilizó una prueba ergométrica incremental VASA (Vasa, Inc., Essex Junction, VT, EE.UU.) para evaluar el VO_2 máx., y se recogieron y analizaron los gases espirados utilizando un calibrador de intercambio de gases continuo respiración a respiración y mediciones de ventilación en la boca (Ergostik, Geratherm Respiratory GmbH, Bad Kissingen, Alemania). El carro metabólico se calibró según las recomendaciones del fabricante antes de cada sesión de prueba.



Figura 9: Recogiendo valores durante un test.

El segundo día, se calculó el VO_2 medio y la potencia durante los últimos 30seg del minuto 4 (4-min) y del minuto 8 (8-min) de cada serie (45-55 y 65 ppm). La economía se calculó según la ecuación de Moseley y Jeukendrup (ecuación II) (96), en la que la economía (KJ/l) es igual a la relación entre la potencia media y el consumo medio de oxígeno en estado constante (l/min):

$$\text{Economía} = \text{potencia media (W)} / \text{VO}_2 \text{ (l/min)} \quad (II)$$

La eficiencia bruta de los participantes se evaluó calculando la cantidad de trabajo completado en relación con la cantidad de energía gastada durante cada una de las series submáximas, utilizando la ecuación (Ecuación III):

$$\text{Eficiencia bruta \%} = [\text{ritmo trabajo (W)} / \text{coste energético(J/s)}] \cdot 100 \quad (\text{III})$$

La energía consumida se calculó mediante la ecuación de Weir (97) (ecuación IV):

$$\text{Kcal} = 3.90 \text{ VO}_2(l) + 1.10 \text{ VCO}_2(l) \quad (\text{IV})$$

Las Kcal/min se convirtieron en J/s para cuantificar el coste energético, y la producción de energía como porcentaje del coste energético se utilizó para expresar la eficiencia. Los resultados del RER y las tablas proporcionadas por Peronnet y cols. (98) se utilizaron para calcular el porcentaje de oxidación de las grasas de cada palista en cada una de las cadencias.

Las mediciones de lactato en sangre se realizaron antes, en la mitad (4 minutos) y al final (8 minutos) de cada prueba de intensidad submáxima (45-55 y 65 ppm). El lactato en sangre se midió mediante un analizador de lactato en sangre portátil Lactate Scout 2 (SensLab GmbH, Leipzig, Alemania), mientras que las mediciones de lactato se realizaron a partir de sangre extraída de un dedo, descartando siempre la primera gota para evitar la contaminación. Asimismo, se utilizó un monitor y transmisor de FC Polar (Polar Electro, Lake Success, NY, EE.UU.) para medir la FC, que se registró durante la prueba incremental y a lo largo de las pruebas de carga de trabajo submáximo.

Se utilizó la escala RPE de 10 puntos (99) durante la prueba de VO₂ máx. y a los 4 y 8 minutos de cada prueba submáxima (45-55 y 65 ppm), y se prohibió la entrada en el laboratorio a cualquier persona que no fuera el investigador para que la presencia de personas no influyera en el RPE de los participantes (100). Se animó verbalmente a todos los participantes durante las pruebas submáximas.

5.2.3.- Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos de los datos se llevaron a cabo con el programa Statistical Package for the Social Sciences 24.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL, EE.UU.), calculando los estadísticos descriptivos para cada variable y expresándolos como media \pm desviación estándar (DE), y rango (min-max.). Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk ($n < 50$) para determinar la normalidad de los datos, y se utilizó la prueba de Levene para comprobar la uniformidad de las variables analizadas. Las diferencias entre las pruebas de 4 y 8 minutos para cada variable en cada condición de cadencia se evaluaron mediante una prueba t dependiente. El VO_2 , la concentración de lactato en sangre, el RPE, la FC, la economía, la eficiencia bruta y el RER se compararon entre las diferentes cadencias utilizando un ANOVA de una vía con las cadencias como factor fijo. Se aplicó la prueba post-hoc de Bonferroni para las comparaciones por pares entre grupos. Además, se calcularon los tamaños del efecto utilizando el cuadrado eta parcial y η^2_p , aunque debido a que esta medida probablemente sobrestimara dichos tamaños del efecto, los valores se interpretaron de acuerdo con lo que indica que no había efecto si $0 \leq \eta^2_p < 0,05$; efecto mínimo si $0,05 \leq \eta^2_p < 0,26$; efecto moderado si $0,26 \leq \eta^2_p < 0,64$; y un efecto fuerte si $\eta^2_p \geq 0,64$ (101). La significación estadística para todos los análisis se fijó en $p < 0,05$.

5.3.- Material y métodos Artículo 3

5.3.1.- Participantes

La investigación se realizó como un estudio de cohorte observacional retrospectivo. A todos los atletas que compitieron en un circuito internacional de carreras (Eurotour) se les ofreció la posibilidad de participar en este estudio (2019). Ciento seis participantes realizaron la encuesta. Nueve participantes no respondieron a la sección de lesiones, dejando 97 participantes (77,3% hombres y 22,7% mujeres) para ser incluidos en el análisis de lesiones. Se obtuvieron participantes de todo el mundo, con la mayoría de España (69,2%), seguida del resto de Europa (24,5%), Estados Unidos (4,2%), África y Australia (2,1%).

El comité ético fue aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Universidad de Deusto (ref: ETK-13/18-19). Se diseñó de acuerdo con la Declaración de Helsinki (102,103). Los participantes recibieron de antemano toda la información que detallaba los objetivos del estudio. Se preservaron los derechos de los participantes, pidiendo su participación voluntaria y dando la posibilidad de retirarse en cualquier momento. Se proporcionó información sobre la finalidad, los procedimientos y la confidencialidad del estudio, y se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes.

5.3.2.- Diseño experimental

La encuesta constaba de 4 secciones: (I) introducción y consentimiento informado, (II) datos demográficos y participación, (III) entrenamiento y competición, y (IV) lesiones. La sección I proporcionaba información sobre el propósito del estudio y el consentimiento informado electrónico. Los participantes no podían acceder a la encuesta si no daban su consentimiento informado. La sección II incluía preguntas demográficas y de participación en el SUP. Las preguntas se referían a la edad, el sexo, la altura y la masa corporal. La sección III, incluía preguntas relacionadas con las rutinas de entrenamiento (contenidos del entrenamiento: flexibilidad, resistencia y fuerza), y la cantidad que realizan en ellas). La sección IV, incluía preguntas sobre las lesiones sufridas en la práctica del SUP y la epidemiología de las mismas. Los participantes fueron instruidos para proporcionar información específicamente relacionada con las lesiones de SUP sufridas en el último año. Con el fin de recopilar datos sobre múltiples lesiones de un mismo sujeto, los participantes pudieron proporcionar información sobre más de una lesión.

Se distribuyó una encuesta específica Ad-hoc online para determinar la epidemiología de las lesiones sufridas por los participantes en competiciones internacionales de SUP, a

través de una encuesta online, relacionando estos datos con diferentes variables relacionadas con el entrenamiento, especialmente con el entrenamiento de fuerza. Los autores diseñaron el primer borrador de la encuesta. Se realizó una prueba piloto de la encuesta con dos miembros no incluidos en el estudio que se ofrecieron a participar. El diseño se basó en encuestas publicadas anteriormente sobre lesiones (13,67) . La encuesta estuvo disponible online desde el 20/04/2019 hasta el 15/07/2019 tanto en inglés como en castellano (Ver Apéndice 8) que se recibieron todas las contestaciones. Su cumplimentación requirió un tiempo máximo de 15 minutos. Se envió un correo electrónico a los participantes de un circuito internacional de carreras de SUP. Se les informó de los objetivos del estudio y se les pidió que participaran. El cuestionario se envió dos veces y se dejó que se respondiera durante un periodo de tres meses.

5.3.3.- Análisis estadísticos

Los resultados se mostraron como frecuencias y % de casos. Se realizaron pruebas de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de las variables continuas estudiadas ($n > 50$). Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para determinar las diferencias entre las variables categóricas. Se utilizó la prueba de Levene para comprobar la homocedasticidad de las diferencias de varianza de los distintos datos descriptivos y/o de entrenamiento entre hombres y mujeres, que se evaluaron mediante la prueba ANOVA de una vía con la lesión como factor mixto. Los tamaños del efecto se realizaron mediante la eta cuadrada parcial (η^2p), y se interpretaron según la que indica que no hay efecto si $0 \leq \eta^2p < 0,05$; efecto mínimo si $0,05 \leq \eta^2p < 0,26$; efecto moderado si $0,26 \leq \eta^2p < 0,64$; y un efecto fuerte si $\eta^2p \geq 0,64$ (101). El análisis estadístico se completó con el programa SPSS Statistics (SPSS: An IBM Company, versión 24.0, IBM Corporation, Armonk, NY, USA). La significación estadística se tuvo en consideración cuando $p < 0,05$.

6.- RESULTADOS



6.1.- Resultados Artículo 1

Los datos descriptivos de todos los parámetros estudiados se muestran en la tabla 2 y la tabla 3. En primer lugar, en la tabla 2, se muestran los valores antropométricos básicos, tales como la MC $74,6 \pm 6,6$ kg (rango 63,7-89,4 kg); la altura $175,0 \pm 4,2$ cm (rango: 172,0-178,0 cm); y el IMC $23,6 \pm 2,0$ kg/m² (rango: 20,5-29,7 kg/m²). En segundo lugar, se muestran todos los perímetros (cm) y el valor corregido de dos de ellos (brazo y pantorrilla). En tercer lugar, se representan todos los pliegues cutáneos (mm) y la suma de los mismos. Así, el Σ 4 pliegues fue de $34,2 \pm 14,4$ mm (rango: 18,5-73,0 mm); el Σ 6 pliegues de $48,2 \pm 20,6$ mm (rango: 25,5-105,0 mm) y el Σ 8 pliegues de $57,8 \pm 22,2$ mm (rango: 33,0-125,0 mm). Por último, se expresan los diámetros óseos (cm), donde el húmero era de $7,1 \pm 0,4$ (rango: 6,7-8) y el fémur de $9,7 \pm 0,5$ (rango: 8,8- 10,5).

En la tabla 3 se expresan el MG %, el MG, el MM % y el MM (kg) calculados mediante diferentes ecuaciones específicas y el somatotipo. De este modo, el MG % se situó entre el $7,6 \pm 2,1\%$ utilizando la ecuación de Carter, el $11,3 \pm 3,5\%$ utilizando la ecuación de Faulkner, el $7,6 \pm 2,1$ % utilizando la ecuación de Yuhasz y el $9,0 \pm 3,6\%$ según la ecuación de Withers. La tabla 3 también muestra el % MM utilizando la ecuación de Lee $47,3 \pm 2,6\%$ (rango: 42,3-51,6%) y los valores del somatotipo, como la endomorfia $1,9 \pm 0,9$ (rango: 1,0-4,0); mesomorfia $5,4 \pm 1,0$ (rango: 3,9-7,7) y ectomorfia $2,4 \pm 0,9$ (rango: 0.2–3.9).

Estos datos, representados en la Figura 10, muestran que los atletas del SUP son mesomórficos equilibrados.

Tabla 2. Parámetros básicos de antropometría, perímetros, pliegues cutáneos y diámetros óseos.

	Media (DE)	Mínimo	Máximo
Parámetros básicos de antropometría			
Masa corporal (kg)	74,6 ± 6,6	63,67	89,4
Altura (cm)	175 ± 4,2	172,0	178,0
IMC (kg/m ²)	23,6 ± 2	20,5	29,7
Pliegues (mm)			
Bíceps	2,5 ± 0,7	1,5	4,0
Tríceps	6,2 ± 2,5	3,0	13,0
Subescapular	7,6 ± 3,3	5,0	17,5
Abdominal	13,2 ± 8,2	5,0	31,5
Suprailíaco	7,1 ± 3,8	3,5	19,0
Cresta Ilíaca	9,5 ± 4,5	5,5	22,5
Muslo	8,7 ± 4,0	4,0	21,5
Pantorrilla	5,3 ± 2,5	2,5	16,0
Sumatorio 4 pliegues	34,2 ± 14,4	18,5	73,0
Sumatorio 6 pliegues	48,2 ± 20,6	25,5	105,0
Sumatorio 8 pliegues	57,8 ± 22,2	33,0	125,0
Perímetros (cm)			
Brazo relajado	31,8 ± 2,6	26,6	37,1
Brazo contraído	34 ± 2,5	28,5	38,6
Cintura	80,2 ± 5,3	70,0	92,8
Cadera	95,1 ± 4,6	87,6	106,6
Pantorrilla	36,9 ± 1,9	31,6	40,6
Brazo corregido	31,2 ± 2,5	25,9	36,0
Pantorrilla corregido	36,3 ± 1,8	31,2	39,9
Diámetros (cm)			
Húmero	7,1 ± 0,4	6,7	8,0
Fémur	9,7 ± 0,5	8,8	10,5

IMC = Índice de masa corporal.

Tabla 3. Composición corporal del participante con antropometría y bioimpedancia, y somatotipo.

	Media ± DE	Mínimo	Máximo
Composición corporal - Antropometría			
Grasa corporal con Carter (%)	7,6 ± 2,1	5,2	13,6
Carter MG (kg)	5,8 ± 2	3,4	11,5
Grasa corporal con Yuhasz (%)	7,6 ± 2,1	5,3	13,6
Yuhasz MG (kg)	5,8 ± 2	3,5	11,5
Grasa corporal con Whitters (%)	9 ± 3,6	4,9	18,9
Whitters MG (kg)	6,8 ± 3,2	3,2	16,0
Grasa corporal con Faulkner (%)	11,3 ± 3,5	8,6	24,5
Faulkner MG (kg)	8,3 ± 2,4	5,5	14,7
Media ecuaciones (%)	8,9 ± 2,7	6,0	15,7
Media ecuaciones (kg)	6,7 ± 2,4	4,0	13,4
Lee MM (%)	47,3 ± 2,6	42,3	51,6
Lee MM (kg)	35,2 ± 2,4	30,5	42,4
Composición corporal - Bioimpedancia			
MG (%)	11,7 ± 4,8	3,7	24,8
MG (kg)	8,9 ± 4,2	2,4	21,0
BIA MM (%)	50,0 ± 2,9	42,4	55,9
BIA MM (kg)	37,2 ± 3,1	32,3	45,5
Somatotipo			
Endomorfia	1,9 ± 0,9	1,0	4,4
Mesomorfia	5,4 ± 1	3,9	7,7
Ectomorfia	2,4 ± 0,9	0,2	3,9

MG = masa grasa; MM = masa muscular; BIA = bioimpedancia eléctrica.

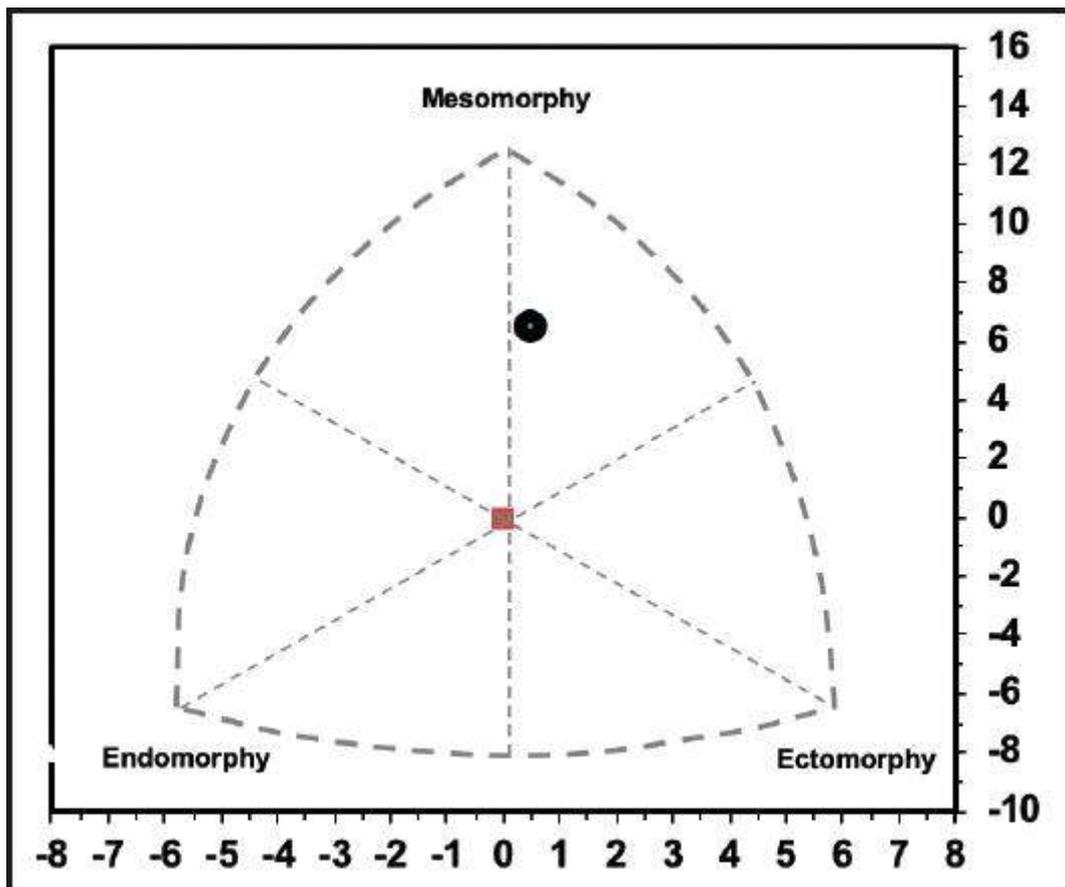


Figura 10: Representación del somatotipo (somatocarta) de los atletas de SUP.

6.2.- Resultados Artículo 2

La tabla 4 muestra los datos obtenidos en economía, eficiencia bruta y RER. A diferencia del RER, tanto la economía como la eficiencia bruta evidenciaron diferencias entre las cadencias en la prueba de 8 minutos ($p < 0,05$). Más concretamente, en 8 minutos, la cadencia de 45 mostró una economía y una eficiencia bruta mayores que la de 65 ($p < 0,05$). Además, a diferencia del RER, que presentó un valor mayor en 8-min que en 4-min en las cadencias de 55 ppm y 65 ppm ($p < 0,05$), no hubo diferencias en la economía y eficiencia bruta entre 4-min y 8-min en ninguna de las 3 cadencias ($p > 0,05$).

Tabla 4. Variables de economía, eficiencia bruta y RER de los remeros de SUP a los 4 y 8 minutos.

	45 ppm	55 ppm	65 ppm	p	η^2p
Economía (KJ/l)					
4-min	42,8 ± 6,0	40,5 ± 9,4	40,4 ± 6,7	0,238	0,150
8-min	45,3 ± 5,7	39,9 ± 7,7	38,1 ± 5,3 ^a	0,010	0,436
Eficiencia bruta (%)					
4-min	12,7 ± 2,2	11,9 ± 2,9	11,9 ± 2,2	0,166	0,192
8-min	13,4 ± 2,3	11,6 ± 2,4	11,0 ± 1,6 ^a	0,012	0,430
RER					
4-min	0,918 ± 0,05	0,950 ± 0,065*	0,951 ± 0,030*	0,206	0,187
8-min	0,934 ± 0,04	0,964 ± 0,053	0,992 ± 0,047	0,081	0,280

Los datos se muestran como media ± desviación estándar.

4-min y 8-min se refieren a la mitad y al final de la prueba, respectivamente.

P: diferencias significativas entre las cadencias mediante ANOVA de un factor (cadencias).

a: diferencias significativas respecto a 45 ppm mediante la prueba de Bonferroni.

*: diferencias significativas entre 4-min y 8-min mediante la prueba t dependiente.

La tabla 5 muestra los resultados de VO₂, FC, lactato y RPE de cada cadencia. El VO₂, la FC, el lactato y el RPE evidenciaron diferencias entre las cadencias en la prueba de 8 minutos ($p < 0,05$). La cadencia de 65 ppm presentó un mayor VO₂, FC, lactato y RPE que 45 ppm en la prueba de 8 minutos ($p < 0,05$). Además, el lactato y el RPE en 65 ppm presentaron un valor más alto que 55 ppm en la prueba de 8 minutos ($p < 0,05$). Por otro lado, la FC y el RPE fueron mayores a los 8 minutos que a los 4 minutos en 55 ppm y 65 ppm. Sin embargo, a los 8 minutos el lactato presentó un valor más alto que a los 4 minutos en 65 ppm ($p < 0,05$).

Tabla 5. Variables de VO₂, FC, Lactato y RPE de los remeros de SUP a los 4 y 8 minutos.

	45 ppm	55 ppm	65 ppm	p	η²p
VO₂ (ml·kg/min)					
4-min	35,0 ± 5,1	37,3 ± 6,5	37,3 ± 5,9	0,224	0,158
8-min	34,4 ± 6,0	38,6 ± 5,2 ^a	38,7 ± 5,9 ^a	0,020	0,415
FC (beats/min)					
4-min	157,4 ± 16,6*	159,8 ± 19,7*	164,2 ± 13,4*	0,074	0,252
8-min	161,2 ± 16,4	168,1 ± 15,1 ^a	170,7 ± 13,0 ^a	0,007	0,463
Lactato (mmol/l)					
4-min	3,4 ± 1,0	3,9 ± 1,5	4,1 ± 1,0*	0,171	0,192
8-min	3,5 ± 1,0	4,2 ± 1,2 ^a	5,3 ± 1,8 ^{a,b}	0,006	0,506
RPE					
4-min	6,0 ± 2,1	6,2 ± 1,5*	6,4 ± 1,8*	0,461	0,077
8-min	6,0 ± 1,7	6,9 ± 1,4	7,6 ± 1,4 ^{a,b}	<0,001	0,618

Los datos se muestran como media ± desviación estándar.

4-min y 8-min se refieren a la mitad y al final de la prueba, respectivamente.

p: Diferencias significativas entre cadencias mediante ANOVA de un factor (cadencias).

a: diferencias significativas respecto a 45 ppm mediante la prueba de Bonferroni.

b: diferencias significativas respecto a 55 ppm mediante la prueba de Bonferroni.

*: diferencias significativas entre 4-min y 8-min mediante la prueba t dependiente.

6.3.- Resultados Artículo 3

Las 97 respuestas válidas recibidas se distribuyeron entre sujetos que habían sufrido algún tipo de lesión y participantes que no habían sufrido ninguna lesión en la práctica del SUP. Los datos demográficos y de composición corporal se han relacionado con la probabilidad de sufrir una lesión, y tanto el número de años de práctica como el número de competiciones anuales o internacionales realizadas se han relacionado positivamente (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Datos demográficos y de composición corporal de los participantes según si han sufrido lesión o no.

	No (N=36)	Si (N=61)	p	η^2p
Edad (años)	38,31 ± 13,29	37,95 ± 11,09	0,897	<0,000
Masa Corporal (Kg)	75,77 ± 14,60	72,85 ± 12,72	0,352	0,010
Altura (m)	172,12 ± 20,08	174,59 ± 7,71	0,407	0,008
Índice de Masa Corporal	27,86 ± 18,79	23,79 ± 3,08	0,102	0,031
Práctica de sup (años)	1,54 ± 0,65	1,82 ± 0,53	0,038	0,050
Competiciones al año	2,54 ± 0,95	3,30 ± 0,97	0,001	0,116
Competiciones internacionales	1,92 ± 0,98	2,59 ± 0,74	0,001	0,125

Datos expresados como media ± desviación estándar.

p: diferencias significativas entre el estado de la lesión por ANOVA de un factor

En cuanto a la epidemiología de las lesiones registradas (Ver Tabla 7), casi el 60% se produjeron en los brazos o en la región torácica superior, lo que revela qué partes del cuerpo son más vulnerables durante el SUP. En cuanto al diagnóstico, aproximadamente el 65% de las lesiones se produjeron en los tendones o en los músculos y casi la mitad de los casos estaban relacionados con el sobreuso.

Tabla 7. Características de las lesiones registradas

		Total (N=61)	
		N	%
Área Anatómica	Cabeza	2	3,3
	Brazo	15	24,6
	Región torácica superior	21	34,4
	Espalda	11	18,0
	Tren inferior	12	19,7
Diagnóstico	Tendinitis	21	34,4
	Irritación	2	3,3
	Subluxación o esguince	4	6,6
	Contusión	2	3,3
	Fractura o daño muscular	11	18,0
	Luxación	2	3,3
	Contractura muscular	8	13,1
	Herida superficial	3	4,9
	Otros	8	13,1
Tipo de lesión	Nueva lesión	50	82,0
	Recaída de una lesión	11	18,0

De todas las variables consultadas relacionadas con el entrenamiento, cuatro fueron significativamente diferentes entre los grupos de participantes lesionados y no lesionados (Ver Tabla 8): sesiones de entrenamiento de fuerza por semana, meses al año que se entrena la fuerza, número de sesiones de entrenamiento semanales y volumen de entrenamiento semanal. Tanto el volumen de entrenamiento realizado semanalmente (expresado en sesiones o volumen total) como la cantidad de entrenamiento de fuerza realizado (expresado en sesiones semanales o meses al año realizados) parecen ser las variables más importantes para tener en cuenta para prevenir las lesiones, no excederse en la cantidad de entrenamiento (o hacerlo sólo en determinados momentos de la temporada) y el entrenamiento de fuerza.

Tabla 8. Características del entrenamiento de los participantes según el estado de la lesión (No/Sí).

	No	Si	p	η^2p
Sesiones de fuerza por semana (días)	1,85 ± 1,46	1,11 ± 1,37	0,028	0,056
Meses al año de entrenamiento de fuerza	8,23 ± 4,68	4,11 ± 4,89	<0,001	0,135
Cantidad de entrenamiento (días a la semana)	3,00 ± 1,39	4,07 ± 1,60	0,004	0,093
Sesiones de entrenamiento por día	1,15 ± 0,46	1,28 ± 0,49	0,271	0,014
Duración media de la sesión (horas)	1,42 ± 0,39	1,59 ± 0,39	0,073	0,037
Volumen de entrenamiento semanal (horas)	4,81 ± 2,87	8,62 ± 5,96	0,003	0,102
Volumen máximo de la sesión (horas)	2,96 ± 1,22	3,51 ± 1,64	0,130	0,027
Entrenar otro deporte (días a la semana)	2,55 ± 1,30	2,76 ± 1,14	0,488	0,007
Entrenamiento del CORE (días a la semana)	2,40 ± 1,54	2,53 ± 1,50	0,763	0,002
Entrenamiento de Flexibilidad (días a la semana)	2,65 ± 1,77	2,86 ± 1,66	0,623	0,003
Entrenamiento de fuerza + CORE (días a la semana)	4,00 ± 2,34	3,76 ± 2,22	0,681	0,003
Entrenamiento de fuerza + CORE + flexibilidad (días a la semana)	8,28 ± 4,52	7,58 ± 3,67	0,461	0,007
Entrenamiento de fuerza + flexibilidad (día a la semana)	4,25 ± 2,52	3,96 ± 2,19	0,611	0,003

Datos expresados como media ± desviación estándar.

p: diferencias significativas entre el estado de la lesión mediante ANOVA de un factor.

En relación con lo anterior, la siguiente tabla (Ver Tabla 9) muestra las diferencias en diferentes variables entre los sujetos que han sufrido una lesión y los que no. Mientras que variables como el género, la práctica de un deporte distinto al SUP o el lado dominante de la remada no parecen afectar a la probabilidad de sufrir una lesión, el entrenamiento de fuerza (solo o junto con el entrenamiento del CORE o los estiramientos) es la variable que provoca diferencias en la probabilidad de sufrir una lesión en los practicantes de SUP.

Tabla 9. Características del participante lesionado.

		No	Yes	P
Género	Masculino	24,1%	51,7%	0,485
	Femenino	5,7%	18,4%	
Lado dominante	Derecho	9,1%	37,9%	0,091
	Izquierdo	11,5%	21,8%	
	Ambos	9,2%	10,3%	
Práctica de otro deporte	Si	25,3%	50,6%	0,213
	No	4,6%	19,5%	
Entrenamiento e fuerza	Si	23%	32,2%	0,008
	No	6,9%	37,9%	
Entrenamiento del CORE	Si	23%	39,1%	0,062
	No	6,9%	31,0%	
Entrenamiento de flexibilidad	Si	14,9%	32,2%	0,837
	No	3,4%	11,5%	
	A veces	11,5%	26,4%	
Otro deporte + Entrenamiento de fuerza	Si	2,3%	4,6%	0,848
	No	27,6%	65,5%	
Otro deporte+ entrenamiento de fuerza + flexibilidad	Si	2,3%	3,4%	0,611
	No	27,6%	66,7%	
Otro deporte + Entrenamiento de fuerza + flexibilidad + CORE	Si	2,3%	2,3%	0,368
	No	27,6%	68,8%	
Otro deporte + Entrenamiento de fuerza + CORE	Si	2,3%	3,4%	0,611
	No	27,6%	66,7%	
Entrenamiento de fuerza + flexibilidad	Si	21,8%	27,6%	0,004
	No	8,0%	42,5%	
Entrenamiento de fuerza + CORE	Si	19,5%	24,1%	0,008
	No	10,3%	46,0%	
Vuelta a la calma	Si	13,8%	34,5%	0,670
	No	4,6%	16,1%	
	A veces	10,3%	19,5%	

7.- DISCUSIÓN



7.1.- Discusión artículo 1

Este es el primer estudio que describe las características antropométricas y somatotípicas de los atletas de SUP. Por ello, comparamos nuestros resultados con los datos observados en disciplinas deportivas similares como el remo, el surf y el kayak, con el fin de obtener una mejor comprensión de este deporte (ver Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de las medidas antropométricas en SUP, Remo, Kayak y Surf según la literatura.

Medidas antropométricas	SUP	Remeros	Kayakistas	Surfistas
Masa corporal (kg)	74,6	80,9	85,2	72,2
Altura (cm)	175	182,3	184,2	175
Perímetro del brazo (relajado)	31,8	30,8-32,5	-	33,3
Perímetro del brazo (contraído)	34,0	34,5-34,7	37,6	34
Grasa corporal (%)	8,9	9,35	-	11,3-17,1
Sum 6	48,2	51,5	-	57,0-64,3
Sum 8	57,8	67,3	55,4	82,7
Masa muscular (%)	47,3	43,3-52,7	46,9	-
Somatotipo	Ecto-mesomorfo	Endo-mesomorfo	Ecto/Endo-mesomorfo	Ecto-mesomorfo

Expresado en media y/o rango. Suma = sumatorio de pliegues.

En primer lugar, se obtuvo una media de altura de 175,0 cm y de peso corporal de 74,6 kg. Estos resultados son similares a los observados en surfistas por Sheppard y cols. (21,93), que informaron de una altura media de 177,0 cm y una peso de 72,2 kg, y de acuerdo con los datos de altura observados, también en surfistas, por Fernández Gamboa y cols. (22) (media de 172,2 cm) y Fernández-López y cols. (25) (media de 174,3 cm). Sin embargo, el peso observado no guarda relación con los resultados obtenidos en surfistas por los mismos autores: 66,0 kg y 66,7 kg, respectivamente (94,104). En comparación con los datos observados en remeros por Gutiérrez-Leyton y cols. (28) y León-Guereño y cols. (29), que informaron de una altura media de 182,2 cm y 182,5 cm; y un peso corporal medio de 81,5 kg y 80,4 kg respectivamente, lo que hace a los atletas

de SUP menos altos y pesados que los remeros tradicionales. Del mismo modo, Michael y cols. (30) informaron de una altura media de 184,0 cm y un peso medio de 85,2 kg en kayakistas masculinos, resultados casi idénticos a los obtenidos por Ackland y cols. (32) en palistas de canoa y kayak de velocidad: 184,3 cm y 85,2 kg. Estos resultados sugieren que los atletas de SUP tienen características antropométricas similares a las de los surfistas, pero diferente altura y peso a las de los remeros y kayakistas. Probablemente, estas características están relacionadas con la posición de pie que los atletas de ambas disciplinas deben mantener en las tablas y con la capacidad de aceleración en el agua.

Además, dado que los brazos representan un factor determinante en el surf (24), el remo (29) y el kayak (30), la evaluación de los perímetros de los brazos relajados (y corregidos) y contraídos podría ser esencial. En esta línea, observamos un valor medio de brazo relajado de 31,8 cm y un perímetro corregido de 31,2 cm, y un perímetro medio de brazo contraído de 34,0 cm. En el remo, los datos han informado de que los remeros de élite tienen un perímetro medio de brazo relajado de 30,8-32,5 cm y un brazo medio contraído de 34,5-34,7 cm (28,29). Además, Ackland y cols. (32) observaron valores medios más altos de brazos contraídos (37,6 cm) en kayakistas, sin datos relacionados con el perímetro del brazo relajado y el valor corregido. Del mismo modo, Barlow y cols. (24), informaron de una media de 33,3 cm de brazo relajado y 34,0 cm de brazo contraído, en 17 surfistas profesionales. Entendiendo la diferencia entre el brazo relajado y el contraído como un buen indicador de la masa muscular y relacionando este parámetro con la potencia, los atletas de SUP tienen valores similares a los de los remeros y kayakistas, pero diferencias con los surfistas. Esto podría explicarse por el hecho de que la brazada no es el principal movimiento determinante en el surf, sin embargo, representa el factor principal en el rendimiento del SUP, el remo y el kayak.

Considerando el % de grasa corporal como una medida importante para evaluar el rendimiento en cualquier deporte (20), investigaciones anteriores en remo demostraron que los remeros tradicionales de élite tienen valores medios de % grasa corporal de 8,0 (Carter), 9,9 (Whiters), 8,6 (Yuhasz) y 10,9 (Faulkner), datos similares a los obtenidos por algunas ecuaciones en nuestro estudio: 7,6 (Carter) y 9,0 (Whiters). Por el contrario, valores más altos de % de grasa corporal (17,1 y 11,3) fueron reportados en surfistas por Furness y cols. (23) y Barlow y cols. (24), respectivamente. Sin embargo, entendiendo las limitaciones del cálculo del % de grasa corporal con las ecuaciones de composición corporal, principalmente debido a la diferente gama de resultados obtenidos, y de acuerdo

con otros autores (29), en este estudio se están utilizando las sumas de los pliegues de piel para analizar y comparar los datos con otras referencias. Igualmente, se observó una suma media de 4 y 6 pliegues cutáneos de 33,7 y 51,5 mm, respectivamente, en remeros de élite tradicionales (29). Sin embargo, la suma media de 8 pliegues cutáneos (57,8 mm) observada en este estudio representa valores inferiores en comparación con los 67,3 mm observados por León-Guereño, pero valores similares en comparación con lo que Gutiérrez-Leyton y cols. (28) y ambos, Michael y cols. (30) y Ackland y cols. (32), observaron en remeros masculinos (54,9 mm) y kayakistas (55,4 mm), respectivamente. En cuanto a los surfistas, se observó un rango de suma de 6 pliegues cutáneos entre 57,0-64,29 (24,25) y una suma media de 92,7 mm en 8 pliegues cutáneos, que representan valores más altos en comparación con los datos observados en los atletas de SUP. Estos resultados podrían explicarse por el hecho de que el surf no es un deporte tan exigente desde el punto de vista fisiológico, sino con mayor exigencia técnica (23). Por otro lado, los datos del SUP se asemejan más a los de disciplinas deportivas como el remo y el kayak, en las que son deseables valores más bajos de % de grasa corporal y suma de pliegues cutáneos, principalmente por el impacto negativo de una mayor MG en la aceleración y la propulsión, especialmente en las distancias más largas (29).

La masa muscular es un indicador de la potencia en cualquier deporte, pero como también representa una parte importante de la masa muscular total, son necesarios valores adecuados para optimizar el rendimiento. En la literatura hay pocas referencias que atiendan a % MM o a la MM (kg). Resultados similares a los de este estudio se observaron en remeros tradicionales, representando una MM media del 43,3% (29), pero también se reportaron valores más altos en remeros chilenos (52,7%) (28). Del mismo modo, López-Plaza y cols. (33) informaron de un 46,9 % de MM en kayakistas de élite jóvenes y adultos. Además, el somatotipo proporciona información sobre la forma general de los sujetos, según sus características antropométricas. Los remeros son representados por León-Guerrero y cols. (29) como atletas endo-mesomórficos, según su desarrollo musculoesquelético moderado y su adiposidad relativa, pero como atletas ecto-mesomórficos por Leyton-Gutiérrez y cols. (28). Estos últimos resultados son similares al somatotipo del kayakista descrito por Michael y cols. (30) y Ackland y cols. (32). En los surfistas, se observaron los mismos valores de somatotipo (ecto-mesomórfico) en un estudio (25), pero también se obtuvieron resultados diferentes en otra referencia (24), representando a estos atletas como endo-mesomórficos. Una masa musculoesquelética

relativamente alta parece ser necesaria para rendir en el SUP, como se observa en remeros, kayakistas y surfistas. En cuanto a la adiposidad y su relación con la MM y la masa corporal total (somatotipo), los atletas de SUP presentan varias similitudes con los kayakistas y surfistas profesionales, pero diferencias con algunos remeros y surfistas amateurs, representando valores más bajos de masa corporal que los remeros y surfistas, y valores poco más altos de MM en comparación con los kayakistas y surfistas profesionales. Estos resultados diversos podrían explicarse por las diferencias en la muestra reclutada en cada estudio. En cualquier caso, esta información revela que los atletas de SUP tienen un desarrollo musculoesquelético moderado-alto y una baja adiposidad subcutánea.

Este estudio presenta algunas limitaciones que están relacionadas principalmente con la falta de mediciones obtenidas. En primer lugar, no se midió el perímetro del muslo y su respectivo perímetro corregido, que puede representar un indicador adecuado de la masa muscular de la pierna. En segundo lugar, echamos de menos la envergadura en nuestro protocolo de medición y, teniendo en cuenta que es uno de los parámetros antropométricos más directos del rendimiento en remo y kayak, podría haber sido interesante medirla. Por último, aunque nuestra muestra es representativa de una competición de nivel internacional de SUP, asumimos la actual falta de profesionalización en este deporte y, por tanto, la heterogeneidad de algunas medidas clave como el % MG o las sumas de los pliegues de la piel.

Los valores reportados en este estudio podrían ser utilizados como valores normativos de antropometría y somatotipo para atletas de SUP, representando los primeros parámetros del modelo en esta disciplina deportiva. Esta información es útil para avanzar en una mejor comprensión de las estrategias de entrenamiento y nutrición en los atletas de SUP y, por tanto, para cualquier entrenador o nutricionista cuyo objetivo se base en mejorar la composición antropométrica, las recomendaciones nutricionales y los protocolos de entrenamiento.

7.2.- Discusión artículo 2

El objetivo principal de este estudio fue determinar la influencia de la cadencia de remada (45, 55 y 65 ppm) en la eficiencia bruta, la economía, la FC, concentración de lactato en sangre, el RPE y el RER en una prueba de 8 minutos en palistas masculinos de competición de élite. El principal hallazgo de este estudio fue que la eficiencia bruta y la economía de remo fueron mayores a 45 ppm que a 65 ppm, y la RER fue menor a 45 ppm. La FC y el lactato fueron más bajos durante la prueba de 45 ppm y probablemente reflejaron el menor VO_2 y la mayor eficiencia bruta asociada a esta cadencia. La eficiencia del movimiento, junto con la potencia aeróbica máxima y el umbral anaeróbico, son tres medidas fisiológicas que juntas pueden utilizarse para predecir el rendimiento en los deportes de resistencia (38,40,50,96,105). La eficiencia del movimiento está influenciada por el sustrato energético utilizado y el porcentaje de fibras musculares (lentas más eficientes) (106,107). Dado que el SUP es un deporte de resistencia, el ahorro de energía y, por tanto, la eficiencia es un factor importante en el rendimiento de las competiciones.

No hay otros estudios que analicen la influencia de diferentes cadencias de palada en la eficiencia y economía bruta en el SUP. Encontramos que remar a 45 ppm era un 13% y un 17,5% más eficiente y un 12,9% y un 16,9% más económico que a 55 y 65 ppm, respectivamente. En general, se acepta que la parte superior del cuerpo tiene una mayor proporción de fibras de contracción rápida en comparación con la parte inferior del cuerpo (108,109). Curiosamente, se ha informado de que la cadencia energéticamente óptima es mayor en un modelo con más fibras de contracción rápida que en un modelo con más fibras de contracción lenta (110), lo que coincide con las predicciones de la bibliografía (111,112). Esto explicaría en parte por qué las cadencias más altas mostraron peores valores de eficiencia bruta en el presente estudio. Del mismo modo, las cadencias más altas pueden estar relacionadas con una mayor inestabilidad, lo que implicaría mayores necesidades de activación muscular para el control postural y, en última instancia, conduciría a un mayor consumo de energía y, por lo tanto, a una peor eficiencia (113). Cuando se comparan con estudios realizados en otros deportes, nuestros resultados coinciden con los de Neilsen y cols. (114) y Jacobs y cols. (49) en ciclismo, González-Aramendi (53) en remo tradicional, y Kraaijenbrink y cols. (54) en ciclismo realizado con los brazos, ya que todos ellos encontraron que las cadencias más bajas estaban relacionadas con mejores valores de eficiencia y economía. Por el contrario, Lucia y cols. (50) y Mora-Rodríguez y Aguado-Jiménez (115) en ciclismo, o Goosey y cols. (55) en

ciclismo realizado con los brazos, informaron de que las cadencias más altas eran más eficientes y económicas. Estas diferencias pueden deberse al nivel competitivo del deporte según el número de practicantes que realizan la actividad, el tipo de ejercicio realizado (parte superior frente a parte inferior del cuerpo), y el diferente protocolo utilizado para determinar la eficiencia/economía del movimiento (es decir, test de intensidad incremental frente a constante).

En este sentido, el SUP es un deporte relativamente nuevo y tiene un bajo nivel de profesionalización en comparación con otros tipos de deporte (3). Por lo tanto, cabe suponer que los ciclistas bien entrenados (115), los ciclistas de categoría mundial (50) o los atletas de alto nivel (55) tienen más experiencia de entrenamiento en sus disciplinas que los atletas de SUP ($5,8 \pm 1,9$ años). Una mayor experiencia de entrenamiento en atletas de disciplinas consolidadas puede implicar un mayor volumen de entrenamiento a lo largo de los años, lo que se sabe que produce diversas adaptaciones fisiológicas relacionadas con la eficiencia y la economía. Del mismo modo, el reclutamiento neuromotor puede mejorar por el mayor volumen de entrenamiento por parte de los atletas experimentados (38). Además, las cadencias más altas parecen afectar negativamente a la eficacia de la fuerza (116), que es una medida de la técnica de palada. Se cree que las cadencias más altas aumentan las fluctuaciones de energía cinética interna (rotación de las extremidades). Aunque este flujo de energía también puede utilizarse como trabajo externo (117), es probable que esté asociado a un mayor coste de oxígeno y, por tanto, afectaría negativamente a la eficacia y la economía. Las cadencias más altas también pueden afectar a los componentes inerciales de las fuerzas de remada, que están relacionados con las fluctuaciones de energía cinética, de forma similar a lo que se ha observado en el ciclismo (118).

Otro aspecto a tener en cuenta en relación con la eficiencia y la economía es el número de músculos implicados en la actividad específica, el área de difusión y la distancia de difusión (119–121). Dado que se cree que la parte superior del cuerpo tiene una mayor proporción de fibras de contracción rápida (108,109), puede explicar la cinética más lenta del VO_2 y del gasto cardíaco en la transición del reposo a las intensidades de ejercicio de entre el 30-90% de PP en la parte superior del cuerpo en comparación con la parte inferior (108,122). Por último, el protocolo de evaluación utilizado es otro factor que debe considerarse a la hora de controlar la eficiencia y la economía. La duración de las series de ejercicio durante el examen puede afectar a los valores, ya que los protocolos con las

tandas más largas (49) informan de una disminución continua de la eficiencia en términos de tiempo y cadencia y, además, el uso de un protocolo de rampa de 4 minutos (54,55,115) puede subestimar el VO_2 en estado estacionario.

Curiosamente, encontramos que el sustrato energético utilizado varió entre las cadencias. Al remar a 45 ppm el porcentaje de grasa utilizado para obtener energía fue del 21,4%, comparado con el 11,6% a 55 ppm y el 2% a 65 ppm (98). Esto significa consumir la mitad (55 ppm) y diez veces menos (65 ppm) cantidad de grasa, respectivamente (Tabla 12). Teniendo en cuenta que la mayoría de las carreras en los mejores circuitos de SUP del mundo duran aproximadamente una hora, estas diferencias en la utilización de sustratos pueden implicar que un remero eficiente terminará la carrera con una mayor cantidad de carbohidratos disponibles (123,124). Esta ventaja en cuanto a la disponibilidad de sustratos puede ser de gran importancia a la hora de terminar una competición de alta intensidad (125). Los resultados obtenidos en nuestro estudio reflejan un menor RER (mayor utilización de grasas) con la cadencia de 45 ppm, lo que permitiría a los palistas ahorrar en su sustrato energético más valioso.

Es importante tener en cuenta que los deportistas tienen una cadencia elegida de forma natural, que suele ser la más económica (126). Este ajuste subconsciente de la biomecánica del movimiento se denomina auto-optimización, que parece ser una adaptación fisiológica resultante de una mayor experiencia de entrenamiento (127). Para reclutar óptimamente las unidades motoras, las cadencias pueden requerir un entrenamiento específico. Esta falta de familiaridad con algunas cadencias se ha estudiado en el ciclismo (128,129), y los resultados indican que las cadencias más utilizadas, en comparación con las desconocidas, son las que obtienen mejores resultados. Sin embargo, este tipo de estudio con diferentes cadencias evita el posible aprendizaje motor que puede producirse al ejercitarse con varias cadencias. Para tener en cuenta el posible efecto del aprendizaje motor sobre la eficiencia bruta del movimiento, puede ser útil añadir al diseño de este tipo de estudio un entrenamiento durante un periodo de tiempo antes de evaluar la eficiencia bruta (52).

Hay que reconocer varias limitaciones. Es importante destacar el pequeño tamaño de la muestra en este estudio. Sin embargo, también es cierto que es muy difícil obtener muestras más grandes en deportes de élite y, en este caso, en un deporte nuevo con un bajo nivel de profesionalización (3). Además, en este estudio se utilizó un ritmo de trabajo

del 75% de la potencia máxima obtenida en el test incremental de VO_2 máx., por lo que nuestros resultados pueden no ser aplicables a ritmos de trabajo superiores o inferiores. Asimismo, debemos tener en cuenta la cadencia seleccionada de forma natural por los palistas, ya que como hemos comentado anteriormente, puede influir en los resultados de la economía. Por lo tanto, los atletas individuales deberían probar varias cadencias y arrastres para optimizar personalmente la economía. Dado que las carreras de SUP no se realizan a un ritmo de trabajo constante, sospechamos que la cadencia óptima puede variar en función de las olas, el viento y otras condiciones ambientales; dicho esto, el uso de 45 ppm puede ser una cadencia efectiva con la que comparar otras velocidades de palada.

Este estudio contribuye al conocimiento de la respuesta fisiológica de los palistas, además de contribuir al buen diseño de estrategias tanto de carrera como de entrenamiento. Las limitaciones de extrapolar estos datos para ponerlos en práctica en el campo son evidentes, ya que aún no se han estudiado las diferencias entre la práctica simulada en laboratorio y la práctica en el campo en modalidad SUP. Un estudio realizó la misma comparación para deportes similares, como el kayak, y concluyó que el ergómetro simula con precisión las demandas fisiológicas del kayak (118). Los estudios futuros deberán contrastar las diferencias entre las mediciones de laboratorio y de campo en SUP.

7.3.- Discusión artículo 3

El objetivo principal del presente estudio fue conocer los factores de entrenamiento que influyen en las lesiones de los competidores internacionales de SUP. El principal hallazgo de esta investigación indicó que el entrenamiento de fuerza, independientemente del número de sesiones semanales, así como, el volumen de entrenamiento presentó una relación significativa con la probabilidad de sufrir una lesión en los practicantes de SUP.

Por lo que sabemos, son escasas las pruebas científicas relacionadas con las lesiones que se han publicado en la literatura científica sobre el SUP. En cuanto al tipo de lesión y las lesiones registradas descritas en nuestro estudio, no varían mucho de los datos obtenidos por Furness y cols. (67). En nuestro caso, el 59% de las lesiones registradas fueron en la región torácica superior (34,4%) o en los brazos (24,6%), mientras que en los datos registrados por Furness y cols. estas zonas también han sido las más afectadas con un 44,5%. En relación con el tipo de lesión, el 52,5% de los datos registrados se producen en el tendón o el músculo, mientras que para Furness y cols. (67), fueron el 50,4%, siendo estos porcentajes similares.

En cuanto al entrenamiento de la flexibilidad, no se ha encontrado una relación significativa con la disminución de las lesiones. La bibliografía es muy confusa en este tema tan actual, ya que algunos estudios apoyan la idea de que el trabajo de flexibilidad puede reducir la probabilidad de lesión (130,131), o una limitación de la misma puede aumentar el riesgo de lesión (132). Sin embargo, depende del tipo de sistema de entrenamiento utilizado, de la modalidad deportiva practicada o de otras variables (72). Mientras que en algunos estudios la disminución de la flexibilidad se asocia a una mayor economía de carrera (133), otros artículos científicos aseguraban que un aumento de la flexibilidad más allá de lo necesario para la modalidad deportiva, puede provocar lesiones (71), por lo que no se pueden hacer afirmaciones concluyentes sobre la relación de la flexibilidad con la probabilidad de lesión (72); el hecho de que no se haya encontrado ninguna relación puede deberse al tipo de entrenamiento de la flexibilidad realizado por cada deportista, y a la tipología de las diferentes lesiones registradas. Es necesario realizar más investigaciones en este campo.

La bibliografía es escasa en lo que respecta al entrenamiento del CORE y la reducción de la probabilidad de lesiones. Se han descrito mejoras tras 8 semanas de entrenamiento de

CORE en los patrones de movimiento con atletas universitarios (73), en el patrón de salto de bailarines tras 6 semanas de entrenamiento de CORE (74) o en bomberos, con una reducción del 42% en las lesiones por realizar un entrenamiento de CORE (75). Esta diferencia entre los datos obtenidos en el estudio y la literatura existente, puede deberse a que el SUP es un deporte con una alta exigencia en cuanto a equilibrio (6), por lo que se supone que los practicantes de SUP tendrán un gran trabajo de la musculatura estabilizadora, incluido el CORE, por lo que un trabajo específico del mismo puede no producir mejoras en este sentido. Igualmente, la no especificación de lo que se ha considerado con la palabra CORE, a cada uno de los participantes en la investigación, puede haber generado resultados contradictorios, siendo otra línea de investigación interesante en el futuro.

El hecho de que los menos lesionados entrenen casi el doble de meses al año la fuerza y casi el doble de sesiones semanales de fuerza que los más lesionados, pone de manifiesto la importancia no sólo del entrenamiento de fuerza, sino de entrenarlo durante un tiempo y con una carga semanal suficiente. En este sentido, hay estudios (134) que demuestran que un programa preventivo de sólo 10-15 minutos es suficiente para conseguir una reducción del 45% en la probabilidad de lesión, aunque naturalmente dependerá de diferentes factores como: las características del sujeto, el tipo de lesión, el programa de entrenamiento realizado, u otro tipo de variables. Existe una tendencia al aumento de la reducción de las lesiones en aquellos estudios con una fase de intervención más larga, en comparación con otros con periodos de intervención más cortos (135–138). Hay estudios que han registrado mejoras en la fuerza con programas de intervención de sólo 2-4 semanas (139–141), siendo este aumento probablemente causado por adaptaciones neuromusculares y del tejido conectivo (142), más que por un aumento del músculo. En cuanto a la disminución de las lesiones, se han notificado mejoras en estudios de intervención de sólo 4 semanas (143,144). Es probable que los participantes entrevistados hayan recibido muy poca carga de entrenamiento para tener suficientes adaptaciones, aunque no sabemos qué tipo de trabajo es el más adecuado.

Hay que tener en cuenta que la gran mayoría de las investigaciones realizadas hasta ahora, en las que se aplica un programa de prevención de lesiones para investigar su efecto en una población, no distinguen entre los diferentes tipos de lesiones y tipos de entrenamiento de la fuerza (145). Esta es la razón principal por la que, es difícil asociar un tipo de entrenamiento de la fuerza con la prevención de una lesión concreta. Aunque

está claro que la fuerza desempeña un papel importante en la prevención de lesiones y en la rehabilitación (146), también está claro que, según nuestros conocimientos, no existe un único programa de entrenamiento de la fuerza óptimo para todos los deportes. Así, un programa de entrenamiento adecuado debe tener en cuenta las siguientes variables: las características de los participantes, los objetivos principales del programa, el tipo de lesión que se quiere prevenir, así como los desequilibrios musculares entre agonistas y antagonistas (147). Algunos investigadores subrayan la importancia de evaluar los desequilibrios musculares entre agonistas-antagonistas, así como los mismos grupos musculares en diferentes extremidades, con el objetivo de detectar a los sujetos con mayor predisposición a las lesiones (81).

Parece que mientras la resistencia muscular producida con el entrenamiento de fuerza mejora la capacidad de los músculos para trabajar durante largos periodos de tiempo, además de aumentar la elasticidad de las estructuras tendón-aponeurosis (148), las cargas pesadas producen mayores mejoras neuromusculares. En el caso de los programas destinados a fortalecer el tejido conectivo, como los ligamentos, las activaciones excéntricas parecen ser las más adecuadas (149), porque generan más tensión con menos estrés metabólico (150). Sin embargo, este tipo de entrenamiento no parece tener el mismo potencial para los tendones, porque el metabolismo del colágeno no parece verse afectado por estas activaciones (149).

En los músculos, la reducción de la masa muscular es un factor que aumenta la probabilidad de lesiones, y el entrenamiento de fuerza es una forma eficaz de evitarlo (151). Las adaptaciones en el músculo se producen en diferentes etapas, al principio del programa se producen rápidas mejoras en la fuerza debido a las adaptaciones neuromusculares, seguidas de una lenta progresión a medida que el músculo aumenta su área de sección transversal (152,153). Las adaptaciones neuromusculares observadas son principalmente: adquisición de un esquema motor por parte del sistema nervioso, aumento de la activación muscular, mejora de la sincronización de las unidades motoras y mejora de la coordinación intramuscular (154). Mientras que en lo que respecta a la hipertrofia, la principal adaptación es el aumento del área transversal de las fibras, así como un aumento del número de sarcómeros (155).

Además de estas adaptaciones, el entrenamiento de fuerza también produce adaptaciones óseas, principalmente mejoras en la densidad ósea, por lo tanto en la fuerza ósea, y parece

que el entrenamiento de fuerza es uno de los efectos más osteogénicos (151). Para el tejido conectivo, sin embargo, las adaptaciones parecen producirse tanto en el aumento del tamaño como en la fuerza de estos tejidos (148,151). El aumento de tamaño parece ser el resultado del aumento de colágeno. Este aumento de colágeno en los tendones es proporcional al aumento del músculo, por lo que todo indica que el aumento de la masa muscular se corresponde con el aumento del tamaño y la fuerza del tejido conectivo (151). Además, los investigadores demuestran que los tendones y ligamentos lesionados se recuperan más rápido cuando entrenan la fuerza (148). No se puede olvidar la influencia de la genética y los nutrientes en las adaptaciones al entrenamiento de fuerza en cada individuo (156–159) y la variabilidad anatómica.

Sin embargo, hay que tener en cuenta el riesgo del entrenar la fuerza, así como el riesgo de entrenar con cargas o volúmenes inadecuados para el entrenamiento de fuerza. Aunque la mayor parte de la literatura científica indica que el entrenamiento de fuerza es más seguro que muchas otras modalidades, especialmente cuando se realiza bajo supervisión (87), algunos estudios advierten del peligro del entrenamiento de fuerza (160). Realizar volúmenes e intensidades superiores a los que el sujeto puede asimilar podría aumentar el riesgo de lesión (160). Además, el entrenamiento de fuerza con cargas pesadas antes de algunas actividades podría ser perjudicial y aumentar el riesgo de lesión debido a la fatiga que deja en los tejidos (161). Esto no hace más que reforzar las ideas sobre la importancia del entrenamiento personalizado, la correcta aplicación entre carga y recuperación (162) y el acondicionamiento gradual de los tejidos (83).

Por otro lado, aunque las mejoras del entrenamiento de fuerza en el rendimiento (163) y la salud (164) son bien conocidas, el efecto y los mecanismos por los que este tipo de entrenamiento ayuda a la prevención de lesiones aún no han sido bien documentados (147). Aun así, es imposible evitar las lesiones por completo, pero parece que hay formas de reducir el riesgo y la gravedad de las mismas aumentando progresivamente la resistencia a la tracción de los tejidos (147). Sin embargo, y aunque los resultados de este estudio no han encontrado mejoras para el entrenamiento del CORE y la flexibilidad, teniendo en cuenta la existente confusa literatura y es necesario realizar más estudios que profundicen en los diferentes sistemas de entrenamiento de cada contenido, así como en las diferentes lesiones. Por lo tanto, no podemos recomendar su entrenamiento, sobre todo teniendo en cuenta su bajo riesgo y el escaso volumen o carga de trabajo necesario para obtener mejoras. Por ello, se aboga por una rutina de entrenamiento de prevención

multicomponente, que parece la más razonable para prevenir tanto el número como las diferentes lesiones (165), pero siempre con la fuerza como componente principal.

Hay que reconocer algunas limitaciones en el estudio. La principal es la libre interpretación que los participantes deben hacer de los conceptos de: flexibilidad, CORE y entrenamiento de fuerza. Cada uno de los conceptos engloba diferentes sistemas de entrenamiento, y mientras algunos pueden ser beneficiosos, otros pueden no tener ningún efecto, o incluso pueden tener un efecto negativo en la probabilidad de lesión. Por otro lado, la muestra del estudio es pequeña, aunque teniendo en cuenta la modalidad deportiva encuestada y el número de participantes que suele tener este tipo de competición, la muestra tiene una mayor relevancia.

A partir de esta primera aproximación podemos recomendar estrategias de programas de entrenamiento para reducir la tasa de lesiones durante la práctica o la competición en deportistas de SUP. Se necesitan más estudios como el presente en otros países. Dado que los antecedentes educativos difieren de un país a otro, y las preferencias de los atletas pueden variar en función de su sexo, edad o etnia y cultura, por lo que surgen diferentes posibilidades de replicar la metodología utilizada en el presente estudio. El uso de encuestas transversales frente a las longitudinales puede ser otra posibilidad para examinar en futuros estudios paralelos. Sin embargo, este enfoque puede pasar por alto alguna información relevante sobre las motivaciones que llevan a los entrenadores y a los profesionales.

8.- CONCLUSIONES



8.- CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos presentados en la tesis, se pueden diferenciar 3 claras conclusiones respecto a las investigaciones llevadas a cabo:

1. Conclusiones artículo 1: El bajo porcentaje de grasa corporal (7-11%) y la alta masa muscular total (47%) y de los brazos son características antropométricas representativas de los atletas internacionales de SUP. Como estos resultados constituyen los valores de referencia de los remeros de nivel internacional, la baja suma de pliegues cutáneos y la alta masa muscular del brazo pueden representar factores clave para rendir en este deporte, lo que sugiere que la menor oposición a la aceleración y la alta fuerza de brazada son dos de los factores más importantes en el SUP. Además, el somatotipo de los atletas internacionales de SUP es mesomórfico equilibrado, lo que representa la importancia de una relación adecuada entre la grasa y la masa muscular y sugiere que los programas de entrenamiento y nutrición deben ser diseñados de acuerdo con estas características. Sin embargo, los presentes resultados deben interpretarse con cautela, ya que se necesitan más investigaciones para determinar las relaciones entre los resultados antropométricos y el rendimiento en los atletas de SUP.
2. Conclusiones artículo 2: Los remeros de SUP masculinos internacionales presentaban una mayor eficiencia bruta y economía cuando remaban a 45 ppm frente a 55 o 65 ppm, tal y como confirman los valores de RPE más bajos en las mediciones realizadas en laboratorio. Asimismo, esta eficiencia bruta y economía mostrada a 45 ppm implicaba un mayor uso de la grasa como sustrato energético. Estas mejoras pueden traducirse probablemente en una mayor velocidad de remo y una mayor resistencia, y pueden ser útiles para los entrenadores y los atletas a la hora de determinar el gasto energético y la economía óptimos, ya que es probable que estas diferencias en la competición produzcan una mejora significativa del rendimiento.
3. Conclusiones artículo 3: A diferencia del entrenamiento de CORE y de la flexibilidad, el entrenamiento de fuerza disminuye la probabilidad de lesiones entre los competidores de SUP. El entrenamiento de fuerza, además de mejorar el rendimiento de los deportistas, ha demostrado ser un componente indispensable en la prevención de las lesiones de los palistas.

9.- REFERENCIAS



9.- REFERENCIAS

1. Hammer S. Catch the wave of stand up paddling. *Provid J* [Internet]. 2011;5(3):https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Ca. Available from: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Catch+the+wave+of+stand-up+paddling&author=Hammer,+S.&publication_year=2011&journal=Provid.+J.&volume=5&pages=3
2. Stand Up Paddle Industry Association. Consultado en diciembre 2020. 2014. p. <http://www.supindustry.org>.
3. Schram. B, Hing. W CM y FJ. A performance Analysis of a Stand-up Paddle Board Marathon Race. *J Strength Cond Res*. 2017;31(6):1552–6.
4. Warshaw M. *The encyclopedia of surfing* (1st ed.). Orlando, Florida Harcourt Inc. 2003;
5. Helliker K. *Surf's Up: The Rise of Stand-Up Paddle Boards*. Wall St J. 2010;
6. Schram B., Hing W. and CM. Laboratory and field based assessment of maximal aerobic power of elite stand-up paddle-board athletes. *Int J Sport Physiol Perform*. 2016;11:28–32.
7. Argyle M. SUP Global History. www.supglobal.com. 2011;Consult. en diciembre 2020.
8. Addison C. The history of stand up paddling. www.supwordlmag.com/the-history-of-stand-up-paddling/. 2010;Retrieved 15/7.
9. Paddles P beachboy. Pokaku beachboy paddles - History of beachboy surfing. Consult en diciembre 2020. 2006;www.standuppaddles.com/history.shtml.
10. Asociación internacional de Surfing. Consult en diciembre 2020. 2012;<https://www.isasurf.org/es/timeline/2012-isa-world>.
11. Stand Up Paddle World Series. Consult en diciembre 2020. 2012;<http://www.supracer.com/stand-up-world-series/>.
12. Walker, C., Nichols, A., & Forman T. A Survey of Injuries and Medical Conditions Affecting Stand-Up Paddle Surfboarding Participants. *Clin J Sport Med*. 2010;20(2):144–5.
13. Andrew R. Griffin, MChD, MPhty, BSc DMP. *Musculoskeletal Injury in Paddle Sport Athletes*. *Trauma Orthop Res Unit*. 2018;
14. Ho, S. R., Smith, R., & O'Meara D. Biomechanical analysis of dragon boat paddling: a comparison of elite and sub-elite paddlers. *J Sports Sci*. 2009;27(1):37–47.
15. Michael, J., Reid, S., & Rooney KB. Determinants of Kayak Paddling Performance. *Sport Biomech*. 2009;8(2):167–79.

16. Ruess C, Kristen KH, Eckelt M, Mally F, Litzenberger S SA. Stand up paddle surfing-an aerobic workout and balance training. *Procedia Eng.* 2013;6:60–2.
17. Schram B., Hing W. and CM. Profiling the sport of stand-up paddle boarding. *J Sport Sci.* 2015;34:937–44.
18. SUPA Competition Rules-SUP Surfing. <http://www.sup-australia.com/events/rules-sup-surfing>. [Internet]. [cited 2021 Feb 2]. Available from: <http://www.sup-australia.com/events/rules-sup-surfing>.
19. B. S. Schram B. Stand up paddle boarding: an analysis of a new sport and recreational activity. PhD Thesis Gold Coast Bond Univ. 2015;
20. Duquet, W.; Carter, J.; In, S.; Eston, R. & Reilly, T. Somatotyping. In: Eston, R. & Reilly T. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual. Anthropometry. Anthropometry.* 2001;47–64.
21. Shephard RJ. Science and medicine of rowing: A review. *J Sport Sci.* 1998;603–20(7):603–20.
22. Fernandez-Gamboa I, Yanci J, Granados C CJ. Comparison of Anthropometry and Lower Limb Power Qualities According to Different Levels and Ranking Position of Competitive Surfers. *J Strength Cond Res.* 2017;31(8):2231–7.
23. Furness JW, Hing WA, Sheppard JM, Newcomer SC, Schram B CM. Physiological Profile of Male Competitive and Recreational Surfers. *J Strength Cond Res.* 2018;32(2):372–8.
24. Barlow MJ, Findlay M, Gresty K CC. Anthropometric variables and their relationship to performance and ability in male surfers. *Eur J Sport Sci.* 2014;14:171–7.
25. Fernández-López JR, Cámara J, Maldonado S R-GJ. The effect of morphological and functional variables on ranking position of professional junior Basque surfers. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(5):461–7.
26. F. A. Prediction of rowing ergometer performance from functional anaerobic power, strength and anthropometric components. *J Hum Kinet.* 2014;41:133–42.
27. Penichet-Tomás A PB. Performance conditional factors in rowing. *Retos.* 2017;32:238–40.
28. Gutiérrez-Leyton, L. et al. Características Antropométricas y Somatotipo en Seleccionados Chilenos de Remo. *Int J Morphol.* 2020;38(1):114–9.
29. León-Guereño P, Urdampilleta A, Zourdos MC, Mielgo-Ayuso J. Anthropometric profile, body composition and somatotype in elite traditional rowers: A cross-sectional study. *Rev española Nutr humana y dietética.* 2018;22(4):279–86.
30. Michael JS, Rooney KB SR. The metabolic demands of kayaking: a review. *J Sport Sci Med.* 2008;7(1):1–7.

31. Mielgo-Ayuso J, Zourdos MC, Calleja-González J, Urdampilleta A OS. Dietary intake habits and controlled training on body composition and strength in elite female volleyball players during the season. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40(8):827–34.
32. Ackland TR, Ong KB, Kerr DA RB. Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *J Sci Med Sport.* 2003;6(3):285–94.
33. López-Plaza, D., Alacid, F., Muyor, J. M., & López-Miñarro PÁ. Differences in Anthropometry, Biological Age and Physical Fitness Between Young Elite Kayakers and Canoeists. *J Hum Kinet.* 2017;57:181–90.
34. Adhikari A ME. Anthropometric Characteristic, Somatotype and Body Composition of Canadian Female Rowers. *Am J Sport Sci.* 2015;3(3):61.
35. Slater G, Rice A, Jenkins D HA. Body mass management of lightweight rowers: nutritional strategies and performance implications. *Br J Sport Med.* 2014;48(21):1529–33.
36. Schram, B.; Hing, W.; Climstein M. A survey of injuries and medical conditions affecting stand-Up paddle surfboarding participants. *Clin J Sport Med.* 2010;20:144.
37. Mendez-Villanueva, A.; Bishop DJ. Physiological aspects of surfboard riding performance. *Sport Med.* 2005;35:55–70.
38. Santalla, A.; Naranjo, J.; Terrados N. Muscle efficiency improves over time in world-class cyclists. *Med Sci Sport Exerc.* 2009;41:1096–1101.
39. Lucia, A.; Hoyos, J.; Chicharro JL. Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Med Sci Sport Exerc.* 2001;33:1361–1366.
40. Lucia, A.; Hoyos, J.; Pérez, M.; Santalla, A.; Chicharro JL. Inverse relationship between VO₂max and economy/efficiency in world-class cyclists. *Med Sci Sport Exerc.* 2002;34:2079–2084.
41. Bransford, D.R.; Howley ET. Oxygen cost of running in trained and untrained men and women. *Med Sci Sport.* 1977;9:41–44.
42. Conley DL, Krahenbuhl GS, Burkett LN M AL. Physiological correlates of female road racing performance. *Res Q Exerc Sport.* 1981;52:441–8.
43. Krahenbuhl GS PR. Characteristics associated with running performance in young boys. *Med Sci Sport Exerc.* 1983;15:486–90.
44. Daniels J. A physiologist's view of running economy. *Med Sci Sport Exerc.* 1985;17:332–8.
45. Green JM, McLester JR, Crews TR, Wickwire PJ, Pritchett RC, Lomax RG. RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(1):167–72.

46. Hausswirth C LD. Physiological demands of running during long distance runs and triathlons. *Sport Med.* 2001;31:679–89.
47. Mooses M, Mooses K, Haile DW, Durussel J, Kaasik P PY. Dissociation between running economy and running performance in elite Kenyan distance runners. *J Sport Sci.* 2015;33(2):136–44.
48. Bassett DR Jr HE. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sport Exerc.* 2000;32(1):70–84.
49. Jacobs RD, Berg KE, Slivka DR, Noble JM. The effect of cadence on cycling efficiency and local tissue oxygenation. *J Strength Cond Res.* 2013;27(3):637–42.
50. Lucia A., San Juan AF., Montilla M., CaNete S., Santalla A., Earnest C. and PM. In professional road cyclists, low pedaling cadences are less efficient. *Med Sci Sport Exerc.* 2004;36:1048–54.
51. Vincent HK, Massengill C, Harris A, Chen C, Wasser JG, Bruner M VK. Cadence impact on cardiopulmonary, metabolic and biomechanical loading during downhill running. *Gait Posture.* 2019;71:186–91.
52. Hafer JF., Brown AM., DeMille P., Hillstrom HJ. GC. The effect of a cadence retraining protocol on running biomechanics and efficiency: a pilot study. *J Sport Sci.* 2015;33(7):724–31.
53. Gonzalez Aramendi J. Olympic rowing and traditional rowing: biomechanical, physiological and nutritional aspects. *Arch Med Deport.* 2014;31(1):51–9.
54. Kraaijenbrink C., Vegter RJK., Hensen AHR., Wagner H. V der WL. Different cadences and resistances in sub-maximal synchronous handcycling in able-bodied men: Effects on efficiency and force application. *PLoS One.* 2017;25(12):8.
55. Goosey-Tolfrey VL., Alfano H. FN. The influence of crank length and cadence on mechanical efficiency in hand cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2008;102(2):189–94.
56. Suari Y, Schram B, Ashkenazi A et al. The Effect of Environmental Conditions on the Physiological Response during a Stand-Up Paddle Surfing Session. *Sport.* 2018;6(2):25.
57. Waydia SE WT. Paddle-boarding: Fun, New Sport or an Accident Waiting to Happen? *Trauma Mon.* 2016;21(3).
58. McArthur K, Jorgensen D, Climstein M FJ. Epidemiology of Acute Injuries in Surfing: Type, Location, Mechanism, Severity, and Incidence: A Systematic Review. *Sports.* 2020;8(2):25.
59. Pikora TJ, Braham R MC. The epidemiology of injury among surfers, kite surfers and personal watercraft riders: wind and waves. *Med Sport Sci.* 2012;58:80–97.
60. Griffin A R , Perriman D M, Neeman T M SPN. Musculoskeletal Injury in Paddle Sport Athletes. *Clin J Sport Med.* 2020;30(1):67–75.

61. Abraham D SN. The Hawkesbury Canoe Classic: musculoskeletal injury surveillance and risk factors associated with marathon paddling. *Wilderness Env Med.* 2012;23:133–139.
62. Kameyama O, Shibano K, Kawakita H et al. Medical check of competitive canoeists. *J Orthop Sci.* 1999;4:243–249.
63. Wassinger CA, Myers JB, Sell TC et al. Scapulohumeral kinematic assessment of the forward kayak stroke in experienced whitewater kayakers. *Sport Biomech.* 2011;10:98–109.
64. Lovell G LM. Bilateral strength comparisons among injured and noninjured competitive flatwater kayakers. *J Sport Rehabil.* 2001;10:3–10.
65. Lopez Lopez C RSJ. A biomechanical analysis of the wrist joint in kayak paddling: a dynamic model. *Rev Andaluza Med Del Deport.* 2009;2:102–107.
66. Michael JS, Rooney KB SR. The dynamics of elite paddling on a kayak simulator. *J Sport Sci.* 2012;32:661–668.
67. Furness J, Olorunnife O, Schram B, Climstein M HW. Epidemiology of injuries in Stand-Up Paddle Boarding. *Orthop J Sport Med.* 2017;5(6).
68. Hagemann G, Rijke AM MM. Shoulder pathoanatomy in marathon kayakers. *Br J Sport Med.* 2004;38:413–417.
69. Pelham TW, Holt LE SR. The etiology of paddler’s shoulder. *Aust J Sci Med Sport.* 1995;27:43–47.
70. Worrell TW PD. Hamstring muscle injury: the influence of strength, flexibility, warm-up, and fatigue. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1992;16(1):12–8.
71. SJ I. The role of flexibility in injury prevention and athletic performance: have we stretched the truth? *Minn Med.* 2003;86(5):58–61.
72. Gleim GW MM. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sport Med.* 1997;24(5):289–99.
73. Bagherian S, Ghasempoor K, Rahnama N WE. The Effect of Core Stability Training on Functional Movement Patterns in College Athletes. *J Sport Rehabil.* 2019;18(5):444–9.
74. Araujo S, Cohen D HL. Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: a pilot study. *J Hum Kinet.* 2015;45:27–37.
75. Peate WF, Bates G, Lunda K, Francis S BK. Core strength: a new model for injury prediction and prevention. *J Occup Med Toxicol.* 2007;2:3.
76. Batalha N, Paixão C, Silva AJ, Costa MJ, Mullen J BT. The Effectiveness of a Dry-Land Shoulder Rotators Strength Training Program in Injury Prevention in Competitive Swimmers. *J Hum Kinet.* 2020;31(71):11–20.

77. Baltich J, Emery CA, Stefanyshyn D NB. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:407.
78. Lehnert P, Sigmund M, Lipinska P, Vařeková R, Hroch M, Xaverová Z, Stastny P, Háp P ZP. Training-induced changes in physical performance can be achieved without body mass reduction after eight week of strength and injury prevention oriented programme in volleyball female players. *Biol Sport*. 2017;34(2):205–13.
79. Askling C, Karlsson J TA. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sport*. 2003;13(4):244–50.
80. Boström A, Thulin K, Fredriksson M, Reese D, Rockborn P et al. Risk factors for acute and overuse sport injuries in Swedish children 11 to 15 years old: What about resistance training with weights? *Scand J Med Sci Sport*. 2016;26:317–23.
81. Fleck, S. J., & Falkel JE. Value of Resistance Training for the Reduction of Sports Injuries. *Sport Med*. 1986;3(1):61–8.
82. Ribeiro-Alvares JB, Marques VB, Vaz MA BB. Four Weeks of Nordic Hamstring Exercise Reduce Muscle Injury Risk Factors in Young Adults. *J Strength Cond Res*. 2018;32(5):1254–62.
83. Coppack RJ, Etherington J WA. The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: a randomized controlled trial. *Am J Sport Med*. 2011;39(5):940–8.
84. Zouita S, Zouita AB, Kebsi W et al. Strength Training Reduces Injury Rate in Elite Young Soccer Players During One Season. *J Strength Cond Res*. 2016;30(5):1295–307.
85. ML O. Prevention and treatment of injuries to runners. *Med Sci Sport Exerc*. 1992;24:S360–3.
86. Drew MK, Raysmith BP CP. Injuries impair the chance of successful performance by sportspeople: a systematic review. *Br J Sport Med*. 2017;51(16):1209–14.
87. Hamill B. Relative safety of weightlifting and weight training. *J Strength Cond Res*. 1994;8:53–7.
88. International Society for the Advancement of Kinanthropometry E. International Standards for Anthropometric Assessment. *Glas ISAK*. 2016;
89. Moon J. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67(1):54–9.
90. Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobnic F, Banquells M RO. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. *Apunt Med Esport*. 2015;50(186):65–72.

91. Stewart A, Marfell-Jones M OT et al. International Standards for Anthropometric Assessment Lower Hutt, New Zealand: ISAK. 2011;
92. Alvero Cruz JR, Cabañas MD, Herrero de Lucas A, Martínez Riaza L, Moreno Pascual C, Porta Manzanillo J et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. Arch Med Deport. 2009;XXVI(131):166–79.
93. Lee, R. C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., & Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. Am J Clin Nutr. 2000;72(3):796–803.
94. Carter, J. E. L., & Heath BH. Somatotyping: Development and applications. Cambridge Cambridge Univ Press. 1990;
95. Machado, F.A.; Kravchychyn, A.C.P.; Peserico, C.S.; Da Silva, D.F.; Mezzaroba PV. Incremental test design, peak ‘aerobic’ running speed and endurance performance in runners. J Sci Med Sport. 2013;16:577–582.
96. Moseley, L.; Jeukendrup AE. The reliability of cycling efficiency. Med Sci Sport Exerc. 2001;33:621–627.
97. Weir JBV. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol. 1949;109:1–9.
98. Péronnet, F.; Massicotte D. Table of nonprotein respiratory quotient: An update. Can J Sport Sci. 1991;16:23–9.
99. Borg G. Borg’s Perceived Exertion and Pain Scales. Hum Kinet Champaign, IL, USA. 1998;27–38.
100. Carnes, A.J.; Barkley, J.E.; Williamson, M.; Sanders G. The presence of a familiar peer does not affect intensity or enjoyment during treadmill exercise in male distance runners or non-runners. J Athl Enhanc. 2013;2:4–9.
101. Ferguson CJ. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. Prof Psychol Res Pr. 2009;40:532–538.
102. Fortaleza World Medical Association declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. J Am Med Assoc 2013, 2191–2194. 2013;2191–2194.
103. Kottow M. From Helsinki to Fortaleza: a bled declaration. Rev Bioét. 2014;22.
104. Sheppard JM, McNamara P, Osborne M, Andrews M, Oliveira Borges T, Walshe P et al. Association between anthropometry and upper-body strength qualities with sprint paddling performance in competitive wave surfers. J Strength Cond Res. 2012;26(12):3345–8.
105. Hagberg JM, Moore GE FR. Specific genetic markers of endurance performance and VO₂max. Exerc Sport Sci Rev. 2001;29(1):15–9.

106. Horowitz, J. F., Sidossis, L. S., & Coyle EF. High efficiency of type I muscle fibers improves performance. *Int J Sport Med.* 1994;15(3):152–7.
107. Mogensen, M., Bagger, M., Pedersen, P. K., Fernström, M., & Sahlin K. Cycling efficiency in humans is related to low UCP3 content and to type I fibres but not to mitochondrial efficiency. *J Physiol.* 2006;571:669–681.
108. Koppo, K., Bouckaert, J., and Jones AM. Oxygen uptake kinetics during high-intensity arm and leg exercise. *Respir Physiol Neurobiol.* 2002;133(3):241– 250.
109. Sanchis-Moysi, J., Iodate, F., Olmedillas, H., Guadalupe-Grau, A., Alayon S, Carreras, A. et al. The upper extremity of the professional tennis player: muscle volumes, fibre-type distribution and muscle strength. *Scand J Med Sci Sport.* 2010;20(3):524–534.
110. Umberger BR, Gerritsen KG MP. Muscle fiber type effects on energetically optimal cadences in cycling. *J Biomech.* 2006;39(8):1472-1479.
111. Woledge RC. The energetics of tortoise muscle. *J Physiol.* 1968;197:685–707.
112. Wendt, IR; Gibbs C. Energy production of rat extensor digitorum longus muscle. *Am J Physiol.* 1973;224:1081–6.
113. Finatto P, Silva ESD, Okamura AB et al. Pilates training improves 5-km run performance by changing metabolic cost and muscle activity in trained runners. *PLoS One.* 2018;13(4).
114. Nielsen JS, Hansen EA, Sjøgaard G. Pedalling rate affects endurance performance during high-intensity cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2004;92(1–2):114–20.
115. Mora-Rodriguez, R. and Aguado-Jimenez R. Performance at high pedaling cadences in well-trained cyclists. *Med Sci Sport Exerc.* 2006;38:953–7.
116. Leirdal S, Ettema G. The relationship between cadence, pedalling technique and gross efficiency in cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(12):2885–93.
117. Ettema G LH. Efficiency in cycling: a review. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(1):1–14.
118. Ettema G, Lorås H LS. The effects of cycling cadence on the phases of joint power, crank power, force and force effectiveness. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(2).
119. Nagle FJ, Richie JP GM. VO₂max responses in separate and combined arm and leg air-braked ergometer exercise. *Med Sci Sport Exerc.* 1984;16(6):563–6.
120. Calbet, J.A., De Paz, J.A., Garatachea, N., Cabeza de Vaca, S., and Chavarren J. Anaerobic energy provision does not limit Wingate exercise performance in endurance-trained cyclists. *J Appl Physiol.* 2003;94:668–676.
121. Sawka M. Physiology of upper body exercise. *Exerc Sport Sci.* 1986;14:175–211.
122. Koga, S., Shiojiri, T., Shibasaki, M., Fukuba, Y., Fukuoka, Y., and Kondo N.

- Kinetics of oxygen uptake and cardiac output at onset of arm exercise. *Respir Physiol.* 1996;103(2):195–202.
123. Lundsgaard AM, Fritzen AM KB. Molecular Regulation of Fatty Acid Oxidation in Skeletal Muscle during Aerobic Exercise. *Trends Endocrinol Metab.* 2018;29(1):18–30.
 124. Hearris MA, Hammond KM, Fell JM MJ. Regulation of Muscle Glycogen Metabolism during Exercise: Implications for Endurance Performance and Training Adaptations. *Nutrients.* 2018;10(3):298.
 125. Fritzen AM, Lundsgaard AM KB. Dietary Fuels in Athletic Performance. *Annu Rev Nutr.* 2019;39:45–73.
 126. Moore LJ, Vine SJ, Wilson MR, Freeman P. The effect of challenge and threat states on performance: An examination of potential mechanisms. *Psychophysiology.* 2012;49(10):1417–25.
 127. Moore IS. Is there an economical running technique? A review of modifiable biomechanical factors affecting running economy. *Sport Med.* 2016;46:793–807.
 128. Bernard T, Vercruyssen F, Grego F, Hauswirth C, Lepers R VJ and BJ. Effect of cycling cadence on subsequent 3 km running performance in well trained triathletes. *J Sport Med.* 2003;37:154–8.
 129. Marsh AP MP and FK. Effect of cadence, cycling experience, and aerobic power on delta efficiency during cycling. *Med Sci Sport Exerc.* 2000;32:1630–4.
 130. Dill, K. E., Begalle, R. L., Frank, B. S., Zinder, S. M., & Padua DA. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train.* 2014;49(6):723–732.
 131. Fong, C. M., Blackburn, J. T., Norcross, M. F., McGrath, M., & Padua DA. Ankledorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train.* 2011;46(1):5–10.
 132. Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):709–14.
 133. Craib MW, Mitchell VA, Fields KB et al. The association between flexibility and running economy in sub-elite male distance runners. *Med Sci Sport Exerc.* 1996;28(6):737–43.
 134. Steib, S., Rahlf, A. L., Pfeifer, K., & Zech A. Dose-Response Relationship of Neuromuscular Training for Injury Prevention in Youth Athletes: A Meta-Analysis. *Front Physiol.* 2017;8:920.
 135. Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., Michaëlsson, K., & Byberg L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Intern Med.* 2010;170(1):43–9.

136. Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2012;344:1–11.
137. LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K.-Y., Peng, J., & Christoffel KK. Effect of Neuromuscular Warm-up on Injuries in Female Soccer and Basketball Athletes in Urban Public High Schools: Cluster Randomized Controlled Trial. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011;165(11):1033–1040.
138. Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., ... Garrett WJ. Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes : 2-year follow up. *Am J Sports Med*. 2005;33(7):1–8.
139. DeFreitas JM, Beck TW, Stock MS, Dillon MA KPI. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111:2785–2790.
140. Brook MS, Wilkinson DJ, Mitchell WK, Lund JN, Szewczyk NJ, Greenhaff PL, Smith K AP. Skeletal muscle hypertrophy adaptations predominate in the early stages of resistance exercise training, matching deuterium oxide-derived measures of muscle protein synthesis and mechanistic target of rapamycin complex 1 signaling. *FASEB J*. 2015;29:4485–4496.
141. Damas F, Phillips SM, Lixandrao ME, Vechin FC, Libardi CA, Roschel H, Tricoli V UC. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116:49–56.
142. DG. S. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sport Exerc*. 1988;20:135–145.
143. Pfile, K. R., Hart, J. M., Herman, D. C., Hertel, J., Kerrigan, D. C., & Ingersoll CD. Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *J Athl Train*. 2013;48(4):450–462.
144. Celebrini, R. G., Eng, J. J., Miller, W. C., Ekegren, C. L., Johnston, J. D., & MacIntyre DL. The effect of a novel movement strategy in decreasing ACL risk factors in female adolescent soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;26(12):3406–3417.
145. Lauersen JB, Andersen TE AL. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2018;52:1557–63.
146. Lehman G. Resistance training for performance and injury prevention in golf. *J Can Chiropr Assoc*. 2006;50(1):27–42.
147. Shaw I, S Shaw B, A Brown G, Shariat A. Review of the Role of Resistance Training and Musculoskeletal Injury Prevention and Rehabilitation. *J Orthop Res Ther*. 2016;1(1).

148. Kubo K, Kanehisa H, Miyatani M, Tachi M FT. Effect of low-load resistance training on the tendon properties in middle-aged and elderly women. *Acta Physiol Scand*. 2003;178(1):25–32.
149. Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T et al. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sport*. 2007;17(1):61–6.
150. Lorenz D RM. The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: tendinopathy, hamstring strains, and acl reconstruction. *Int J Sport Phys Ther*. 2011;6(1):27–44.
151. J. H. Resistance training and injury prevention. ACSM Curr Comment, IN, USA. 2016;
152. Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mälkiä E, Kraemer W, Newton R AM. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*. 1998;84:1341–1349.
153. Wernbom M, Augustsson J TR. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sport Med*. 2007;37:225–264.
154. Jones D, Rutherford O PD. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. *Q J Exp Physiol*. 1989;74:233–256.
155. Staron R, Malicky E, Leonardi M, Falkel J, Hagerman F DG. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1990;60:71–79.
156. Bouchard C, Rankinen T TJ. Genomics and genetics in the biology of adaptation to exercise. *Compr Physiol*. 2011;1:1603–1648.
157. Petrella JK, Kim JS, Mayhew DL, Cross JM BM. Potent myofiber hypertrophy during resistance training in humans is associated with satellite cell-mediated myonuclear addition: A cluster analysis. *J Appl Physiol*. 2008;104:1736–1742.
158. Shaw G, Lee-Barthel A, Ross ML, Wang B BK. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *Am J Clin Nutr*. 2017;105(1):136–43.
159. Bosmans L, Valente G, Wesseling M, Van Campen A, De Groote F, De Schutter J JI. Sensitivity of predicted muscle forces during gait to anatomical variability in musculotendon geometry. *J Biomech*. 2015;48(10):2116–23.
160. Faigenbaum AD MG. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sport Med*. 2010;44:56–63.
161. Hartmann H , Wirth K , Keiner M et al. Short-term periodization models: effects on strength and speed-strength performance. *Sport Med*. 2015;45:1373–86.

162. Calleja-González J, Mielgo-Ayuso J, Sampaio J et al. Brief ideas about evidence-based recovery in team sports. *J Exerc Rehabil.* 2018;14(4):545–50.
163. Blagrove RC, Howatson G HP. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *Sport Med.* 2018;48(5):1117–49.
164. E. Z. Instability resistance training for health and performance. *J Tradit Complement Med.* 2016;7(2):245–50.
165. Rössler, R., Junge, A., Chomiak, J., Dvorak, J., & Faude O. Soccer Injuries in Players Aged 7 to 12 Years: A Descriptive Epidemiological Study Over 2 Seasons. *Am J Sports Med.* 2016;44(2):309–317.

10.- APÉNDICES



APÉNDICE 1. ARTÍCULO 1. ANTHROPOMETRIC PROFILE, BODY COMPOSITION AND SOMATOTYPE IN STAND UP PADDLE (SUP) INTERNATIONAL ATHLETES: A CROSS SECTIONAL STUDY

**Perfil antropométrico,
composición corporal y
somatotipo en atletas
internacionales de stand-up
paddle (SUP): un estudio
transversal**

**Anthropometric profile, body
composition, and somatotype in
stand-up paddle (SUP) boarding
international athletes: a cross-
sectional study**

10.20960/nh.03021

OR 3021

Anthropometric profile, body composition, and somatotype in stand-up paddle (SUP) boarding international athletes: a cross-sectional study

Perfil antropométrico, composición corporal y somatotipo en atletas internacionales de stand-up paddle (SUP): un estudio transversal

Arkaitz Castañeda Babarro¹, Aitor Viribay Morales², Patxi León Guereño¹, Aritz Urdanpilleta Otegui³, Juan Mielgo Ayuso⁴ and Aitor Coca Nuñez¹

¹Universidad de Deusto & Physiotherapy Department. Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León, Spain.

²Physiology, Nutrition and Sport. Glut4Science. Vitoria-Gasteiz, Spain.

³Nutrition, Innovation & Sport. Elikeasport. Cerdanyola del Vallés, Barcelona. Spain.

⁴Department of Biochemistry, Molecular Biology and Physiology. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Valladolid. Soria, Spain

Received: 29/01/2020

Accepted: 16/05/2020

Correspondence: Arkaitz Castañeda Babarro. Universidad de Deusto. Unibertsitate Etorb., 24. 48007 Bilbao, Bizkaia, Spain
e-mail: arkaitz.castaneda@deusto.es

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest and no external financial support.

ABSTRACT

Introduction: the anthropometric characteristics of international stand-up paddle (SUP) boarders are relevant aspects when it comes to their performance. However, very little research has been carried out within this sport, almost none regarding the body composition and anthropometric characteristics of SUP practitioners. Therefore, the aim of this research will be to describe the anthropometric profile of international SUP boarders.

Material and methods: a cross-sectional design in thirty-one international SUP boarders (34.2 ± 12.4 years). Height, body mass, 8 skinfolds, 2 bone diameters, and 5 perimeters were measured, and corrected perimeters were calculated by the same two level-2 internationally certified anthropometrists. Anthropometric measurements were taken following the International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocol. Body fat mass (FM) was calculated using Carter, Faulkner, Yuhasz, and Withers equations, whereas muscle mass (MM) was estimated using the Lee 2000 equation. Somatotype was calculated by applying the Heath and Carter equation. Bioimpedance (BIA) measurements were also recorded.

Results: international SUP athletes had a body mass of 74.6 (6.6) kg, a body fat percentage of 7.6 % (2.1 %) (Carter), 11.3 % (3.5 %) (Faulkner), 7.6 % (2.1 %) (Yuhasz), and 9.0 % (3.6 %) (Whiters), and skinfold sums of 48.2 (20.6) mm for 6, and 57.8 (22.2) mm for 8 skinfolds. Muscle mass was 47.3 % (2.6 %) and somatotype was ecto-mesomorphic with values of 1.9 (0.9) for endomorphy, 5.4 (1.0) for mesomorphy, and 2.4 (0.9) for ectomorphy. BIA results for FM were 11.7 % (4.4 %), and for MM were 50.0 % (2.9 %).

Conclusion: these results suggest that a low body fat percentage and high muscle mass are representative characteristics of international stand-up paddlers, as well as a balanced mesomorphic somatotype. According to these, a low skinfold sum and high arm muscle mass may represent key factors for performance in this sport because of their relation to acceleration and stroke force.

Keywords: Stand-up paddle boarding. Anthropometry. Body composition. Somatotype. International athletes.

RESUMEN

Introducción: las características antropométricas de los atletas internacionales de *stand-up paddle* (SUP) son aspectos relevantes para su rendimiento. Sin embargo, se han realizado muy pocas investigaciones dentro de este deporte, y casi ninguna cuando se trata de la composición corporal y las características antropométricas de los palistas de SUP. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación será describir el perfil antropométrico de los palistas internacionales de SUP.

Material y métodos: se reunieron treinta y un palistas internacionales de SUP ($34,2 \pm 12,4$ años). Se midieron la altura, la masa corporal, 8 pliegues de piel, 2 diámetros de huesos y 5 perímetros, y se corrigieron otros 2 perímetros, por los mismos dos antropometristas certificados como ISAK 2. Las mediciones antropométricas se realizaron siguiendo el protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cinantropometría (ISAK). La masa grasa (FM) se calculó utilizando las ecuaciones de Carter, Faulkner, Yuhasz y Withers, mientras que la masa muscular (MM) se calculó utilizando la ecuación de Lee 2000. El somatotipo se obtuvo aplicando la ecuación de Heath y Carter. Se registraron también las mediciones mediante bioimpedancia (BIA).

Resultados: los atletas internacionales de SUP tenían una masa corporal de 74,6 (6,6) kg, un porcentaje de grasa corporal de 7,6 % (2,1 %) (Carter), 11,3 % (3,5 %) (Faulkner), 7,6 % (2,1 %) (Yuhasz) y 9,0 % (3,6 %) (Whiters) y sumas de pliegues cutáneos de 48,2 (20,6) mm para 6, y 57,8 (22,2) mm para 8 pliegues cutáneos. La masa muscular era del 47,3 % (2,6 %) y el somatotipo era ectomesomórfico con valores de 1,9 (0,9) para la endomorfia, 5,4 (1,0) para la

mesomorfia y 2,4 (0,9) para la ectomorfia. Los resultados de la BIA fueron del 11,7 % (4,4 %) para la FM y del 50,0 % (2,9 %) para la MM.

Conclusión: estos resultados sugieren que un bajo porcentaje de grasa y un elevado porcentaje de masa muscular, junto a un somatotipo mesomórfico equilibrado, son características antropométricas representativas de los atletas internacionales de SUP. Así mismo, y de acuerdo con estos resultados, un bajo sumatorio de pliegues y una elevada masa muscular del brazo pueden ser factores clave en el rendimiento de este deporte, debido a su relación con la aceleración y la fuerza de la palada.

Palabras clave: Stand-up paddle. Antropometría. Composición corporal. Somatotipo. Atletas internacionales.

INTRODUCTION

Stand-up paddle boarding (SUP) originated in Hawaii in the 1950s and is a mixture of both surfing and paddling (1). In this new sport, the popularity of which has risen exponentially over the past decade (2), boarding involves a participant getting to their feet on a large board, similar to a surfboard, before using a long paddle for propulsion with strokes on either side of the body (3). However, SUP boards are longer in length (~8-15 ft, 2.4-4.6 m), thicker (4-8 in, 10-20 cm) and wider (26-31 in, 66-78 cm) than traditional surfboards (4). Propulsion of the board is through a long single-bladed paddle in which the athlete alternates sides randomly. The general disciplines of competitive SUP include technical racing, surfing, and marathon racing. Technical SUP racing consists of a 4-8 km sprint in which participants are limited to a maximum board length of 12'6" (3.81 m). Surfing events are held in heats of 20 minutes and 30-minute finals in which the top two scoring waves are counted toward the competitors total (5). Scoring is based upon performing maneuvers, creating power and speed, and getting

through closing out sections in a similar manner to traditional surfing. SUP marathon races, normally over a distance of 10 km (6.21 miles), allow boards up to 14' in length with a fixed fin, and can be conducted in both open ocean and flat water. The subjects analyzed in our study are participants of an international SUP marathon race.

Taking into account the physical exigency of the tests, a high level of aerobic fitness appears to be required from elite participants (6). Anaerobic fitness is essential for short speed bursts and to catch waves. A high level of dynamic balance and trunk muscle endurance is required by participants, and are both considered important attributes of any SUP participant (4). Isometric contractions of the entire trunk, gluteals, and lower leg musculature are required to counter the rotational forces from the pull phase of each paddling stroke (7).

As SUP increases in popularity and competitiveness, the importance of testing SUP athletes to provide information for both coaches and athletes increases in parallel. Despite this global popularity, there is currently not much scientific literature available on the performance aspect of SUP.

Specific physiological and morphological parameters are important components of performance in many sports. It has been confirmed that certain physical characteristics such as body composition, weight, and height can significantly influence sports outcomes (8). Also, these parameters allow nutritionists and trainers to guide both diet and training so as to achieve the body composition athletes need to attain maximum performance. These parameters have been correlated with performance in elite sport, and have been associated in rowing and surfing with performance outcomes (9-11).

Body composition (BC) and athlete morphological characteristics have been associated with performance in different sports (8), i.e., surfing (12, 13) and different paddling sports like Olympic rowing (14-16), traditional rowing (17) or kayaking (18). Excessive fat mass in a rower, in particular, would act as deadweight, and would have

adverse effects on speed, resulting in a diminished ability to accelerate (13). Moreover, it is well established that greater fat-free mass and muscle mass in a high-intensity athlete leads to increased strength and endurance, hence to performance improvement (19). Likewise, in surfers moderate to large significant correlations were obtained between surfer ranking position and some skinfolds, the sum of skinfolds, and vertical jump (9). Finally, in kayaking, important values of body mass and muscle mass have been recorded, even comparable to values obtained in canoeists (20,21). It is not clear whether these high values of lean body mass may benefit or harm kayakers (18).

However, there is no study examining the anthropometrical profile of SUP boarders, which should allow coaches and sport scientists to better understand the physical profile of paddlers, and formulate appropriate training strategies (22,23). Therefore, the aims of this study are to describe the anthropometric characteristics (BC, FM, MM, and somatotype) of participants in an international SUP competition, in order to establish reference values within this population of SUP practitioners.

MATERIAL AND METHODS

Sample

“The Europe Tour 2019” is recognized as the World SUP Cup. The Iberdrola Bilbao World SUP Challenge 2019 was part of this circuit and took place on June 7-9 of the same year. In this respect, for the cross-sectional design of this study, data were collected from 31 males (age, 34.2 ± 12.4 years) participating in the race. All participants were international level athletes.

Every participant received both oral and written information regarding the research objectives and methodology, and they signed an informed consent. This study was approved by the University of Deusto Ethics Committee (ETK-13/18-19).

Experimental design

In order to undergo the anthropometrics and bioimpedance analyses the participants reported to our conditioned area, situated close to the race registration area, on the day before the competition. All anthropometric measurements were performed in compliance with the International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Level 1 protocol (before last update) (24) by the same two international level-2-certified anthropometrists, respecting the corresponding intrapersonal technical error of measurement (EMT): 5 % for skinfolds and 1 % for other measurements.

Height (cm) was measured using a SECA 220® measuring rod (Hamburg, Germany) with a precision to within 1 mm, and body mass (BM) (kg) was measured using an Inbody 770® (USA) device, with a precision to within 0.1 kg.

Body mass index (BMI) was calculated using both the Inbody and the BM/height (kg/m) equation. For bioimpedance measurements, Inbody instructions and previously validated techniques (25) were followed. Skinfolds (mm) (tricipital, bicipital, abdominal, supriliac, subscapular, iliac crest, front thigh, and calf) were analyzed using a Holtain® skinfold caliper with a precision to within 0.5 mm. In order to obtain more information about body fat, the sums of 4 ($\Sigma 4$ SF), 6 ($\Sigma 6$ SF) and 8 ($\Sigma 8$ SF) skinfolds (mm) were examined following validated procedures (24). Muscle perimeters (cm) (arm, contracted arm, waist, hip, and calf muscles) were measured using a metal, non-extensible tape (Cercorff®, Brazil) with a precision to within 1 mm. Contracted arm and calf perimeters were corrected via skinfolds by using the following formula: corrected perimeter = perimeter - (π x skinfold area) (26). Bone diameters (femoral and humeral) were measured with a Cercorff® (Brail) pachymeter, accurate to within 1 mm.

FM and body fat percentage (BF%) were calculated using the Carter, Faulkner, Yuhasz, and Withers equations following the recommendations of the International Society for the Advancement of

Kinanthropometry (ISAK) and the Spanish Kinanthropometry Group (GREC) for athletes (27,28). Similarly, MM and MM% were calculated using the Lee (2000) equation (29). The Carter and Heath equation (30) was used to obtain somatotype values.

Statistical analysis

All anthropometric data are presented as mean (standard deviation), and with the minimum and maximum value for each parameter. Body composition and somatotype values were calculated similarly. The statistical data analysis was carried out using the SPSS software package for Windows, version 24.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTS

The descriptive data for all studied parameters are displayed in table I and table II. Firstly, table I lists the basic anthropometric values, such as BM (74.6 (6.6) kg; range, 63.7-89.4 kg), height (175.0 (4.2) cm; range, 172.0-178.0 cm), and BMI (23.6 (2.0) kg/m²; range, 20.5-29.7 kg/m²). Secondly, all perimeters (cm) and the corrected values of two of them (arm and calf) are displayed. Thirdly, all skinfolds (mm) and the their sum are also included. Thus, $\Sigma 4$ SF was 34.2 (14.4) mm (range: 18.5-73.0 mm), $\Sigma 6$ SF was 48.2 (20.6) mm (range: 25.5-105.0 mm), and $\Sigma 8$ SF was 57.8 (22.2) mm (range: 33.0-125.0 mm). Lastly, bone diameters (cm) are shown, where the humerus was 7.1 (0.4) (range: 6.7-8) and the femur was 9.7 (0.5) (range: 8.8-10.5). BF%, FM, MM%, and MM (kg) as calculated using different specific equations, and somatotypes are expressed in table II. BF% was between 7.6 (2.1) % using the Carter equation, 11.3 (3.5) % using the Faulkner equation, 7.6 (2.1) % using the Yuhasz equation, and 9.0 (3.6) % according to the Withers equation. Table II also shows MM% using the Lee equation (47.3 (2.6) %; range: 42.3-51.6 %), and somatotype values such as endomorphy (1.9 (0.9); range: 1.0-4.0), mesomorphy (5.4 (1.0); range: 3.9-7.7), and ectomorphy 2.4 (0.9); range: 0.2-3.9).

These data, represented in figure 1, show that SUP athletes are balanced mesomorphic in somatotype.

DISCUSSION

To our knowledge, this is the first study to describe SUP athletes anthropometric and somatotype characteristics. Because of that, we compared our results with data observed in similar sport disciplines such as rowing, surfing, and kayaking, in order to gain a better understanding of this sport (Table III).

Firstly, a mean height of 175.0 cm and BM of 74.6 kg were obtained. These results are similar to those observed in surfers by Sheppard et al. (9,29), who reported a mean height of 177.0 cm and a BM of 72.2 kg, and in accordance with the height data observed, also in surfers, by Fernández Gamboa et al. (10) (mean, 172.2 cm) and Fernández-López et al. (13) (mean, 174.3 cm). However, the observed BM is not related to the results obtained in surfers by the same authors: 66.0 kg and 66.7 kg, respectively (30,31). Compared to data observed in rowers by Gutiérrez-Leyton et al. (16) and León-Guereño et al. (17), who reported a mean height of 182.2 cm and 182.5 cm, and a mean BM of 81.5 kg and 80.4 kg, respectively, SUP athletes are less high and heavy than rowers. Similarly, Michael et al. (18) reported a mean height of 184.0 cm and a mean BM of 85.2 kg in male kayakers, almost the same results obtained by Ackland et al. (20) in sprint canoe and kayak paddlers: 184.3 cm and 85.2 kg. These results suggest that SUP athletes have similar anthropometric characteristic with surfers, but different height and BM with rowers and kayakers. Probably, these characteristics are related with the standing position that athletes of both disciplines must maintain in their boards, and with the ability to accelerate in the water.

Moreover, since arms represent a main determinant factor in surfing (12), rowing (17), and kayaking (18), assessing both relaxed (and corrected) and contracted arm perimeters could be essential. In this line, we observed a mean relaxed arm value of 31.8 cm and corrected

perimeter of 31.2 cm, and a mean contracted arm perimeter of 34.0 cm. In rowing, data show that elite rowers have a mean relaxed arm perimeter within 30.8-32.5 cm, and a mean contracted arm of 34.5-34.7 cm (16,17). In addition, Ackland et al. (20) observed higher mean values of contracted arm (37.6 cm) in kayakers, with no data related to relaxed arm perimeter and corrected value. Similarly, Barlow et al. (12) reported a mean 33.3 cm for relaxed arm and 34.0 cm for contracted arm in 17 professional surfers. Understanding the difference between relaxed and contracted arm as a good indicator of muscle mass, and relating this parameter to power, SUP athletes have similar values than rowers and kayakers, but differences with surfers. This could be explained by the fact that stroke is not the main determinant movement in surfing, but it represents the primary factor in SUP, rowing, and kayaking performance.

Considering BF% as an important measurement to assess performance in any sport (8), previous researches in rowing demonstrated that elite traditional rowers have mean BF% values of 8.0 (Carter), 9.9 (Whiters), 8.6 (Yuhasz), and 10.9 (Faulkner), similar to those obtained by some equations in our study: 7.6 (Carter) and 9.0 (Whiters). In contrast, higher values of BF% (17.1 and 11.3) were reported in surfers by Furness et al. (31) and Barlow et al. (12), respectively. However, understanding the limitations of calculating BF % with body composition equations, primarily due to different arrays of results obtained, and in accordance with other authors (17), the sums of skinfolds are being used in this study to analyze and compare data with other references. Similarly to our observed data, a mean sum of 4 and 6 skinfolds of 33.7 and 51.5 mm, respectively, was observed in traditional elite rowers (17). However, the mean sum of 8 skinfolds (57.8 mm) observed in this study represents a lower value when compared to the 67.3 mm observed by León-Guereño, but a similar value when compared to what Gutiérrez-Leyton et al. (16) and both Michael et al. (18) and Ackland et al. (20) observed in male rowers (54.9 mm) and kayakers (55.4 mm), respectively. With regard

to surfers, a range for the 6-skinfold sum within 57.0-64.29 (12,13) and a mean sum of 92.7 mm for 8 skinfolds were observed, which represent higher values as compared to the data observed in SUP athletes. These results could be explained by the fact that surf is not such a physiological demanding sport, but rather a more technical one (11). On the other hand, SUP data are more similar to those seen in sport disciplines like rowing and kayaking, where lower values of BF % and skinfold sum are desirable, primarily because of the negative impact of higher FM on acceleration and propulsion, especially in longer distances (17).

Muscle mass is an indicator of power in any sport, but as it also represents an important part of total BM, adequate values are necessary to optimize performance. There are only few references attending to MM% or MM (kg) in literature. Similar results to those of this study were observed in traditional rowers, representing a mean MM of 43.3 % (17), but higher values were reported also in Chilean rowers (52.7%) (16). Similarly, López-Plaza et al. (21) reported a 46.9 % of MM in young mature elite kayakers. Moreover, somatotype provides information regarding the general shape of subjects, according to their anthropometric characteristics. Rowers are represented by León-Guerrero et al. (17) as endo-mesomorphic athletes, according to their moderate musculoskeletal development and relative adiposity, but like ecto-mesomorphic athletes by Leyton-Gutiérrez et al. (16). These last results are similar to those for kayaker somatotypes as described by Michael et al. (18) and Ackland et al. (20). In surfers, the same somatotype values (ecto-mesomorphic) were observed in one study (13), but different results were also obtained in other reference (12), which described these athletes as endo-mesomorphic. Relatively high musculoskeletal mass seems to be necessary to perform in SUP, as observed in rowers, kayakers, and surfers. Regarding adiposity and its relation with MM and total BM (somatotype), SUP athletes present several similarities with kayakers and professional surfers, but differences with some rowers and

amateur surfers, presenting lower values of BF than rowers and surfers, and a little higher values of MM when compared with kayakers and professional surfers. These miscellaneous results could be explained by differences in the recruited sample in each study. Anyway, this information reveals that SUP athletes have a moderate-high musculoskeletal development and low subcutaneous adiposity.

This study has some limitations that are mainly related to the measurements that were not obtained. Firstly, we did not measure the thigh perimeter and corresponding corrected perimeter, which may represent an adequate indicator of leg muscle mass. Secondly, we missed wingspan in our measurement protocol and, considering it is one of the most directly involved anthropometric performance parameters in rowing and kayaking, it could have been interesting to measure. Finally, although our sample is representative of an international-level SUP race, we assume the current lack of professionalization in this sport and, therefore, the heterogeneity of some key measurements like BF% or skinfolds sums.

The values reported in this study could be used as normative anthropometry and somatotype values for SUP athletes, representing the first model parameters in this sport discipline. This information is useful to acquire a better understanding of training and nutrition strategies in SUP athletes, and therefore for any trainer or nutritionist aiming to improve anthropometric composition, and to provide nutrition recommendations and training protocols.

CONCLUSION

Low body fat percentage (7-11 %) and high total (47 %) and upper muscle mass are representative anthropometric characteristics of international SUP athletes. As these results constitute reference values obtained from international level paddlers, a low skinfold sum and high arm muscle mass may represent key factors for performance in this sport, suggesting that less opposition to acceleration and high stroke force are two of the most important factors in SUP boarding.

Moreover, the somatotype of international SUP athletes is a balanced mesomorphic one, which represents the importance of an adequate relation between fat and muscle mass, and suggests that training and nutrition programs should be designed according to these characteristics. However, the present results should be interpreted with caution, as further research is needed to determine the relationships between anthropometric outcomes and performance in SUP athletes.

REFERENCES

1. Ruess C, Kristen KH, Eckelt M, Mally F, Litzenberger S, Sabo A. Stand up paddle surfing -- an aerobic workout and balance training. *Procedia Eng* 2013;60:62-6. DOI: 10.1016
2. Hammer S. Catch the wave of stand up paddling. *The Providence Journal* 2011;5:3.
3. Walker C, Nichols A, Forman T. A survey of injuries and medical conditions affecting stand-up paddle surfing participants. *Clin J Sports Med* 2010;20:144-5.
4. Schram B, Hing W, and Climstein M. Profiling the sport of stand-up paddle boarding. *J Sports Sci* 2016;34:937-44. DOI: 10.1080/02640414.2015.1079331
5. <http://www.sup-australia.com/events/rules-sup-surfing>. [Accessed 26/08/2012]
6. Schram B, Hing W, Climstein M. Laboratory-and field-based assessment of maximal aerobic power of elite stand-up paddle-board athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 2016;11:28-32. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0076
7. Schram B. Stand up paddle boarding : an analysis of a new sport and recreational activity. PhD Thesis. Gold Coast: Bond University; 2015.
8. Duquet W, Carter J, In S, Eston R, Reilly T. Somatotyping. In: Eston, R. & Reilly, T. (Eds.). *Kinanthropometry and Exercise Physiology*

Laboratory Manual. Anthropometry. 2nd ed. London, Routledge; 2001. pp. 47-64.

9. Shephard RJ. Science and medicine of rowing: A review. *J Sports Sci* 1998;16(7):603-20. DOI: 10.1080/026404198366416
10. Fernandez-Gamboa I, Yanci J, Granados C, Camara J. Comparison of Anthropometry and Lower Limb Power Qualities According to Different Levels and Ranking Position of Competitive Surfers. *J Strength Cond Res* 2017;31(8):2231-7. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001565
11. Furness JW, Hing WA, Sheppard JM, Newcomer SC, Schram B, Climstein M. Physiological Profile of Male Competitive and Recreational Surfers. *J Strength Cond Res* 2018;32(2):372-8. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001623
12. Barlow MJ, Findlay M, Gresty K, Cooke C. Anthropometric variables and their relationship to performance and ability in male surfers. *Eur J Sport Sci* 2014;14(Suppl 1):S171-7. DOI: 10.1080/17461391.2012.666268
13. Fernández-López JR, Cámara J, Maldonado S, Rosique-Gracia J. The effect of morphological and functional variables on ranking position of professional junior Basque surfers. *Eur J Sport Sci* 2013;13(5):461-7. DOI: 10.1080/17461391.2012.749948
14. Akça F. Prediction of rowing ergometer performance from functional anaerobic power, strength and anthropometric components. *J Hum Kinet* 2014;41:133-42. DOI: 10.2478/hukin-2014-0041
15. Penichet-Tomás A, Pueo B. Performance conditional factors in rowing. *Retos* 2017;32:238-40.
16. Gutiérrez-Leyton L, Zavala-Crichton J, Fuentes-Toledo C, Yáñez-Sepúlveda R. Características Antropométricas y Somatotipo en Seleccionados Chilenos de Remo. *International Journal of Morphology* 2020;38(1):114-9. DOI: 10.4067/S0717-95022020000100114

17. León-Guereño P, Urdampilleta A, Zourdos MC, Mielgo-Ayuso J. Anthropometric profile, body composition and somatotype in elite traditional rowers: A cross-sectional study. *Revista española de nutrición humana y dietética* 2018;22(4):279-86. DOI: 10.14306/renhyd.22.4.605
18. Michael JS, Rooney KB, Smith R. The metabolic demands of kayaking: a review. *J Sports Sci Med* 2008;7(1):1-7.
19. Mielgo-Ayuso J, Zourdos MC, Calleja-González J, Urdampilleta A, Ostojic SM. Dietary intake habits and controlled training on body composition and strength in elite female volleyball players during the season. *Appl Physiol Nutr Metab* 2015;40(8):827-34. DOI: 10.1139/apnm-2015-0100
20. Ackland TR, Ong KB, Kerr DA, Ridge B. Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *J Sci Med Sport* 2003;6(3):285-94. DOI: 10.1016/s1440-2440(03)80022-1
21. López-Plaza D, Alacid F, Muyor JM, López-Miñarro PÁ. Differences in Anthropometry, Biological Age and Physical Fitness Between Young Elite Kayakers and Canoeists. *Journal of human kinetics* 2017;57:181-90. DOI: 10.1515/hukin-2017-0059
22. Adhikari A, McNeely E. Anthropometric Characteristic, Somatotype and Body Composition of Canadian Female Rowers. *Am J Sports Sci* 2015;3(3):61. DOI: 10.11648/j.ajss.20150303.15
23. Slater G, Rice A, Jenkins D, Hahn A. Body mass management of lightweight rowers: nutritional strategies and performance implications. *Br J Sports Med* 2014;48(21):1529-33. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093918
24. International Society for the Advancement of Kinanthropometry, editor. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Glasgow: ISAK; 2016.
25. Moon JR. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *Eur J Clin Nutr* 2013;67(Suppl 1):S54-9. DOI: 10.1038/ejcn.2012.165

26. Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobnic F, Banquells M, Ruiz O. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts Med Esport* 2015;50(186):65-72. DOI: 10.1016/j.apunts.2015.01.002
27. Alvero Cruz JR, Cabañas MD, Herrero de Lucas A, Martínez Riaza L, Moreno Pascual C, Porta Manzanillo J, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Arch Med Deporte* 2009;XXVI(131):166-79.
28. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Riidder H. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Lower Hutt, New Zealand: ISAK; 2011.
29. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000;72:796-803. DOI: 10.1093/ajcn/72.3.796
30. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping-development and applications*. Cambridge (England); New York: Cambridge University Press; 1990.
31. Sheppard JM, McNamara P, Osborne M, Andrews M, Oliveira Borges T, Walshe P, et al. Association between anthropometry and upper-body strength qualities with sprint paddling performance in competitive wave surfers. *J Strength Cond Res* 2012;26(12):3345-8. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31824b4d78
32. Furness JW, Hing WA, Sheppard JM, Newcomer SC, Schram BL, Climstein M. Physiological Profile of Male Competitive and Recreational Surfers. *J Strength Cond Res* 2018;32(2):372-8. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001623

Table I. Basic anthropometry parameters, perimeters, skinfolds, and bone diameters

	Mean (SD)	Minimum	Maximum
Basic anthropometric parameters			
Body mass (kg)	74.6 (6.6)	63.67	89.4
Height (cm)	175 (4.2)	172.0	178.0
BMI (kg/m ²)	23.6 (2)	20.5	29.7
Skinfold (mm)			
Biceps	2.5 (0.7)	1.5	4.0
Triceps	6.2 (2.5)	3.0	13.0
Subscapular	7.6 (3.3)	5.0	17.5
Abdominal	13.2 (8.2)	5.0	31.5
Suprailiac	7.1 (3.8)	3.5	19.0
Iliac crest	9.5 (4.5)	5.5	22.5
Front thigh	8.7 (4.0)	4.0	21.5
Calf	5.3 (2.5)	2.5	16.0
Sum 4	34.2 (14.4)	18.5	73.0
Sum 6	48.2 (20.6)	25.5	105.0
Sum 8	57.8 (22.2)	33.0	125.0
Perimeters (cm)			
Relaxed arm	31.8 (2.6)	26.6	37.1
Contracted arm	34 (2.5)	28.5	38.6
Waist	80.2 (5.3)	70.0	92.8
Hips	95.1 (4.6)	87.6	106.6
Calf muscle	36.9 (1.9)	31.6	40.6
Corrected arm	31.2 (2.5)	25.9	36.0
Corrected calf	36.3 (1.8)	31.2	39.9
Diameters (cm)			
Humerus	7.1 (0.4)	6.7	8.0
Femur	9.7 (0.5)	8.8	10.5

BMI: body mass index; Sum: skinfold sum.

Table II. Participant body composition with anthropometry and bioimpedance, and somatotype

	Mean (SD)	Minimum	Maximum
Body composition - anthropometry			
Carter body Fat (%)	7.6 (2.1)	5.2	13.6
Carter FM (kg)	5.8 (2)	3.4	11.5
Yuhasz body Fat (%)	7.6 (2.1)	5.3	13.6
Yuhasz FM (kg)	5.8 (2)	3.5	11.5
Whiters body fat (%)	9 (3.6)	4.9	18.9
Whiters FM (kg)	6.8 (3.2)	3.2	16.0
Faulkner body fat (%)	11.3 (3.5)	8.6	24.5
Faulkner FM (kg)	8.3 (2.4)	5.5	14.7
Avg equations (%)	8.9 (2.7)	6.0	15.7
Avg equations (kg)	6.7 (2.4)	4.0	13.4
Lee MM (%)	47.3 (2.6)	42.3	51.6
Lee MM (kg)	35.2 (2.4)	30.5	42.4
Body composition - bioimpedance			
FM (%)	11.7 (4.8)	3.7	24.8
FM (kg)	8.9 (4.2)	2.4	21.0
BIA MM (%)	50.0 (2.9)	42.4	55.9
BIA MM (kg)	37.2 (3.1)	32.3	45.5
Somatotype			
Endomorphy	1.9 (0.9)	1.0	4.4
Mesomorphy	5.4 (1)	3.9	7.7
Ectomorphy	2.4 (0.9)	0.2	3.9

FM: fat mass; MM: muscle mass; BIA: bioimpedance.

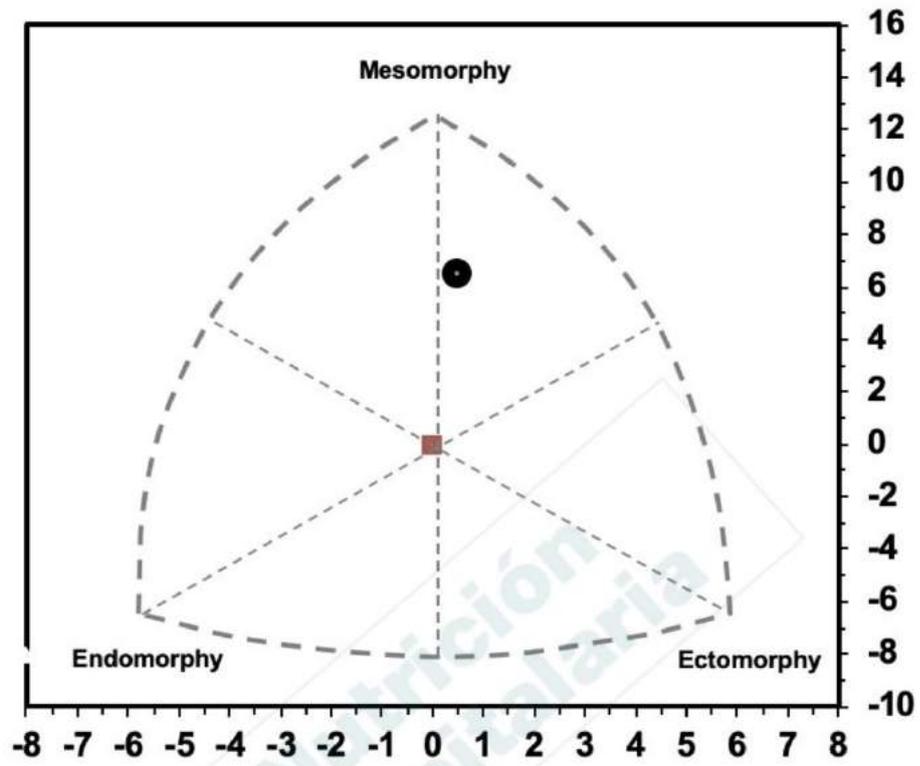
**Nutrición
Hospitalaria**

Table III. Comparison of anthropometric measurements in SUP, rowing, kayaking, and surfing according to the literature

Anthropometric measurement	SUP	Rowing	Kayaking	Surfing
Body mass (kg)	74.6	80.9	85.2	72.2
Height (cm)	175	182.3	184.2	175
Arm perimeter (relaxed)	31.8	30.8-32.5	-	33.3
Arm perimeter (contracted)	34.0	34.5-34.7	37.6	34
Body fat (%)	8.9	9.35	-	11.3-17.1
Sum 6	48.2	51.5	-	57.0-64.3
Sum 8	57.8	67.3	55.4	82.7
Muscle mass (%)	47.3	43.3-52.7	46.9	-
Somatotype	Ecto-mesomorphic	Endo-mesomorphic	Ecto/Endo-mesomorphic	Ecto-mesomorphic

Expressed as mean and/or range. Sum: skinfold sum.

Fig. 1.



APÉNDICE 2. ARTÍCULO 2. THE EFFECT OF DIFFERENT CADENCE ON
PADDLING GROSS EFFICIENCY AND ECONOMY IN STAND-UP PADDLE
BOARDING



Article

The Effect of Different Cadence on Paddling Gross Efficiency and Economy in Stand-Up Paddle Boarding

Arkaitz Castañeda-Babarro ^{1,2}, Jordan Santos-Concejero ³, Aitor Viribay ⁴,
Borja Gutiérrez-Santamaría ¹ and Juan Mielgo-Ayuso ^{5,*}

¹ Health, Physical Activity and Sports Science Laboratory, Department of Physical Activity and Sports, Faculty of Psychology and Education, University of Deusto, 48007 Bizkaia, Spain; arkaitz.castaneda@deusto.es (A.C.-B.); borjagutierrez@deusto.es (B.G.-S.)

² Physiotherapy Department, Institute of Biomedicine (IBIOMED), University of Leon, Campus de Vegazana, 24071 Leon, Spain

³ Department of Physical Education and Sport, Faculty of Education and Sport, University of the Basque Country UPV/EHU, 01007 Vitoria-Gasteiz, Spain; jordan.santos@ehu.eus

⁴ Glut4Science, Physiology, Nutrition and Sport, 01004 Vitoria-Gasteiz, Spain; aitor@glut4science.com

⁵ Department of Biochemistry, Molecular Biology and Physiology, Faculty of Health Sciences, University of Valladolid, 42004 Soria, Spain

* Correspondence: juanfrancisco.mielgo@uva.es; Tel.: +34-975-129-187

Received: 13 June 2020; Accepted: 5 July 2020; Published: 7 July 2020



Abstract: *Background:* Due to the importance of energy efficiency and economy in endurance performance, it is important to know the influence of different paddling cadences on these variables in the stand-up paddleboarding (SUP). The purpose of this study was to determine the effect of paddling at different cadences on the energy efficiency, economy, and physiological variables of international SUP race competitors. *Methods:* Ten male paddlers (age 28.8 ± 11.0 years; height 175.4 ± 5.1 m; body mass 74.2 ± 9.4 kg) participating in international tests carried out two test sessions. In the first one, an incremental exercise test was conducted to assess maximal oxygen uptake and peak power output (PPO). On the second day, they underwent 3 trials of 8 min each at 75% of PPO reached in the first test session. Three cadences were carried out in different trials randomly assigned between 45–55 and 65 strokes·min⁻¹ (spm). Heart rate (HR), blood lactate, perceived sense of exertion (RPE), gross efficiency, economy, and oxygen uptake (VO₂) were measured in the middle (4-min) and the end (8-min) of each trial. *Results:* Economy (45.3 ± 5.7 KJ·l⁻¹ at 45 spm vs. 38.1 ± 5.3 KJ·l⁻¹ at 65 spm; $p = 0.010$) and gross efficiency ($13.4 \pm 2.3\%$ at 45 spm vs. $11.0 \pm 1.6\%$ at 65 spm; $p = 0.012$) was higher during the 45 spm condition than 65 spm in the 8-min. Respiratory exchange ratio (RER) presented a lower value at 4-min than at 8-min in 55 spm (4-min, 0.950 ± 0.065 vs. 8-min, 0.964 ± 0.053) and 65 spm cadences (4-min, 0.951 ± 0.030 vs. 8-min, 0.992 ± 0.047 ; $p < 0.05$). VO₂, HR, lactate, and RPE were lower ($p < 0.05$) at 45 spm (VO₂, 34.4 ± 6.0 mL·kg⁻¹·min⁻¹; HR, 161.2 ± 16.4 beats·min⁻¹; lactate, 3.5 ± 1.0 mmol·l⁻¹; RPE, 6.0 ± 2.1) than at 55 spm (VO₂, 38.6 ± 5.2 mL·kg⁻¹·min⁻¹; HR, 168.1 ± 15.1 beats·min⁻¹; lactate, 4.2 ± 1.2 mmol·l⁻¹; RPE, 6.9 ± 1.4) and 65 spm (VO₂, 38.7 ± 5.9 mL·kg⁻¹·min⁻¹; HR, 170.7 ± 13.0 beats·min⁻¹; lactate, 5.3 ± 1.8 mmol·l⁻¹; RPE, 7.6 ± 1.4) at 8-min. Moreover, lactate and RPE at 65 spm was greater than 55 spm ($p < 0.05$) at 8-min. *Conclusion:* International male SUP paddlers were most efficient and economical when paddling at 45 spm vs. 55 or 65 spm, confirmed by lower RPE values, which may likely translate to faster paddling speed and greater endurance.

Keywords: economy; efficiency; stand up paddle; cadences; performance

1. Introduction

Stand up paddleboarding (SUP) is a mixture of surfing and paddling [1], which has seen a significant increase in its number of practitioners. [2]. SUP involves propelling oneself with a long single-blade paddle using either side [3] on top of a board, which is longer, thicker, and wider than traditional surfboards [4]. There are three types of competitions in SUP: techniques, surfing, and racing [5]. While surfing competitions involve performing the highest quantity and quality of maneuvers in the waves, technical competitions and races entail performing a distance in the shortest time possible, both on open water and on flat water. In races, the most common distances to be covered are usually around 4–10 km (6.21 miles), although there are much longer distances [5].

There are different internal and external factors that have been studied in other surfing sports, which may be applicable to SUP [6]. Performance in these is conditioned by general weather conditions, which may be reflected in currents, wind, or waves. It is important that competitors know how to read the sea and take advantage of its waves so that they can cover several meters without having to make any effort. To do so, they must modify their trajectory and adjust it to each situation. Regarding internal variables, due to the importance of catching the waves mentioned above, and the speed stimuli needed during competitions, having a well-developed anaerobic metabolism can prove to be a determining factor.

On the other hand, SUP athletes are characterized by having good dynamic balance, as well as great strength in the trunk muscles [4]. This isometric strength of the trunk muscles, added to that of the gluteus and legs, is fundamental in counteracting the rotation forces that occur while paddling [7]. Furthermore, it seems that a well-trained aerobic metabolism is of great importance in different types of race [8]. Related to these major aerobic requirements, efficiency and economy are important aspects of endurance performance. Some studies claim that efficiency may be a better predictor of aerobic performance compared to maximal oxygen uptake ($\text{VO}_2 \text{ max}$) [9–11]. Conversely, other authors have shown that economy, defined as the energy demand at submaximal speeds, is one of the most discriminating factors of endurance performance, especially in athletes with similar $\text{VO}_2 \text{ max}$ [12–17]. In this regard, Conley et al. [13] concluded that among highly trained and experienced runners of comparable capacity and similar $\text{VO}_2 \text{ max}$, running economy represents a large amount of the observed variation in performance over a 10 km run. While Mooses et al. [18] assert that economy is one of the factors explaining running performance, Bassett Jr et al. [19] claim that running economy and fractional utilization of $\text{VO}_2 \text{ max}$ largely explains endurance performance.

Considering that this sport takes place in natural environments, with changing wind and waves, the paddling cadence during open sea SUP races may not be constant. Several studies in other sports have suggested that some cadences are more efficient than others [6,20–26]. In the case of cyclists and triathletes, Jacobs et al. [20] showed how lower cadences were more economical in trained subjects, while de Lucia et al. [21] obtained opposite results with world-class cyclists. In hand cycling, Kraaijenbrink et al. [25] obtained better efficiency values with low cadences than with high cadences, while Goosey et al. [26] comparing two crank lengths with two different cadences, obtained higher economy values with a short crank (180 mm) and higher cadence (85 rev.min⁻¹). With regard to running, Hafter et al. [23] after 6 weeks of training increased the cadence, although they managed to modify all the kinematic parameters, they did not manage to decrease the efficiency. Finally, with regard to traditional rowing, Aramendi et al. [24] recorded higher lactate and heart rates (HR) values at high cadences than at low cadences.

The question arises as to whether specific paddling cadences can be used, at 75% of PPO of the $\text{VO}_2 \text{ max}$, in order to improve efficiency and performance in SUP athletes. Thus, the main aim of this study was to analyze the influence of different paddling cadences: 45, 55, and 65 strokes-minute⁻¹ (spm), on movement, gross efficiency and economy among elite competitive paddlers. Our hypothesis was that lower cadences would have better gross efficiency and economy compared to higher cadences.

2. Material and Methods

2.1. Participants

Ten male international SUP race competitors with at least four years' competitive paddling experience were recruited for this study. Age, height, weight, anthropometric data, power test, and incremental test values of the participants are presented in Table 1. All participants were tested between 06/2019 and 08/2019, i.e., while they were during the competitive period of the 2019 season. The participants had undergone medical screening to ensure they were in good health and free from injury in the 12 months prior to research being conducted. Paddlers were fully informed of any risks associated with the experiments and provided with written informed consent to participate in the study, which was approved by the University of Deusto Ethics Committee (ref. ETK-13/18–19) in accordance with the latest version of the Declaration of Helsinki, Fortaleza (2013).

Table 1. Participants' age, body composition, and athletic performance characteristics ($n = 10$).

Variable	Mean \pm SD	Range (Min–Max)
Age (y)	28.8 \pm 11.0	18.0–46.0
Height (cm)	175.4 \pm 5.1	167.0–186.5
Body mass (kg)	74.2 \pm 9.4	61.3–92.9
Muscular mass (kg)	36.7 \pm 3.9	30.5–44.0
Muscular mass (%)	49.6 \pm 2.4	45.9–55.1
Body fat (%)	12.7 \pm 3.9	6.7–17.9
PPO in 10 s (W)	336.7 \pm 88.7	210.0–528.0
VO ₂ max (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	49.9 \pm 3.7	45.2–57.8
HR max (beats·min ⁻¹)	183.2 \pm 14.1	164–207
PPO at VO ₂ max (W)	160.0 \pm 19.5	120–190
Relative PPO (W·kg ⁻¹)	2.2 \pm 0.3	1.7–2.8
Muscle relative PPO (W·kg ⁻¹)	4.4 \pm 0.6	3.5–5.6

Data are expressed as mean \pm standard deviation. PPO, peak power output; HRmax, maximal heart rate; VO₂ max, maximum oxygen uptake; PO, power output.

2.2. Experimental Trials

All participants underwent two test sessions with a week's interval. On the first test day, an incremental exercise test was conducted to assess VO₂ max and peak power output (PPO). These data were used to determine the intensity at which the participants should exercise in the second test session, which involved paddling at a constant sub-maximal intensity at 45, 55, and 65 spm to study how the cadence influenced paddling gross efficiency. The tests with different cadences involved three trials of 8 minutes' (stage test) duration each, at 75% of PPO recorded in the VO₂ max test. This intensity was selected to mimic the pace used during competitions [27]. The trials were 8 min long because it has been shown that this is a suitable duration for the purpose of evaluating gross efficiency and economy. [6,11]. There was a 10-min break between the trials. If during those 10 min the participant had not managed to descend from 100 beats·min⁻¹, rest time was increased until they were able to do so. To prevent an order effect, the three cadence trials (45, 55, and 65 spm) were performed in a random sequence, and the paddling cadences selected for the study were based on peak cadence data obtained during a stress test by Schram et al. [4].

All paddle tests were performed on a modified ergometer (Ergo Vasa Swim, USA) [28] to ensure the same measurements in all tests. The VO₂ max test was performed starting at 5 W, increasing by 5 W every minute and up to volitional exhaustion level [8]. All athletes were allowed to alternate paddling on each side ad libitum, and participants were given feedback about their cadence, visual feedback via

the computer monitor of the ergometer, and sound feedback via metronome. Athletes were considered to have achieved maximal performance, and therefore reached their VO_2 max, when at least two of the following criteria were fulfilled [29]: I) a plateau in VO_2 max, defined as an increase of less than $1.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ in two consecutive workloads; II) $\text{RER} > 1.15$; and III) maximal HR value (HR_{max}) $> 95\%$ of the age-predicted maximum ($220 - \text{age}$). PPO (in W) was calculated as follows, taking every second into account (Equation (1)) [12]:

$$\text{PPO} = \text{completed full intensity (W)} + ((\text{second at final velocity}/60 \text{ s}) \times 5 \text{ W}) \quad (1)$$

The ergometer was calibrated according to the manufacturer's recommendations prior to all tests. To ensure a complete recovery and that there was no change in performance levels obtained in the tests, the measurements were taken at one-week intervals. Participants were also asked not to do any strenuous exercise 24–48 h prior to the assessments, and to eat a high-carbohydrate diet prior to the evaluation sessions. To avoid any variations in performance due to changes in the time of day at which the tests were performed, all evaluations were conducted at the same time of day.

2.3. Procedure

On the first day, height (cm) was obtained using a SECA 220 measuring rod (Hamburg, Germany), with precision to within 1 mm. Body Mass (BM; kg), percentage of body fat, body muscle (kg), and percentage of body muscle were measured using Inbody 770 (USA) within 0.1 kg. An incremental VASA ergometer test (Vasa, Inc., Essex Junction, VT, USA) was used to assess the VO_2 max, and expired gases were collected and analyzed using a calibrated continuous breath-by-breath gas exchange and ventilation measurements at the mouth (Ergostik, Geratherm Respiratory GmbH, Bad Kissingen, Germany). The metabolic cart was calibrated to manufacturer recommendations before every test session.

On the second day, mean VO_2 and power output (PO) were computed during the last 30 s in minute 4 (4-min) and minute 8 (8-min) of each trial (45–55 and 65 spm). Economy was calculated according to the Moseley and Jeukendrup equation (Equation (2)) [30] where the economy ($\text{KJ}\cdot\text{L}^{-1}$) equals the ratio between mean power output (PO) and mean steady-state oxygen uptake ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$):

$$\text{Economy} = \text{PO (W)} / \text{VO}_2 (\text{L}\cdot\text{min}^{-1}) \quad (2)$$

Participants' gross efficiency was assessed by calculating the amount of work completed relative to the amount of energy expended during each of the submaximal test stages, using the equation (Equation (3)):

$$\text{Gross Efficiency \%} = \left[\text{work rate (W)} / \text{energy cost (J}\cdot\text{s}^{-1}) \right] 100 \quad (3)$$

The energy consumed was calculated using the Weir equation [31] (Equation (4)):

$$\text{Kcal} = 3.90 \text{ VO}_2(l) + 1.10 \text{ VCO}_2(l) \quad (4)$$

$\text{Kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ was converted to $\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$ to quantify energy cost, and energy output as a percentage of energy cost was used to express efficiency. The RER results and the tables provided by Peronnet et al. [32] were used to calculate the percentage of oxidation of the fats of each paddler in each of the cadences.

Blood lactate measurements were taken before, in the middle (4-min), and at the end (8-min) of each trial of sub-maximal intensity (45–55 and 65 spm). Blood lactate was assessed via a Lactate Scout 2 handheld blood lactate analyzer (SensLab GmbH, Leipzig, Germany), while lactate measurements were taken from blood extracted from a finger, with the first drop always being discarded to avoid contamination. Likewise, a Polar HR monitor and transmitter (Polar Electro, Lake Success, NY, USA) was used to measure HR, which was recorded during the incremental test and throughout the submaximal workload trials.

The 10-point RPE scale [33] was used during the VO₂ max test and at 4-min and 8-min of each submaximal trial (45–55 and 65 spm), and anyone other than researchers was forbidden from entering the laboratory in order for people's presence not to influence participants' RPE [34]. Verbal encouragement was given to all participants during the submaximal trials.

2.4. Statistical Analyses

Statistical data analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences 24.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL, USA), with descriptive statistics being calculated for each variable and expressed as mean ± standard deviation (SD), and range (min-max). The Shapiro–Wilk test ($n < 50$) was conducted to determine the normality of the data, and the Levene test was used to check the uniformity of the variables analyzed. Differences between 4-min and 8-min tests for each variable in each cadence condition were assessed via a dependent t-test. VO₂, blood lactate, RPE, HR, economy, gross efficiency, and RER were compared across different cadences using one-way ANOVA with the cadences as the fixed factor. Bonferroni post-hoc test was applied for pairwise comparisons among groups. Additionally, effect sizes were calculated using partial eta square and η^2p , although because this measure was likely to overestimate said effect sizes, values were interpreted according to that indicating that there was no effect if $0 \leq \eta^2p < 0.05$; minimum effect if $0.05 \leq \eta^2p < 0.26$; moderate effect if $0.26 \leq \eta^2p < 0.64$; and a strong effect if $\eta^2p \geq 0.64$ [35]. Statistical significance for all analyses was set at $p < 0.05$.

3. Results

Table 2 shows the data obtained in economy, gross efficiency, and RER. In contrast with RER, both economy and gross efficiency evidenced differences among cadences in the 8-min test ($p < 0.05$). More specifically, in 8-min, 45 spm showed a lower economy and gross efficiency than the 65 spm ($p < 0.05$). Additionally, in contrast with RER, which presented a higher value at 8-min than 4-min in 55 spm and 65 spm cadences ($p < 0.05$), there was no difference in economy and gross efficiency between 4-min and 8-min in any of the 3 cadences ($p > 0.05$).

Table 2. Economy, gross efficiency, and RER variables of SUP Paddlers at 4-min and 8-min.

	45 spm	55 spm	65 spm	<i>p</i>	η^2p
Economy (KJ·l⁻¹)					
4-min	42.8 ± 6.0	40.5 ± 9.4	40.4 ± 6.7	0.238	0.150
8-min	45.3 ± 5.7	39.9 ± 7.7	38.1 ± 5.3 ^a	0.010	0.436
Gross Efficiency (%)					
4-min	12.7 ± 2.2	11.9 ± 2.9	11.9 ± 2.2	0.166	0.192
8-min	13.4 ± 2.3	11.6 ± 2.4	11.0 ± 1.6 ^a	0.012	0.430
RER					
4-min	0.918 ± 0.05	0.950 ± 0.065 [*]	0.951 ± 0.030 [*]	0.206	0.187
8-min	0.934 ± 0.04	0.964 ± 0.053	0.992 ± 0.047	0.081	0.280

Data are shown as mean ± standard deviation. 4-min and 8-min refer to the middle and the end of the test, respectively; *p*, Significant differences between cadences by one factor ANOVA (cadences); ^a, significant differences regarding 45 spm using the Bonferroni test; ^{*}, significant differences between 4-min and 8-min using dependent *t*-test.

Table 3 depicts the results in VO₂, HR, Lactate, and RPE of each cadence. VO₂, HR, lactate, and RPE evidenced differences among cadences in the 8-min test ($p < 0.05$). The cadence of 65 spm presented a higher VO₂, HR, lactate, and RPE than 45 spm in the 8-min test ($p < 0.05$). Moreover, lactate and RPE in 65 spm presented higher value than 55 spm in the 8-min test ($p < 0.05$). On the other hand, HR and RPE was higher at 8-min than 4-min in 55 spm and 65 spm. However, at 8-min lactate presented a higher value than at 4-min in 65 spm ($p < 0.05$).

Table 3. VO₂, HR, Lactate, and RPE variables of SUP Paddlers at 4-min and 8-min.

	45 spm	55 spm	65 spm	<i>p</i>	η^2p
VO₂ (mL·kg⁻¹·min⁻¹)					
4-min	35.0 ± 5.1	37.3 ± 6.5	37.3 ± 5.9	0.224	0.158
8-min	34.4 ± 6.0	38.6 ± 5.2 ^a	38.7 ± 5.9 ^a	0.020	0.415
HR (beats·min⁻¹)					
4-min	157.4 ± 16.6 *	159.8 ± 19.7 *	164.2 ± 13.4 *	0.074	0.252
8-min	161.2 ± 16.4	168.1 ± 15.1 ^a	170.7 ± 13.0 ^a	0.007	0.463
Lactate (mmol L⁻¹)					
4-min	3.4 ± 1.0	3.9 ± 1.5	4.1 ± 1.0 *	0.171	0.192
8-min	3.5 ± 1.0	4.2 ± 1.2 ^a	5.3 ± 1.8 ^{a,b}	0.006	0.506
RPE					
4-min	6.0 ± 2.1	6.2 ± 1.5 *	6.4 ± 1.8 *	0.461	0.077
8-min	6.0 ± 1.7	6.9 ± 1.4	7.6 ± 1.4 ^{a,b}	<0.001	0.618

Data are shown as mean ± standard deviation. 4-min and 8-min refer to the middle and the end of the test, respectively. *p*: Significant differences between cadences by one-factor ANOVA (cadences); ^a, Significant differences regarding 45 spm using the Bonferroni test; ^b, significant differences regarding 55 spm using the Bonferroni test; *, Significant differences between 4-min and 8-min using dependent *t*-test.

4. Discussion

The main aim of this study was to determine the influence of cadence (45, 55, and 65 spm) on gross efficiency, economy, HR, blood lactate, RPE, and RER in an 8-min test in elite competitive male paddlers. The main finding of this study was that paddling gross efficiency and economy were higher at 45 spm than at 65 spm, and RER was lower at 45 spm. HR and lactate were lower during the 45 spm trial and likely reflected the lower VO₂ and higher gross efficiency associated with this cadence. Movement efficiency, combined with maximum aerobic power and anaerobic threshold, are three physiological measures that together can be used to predict performance in endurance sports [10,11,21,30,36]. This efficiency of movement is influenced by the energy substrate used and the percentage of slow (more efficient) muscle fibers [37,38]. Since SUP is an endurance sport, energy-saving and, therefore, efficiency is an important factor in racing performance.

There are no other studies analyzing the influence of different stroke cadences on movement gross efficiency and economy in SUP. We found that paddling at 45 spm was 13% and 17.5% more efficient and 12.9% and 16.9% more economical than at 55 and 65 spm, respectively. The upper body is generally accepted as having a greater proportion of fast-twitch fibers when compared to the lower body [39,40]. Interestingly, the energetically optimal cadence has been reported to be higher in a model with more fast-twitch fibers than a model with more slow-twitch fibers [41], consistent with predictions from the literature [42–44]. This would partially explain why higher cadences displayed worse gross efficiency values in the current study. Similarly, higher cadences may be related to greater instability, which would imply higher needs of muscle activation for postural control and would ultimately lead to higher energy consumption, and therefore, worse efficiency [45]. When compared to studies in other sports, our findings were in agreement with those of Neilsen et al. [46] and Jacobs et al. [20] in cycling, Gonzalez-Aramendi [24] in traditional rowing, and Kraaijenbrink et al. [25] in hand cycling, as all of them found that lower cadences were related to better efficiency and economy values. In contrast, Lucia et al. [21] and Mora-Rodriguez and Aguado-Jimenez [47] in cycling, or Goosey et al. [26] in hand cycling reported that higher cadences were more efficient and economical. These differences may be due to the competitive level of the sport according to the number of practitioners who perform the activity, the kind of exercise performed (upper vs. lower body), and the different protocol used to determinate the movement efficiency/economy (i.e., incremental vs. constant intensity test).

In this regard, SUP is a relatively new sport and has a low level of professionalization when compared to other types of sport [27]. It can therefore be assumed that well-trained cyclists [47], world-class cyclists [21], or top-level athletes [26] have more training experience in their disciplines than SUP athletes (5.8 ± 1.9 years). Longer training experience in athletes of consolidated disciplines may imply a greater volume of training over the years, which is known to produce various physiological adaptations related to efficiency and economy. Similarly, neuromotor recruitment can be improved by the greater volume of training on the part of experienced athletes [11]. Moreover, higher cadences appear to affect negatively the force effectiveness [48], which is a measure of the paddling technique. Higher cadences are believed to increase internal kinetic energy fluctuations (rotation of the extremities). Even if this energy flow can also be used as external work [49], it is likely associated with an increased oxygen cost and, therefore, it would affect efficiency and economy negatively. Higher cadences may also affect the inertial components of the paddling forces, which are related to the kinetic energy fluctuations, similar to what has been observed in cycling [50].

Another aspect to take into account in relation to efficiency and economy is the number of muscles involved in the specific activity, diffusion area, and diffusion distance [51–53]. Since the upper body is believed to have a greater proportion of fast-twitch fibers [39,40], it may explain the slower kinetics of VO_2 and cardiac output in the transition from rest to exercise intensities of between 30–90% PPO in the upper body when compared to the lower body [39,54]. Lastly, the evaluation protocol used is another factor that should be considered when monitoring efficiency and economy. The duration of the exercise bouts during the examination may affect values, as protocols with the longer bouts [20] report a continuous decrease in efficiency in terms of time and cadence, and, in addition, the use of a minute 4 ramp protocol [25,26,47] may underestimate steady-state VO_2 .

Interestingly, we found that the substrate utilization varied among cadences. When paddling at 45 spm the percentage of fat used to obtain energy was 21.4% compared to 11.6% at 55 spm and 2% at 65 spm [32]. This means consuming twice (55 spm) and ten times (65 spm) as much fat, respectively (Table 2). Considering that most races in the best SUP circuits in the world take about one hour, these differences in substrate utilization may imply that an efficient paddler will end the race with a higher amount of carbohydrates available [55,56]. This advantage in terms of availability of substrates may be of great importance in finishing a competition at high intensity [57]. The results obtained from our study reflect lower RER (greater fat utilization) with the 45 spm cadence, which would allow paddlers to save on their most valuable energy substrate.

It is important to take into account that athletes have a naturally chosen cadence, which is usually the most economical [58]. This subconscious fine-tuning of movement biomechanics is referred to as self-optimization, which appears to be a physiological adaptation resulting from greater training experience [59]. In order to optimally recruit motor units, cadences may require specific training. This lack of familiarity with some cadences has been studied in cycling [60,61], and the results indicate that the most used cadences, compared to the unknown ones, are the ones that obtain the best results. However, this type of study with different cadences avoids the possible motor learning that may occur when exercising with several cadences. To allow for any possible motor learning effect on movement gross efficiency, it may be useful to add training for a period of time to the design of this type of study before evaluating gross efficiency [23].

We have to acknowledge several limitations. It is important to highlight the small sample size in this study. However, it is also true that it is very difficult to obtain larger samples in elite sports and in this case, in a new sport with a low level of professionalization [27]. Moreover, this study used a work rate of 75% of peak power, and so our results may not be applicable to higher or lower work rates. Likewise, we should take into account the cadence naturally selected by the paddlers, because as we have commented previously, it can influence the economy results. Therefore, individual athletes should try various cadences and drags to personally optimize economy. Since SUP racing is not performed at a constant work rate, we suspect that optimal cadence may vary depending on waves,

wind, and other environmental conditions; having said this, the use of 45 spm may be an effective cadence with which to compare other paddling speeds.

This study contributes to knowledge about paddlers' physiological response, besides also contributing to the good design of both race and training strategies. The limitations of extrapolating these data so as to put them into practice in the field are evident, as the differences between simulated laboratory practice and practice in the field in SUP mode have not yet been studied. One study made the same comparison for similar sports, such as kayaking, and concluded that the ergometer accurately simulates the physiological demands of kayaking (50). Future studies should contrast the differences between laboratory and field measurements in SUP.

5. Conclusions

International male SUP paddlers were most gross efficiency and economical when paddling at 45 spm vs. 55 or 65 spm, as confirmed by lower RPE values in measurements made in a laboratory. Similarly, this gross efficiency and economy shown at 45 spm implied a greater use of fat as an energy substrate. Those improvements may likely translate to faster paddling speed and greater endurance, and they may be helpful to coaches and athletes in determining optimal GE and economy, as these differences in competition are likely to yield meaningful improvement in performance.

Practical Applications

This study attempted to determine whether a low vs. high cadence would give rise to better energy gross efficiency and economy in paddlers participating in international competitions. The 45-stroke cadence was the most gross efficiency and economical one, in addition to obtaining lower psycho-physiological values than the other cadences. These results reinforce the idea that paddling at a low cadence can maximize sustainable energy production while minimizing metabolic stress. These paddlers could improve their performance in long-distance tests by paddling at a low cadence vs. a high cadence.

Author Contributions: Conceptualization, A.C.-B.; Data curation, A.C.-B. and B.G.-S.; Formal analysis, J.S.-C., A.V. and J.M.-A.; Investigation, J.M.-A.; Project administration, A.C.-B.; Software, B.G.-S.; Supervision, A.V. and J.M.-A.; Writing—Original draft, A.C.-B., J.S.-C. and J.M.-A.; Writing—Review & editing, A.C.-B., J.S.-C., A.V., B.G.-S. and J.M.-A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: The authors declare no funding sources.

Acknowledgments: The authors thank the athletes and research assistants involved in this research for their participation, enthusiasm, and cooperation.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Ruess, C.; Kristen, K.; Eckelt, M.; Mally, F.; Litzenberger, S.; Sabó, A. Stand up paddle surfing—an aerobic workout and balance training. *Procedia Eng.* **2013**, *60*, 62–66. [CrossRef]
2. Hammer, S. Catch the wave of stand up paddling. *Provid. J.* **2011**, *5*, 3.
3. Schram, B.; Hing, W.; Climstein, M. A survey of injuries and medical conditions affecting stand-Up paddle surfing participants. *Clin. J. Sport Med.* **2010**, *20*, 144.
4. Schram, B.; Hing, W.; Climstein, M. Profiling the sport of stand-up paddle boarding. *J. Sports Sci.* **2015**, *34*, 937–944. [CrossRef]
5. SUPA Competition Rules-SUP Surfing. Available online: <http://www.sup-australia.com/events/rules-sup-surfing> (accessed on 18 June 2020).
6. Mendez-Villanueva, A.; Bishop, D.J. Physiological aspects of surfboard riding performance. *Sports Med.* **2005**, *35*, 55–70. [CrossRef] [PubMed]
7. Schram, B. Stand up Paddle Boarding: An Analysis of a New Sport and Recreational Activity. Ph.D. Thesis, Bond University, Gold Coast, QLD, Australia, August 2015.

8. Schram, B.; Hing, W.; Climstein, M. Laboratory- and field-based assessment of maximal aerobic power of elite stand-up paddle-board athletes. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2016**, *11*, 28–32. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
9. Lucia, A.; Hoyos, J.; Chicharro, J.L. Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2001**, *33*, 1361–1366. [[CrossRef](#)]
10. Lucia, A.; Hoyos, J.; Pérez, M.; Santalla, A.; Chicharro, J.L. Inverse relationship between VO₂max and economy/efficiency in world-class cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2002**, *34*, 2079–2084.
11. Santalla, A.; Naranjo, J.; Terrados, N. Muscle efficiency improves over time in world-class cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2009**, *41*, 1096–1101. [[CrossRef](#)]
12. Bransford, D.R.; Howley, E.T. Oxygen cost of running in trained and untrained men and women. *Med. Sci. Sports* **1977**, *9*, 41–44. [[CrossRef](#)]
13. Conley, D.L.; Krahenbuhl, G.S.; Burkett, L.N.; Millar, A.L. Physiological correlates of female road racing performance. *Res. Q. Exerc. Sport* **1981**, *52*, 441–448. [[CrossRef](#)]
14. Krahenbuhl, G.S.; Pangrazi, R.P. Characteristics associated with running performance in young boys. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1983**, *15*, 486–490. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Daniels, J.T. A physiologist's view of running economy. *Med. Sci. Sport Exerc.* **1985**, *17*, 332–338.
16. Green, J.M.; McLester, J.R.; Crews, T.R.; Wickwire, P.J.; Pritchett, R.C.; Lomax, R. RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2006**, *38*, 167–172. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Hausswirth, C.; Lehénaff, D. Physiological demands of running during long distance runs and triathlons. *Sport Med.* **2001**, *31*, 679–689. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Mooses, M.; Mooses, K.; Haile, D.W.; Durussel, J.; Kaasik, P.; Pitsiladis, Y.P. Dissociation between running economy and running performance in elite Kenyan distance runners. *J. Sport Sci.* **2015**, *33*, 136–144. [[CrossRef](#)]
19. Bassett, D.R. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2000**, *32*, 70. [[CrossRef](#)]
20. Jacobs, R.D.; Berg, K.E.; Slivka, D.R.; Noble, J.M. The effect of cadence on cycling efficiency and local tissue oxygenation. *J. Strength Cond. Res.* **2013**, *27*, 637–642. [[CrossRef](#)]
21. Lucia, A.; Juan, A.F.S.; Montilla, M.; CaNete, S.; Santalla, A.; Earnest, C.P.; Perez, M. In professional road cyclists, low pedaling cadences are less efficient. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2004**, *36*, 1048–1054. [[CrossRef](#)]
22. Vincent, H.K.; Massengill, C.; Harris, A.; Chen, C.; Wasser, J.G.; Bruner, M.; Vincent, K.R. Cadence impact on cardiopulmonary, metabolic and biomechanical loading during downhill running. *Gait Posture* **2019**, *71*, 186–191. [[CrossRef](#)]
23. Hafer, J.F.; Brown, A.M.; DeMille, P.; Hillstrom, H.J.; Garber, C.E. The effect of a cadence retraining protocol on running biomechanics and efficiency: A pilot study. *J. Sports Sci.* **2014**, *33*, 724–731. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Gonzalez Aramendi, J. Olympic rowing and traditional rowing: Biomechanical, physiological and nutritional aspects. *Arch. Med. Deport.* **2014**, *31*, 51–59.
25. Kraaijenbrink, C.; Vegter, R.; Hensen, A.H.R.; Wagner, H.; Van Der Woude, L.H.V. Different cadences and resistances in sub-maximal synchronous handcycling in able-bodied men: Effects on efficiency and force application. *PLoS ONE* **2017**, *12*, e0183502. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Goosey-Tolfrey, V.L.; Alfano, H.; Fowler, N. The influence of crank length and cadence on mechanical efficiency in hand cycling. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **2007**, *102*, 189–194. [[CrossRef](#)]
27. Schram, B.; Hing, W.; Climstein, M.; Furness, J. A performance analysis of a stand-up paddle board marathon race. *J. Strength Cond. Res.* **2017**, *31*, 1552–1556. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Fernández-López, J.R.; Cámara, J.; Maldonado, S.; Rosique-Gracia, J.; Maldonado-Martín, S. The effect of morphological and functional variables on ranking position of professional junior Basque surfers. *Eur. J. Sport Sci.* **2013**, *13*, 461–467. [[CrossRef](#)]
29. Machado, F.A.; Kravchychyn, A.C.P.; Peserico, C.S.; Da Silva, D.F.; Mezzaroba, P.V. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. *J. Sci. Med. Sport* **2013**, *16*, 577–582. [[CrossRef](#)]
30. Moseley, L.; Jeukendrup, A.E. The reliability of cycling efficiency. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2001**, *33*, 621–627. [[CrossRef](#)]
31. Weir, J.B.V. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J. Physiol.* **1949**, *109*, 1–9. [[CrossRef](#)]

32. Péronnet, F.; Massicotte, D. Table of nonprotein respiratory quotient: An update. *Can. J. Sport Sci.* **1991**, *16*, 23–29.
33. Borg, G. *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 1998; pp. 27–38.
34. Carnes, A.J.; Barkley, J.E.; Williamson, M.; Sanders, G. The presence of a familiar peer does not affect intensity or enjoyment during treadmill exercise in male distance runners or non-runners. *J. Athl. Enhanc.* **2013**, *2*, 4–9. [[CrossRef](#)]
35. Ferguson, C.J. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Prof. Psychol. Res. Pr.* **2009**, *40*, 532–538. [[CrossRef](#)]
36. Hagberg, J.M.; Moore, G.E.; Ferrell, R.E. Specific genetic markers of endurance performance and VO₂max. *Exerc. Sport Sci. Rev.* **2001**, *29*, 15–19. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Mogensen, M.; Bagger, M.; Pedersen, P.K.; Fernstrom, M.; Sahlin, K. Cycling efficiency in humans is related to low UCP3 content and to type I fibres but not to mitochondrial efficiency. *J. Physiol.* **2006**, *571*, 669–681. [[CrossRef](#)]
38. Horowitz, J.F.; Sidossis, L.S.; Coyle, E.F. High efficiency of type I muscle fibers improves performance. *Int. J. Sports Med.* **1994**, *15*, 152–157. [[CrossRef](#)]
39. Koppo, K.; Bouckaert, J.; Jones, A.M. Oxygen uptake kinetics during high-intensity arm and leg exercise. *Respir. Physiol. Neurobiol.* **2002**, *133*, 241–250. [[CrossRef](#)]
40. Sanchis-Moysi, J.; Idoate, F.; Olmedillas, H.; Guadalupe-Grau, A.; Alayón, S.; Carreras, A.; Dorado, C.; Calbet, J.A.L. The upper extremity of the professional tennis player: Muscle volumes, fiber-type distribution and muscle strength. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2009**, *20*, 524–534. [[CrossRef](#)]
41. Umberger, B.R.; Gerritsen, K.G.; Martin, P.E. Muscle fiber type effects on energetically optimal cadences in cycling. *J. Biomech.* **2006**, *39*, 1472–1479. [[CrossRef](#)]
42. Woledge, R.C. The energetics of tortoise muscle. *J. Physiol.* **1968**, *197*, 685–707. [[CrossRef](#)]
43. Gibbs, C.L.; Gibson, W.R. Isoprenaline, propranolol, and the energy output of rabbit cardiac muscle. *Cardiovasc. Res.* **1972**, *6*, 508–515. [[CrossRef](#)]
44. Wendt, I.; Gibbs, C. Energy production of rat extensor digitorum longus muscle. *Am. J. Physiol. Content* **1973**, *224*, 1081–1086. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
45. Finatto, P.; Silva, E.S.D.; Okamura, A.B.; Almada, B.P.; Oliveira, H.B.; Peyré-Tartaruga, L.A. Pilates training improves 5-km run performance by changing metabolic cost and muscle activity in trained runners. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0194057.
46. Nielsen, J.; Hansen, E.A. Pedalling rate affects endurance performance during high-intensity cycling. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **2004**, *92*, 114–120. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
47. Mora-Rodriguez, R.; Aguado-Jimenez, R. Performance at high pedaling cadences in well-trained cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2006**, *38*, 953–957. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
48. Leirdal, S.; Ettema, G. The relationship between cadence, pedalling technique and gross efficiency in cycling. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **2011**, *111*, 2885–2893. [[CrossRef](#)]
49. Ettema, G.J.C.; Lorås, H.W. Efficiency in cycling: A review. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **2009**, *106*, 1–14. [[CrossRef](#)]
50. Ettema, G.J.C.; Lorås, H.; Leirdal, S. The effects of cycling cadence on the phases of joint power, crank power, force and force effectiveness. *J. Electromyogr. Kinesiol.* **2009**, *19*, e94–e101. [[CrossRef](#)]
51. Nagle, F.J.; Richie, J.P.; Giese, M.D. VO₂max responses in separate and combined arm and leg air-braked ergometer exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1984**, *16*, 563–566. [[CrossRef](#)]
52. Sawka, M.N. 6 Physiology of upper body exercise. *Exerc. Sport Sci. Rev.* **1986**, *14*, 175–212. [[CrossRef](#)]
53. Calbet, J.A.L.; De Paz, J.A.; Garatachea, N.; De Vaca, S.C.; Chavarren, J.; Vallejo, N.G. Anaerobic energy provision does not limit Wingate exercise performance in endurance-trained cyclists. *J. Appl. Physiol.* **2003**, *94*, 668–676. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
54. Koga, S.; Shiojiri, T.; Shibasaki, M.; Fukuba, Y.; Kondo, N.; Fukuoka, Y. Kinetics of oxygen uptake and cardiac output at onset of arm exercise. *Respir. Physiol.* **1996**, *103*, 195–202. [[CrossRef](#)]
55. Lundsgaard, A.-M.; Fritzen, A.M.; Kiens, B. Molecular regulation of fatty acid oxidation in skeletal muscle during aerobic exercise. *Trends Endocrinol. Metab.* **2018**, *29*, 18–30. [[CrossRef](#)]
56. Hearn, M.A.; Hammond, K.M.; Fell, J.M.; Morton, J.P. Regulation of muscle glycogen metabolism during exercise: Implications for endurance performance and training adaptations. *Nutrients* **2018**, *10*, 298. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

57. Fritzen, A.M.; Lundsgaard, A.-M.; Kiens, B. Dietary fuels in athletic performance. *Annu. Rev. Nutr.* **2019**, *39*, 45–73. [[CrossRef](#)]
58. Moore, L.J.; Vine, S.J.; Wilson, M.R.; Freeman, P. The effect of challenge and threat states on performance: An examination of potential mechanisms. *Psychophysiology* **2012**, *49*, 1417–1425. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
59. Moore, I.S. Is there an economical running technique? A review of modifiable biomechanical factors affecting running economy. *Sport. Med.* **2016**, *46*, 793–807. [[CrossRef](#)]
60. Bernard, T.; Vercruyssen, F.; Grego, F.; Hausswirth, C.; Lepers, R.; Vallier, J.-M.; Brisswalter, J.; Vleck, V. Effect of cycling cadence on subsequent 3 km running performance in well trained triathletes. *Br. J. Sports Med.* **2003**, *37*, 154–159. [[CrossRef](#)]
61. Marsh, A.P.; Martin, P.; Foley, K.O. Effect of cadence, cycling experience, and aerobic power on delta efficiency during cycling. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2000**, *32*, 1630–1634. [[CrossRef](#)]



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

APÉNDICE 3. ARTÍCULO 3. INFLUENCE OF RESISTANCE TRAINING ON
INJURY IN STAND-UP PADDLE ATHLETES



Article

Relationship between Training Factors and Injuries in Stand-Up Paddleboarding Athletes

Arkaitz Castañeda-Babarro ^{1,2}, Julio Calleja-González ³, Aitor Viribay ⁴, Diego Fernández-Lázaro ^{5,6}, Patxi León-Guereño ¹ and Juan Mielgo-Ayuso ^{7,8,*}

- ¹ Health, Physical Activity and Sports Science Laboratory, Department of Physical Activity and Sports, Faculty of Psychology and Education, University of Deusto, 48007 Bizkaia, Spain; arkaitz.castaneda@deusto.es (A.C.-B.); patxi.leon@deusto.es (P.L.-G.)
 - ² Physiotherapy Department, Institute of Biomedicine (IBIOMED), Campus of Vegazana, University of Leon, 24071 Leon, Spain
 - ³ Department of Physical Education and Sport, Faculty of Education and Sport, University of the Basque Country (UPV/EHU), 01007 Vitoria, Spain; julio.calleja.gonzalez@gmail.com
 - ⁴ Glut4Science, Physiology, Nutrition and Sport, 01004 Vitoria-Gasteiz, Spain; aitor@glut4science.com
 - ⁵ Department of Cellular Biology, Histology and Pharmacology, Faculty of Health Sciences, Campus of Soria, University of Valladolid, 42003 Soria, Spain; diego.fernandez.lazaro@uva.es
 - ⁶ Neurobiology Research Group, Faculty of Medicine, University of Valladolid, 47005 Valladolid, Spain
 - ⁷ Department of Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Burgos, 09001 Burgos, Spain
 - ⁸ ImFINE Research Group, Department of Health and Human Performance, Faculty of Physical Activity and Sport Sciences-INEF, Polytechnic University of Madrid, 28040 Madrid, Spain
- * Correspondence: jfmiego@ubu.es



Citation: Castañeda-Babarro, A.; Calleja-González, J.; Viribay, A.; Fernández-Lázaro, D.; León-Guereño, P.; Mielgo-Ayuso, J. Relationship between Training Factors and Injuries in Stand-Up Paddleboarding Athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 880. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030880>

Academic Editor: Filipe Manuel Clemente; Daniel Castillo; Javier Raya-González
Received: 17 December 2020
Accepted: 18 January 2021
Published: 20 January 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Stand-up paddleboarding (SUP) is an increasingly popular sport but, as in other sports, there is an injury ratio associated with practicing it. In other types of sport, some factors have been linked to the likelihood of suffering an injury, among which stretching, core training and resistance training may be considered the most significant. Therefore, the main aim of this study was to identify the training factors that could influence injuries suffered by participants in international SUP competitions. Ninety-seven questionnaires were collected from paddlers who participated in an international SUP circuit, with epidemiological data being gathered about injuries and different questions related to the training undertaken. A multi-factor ANOVA test was used to identify the factors which influence the state of injury. Results showed that almost 60% of injuries occurred in the arms or in the upper thoracic region, around 65% of which were in tendons or muscles and, in almost half of cases, were related to overuse. Likewise, the results showed that athletes with injury performed fewer resistance training sessions per week ($p = 0.028$), over fewer months per year ($p = 0.001$), more weekly training sessions ($p = 0.004$) and, lastly, a greater volume of weekly training ($p = 0.003$) than athletes without injury. Moreover, the most important training factors that reduce the likelihood of suffering an injury were taken into account—in particular, resistance training alone ($p = 0.011$) or together with CORE training ($p = 0.006$) or stretching ($p = 0.012$), and the dominant side of paddling ($p = 0.032$). In conclusion, resistance training would seem to reduce the likelihood of injury among SUP practitioners, and such benefits could be obtained by resistance training alone or in combination with CORE training or stretching.

Keywords: stand-up paddleboarding; SUP; injury; prevention; resistance training

1. Introduction

Stand-up paddleboarding (SUP) is an increasingly popular water sport, born from surfing with modern roots in Hawaii [1]. SUP paddleboarders stand on boards that float on the water and use a paddle to propel themselves through the water. This type of sport requires good balance and great strength in the trunk muscles [2], as well as a well-developed aerobic capacity [3]. However, its practice (like other water sports) is not

devoid of the risk of injury [4,5]. In this regard, the most common pathologies affecting SUP paddlers tend to be those linked to the shoulders, lower back and wrist [6,7]. In particular, 31–32.9% of paddlers had reported shoulder pain [6,7], while 25–33% also had back pain [8,9]. For that reason, it has been suggested that risk of injury may be related to a number of factors including: uneven surface conditions [8,9], poor technique with unusual movement patterns and force-profile asymmetry [10–13], the hours spent performing SUP [6] and the repetitive nature of paddling [14,15]. In addition, other factors previously identified in other types of sport might also influence the likelihood of injury to the SUP paddle boarder. Some of these variables are: stretching [16–18] or core strengthening [19–21] and resistance training (RT) [22–25].

There have been studies conducted on the lack of flexibility regarding the greater likelihood of injury in hamstrings [26]. However, it might be the stretching technique that increases flexibility beyond that required for sport-specific movements which causes these types of injury [17]. Given the different demands and ranges of motion, the vast majority of studies do not most likely differentiate between different types of injury, and so it is difficult to ascertain the relationship between flexibility and the likelihood of injury [18]. However, as far as CORE training is concerned, it would seem that literature is more in agreement, since following 8 weeks of CORE training, improvements in postural control and quality of movement have been reported in university athletes [19], or improvements in reaction to jumps in female athletes following 6 weeks of CORE training [20], which could have a real impact on injury prevention, although studies are still required to further clarify this statement.

With regard to RT, it has been shown that it is the only modifiable risk factor that contributes significantly to the likelihood of suffering a sports injury [27]. It has been known for years that RT can help prevent injuries due to overuse such as swimmers' shoulders or tennis elbows [28]. In this regard, RT would appear to have a direct relationship with the probability of injury in active people, it being demonstrated that 4 weeks of resistance training reduced the possibility of injury in hamstrings [29] and, in the case of the military, a 14-week program with 4 daily resistance training exercises involving concentric and functional eccentric contractions of the hip and knee extensors was applied to prevent anterior knee pain in military recruits, with positive effects being obtained [30]. In types of sport such as soccer, it was demonstrated how 12 weeks of RT significantly reduced the number of injuries in young players [31], or in running, for which resistance training is recommended to prevent future injuries [32], enabling the athlete to perform successfully [33]. It should be noted that the effect of this type of training is not only valid in reducing the likelihood of injury, but also in reducing its severity. To this end, a study was carried out on high school athletes, in which it was shown that athletes who had undertaken RT suffered fewer injuries (26.2% vs. 72.4%), and also less time was lost over the injury rehabilitation period (2.02 days vs. 4.82 days) [34]. Unfortunately, no previous evidence has been reported about the influence of training factors on injuries suffered in SUP, to the best of the author's knowledge.

For that reason, the main aim of this study focused on identifying any training factors that could influence injuries suffered by participants in international SUP competitions. We conducted an online survey, and then related this data to different variables associated with training, especially RT. The information gathered in the survey would go on to form the basis for prevention strategies in SUP sports injuries, based on previous references [6,7].

2. Methods

2.1. Participants

The research was conducted in the form of a retrospective observational cohort study. All athletes who competed in international race circuit races (Eurotour) were offered the chance to participate in this online test (2019). One hundred and six participants started the survey, nine of whom did not answer the injury section, leaving 97 participants (77.3% male and 22.7% female) that were finally included in the injury analysis (38.06 ± 11.72 years).

Participation was worldwide, with the majority from Spain (69.2%), followed by the rest of Europe (24.5%), United States (4.2%), Africa and Australia (2.1%).

Ethics were approved by the University of Deusto Research Ethics Committee (ref: ETK-13/18-19), designed in accordance with the Declaration of Helsinki [35,36]. Participants received all the information detailing the study aims in advance. Their rights were preserved, with voluntary participation being requested, and the chance to withdraw at any moment being provided. Information regarding the purpose, procedures and confidentiality of the study was provided, and informed consent obtained from all participants.

2.2. Experimental Trials

The survey consisted of four sections: (I) introduction and informed consent, (II) demographics and participation, (III) training and competition, and (IV) injuries. Section I provided background information on the purpose of the study and electronic informed consent, with participants being unable to access the survey unless they provided such consent. Section II involved demographic and SUP participation questions, namely questions regarding age, sex, height, and body mass. Section III referred to questions related to training routines (contents of the training: flexibility, resistance, and strength), and the amount performed by participants in the course of such training). Section IV involved questions about SUP injuries and their epidemiology. The participants were instructed to provide information specifically regarding SUP injuries suffered over the last year, and in an attempt to gather data about multiple injuries on the same part of the body, they were able to provide information about more than one injury to the same part.

2.3. Procedure

An online Ad-hoc specific survey was specifically used to determine the epidemiology of injuries suffered by participants in international SUP competitions, via an online survey, with this data being linked to different variables attached to training, especially RT and free-text responses. The authors designed the first draft of the survey, and a pilot test was performed by two members not included in the study who volunteered to participate. This survey had been used in previously published surveys on injuries and [6,7] was available in both Spanish (Supplementary Materials) and English (Supplementary Materials) from 20 April 2019 to 15 July 2019, when the participants gave their responses. It comprises the six sections described in the following paragraph and took a maximum time of 15 min to be completed. An email was sent to the participants of an international SUP race circuit, in which they were informed of the objectives set out by the study and asked to participate. The questionnaire was sent out twice and participants were allowed to respond to it over a period of three months.

2.4. Statistical Analysis

The results were shown as frequencies and % of cases. Kolmogorov–Smirnov tests were carried out to test the normality of the studied continuous variables ($n > 50$). and the Levene test was used to check the homoscedasticity of the differences in variance of different descriptive and/or training data between male and female, assessed via a one-way ANOVA test with the injury as a mixed factor. Moreover, the multi-factor ANOVA test was used to identify those factors which influence the state of injury. For their part, effect sizes were calculated using partial square eta (η^2p), and interpreted according to the one indicating that there is no effect if $0 \leq \eta^2p < 0.05$; minimal effect if $0.05 \leq \eta^2p < 0.26$; moderate effect if $0.26 \leq \eta^2p < 0.64$; and a major effect if $\eta^2p \geq 0.64$ [37]. Post hoc statistical power was calculated for paired T-test, while statistical analysis was completed using SPSS Statistics version 24.0 (SPSS: An IBM Company, IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Lastly, statistical significance was designated in cases where $p < 0.05$.

3. Results

The 97 valid responses received were distributed among participants who had suffered some kind of injury and those who had not suffered any injury when practicing SUP. Demographic and body composition data were related to the likelihood of suffering an injury, and both the number of years' practice of the activity and the number of annual or international competitions performed were positively related (Table 1).

Table 1. Demographic and Body composition data of the participants based on state of injury.

	No (n = 36)	Yes (n = 61)	p	η^2p	Post Hoc Power
Age (Year)	38.31 ± 13.29	37.95 ± 11.09	0.897	0.000	0.050
Body mass (Kg)	75.77 ± 14.60	72.85 ± 12.72	0.352	0.010	0.135
Height (m)	175.36 ± 10.52	174.59 ± 7.71	0.679	0.002	0.070
Body Mass Index	24.30 ± 3.78	23.79 ± 3.08	0.471	0.005	0.110
Practice of sup (year)	1.54 ± 0.65	1.82 ± 0.53	0.038	0.050	0.551
Competitions per year	2.54 ± 0.95	3.30 ± 0.97	0.001	0.116	0.957
International competitions	1.92 ± 0.98	2.59 ± 0.74	0.001	0.125	0.969

Data expressed as mean ± standard deviation. p-value: significant differences according to state of injury by one ANOVA factor. No: Has not suffered any injury, Yes: Has suffered some injury.

In terms of the epidemiology of recorded lesions (Table 2), almost 60% occurred in the arms or in the upper thoracic region, revealing which parts of the body are most vulnerable during SUP. Regarding diagnosis, approximately 65% of injuries were in tendons or muscles and almost half of cases were related to overuse.

Table 2. Characteristics of recorded injuries.

		Total (n = 61)	
		n	%
Anatomical Area	Head	2	3.3
	Arm	15	24.6
	Upper thoracic region	21	34.4
	Back	11	18.0
	Lower Body	12	19.7
Diagnosis	Tendinitis	21	34.4
	Irritation	2	3.3
	Subluxation or sprain	4	6.6
	Concussion	2	3.3
	Fracture-muscle damage	11	18.0
	Luxation	2	3.3
	Muscle Contracture	8	13.1
	Superficial Wound	3	4.9
	Others	8	13.1
Type of Injury	New injury	50	82.0
	Relapse of Injury	11	18.0

Of all the variables consulted related to training, four were significantly different depending on injured or non-injured groups of participants (Table 3): resistance training sessions per week, months per year spent resistance training, number of weekly training sessions and volume of weekly training. Both the volume of training performed weekly (expressed in sessions or total volume) and the amount of resistance training performed (expressed in weekly sessions or months per year conducted) would appear to be the most important variables to take into consideration in order to prevent injuries.

Table 3. Training characteristics of participants based on state of injury.

	No (n = 36)	Yes (n = 61)	p	η^2p	Post Hoc Power
Resistance sessions per week (day)	1.85 ± 1.46	1.11 ± 1.37	0.028	0.056	0.600
Months per year of resistance training	8.23 ± 4.68	4.11 ± 4.89	<0.001	0.135	0.950
Training amount (days per week)	3.00 ± 1.39	4.07 ± 1.60	0.004	0.093	0.831
Training sessions per day	1.15 ± 0.46	1.28 ± 0.49	0.271	0.014	0.195
Average session duration (hour)	1.42 ± 0.39	1.59 ± 0.39	0.073	0.037	0.435
Weekly training volume (hour)	4.81 ± 2.87	8.62 ± 5.96	0.003	0.102	0.869
Maximum session volume (hour)	2.96 ± 1.22	3.51 ± 1.64	0.130	0.027	0.327
Training for another sport (days per week)	2.55 ± 1.30	2.76 ± 1.14	0.488	0.007	0.106
Core training (days per week)	2.40 ± 1.54	2.53 ± 1.50	0.763	0.002	0.060
Flexibility training (days per week)	2.65 ± 1.77	2.86 ± 1.66	0.623	0.003	0.078
Resistance training + core (days per week)	4.00 ± 2.34	3.76 ± 2.22	0.681	0.003	0.069
Resistance training + core + flexibility (days per week)	8.28 ± 4.52	7.58 ± 3.67	0.461	0.007	0.113
Resistance training + flexibility (days per week)	4.25 ± 2.52	3.96 ± 2.19	0.611	0.003	0.080

Data expressed as mean ± standard deviation. *p*-value: significant differences according to state of injury by one ANOVA factor. No: Has not suffered any injury, Yes: Has suffered some injury.

Related to the above, the following (Table 4) shows the differences in various variables among participants who suffered an injury and those who had not, although variables such as gender or practicing a sport other than SUP would not seem to affect the likelihood of suffering an injury. RT (alone or together with CORE training or stretching) or the dominant side of paddling are the variable that gave rise to differences in the likelihood of suffering an injury while practicing SUP ($p < 0.05$).

Table 4. Injured participant's characteristics.

	No	Yes	p	η^2p	Post Hoc Power	
Gender	Male	24.1%	51.7%	0.547	0.004	0.092
	Female	5.7%	18.4%			
Dominant side	Right	9.1%	37.9%	0.032	0.054	0.577
	Left	11.5%	21.8%			
	Both	9.2%	10.3%			
Practicing another Sport	Yes	25.3%	50.6%	0.250	0.016	0.209
	No	4.6%	19.5%			
Resistance training	Yes	23%	32.2%	0.011	0.075	0.735
	No	6.9%	37.9%			
Core training	Yes	23%	39.1%	0.081	0.036	0.415
	No	6.9%	31.0%			
Stretching	Yes	14.9%	32.2%	0.723	0.001	0.064
	No	3.4%	11.5%			
	Sometimes	11.5%	26.4%			
Other sport + Resistance training	Yes	2.3%	4.6%	0.814	0.001	0.056
	No	27.6%	65.5%			
Other sport + Resistance training + Stretching	Yes	2.3%	3.4%	0.584	0.004	0.084
	No	27.6%	66.7%			

Table 4. Cont.

		No	Yes	<i>p</i>	η^2p	Post Hoc Power
Other sport + Resistance training + Stretching + Core	Yes	2.3%	2.3%	0.351	0.010	0.153
	No	27.6%	68.8%			
Other sport + Resistance training + Core	Yes	2.3%	3.4%	0.584	0.004	0.084
	No	27.6%	66.7%			
Resistance training + Stretching	Yes	21.8%	27.6%	0.006	0.088	0.804
	No	8.0%	42.5%			
Resistance training + Core	Yes	19.5%	24.1%	0.012	0.074	0.723
	No	10.3%	46.0%			
Cooling Down	Yes	13.8%	34.5%	0.657	0.02	0.073
	No	4.6%	16.1%			
	Sometimes	10.3%	19.5%			

p-value: significant differences between injured state by multifactorial ANOVA. No: Has not suffered any injury, Yes: Has suffered some injury.

4. Discussion

The main aim of the present study was to establish the training factors which influence injuries in international SUP competitions. The main finding of this research showed that RT, regardless of the number of weekly sessions, volume of training or the dominant side of paddling, was seen to have a significant relationship with the likelihood of injury in SUP practitioners.

To the best of our knowledge, scarce scientific evidence related to injury has been published in the scientific literature about SUP. As for the type of injury and recorded injuries described in our study, these do not vary much from the data obtained by Furness et al. [6]. In our case, 59% of recorded injuries were in the upper thoracic region (34.4%) or in the arms (24.6%), while in the data recorded by Furness et al. these areas were also the most affected with 44.5%. In terms of the type of injury, in 52.5% of recorded data this occurred in the tendon or muscle, while in the case of Furness et al. [6] it was 50.4% with similar percentages.

As far as flexibility training is concerned, no significant relationship was found in terms of a reduction in injuries. The literature on the subject is very confusing regarding this hot topic, given that some studies support the idea that flexibility work can reduce the likelihood of injury [38,39], or a limitation in it can increase the risk of injury [40]. However, it depends on the type of training system used, type of sport practiced or other variables [18]. Conversely, in some studies, the decrease in flexibility is associated with greater economy in terms of running [41]. Other scientific articles claim that an increase in flexibility beyond that necessary for the type of sport involved can cause injuries [17] ... and so no conclusive statements can be made about the relationship between flexibility and the likelihood of injury [18]; the fact that no relationship was found may be due to the type of flexibility training performed by each athlete and the different types of injury recorded. Therefore, further research is necessary in this field.

The literature is scarce when it comes to CORE training and reduction in the likelihood of injury. Improvements have been described following 8 weeks of CORE training in movement patterns with college athletes [19], in the jumping pattern of dancers after 6 weeks of CORE training [20] and in firefighters, with a 42% reduction in CORE training injuries [21]. This difference between the data obtained in the study and existing literature may be due to the fact that SUP is a sport that is very demanding in terms of balance [2]. Therefore, it is assumed that SUP practitioners will make a major effort to stabilize muscles, including CORE. For that reason, specific work on this may not give rise to improvements.

The fact that those who are least injured train almost twice as many months a year in RT and undertake almost twice as many weekly RT sessions as those who are most injured highlights the importance not only of RT, but of training in it for a sufficient of time

and with a sufficient weekly load. In this regard, there are studies [42] that show that a preventive program of only 10–15 min' duration is enough to achieve a 45% reduction in the likelihood of injury, although this will of course also depend on different factors such as: the characteristics of the participant; the type of injury training program carried out or other types of variable. There is a trend towards increasingly injuries being reduced in those studies with a longer intervention phase compared to others with shorter intervention periods [43–46]. There are studies that have recorded improvements in strength with intervention programs of only 2–4 weeks' duration [47–49], with this increase most likely caused by neuromuscular and connective tissue adaptations [50], rather than an increase in muscle. As for the reduction in injuries, improvements have been reported in intervention studies of only 4 weeks' duration [51,52]. Having said this, it is likely that the participants interviewed underwent too little training load to be sufficiently adapted, although we do not know what type of work is the most suitable.

It should be noted that the vast majority of research conducted so far, in which an injury prevention program is applied so as to research into its effect on a population, does not distinguish between different types of injury and types of RT [53]. This is the main reason why it is difficult to associate one type of RT with the prevention of a particular injury. While it is clear that RT plays an important role in injury prevention and rehabilitation [54], it is also clear that there is no single optimal RT program for all sports yet to our knowledge. Thus, an appropriate training program should take into account the following variables: characteristics of the participants, the main aims of the program, and the type of injury to be prevented, as well as the muscle imbalances between agonists and antagonists [55]. Some researchers stress the importance of evaluating muscle imbalances between agonist-antagonists, as well as the same muscle groups at different extremities, with the aim of detecting athletes with a greater predisposition to injury [28].

It would seem that RT improves the capacity of the muscles to work for long periods of time, as well as increasing the elasticity of the tendon-aponeurosis structures [56], given that heavy loads lead to greater neuromuscular improvements. In the case of programs aimed at strengthening connective tissue, such as ligaments, eccentric activations would seem to be the most appropriate [57] because they generate more tension with less metabolic stress [58]. However, this type of training would not seem to have the same potential for the tendons, given that the collagen metabolism appears not to be affected by such activations [57].

In muscles, a reduction in muscle mass is a factor that increases the likelihood of injury and RT is an effective way of avoiding this [59]. Adaptations in the muscle occur at different stages, and at the beginning of the program there are rapid improvements in strength due to neuromuscular adaptations, followed by a slow progression as the muscle increases its cross-sectional area [60,61]. The neuromuscular adaptations observed are mainly: acquisition of a motor function by the nervous system, increased muscle activation and improved synchronization of motor units and improved intramuscular coordination [62]. In terms of hypertrophy, the main adaptation involves an increase in the cross-sectional area of the fibers, as well as an increase in the number of sarcomeres [63].

In addition to these adaptations, bone adaptations also occur as a result of RT training, mainly improvements in bone density and, therefore, in bone strength, and it would seem that RT training is one of the most osteogenic effects [59]. In the case of connective tissue, however, adaptations would seem to occur in both the increase in size and strength of these tissues [54,57], the increase in size appearing to be the result of the increase in collagen, with the latter being proportional to the increase in muscle. Thus, everything points to the fact that the increase in muscle mass corresponds to the increase in size and strength of the connective tissue [59]. In addition, researchers have shown that injured tendons and ligaments recover faster when athletes undertake RT [56]. The influence of genetics and nutrients on RT adaptations in each individual [64–67], based on anatomical variability, should therefore not be overlooked.

However, the risks attached to RT must be considered, as well as the risk of training with loads or inappropriate volumes for strength training, although most scientific literature indicates that RT is safer than many other types of activity, especially when performed under supervision [34]. Some studies in fact point out the danger of RT [68], insofar as performing volumes and intensities greater than the subject can assimilate could increase the risk of injury [69]. In addition, RT with heavy loads prior to some activities could be harmful and increase the risk of injury due to the fatigue it leaves in the tissues [70]. This only reinforces ideas about the importance of personalized training and proper application between load and recovery [71], as well as the gradual conditioning of the tissues [30].

On the other hand, although RT improvements in performance [72] and health [73] are well known, the effect and mechanisms of RT on injury prevention have not yet been well documented [55]. Having said this, it is impossible to avoid injuries completely, although there would seem to be ways of reducing the risk and severity of injuries by progressively increasing the tensile strength of the tissue [55]. However, the results obtained from this study failed to find any improvements in CORE and flexibility training, bearing in mind the existing confusing literature and the need for more studies that delve deeper into the different training systems of each content as well as the different injuries. Therefore, we cannot recommend training in them, especially given their low risk and the low volume or workload needed to obtain improvements. For this reason, a multi-component prevention training routine is advocated which would seem to be the most suitable way of preventing both the amount and variety of injuries [74], albeit always with RT as the main component.

Lastly, it is important to take into account the importance of dominance of one side or the other when paddling in view of the likelihood of suffering an injury. As in the case of other types of such activity, there are studies that defend the idea that asymmetries increase the likelihood of suffering an injury [75], or even decompensation deriving from unilateral daily activities [76]. In the data reported by paddlers, the dominance of one side of the paddle would also seem to be linked to the likelihood of suffering an injury. This may be due to the fact that when practicing SUP, even if paddlers are paddling on both sides of the board alternately [2], experienced paddlers, such as those subject to study here, are able to paddle by keeping the board in the right direction. Thus, the main load is supported by the paddler's dominant side.

Limitations and Strength and Future Lines of Research

Some limitations in the study should be recognized. The main one is the free interpretation that participants need to make in defining the concepts of flexibility, core and resistance training. All concepts encompass different training systems and while some may be beneficial, others may have no effect or may even have a negative effect on the likelihood of injury. On the other hand, the study sample is small, despite considering the type of sport that is SUP and the number of participants who usually take part in this type of competition. Besides, the sample has a greater significance. Based on this first approach, we can recommend training program strategies in order to reduce the injury rate when athletes practice or compete in SUP.

Further studies, like the present one, are needed in other countries, as educational backgrounds differ from country to country and athletes' preferences may vary according to their gender, age or ethnicity and culture, with different possibilities replicating the methodology used in the present study arising. The use of cross-sectional vs. longitudinal surveys may offer the potential for further chances for scrutiny in parallel future studies. However, this approach may miss some relevant information regarding the motivation behind coaches and practitioners.

5. Conclusions

In summary, resistance training, alone, with CORE or stretching, has been shown to play a key role in the prevention of injuries in SUP among athletes who have competed in international circuit races. Thus, unlike CORE and flexibility training, resistance training

reduces the likelihood of injury among SUP competitors. Moreover, the number of weekly sessions, as well as the volume of training, would seem to be related to injury in SUP international athletes. On the other hand, over 50% of registered injuries are located in the arms or in the upper thoracic region.

Practical Applications

In this study we tried to ascertain the relationship between flexibility training, CORE and RT with the likelihood of injury in SUP. RT has tended to be associated with a reduction in recorded injuries, although this has not been the case with CORE or flexibility training. This concept may help coaches and team physician members to improve the design of their athletes' routines, and hence improve continuity in training and performance.

Supplementary Materials: The following are available online at <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/3/880/s1>, Table S1: surveys.

Author Contributions: Conceptualization. A.C.-B.; Data curation. A.C.-B. and P.L.-G.; Formal analysis. J.C.-G., A.V. and J.M.-A.; Investigation. J.M.-A.; Project administration. A.C.-B.; Software. P.L.-G.; Supervision. A.V., D.F.-L. and J.M.-A.; Writing—Original draft. A.C.-B., D.F.-L. and J.M.-A.; Writing—Review & editing. A.C.-B., J.C.-G., A.V., P.L.-G. and J.M.-A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: The authors declare no funding sources.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Ethics Committee of University of Deusto (ref. ETK-13/18–19).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Acknowledgments: The authors thank the athletes and research assistants involved in this research for their participation, enthusiasm and cooperation.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Waydia, S.E.; Woodacre, T. Paddle-boarding: Fun, New Sport or an Accident Waiting to Happen? *Trauma Mon.* **2016**, *21*, e19299. [CrossRef] [PubMed]
- Schram, B.; Hing, W.; Climstein, M. Profiling the sport of stand-up paddle boarding. *J. Sport. Sci.* **2016**, *34*, 937–944. [CrossRef]
- Schram, B.; Hing, W.; Climstein, M. Laboratory and field based assessment of maximal aerobic power of elite stand-up paddle-board athletes. *Int. J. Sport Physiol. Perform.* **2016**, *11*, 28–32. [CrossRef] [PubMed]
- McArthur, K.; Jorgensen, D.; Climstein, M.; Furness, J. Epidemiology of Acute Injuries in Surfing: Type, Location, Mechanism, Severity, and Incidence: A Systematic Review. *Sports* **2020**, *8*, 25. [CrossRef] [PubMed]
- Pikora, T.J.; Braham, R.; Mills, C. The epidemiology of injury among surfers, kite surfers and personal watercraft riders: Wind and waves. *Med. Sport Sci.* **2012**, *58*, 80–97.
- Furness, J.; Olorunnife, O.; Schram, B.; Climstein, M.; Hing, W. Epidemiology of injuries in Stand-Up Paddle Boarding. *Orthop. J. Sport Med.* **2017**, *5*. [CrossRef]
- Griffin, A.R.; Perriman, D.M.; Neeman, T.M.; Smith, P.N. Musculoskeletal Injury in Paddle Sport Athletes. *Clin. J. Sport Med.* **2020**, *30*, 67–75. [CrossRef]
- Abraham, D.; Stepkovitch, N. The Hawkesbury Canoe Classic: Musculoskeletal injury surveillance and risk factors associated with marathon paddling. *Wilderness Environ. Med.* **2012**, *23*, 133–139. [CrossRef]
- Kameyama, O.; Shibano, K.; Kawakita, H.; Ogawa, R.; Kumamoto, M. Medical check of competitive canoeists. *J. Orthop. Sci.* **1999**, *4*, 243–249. [CrossRef]
- Wassinger, C.A.; Myers, J.B.; Sell, T.C.; Oyama, S.; Rubenstein, E.N.; Lephart, S.M. Scapulohumeral kinematic assessment of the forward kayak stroke in experienced whitewater kayakers. *Sports Biomech.* **2011**, *10*, 98–109. [CrossRef]
- Lovell, G.; Lauder, M. Bilateral strength comparisons among injured and noninjured competitive flatwater kayakers. *J. Sport Rehabil.* **2001**, *10*, 3–10. [CrossRef]
- Michael, J.S.; Rooney, K.B.; Smith, R.M. The dynamics of elite paddling on a kayak simulator. *J. Sport Sci.* **2012**, *32*, 661–668. [CrossRef] [PubMed]
- Lopez Lopez, C.; Ribas, J. A biomechanical analysis of the wrist joint in kayak paddling: A dynamic model. *Rev. Anál. Med. Del. Deport.* **2009**, *2*, 102–107.

14. Hagemann, G.; Rijke, A.M.; Mars, M. Shoulder pathoanatomy in marathon kayakers. *Br. J. Sport Med.* **2004**, *38*, 413–417. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Pelham, T.W.; Holt, L.E.; Stalker, R. The etiology of paddler's shoulder. *Aust. J. Sci. Med. Sport* **1995**, *27*, 43–47.
16. Worrell, T.W.; Perrin, D.H. Hamstring muscle injury: The influence of strength, flexibility, warm-up, and fatigue. *J. Orthop. Sport Phys. Ther.* **1992**, *16*, 12–18. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Ingraham, S.J. The role of flexibility in injury prevention and athletic performance: Have we stretched the truth? *Minn. Med.* **2003**, *86*, 58–61.
18. Gleim, G.W.; McHugh, M.P. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Med.* **1997**, *24*, 289–299. [[CrossRef](#)]
19. Bagherian, S.; Ghasempoor, K.; Rahnama, N.; Wikstrom, E.A. The Effect of Core Stability Training on Functional Movement Patterns in College Athletes. *J. Sport Rehabil.* **2019**, *18*, 444–449. [[CrossRef](#)]
20. Araujo, S.; Cohen, D.; Hayes, L.D. Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: A pilot study. *J. Hum. Kinet.* **2015**, *45*, 27–37. [[CrossRef](#)]
21. Peate, W.F.; Bates, G.; Lunda, K.; Francis, S.; Bellamy, K. Core strength: A new model for injury prediction and prevention. *J. Occup. Med. Toxicol.* **2007**, *2*, 3. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Batalha, N.; Paixão, C.; Silva, A.J.; Costa, M.J.; Mullen, J.; Barbosa, T.M. The Effectiveness of a Dry-Land Shoulder Rotators Strength Training Program in Injury Prevention in Competitive Swimmers. *J. Hum. Kinet.* **2020**, *31*, 11–20. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Lehnert, P.; Sigmund, M.; Lipinska, P.; Vafeková, R.; Hroch, M.; Xaverová, Z.; Stastny, P.; Háap, P.; Zmijewski, P. Training-induced changes in physical performance can be achieved without body mass reduction after eight week of strength and injury prevention oriented programme in volleyball female players. *Biol. Sport* **2017**, *34*, 205–213. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Baltich, J.; Emery, C.; Stefanyshyn, D.; Nigg, B.M. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: Design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* **2014**, *15*, 407. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Askling, C.; Karlsson, J.; Thorstensson, A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2003**, *13*, 244–250. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Worrell, T.W.; Perrin, D.H.; Gansneder, B.M.; Gieck, J.H. Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **1991**, *13*, 118–125. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Boström, A.; Thulin, K.; Fredriksson, M.; Reese, D.; Rockborn, P.; Hammar, M. Risk factors for acute and overuse sport injuries in Swedish children 11 to 15 years old: What about resistance training with weights? *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2016**, *26*, 317–323. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Fleck, S.J.; Falkel, J.E. Value of Resistance Training for the Reduction of Sports Injuries. *Sports Med.* **1986**, *3*, 61–68. [[CrossRef](#)]
29. Ribeiro-Alvares, J.B.; Marques, V.B.; Vaz, M.A.; Baroni, B.M. Four Weeks of Nordic Hamstring Exercise Reduce Muscle Injury Risk Factors in Young Adults. *J. Strength Cond. Res.* **2018**, *32*, 1254–1262. [[CrossRef](#)]
30. Coppack, R.J.; Etherington, J.; Wills, A.K. The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: A randomized controlled trial. *Am. J. Sports Med.* **2011**, *39*, 940–948. [[CrossRef](#)]
31. Zouita, S.; Zouita, A.B.M.; Kebsi, W.; Dupont, G.; Ben Abderrahman, A.; Ben Salah, F.Z.; Zouhal, H. Strength Training Reduces Injury Rate in Elite Young Soccer Players During One Season. *J. Strength Cond. Res.* **2016**, *30*, 1295–1307. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
32. O'Toole, M.L. Prevention and treatment of injuries to runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1992**, *24*, S360–S363. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Drew, M.K.; Raysmith, B.F.; Charlton, P.C. Injuries impair the chance of successful performance by sportspeople: A systematic review. *Br. J. Sports Med.* **2017**, *51*, 1209–1214. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Hamill, B. Relative safety of weightlifting and weight training. *J. Strength Cond. Res.* **1994**, *8*, 53–57.
35. Fortaleza World Medical Association declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *J. Am. Med. Assoc.* **2013**, 2191–2194.
36. Kottow, M. From Helsinki to Fortaleza: A bled declaration. *Rev. Bioét.* **2014**, *22*. [[CrossRef](#)]
37. Ferguson, C. An Effect Size Primer: A Guide for Clinicians and Researchers. *Prof. Psychol. Res. Pract.* **2009**, *40*, 532–538. [[CrossRef](#)]
38. Dill, K.E.; Begalle, R.L.; Frank, B.S.; Zinder, S.M.; Padua, D.A. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J. Athl. Train.* **2014**, *49*, 723–732. [[CrossRef](#)]
39. Fong, C.M.; Blackburn, J.T.; Norcross, M.F.; McGrath, M.; Padua, D.A. Ankledorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J. Athl. Train.* **2011**, *46*, 5–10. [[CrossRef](#)]
40. Fousekis, K.; Tsepis, E.; Poulmedis, P.; Athanasopoulos, S.; Vagenas, G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: A prospective study of 100 professional players. *Br. J. Sports Med.* **2011**, *45*, 709–714. [[CrossRef](#)]
41. Craib, M.W.; Mitchell, V.A.; Fields, K.B.; Cooper, T.R.; Hopewell, R.; Morgan, D.W. The association between flexibility and running economy in sub-elite male distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1996**, *28*, 737–743. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
42. Steib, S.; Rahlf, A.L.; Pfeifer, K.; Zech, A. Dose-Response Relationship of Neuromuscular Training for Injury Prevention in Youth Athletes: A Meta-Analysis. *Front. Physiol.* **2017**, *8*, 920. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
43. Mandelbaum, B.R.; Silvers, H.J.; Watanabe, D.S.; Knarr, J.F.; Thomas, S.D.; Griffin, L.Y.; Kirkendall, D.T.; Garrett, W. Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: 2-year follow up. *Am. J. Sports Med.* **2005**, *33*, 1–8. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
44. Kiani, A.; Hellquist, E.; Ahlqvist, K.; Gedeberg, R.; Michaëlsson, K.; Byberg, L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch. Intern. Med.* **2010**, *170*, 43–49. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

45. Waldén, M.; Atroshi, I.; Magnusson, H.; Wagner, P.; Hägglund, M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: Cluster randomised controlled trial. *BMJ* **2012**, *344*, 1–11. [CrossRef]
46. LaBella, C.R.; Huxford, M.R.; Grissom, J.; Kim, K.-Y.; Peng, J.; Christoffel, K.K. Effect of Neuromuscular Warm-up on Injuries in Female Soccer and Basketball Athletes in Urban Public High Schools: Cluster Randomized Controlled Trial. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* **2011**, *165*, 1033–1040. [CrossRef]
47. DeFreitas, J.M.; Beck, T.W.; Stock, M.S.; Dillon, M.A.; Kasishke, P.R. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2011**, *111*, 2785–2790. [CrossRef]
48. Brook, M.S.; Wilkinson, D.J.; Mitchell, W.K.; Lund, J.N.; Szewczyk, N.J.; Greenhaff, P.L.; Smith, K.; Atherton, P.J. Skeletal muscle hypertrophy adaptations predominate in the early stages of resistance exercise training, matching deuterium oxide-derived measures of muscle protein synthesis and mechanistic target of rapamycin complex 1 signaling. *FASEB J.* **2015**, *29*, 4485–4496. [CrossRef]
49. Damas, F.; Phillips, S.M.; Lixandrao, M.E.; Vechin, F.C.; Libardi, C.A.; Roschel, H.; Tricoli, V.; Ugrinowitsch, C. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2016**, *116*, 49–56. [CrossRef]
50. Sale, D.G. Neural adaptation to resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1988**, *20*, 135–145. [CrossRef]
51. Pfile, K.R.; Hart, J.M.; Herman, D.C.; Hertel, J.; Kerrigan, D.C.; Ingersoll, C.D. Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *J. Athl. Train.* **2013**, *48*, 450–462. [CrossRef] [PubMed]
52. Celebrini, R.G.; Eng, J.J.; Miller, W.C.; Ekegren, C.L.; Johnston, J.D.; MacIntyre, D.L. The effect of a novel movement strategy in decreasing ACL risk factors in female adolescent soccer players. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *26*, 3406–3417. [CrossRef] [PubMed]
53. Lauersen, J.B.; Andersen, T.E.; Andersen, L.B. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: A systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 1557–1563. [CrossRef] [PubMed]
54. Lehman, G. Resistance training for performance and injury prevention in golf. *J. Can. Chiropr. Assoc.* **2006**, *50*, 27–42. [PubMed]
55. Shaw, I.S.; Shaw, B.A.; Brown, G.; Shariat, A. Review of the Role of Resistance Training and Musculoskeletal Injury Prevention and Rehabilitation. *J. Orthop. Res. Ther.* **2016**, *1*. [CrossRef]
56. Kubo, K.; Kanehisa, H.; Miyatani, M.; Tachi, M.; Fukunaga, T. Effect of low-load resistance training on the tendon properties in middle-aged and elderly women. *Acta Physiol. Scand.* **2003**, *178*, 25–32. [CrossRef]
57. Langberg, H.; Ellingsgaard, H.; Madsen, T.; Jansson, J.; Magnusson, S.P.; Aagaard, P.; Kjaer, M. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2007**, *17*, 61–66. [CrossRef]
58. Lorenz, D.; Reiman, M. The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: Tendinopathy, hamstring strains, and acl reconstruction. *Int. J. Sports Phys. Ther.* **2011**, *6*, 27–44.
59. Hoffman, J. Resistance Training and Injury Prevention. Available online: <https://www.acsm.org/docs/default-source/files-for-resource-library/smb-resistance-training-and-injury-prevention.pdf> (accessed on 15 December 2016).
60. Häkkinen, K.; Kallinen, M.; Izquierdo, M.; Jokelainen, K.; Lassila, H.; Mälikä, E.; Kraemer, W.; Newton, R.; Alen, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J. Appl. Physiol.* **1998**, *84*, 1341–1349. [CrossRef]
61. Wernbom, M.; Augustsson, J.; Thomeé, R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Med.* **2007**, *37*, 225–264. [CrossRef]
62. Jones, D.; Rutherford, O.; Parker, D. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training. *Q. J. Exp. Physiol.* **1989**, *74*, 233–256. [CrossRef] [PubMed]
63. Staron, R.; Malicky, E.; Leonard, M.; Falkel, J.; Hagerman, F.; Dudley, G. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* **1990**, *60*, 71–79. [CrossRef] [PubMed]
64. Bouchard, C.; Rankinen, T.; Timmons, J.A. Genomics and genetics in the biology of adaptation to exercise. *Compr. Physiol.* **2011**, *1*, 1603–1648. [PubMed]
65. Petrella, J.K.; Kim, J.S.; Mayhew, D.L.; Cross, J.M.; Bamman, M.M. Potent myofiber hypertrophy during resistance training in humans is associated with satellite cell-mediated myonuclear addition: A cluster analysis. *J. Appl. Physiol.* **2008**, *104*, 1736–1742. [CrossRef]
66. Shaw, G.; Lee-Barthel, A.; Ross, M.L.; Wang, B.; Baar, K. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *Am. J. Clin. Nutr.* **2017**, *105*, 136–143. [CrossRef]
67. Bosmans, L.; Valente, G.; Wesseling, M.; Van Campen, A.; De Groot, F.; De Schutter, J.; Jonkers, I. Sensitivity of predicted muscle forces during gait to anatomical variability in musculotendon geometry. *J. Biomech.* **2015**, *48*, 2116–2123. [CrossRef]
68. Faigenbaum, A.D.; Myer, G. Resistance training among young athletes: Safety, efficacy and injury prevention effects. *Br. J. Sports Med.* **2010**, *44*, 56–63. [CrossRef]
69. Myer, G.D.; Faigenbaum, A.D.; Ford, K.R.; Best, T.M.; Bergeron, M.F.; Hewett, T.E. When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Curr. Sports Med. Rep.* **2011**, *10*, 155–166. [CrossRef]
70. Hartmann, H.; Wirth, K.; Keiner, M.; Mickel, C.; Sander, A.; Szilvas, E. Short-term periodization models: Effects on strength and speed-strength performance. *Sports Med.* **2015**, *45*, 1373–1386. [CrossRef]

71. Calleja-González, J.; Mielgo-Ayuso, J.; Sampaio, J.; Delextrat, A.; Ostojic, S.M.; Marques-Jiménez, D.; Arratibel, I.; Sánchez-Ureña, B.; Dupont, G.; Schelling, X.; et al. Brief ideas about evidence-based recovery in team sports. *J. Exerc. Rehabil.* **2018**, *14*, 545–550. [[CrossRef](#)]
72. Blagrove, R.C.; Howatson, G.; Hayes, P. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* **2018**, *48*, 1117–1149. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
73. Zemková, E. Instability resistance training for health and performance. *J. Tradit. Complement. Med.* **2016**, *7*, 245–250. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
74. Rössler, R.; Junge, A.; Chomiak, J.; Dvorak, J.; Faude, O. Soccer Injuries in Players Aged 7 to 12 Years: A Descriptive Epidemiological Study Over 2 Seasons. *Am. J. Sports Med.* **2016**, *44*, 309–317. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
75. Ueberschär, O.; Fleckenstein, D.; Warschun, F.; Kränzler, S.; Nico Walter, M.W.H. Measuring biomechanical loads and asymmetries in junior elite long-distance runners through triaxial inertial sensors. *Sports Orthop. Traumatol.* **2019**, *35*, 296–308. [[CrossRef](#)]
76. Alfonso, J.; Bessa, C.; Pinto, F.; Ribeiro, D.; Moura, B.; Rocha, T.; Vinícius, M.; Canário-Lemos, R.; Peixoto, R.; Clemente, F.M. Asymmetries in Daily Activities. In *Asymmetry as a Foundational and Functional Requirement in Human Movement*; Springer: Singapore, 2020; pp. 17–20.

APÉNDICE 4. INFORME FAVORABLE DEL COMITÉ ÉTICO

**DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN DE LA
UNIVERSIDAD DE DEUSTO**

Ref: ETK-33/18-19

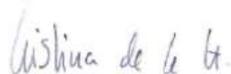
Tras la evaluación del proyecto de tesis *GENDURANCE: Relación entre potencia anaeróbica, ácido láctico y genética*, realizada por D. Arkaitz Castañeda Babarro, y que el Dr. D. Aitor Coca Nuñez presenta para su evaluación, en calidad de Investigador Principal y Responsable de Investigación del Equipo de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Facultad de Psicología y Educación, el Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Deusto, tal y como se hace constar en el acta de la reunión del 4 de abril de 2019 en la que se tomó el acuerdo, emite un **INFORME FAVORABLE**.

El Comité de Ética en Investigación considera que desde el punto de vista ético el proyecto es adecuado en todo lo referente a la protección y evitación de riesgos a los participantes y el respeto a la autonomía. Asimismo, se ajusta a los principios metodológicos, éticos y jurídicos que debe tener este tipo de investigación. No se observan riesgos de ningún tipo para los participantes y se establecen medidas adecuadas que ofrecen suficientes garantías éticas durante su desarrollo.

El proyecto tiene en cuenta la regulación sobre de protección de datos personales (UE 2016/679) aprobada por la Comisión y el Consejo de la UE en abril de 2016 en relación al i) procedimiento de consentimiento informado; ii) acceso a datos personales; iii) el uso de datos para el interés público; y iv) las responsabilidades de los investigadores responsables del proyecto.

El Comité de Ética ha examinado toda la documentación para recabar el consentimiento, en el que se facilita de manera adecuada toda la información necesaria para la participación, garantizando el cumplimiento de todas las exigencias éticas de consentimiento y confidencialidad.

Y para que así conste,



Dra. Dña. Cristina de la Cruz Ayuso
Coordinadora de la Comisión de Ética en Investigación
Universidad de Deusto

En Bilbao a 5 de Abril de 2019

APÉNDICE 5. CONSENTIMIENTO INFORMADO ARTÍCULO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO (Antropometría)

La **VALORACIÓN ANTROPOMÉTRICA** consiste en una prueba doblemente indirecta mediante un lipocalibre y otros instrumentos antropométricos con el fin de estimar la **composición corporal del sujeto**. Estas pruebas de antropometría requieren que el sujeto no haya ingerido alcohol ni realizado ejercicio físico intenso en las últimas 10h, así como haber dormido al menos 6h y estar en ayunas. Asimismo, la higiene personal, ducha, lavado del pelo... deberá realizarse la noche anterior. **No podrán realizarse pruebas de análisis de composición corporal por bioimpedancia a personas con desfibriladores implantados o portadoras de marcapasos.**

La técnica antropométrica aplicada es la regulada por la ISAK a nivel internacional. El cual, en los Cursos de Acreditación Internacional se regula la técnica de medida.

Los datos obtenidos serán estrictamente confidenciales y propiedad del socio, y en ningún caso se podrán hacer públicos por los antropometristas que realizaron las medidas sin mediar autorización expresa y escrita del paciente. De este modo:

Yo, (Nombre y Apellidos)	
Con DNI	
Dirección habitual en	
Teléfono y Email de contacto	

He hablado con el Dipl./ Dr.

.....

He entendido la información que se me ha aportado	SI	NO
He podido hacer preguntas sobre la prueba	SI	NO
He recibido suficiente información sobre el estudio	SI	NO
Comprendo que mi participación es voluntaria	SI	NO

Cada sujeto deberá venir provisto de ropa ligera que permita acceder fácilmente a las regiones corporales donde se efectuarán las mediciones (brazo, espalda, y cintura) en el momento que actúe como paciente a medir: camiseta de manga corta y ancha (preferiblemente sin mangas) que permitan mostrar los hombros y escápula, y pantalones que permitan acceder fácilmente a la cintura. En el caso de las **mujeres**, deberán traer sujetador sin aros, para evitar interferencias en la obtención de los valores de composición grasa por técnicas de bioimpedancia.

Fecha:

...../...../.....

FIRMADO

APÉNDICE 6. CONSENTIMIENTO INFORMADO ARTÍCULO 2



Universidad de Deusto
University of Deusto

Deusto

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.

¿En qué consiste?

Con el objetivo de conocer las características fisiológicas de los paddlelistas y de qué factores fisiológicos diferencian a los mejores paddlelistas, el propósito de este estudio es realizar una batería de test relacionados con este ámbito. Los test serán los siguientes:

- Test de bioimpedancia eléctrica: El In-body realizará una valoración de nuestras proporciones corporales: porcentaje graso, magro, óseo, cantidad de líquido...
- Test de salto vertical: consiste en realizar un salto vertical, calculando la altura que se alcanza en él mismo. Este dato podremos relacionarlo con la fuerza explosiva del tren inferior, así como con la cantidad de fibras rápidas que tiene el sujeto.
- Test de agilidad / equilibrio: el test de la Y, nos aportará información acerca del equilibrio y la agilidad del deportista, teniendo que realizar una serie de movimientos mientras mantiene el equilibrio con una sola pierna.
- Test de potencia anaeróbica: el deportista realizará un esfuerzo máximo de 10seg en el ergómetro, con el objetivo de conseguir la potencia máxima más alta, la cual estará relacionada con la potencia anaeróbica que pueda generar el sujeto.
- Test VO₂max: el deportista comenzará a remar a una intensidad baja. La intensidad irá aumentando cada minuto hasta la extenuación. Mientras se analizará las características del aire inspirado y expirado por el sujeto durante la prueba.

Los datos que recolectaremos serán confidenciales y solo serán utilizados en esta investigación manteniendo siempre el anonimato de los voluntarios. Para ello, sustituiremos los nombres de los voluntarios por números o códigos.

Es totalmente voluntario ser parte de esta investigación. Lo que si es necesario es atenerse al protocolo establecido para que los datos recolectados sean lo más fiables posibles. Si algún voluntario no se sintiese seguro o dispuesto durante la realización de las pruebas, podría abandonar la investigación en cualquier momento.

Si el voluntario desea que sus datos sean eliminados del estudio, podrá hacerlo en cualquier momento.

En caso de que algún voluntario tuviese dudas, los investigadores aclararán cualquier tipo de preguntas acerca de la investigación o el procedimiento.

Riesgos a tener en cuenta

Pueden existir síntomas (cansancio muscular, mareo, dolor en las piernas) que se aliviarán o desaparecerán al de unos minutos de cesar la actividad física. En ciertos casos de enfermedad coronaria importante no conocida, podrán presentarse trastornos del ritmo cardíaco graves, síncope... Si aparecieran complicaciones, el personal de laboratorio está capacitado y dispone de los medios para tratar de resolverlas.

- He leído la documentación informativa que se me entregó referente al estudio, la comprendo y estoy de acuerdo en todos sus términos. He consultado todas mis dudas con los investigadores y considero que he recibido información suficiente sobre la investigación.
- Entiendo y asumo los riesgos que conlleva la realización de esfuerzos máximos.
- Mi participación es completamente voluntaria y puedo abandonar el estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones.
- Accedo a que se utilicen los datos obtenidos en el estudio para compartir y/o divulgar en medios de difusión científica, siempre que no se ceda ningún dato de carácter personal que pueda identificarme.
- Presto libremente mi conformidad para la participación en esta investigación.
- En cuanto a los resultados de las pruebas realizadas,
 - Deseo conocer los resultados de mis pruebas.
 - No deseo conocer los resultados de mis pruebas.

El/la participante,
[Firma del/a participante]

El investigador,
[Firma del investigador]

Fdo.: [nombre y apellidos del/a participante]
Fecha: [fecha de la firma del/a participante]

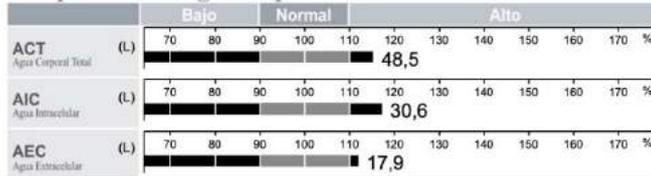
Fdo.: [nombre y apellidos del investigador]
Fecha: [fecha de la firma del investigador]

APÉNDICE 7. EJEMPLO INFORME IN-BODY ARTÍCULO 1

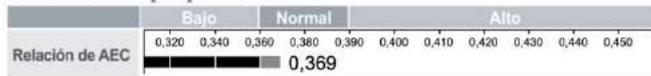
InBody Hoja de resultados del agua corporal

ID: sup1 Altura: 175cm Edad: 44 Género: Masculino Fecha / Hora del test: 23.05.2019. 11:41

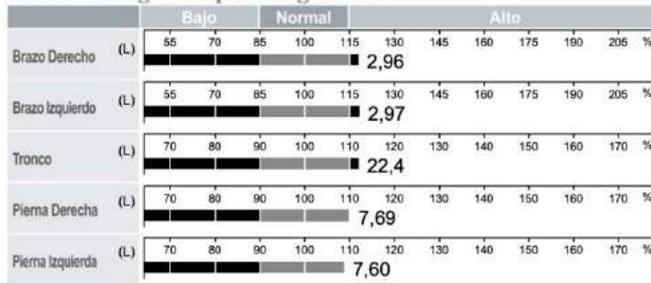
Composición del agua corporal



Análisis de la proporción AEC



Análisis de agua corporal segmental



Análisis de la relación AEC segmental



Historial de la composición del agua corporal

Peso (kg)	73,7				
ACT (L) Agua corporal total	48,5				
AIC (L) Agua Intracelular	30,6				
AEC (L) Agua Extracelular	17,9				
Relación de AEC	0,369				
Reciente	23.05.19. 11:41				
Total					

Composición del agua corporal

Agua corporal total 48,5 L (37,9-46,3)
 Agua Intracelular 30,6 L (23,5-28,7)
 Agua Extracelular 17,9 L (14,4-17,6)

Análisis de agua corporal segmental

Brazo Derecho 2,96 L (2,13-2,89)
 Brazo Izquierdo 2,97 L (2,13-2,89)
 Tronco 22,4 L (18,0-22,1)
 Pierna Derecha 7,69 L (6,28-7,68)
 Pierna Izquierda 7,60 L (6,28-7,68)

Análisis de la Composición Corporal

Proteínas 13,3 kg (10,2-12,4)
 Minerales 4,69 kg (3,50-4,28)
 Masa Grasa Corporal 7,2 kg (8,1-16,2)
 Masa Libre de Grasa 66,5 kg (51,5-63,0)
 Contenido Mineral Óseo 3,90 kg (2,89-3,53)

Análisis Músculo-grasa

Peso 73,7 kg (57,3-77,5)
 Masa musculoesquelética 37,9 kg (28,8-35,2)
 Masa Magra 62,6 kg (48,7-59,5)
 Masa Grasa Corporal 7,2 kg (8,1-16,2)

Análisis de obesidad

IMC 24,1 kg/m² (18,5-25,0)
 PGC 9,8 % (10,0-20,0)

Parámetros de Investigación

Tasa metabólica basal 1806 kcal (1588-1858)
 Relación Cintura-Cadera 0,78 (0,80-0,90)
 Circunferencia de la cintura 76,8 cm
 Área de Grasa Visceral 25,3 cm²
 Grado de obesidad 109 % (90-110)
 Masa celular corporal 43,8 kg (33,7-41,1)
 Circunferencia del Brazo 31,6 cm
 Circunferencia muscular del brazo 29,8 cm
 ACT/MLG 73,0 %
 Índice de masa libre de grasa 21,7 kg/m²
 Índice de masa grasa 2,4 kg/m²

Ángulo de fase corporal total

φ (°) 50 kHz] 7,0 °

Impedancia

Z(Ω)	BD	BI	TR	PD	PI
1 kHz	310,9	309,5	21,5	259,2	264,4
5 kHz	302,9	301,7	20,7	253,3	258,2
50 kHz	260,9	259,6	17,1	217,4	220,8
250 kHz	230,2	229,3	13,6	191,2	195,0
500 kHz	221,1	220,0	12,6	185,2	187,8
1000 kHz	215,4	214,6	11,2	179,4	182,1

ID sup1 Altura 175cm Edad 44 Género Masculino Fecha / Hora del test 23.05.2019. 11:41

Análisis de la composición corporal

	Valor	Agua corporal total	Masa Magra	Masa Libre de Grasa	Peso
Agua Corporal Total (L)	48,5 (37,9-46,3)	48,5	62,6 (48,7-59,5)	66,5 (51,5-63,0)	73,7 (57,3-77,5)
Proteínas (kg)	13,3 (10,2-12,4)				
Minerales (kg)	4,69 (3,50-4,28)	Ne óseo			
Masa Grasa Corporal (kg)	7,2 (8,1-16,2)				

Análisis Músculo-Grasa

	Bajo	Normal	Alto
Peso (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205 %	73,7	
Masa musculoesquelética (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 %	37,9	
Masa Grasa Corporal (kg)	40 60 80 100 160 220 280 340 400 460 520 %	7,2	

Análisis de obesidad

	Bajo	Normal	Alto
IMC (kg/m ²)	10,0 15,0 18,5 22,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0 55,0	24,1	
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0	9,8	

Análisis de magro por segmentos

	Bajo	Normal	Alto	Relación de AEC
Brazo Derecho (kg) (%)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 %	3,82 116,1		0,371
Brazo Izquierdo (kg) (%)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 %	3,83 116,5		0,371
Tronco (kg) (%)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 %	28,9 110,4		0,371
Pierna Derecha (kg) (%)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 %	9,92 108,6		0,366
Pierna Izquierda (kg) (%)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 %	9,80 107,2		0,368

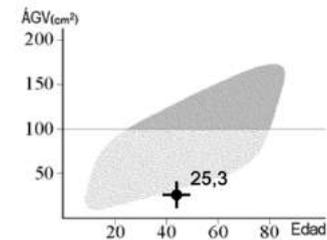
Análisis de la proporción AEC

	Bajo	Normal	Alto
Relación de AEC	0,320 0,340 0,360 0,380 0,390 0,400 0,410 0,420 0,430 0,440 0,450	0,369	

Historial de Composición Corporal

	23.05.19. 11:41				
Peso (kg)	73,7				
Masa musculoesquelética (kg)	37,9				
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	9,8				
Relación de AEC	0,369				
<input checked="" type="checkbox"/> Reciente <input type="checkbox"/> Total					

Área de Grasa Visceral



Evaluación Nutricional

Proteínas Normal Deficiente
 Minerales Normal Deficiente
 Grasa Corporal Normal Deficiente Excesivo

Evaluación del Equilibrio Corporal

Superior Equilibrado Ligemente desequilibrado Extremadamente desequilibrado
 Inferior Equilibrado Ligemente desequilibrado Extremadamente desequilibrado
 Superior-Inferior Equilibrado Ligemente desequilibrado Extremadamente desequilibrado

Análisis de Grasa Segmental

Brazo Derecho (0,2 kg) ↑ 30,6%
 Brazo Izquierdo (0,2 kg) ↑ 29,4%
 Tronco (3,4 kg) ■ 80,9%
 Pierna Derecha (1,2 kg) ■ 67,7%
 Pierna Izquierda (1,2 kg) ■ 66,6%

Nivel de grasa visceral

Nivel 2 | Bajo | Alto

Parámetros de Investigación

Agua Intracelular 30,6 L (23,5-28,7)
 Agua Extracelular 17,9 L (14,4-17,6)
 Tasa metabólica basal 1806 kcal (1588-1858)
 Contenido mineral óseo 3,90 kg (2,89-3,53)
 Masa celular corporal 43,8 kg (33,7-41,1)
 MME kg/m³

Ángulo de fase corporal total

φ (°) 50 kHz | 7,0 °

Impedancia

	BD	BI	TR	PD	PI
Z(α) 1 kHz	310,9	309,5	21,5	259,2	264,4
5 kHz	302,9	301,7	20,7	253,3	258,2
50 kHz	260,9	259,6	17,1	217,4	220,8
250 kHz	230,2	229,3	13,6	191,2	195,0
500 kHz	221,1	220,0	12,6	185,2	187,8
1000 kHz	215,4	214,6	11,2	179,4	182,1

APÉNDICE 8. TABLA REGISTRO ANTROPOMETRÍA ARTÍCULO 1

ISAK FULL PROFORMA

Nombre				Sujeto:	SUP 3	
Apellidos				E-mail:		
Nacionalidad	España					
Raza	Caucásica					
Sexo (hombre=1, mujer=2)	2					
Deporte	SUP					
Fecha de la valoración	7/5/2019					
Fecha de nacimiento	6/10/1970			3ª		Media o
Medida	1	2	3	Medida?		Mediana
Peso	66,6	66,6		0,0%	No	66,6
Talla	178,0	178,0		0,0%	No	178,0
PL Tríceps	13,0	13,0		0,0%	No	13,0
PL Subescapular	9,5	9,5		0,0%	No	9,5
PL Bíceps	6,5	6,5		0,0%	No	6,5
PL Cresta Iliaca	16,0	16,0		0,0%	No	16,0
PL Supraespinal	12,0	12,0		0,0%	No	12,0
PL Abdominal	17,0	17,0		0,0%	No	17,0
PL Muslo	15,0	15,0		0,0%	No	15,0
PL Pierna	12,0	12,0		0,0%	No	12,0
PR Brazo relajado	28,8	28,8		0,0%	No	28,8
PR Brazo flexionado y contraído	28,8	28,8		0,0%	No	28,8
PR Cintura (min.)	74,2	74,2		0,0%	No	74,2
PR Cadera (max.)	91,2	91,2		0,0%	No	91,2
PR Pierna (max.)	35,7	35,7		0,0%	No	35,7
D Húmero (bicipodíleo)	6,5	6,5		0,0%	No	6,5
D Fémur (bicondíleo)	9,5	9,5		0,0%	No	9,5

ISAK FULL PROFORMA Printout

Nombre	
Apellidos	
Nacionalidad	España
Raza	Caucásica
Sexo (hombre=1, mujer=2)	2
Deporte	SUP
Fecha de la valoración	
Fecha de nacimiento	

	Value	Phantom Z-value
Peso	66,6 kg	-0,74
Talla	178,0 cm	
PL Tríceps	13,0 mm	-0,66
PL Subescapular	9,5 mm	-1,60
PL Bíceps	6,5 mm	-0,89
PL Cresta Iliaca	16,0 mm	-1,04
PL Supraespinal	12,0 mm	-0,88
PL Abdominal	17,0 mm	-1,18
PL Muslo	15,0 mm	-1,52
PL Pierna	12,0 mm	-0,97
PR Brazo relajado	28,8 cm	0,28
PR Brazo Corregido	27,5 cm	2,22
PR Brazo flexionado y contraído	28,8 mm	-0,79
PR Cintura (min.)	74,2 mm	-0,22
PR Cadera (max.)	91,2 mm	-1,34
PR Pierna (max.)	35,7 mm	-0,49
PR Pierna Corregido	34,5 cm	1,40
D Húmero (biepicondíleo)	6,5 cm	-0,76
D Fémur (bicondíleo)	9,5 cm	-0,91

PHANTOM VALUES

Body mass	66,6	66,6	0	66,6	66,6	66,6	66,6
Stretch stature	178,0	178,0	0	178	178	178,0	178,0
Triceps sf	13,0	13,0	0	13	13	13,0	13,0
Subscapular sf	9,5	9,5	0	9,5	9,5	9,5	9,5
Biceps sf	6,5	6,5	0	6,5	6,5	6,5	6,5
Iliac Crest sf	16,0	16,0	0	16	16	16,0	16,0
Supraspinale sf	12,0	12,0	0	12	12	12,0	12,0
Abdominal sf	17,0	17,0	0	17	17	17,0	17,0
Front Thigh sf straight leg	15,0	15,0	0	15	15	15,0	15,0
Medial Calf sf	12,0	12,0	0	12	12	12,0	12,0
Arm girth relaxed	28,8	28,8	0	28,8	28,8	28,8	28,8
Arm girth flexed and tensed	28,8	28,8	0	28,8	28,8	28,8	28,8
Waist girth (min.)	74,2	74,2	0	74,2	74,2	74,2	74,2
Gluteal girth (max.)	91,2	91,2	0	91,2	91,2	91,2	91,2
Calf girth (max.)	35,7	35,7	0	35,7	35,7	35,7	35,7
Humerus breadth (biepicondylar)	6,5	6,5	0	6,5	6,5	6,5	6,5
Femur breadth (biepicondylar)	9,5	9,5	0	9,5	9,5	9,5	9,5

Somatotipo									
(Heath-Carter)	Endomorfia			3,4					
	Mesomorfia			3,2					
	Ectomorfia			3,6					
(0.5 to 2.5 - low; 2.6 to 5.4 - moderate, 5.5 to 7 - high; 7 plus: extremely high)									
	Índice de Masa Corporal (IMC)			21,0					
(LINZ females, 15-19 mn 22.4 sd 2.9; 20-29 mn 23.7 sd 4.8; 30-39 mn 24.2 sd 4.7)									
	Ratio Cintura / Cadera			0,81					
(LINZ females, 15-19 mn 0.73 sd 0.05; 20-29 mn 0.75 sd 0.07; 30-39 mn 0.75 sd 0.06)									
	Suma de 6 pliegues			78,5	mm				
(Excl. Biceps & Iliac Crest)									
				15,7	%grasa	(Yuhasz)			
(LINZ females, 15-19 mn 114.2 sd 35.4; 20-29 mn 112.5 sd 45.2; 30-39 mn 120.5 sd 47.8)									
	Suma de 8 pliegues			101,0	mm				

Measured by: Mike Marfell-Jones, C.A.

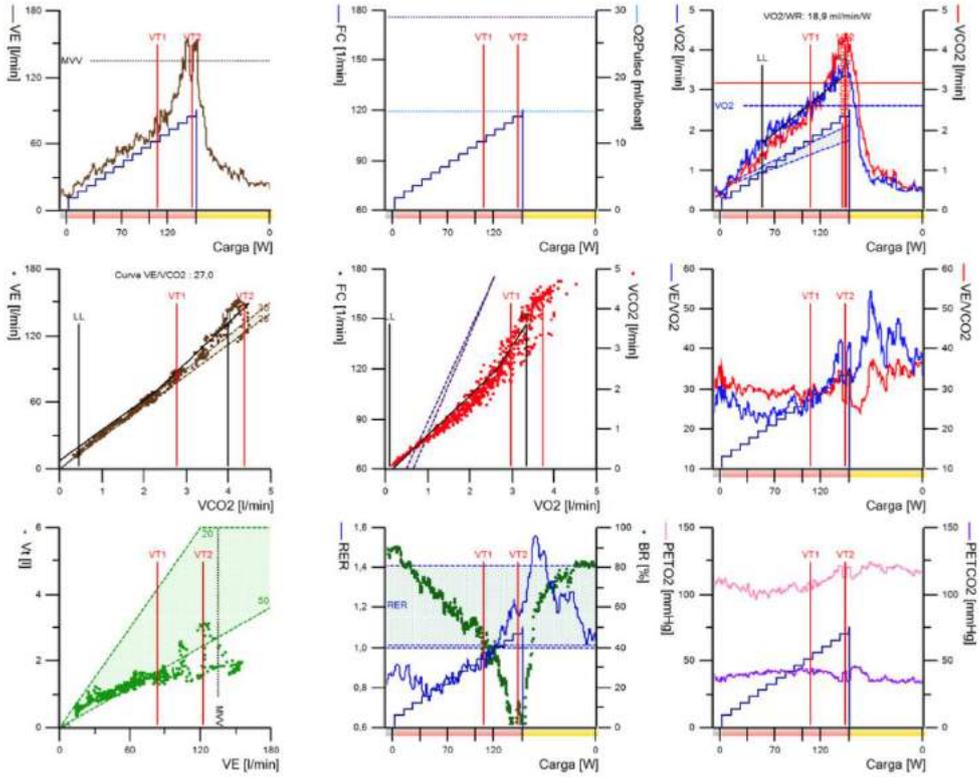
APÉNDICE 9. EJEMPLO INFORME PRUEBA DE CONSUMO DE OXÍGENO
ARTÍCULO 2

UNIVERSIDAD DE DEUSTO

Prueba de esfuerzo con consumo

ID. Paciente:	SUP1	Sexo:	Varón	Altura:	175 cm
Apellido:	SUP1	F. Nacimiento:	11/03/1975	Peso:	74 kg
Nombre:	SUP1	Edad:	44 years	IMC:	24,0 kg/m ²

Wasserman 9



Prueba realizada: 17/07/2019
SANRO ELECTROMEDICINA

- 1 -
www.sanro.com

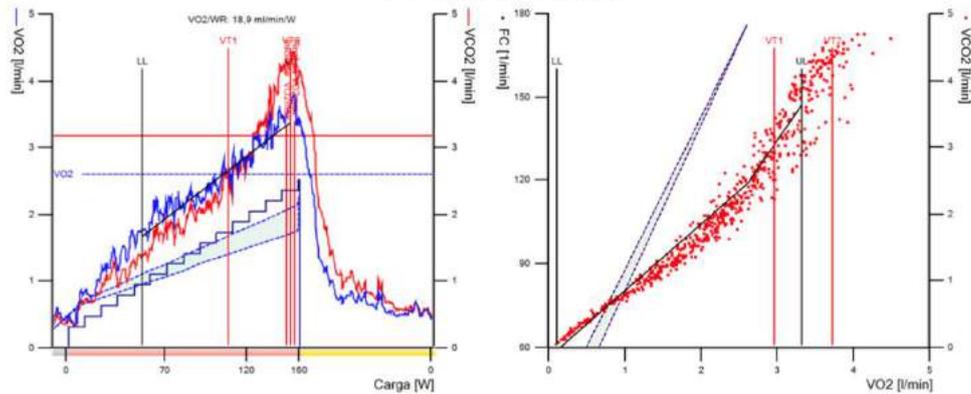
BTPS: 23,0 °C, 763 mmHg, 61 %
Blue Cherry V1.3.0.5

UNIVERSIDAD DE DEUSTO

Prueba de esfuerzo con consumo

ID. Paciente: SUP1 Sexo: Varón Altura: 175 cm
 Apellido: SUP1 F. Nacimiento: 11/03/1975 Peso: 74 kg
 Nombre: SUP1 Edad: 44 years IMC: 24,0 kg/m²

4 curvas de umbral.



	Unidad	Pred.	Reposo	VT1	VT1 %Máx	VT2	VT2 %Máx	Max. VO2
Tiempo	min:sec		0:03 - 1:00	9:40	73	13:29	98	13:15 - 13:44
Carga	W ⁽⁹⁾	193	0	110	73	150	100	150
VO2	l/min ⁽⁹⁾	2,59	0,49	2,97	81	3,73	101	3,68
VO2/kg	ml/min/kg ⁽⁹⁾	35,3	6,7	40,4	81	50,8	101	50,1
VCO2	l/min ⁽¹¹⁾	3,17	0,42	2,79	64	4,37	101	4,33
RER	⁽⁹⁾	1,21	0,86	0,93	79	1,16	100	1,17
FC	l/min ⁽⁹⁾	176	0	0	-	0	-	0
O2Pulso	ml/beat ⁽⁹⁾	14,7	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0
VE	l/min ⁽¹¹⁾	101	14	83	67	122	98	124
Bf	1/min ⁽⁹⁾	55	31	55	132	38	90	42
BR	% ⁽⁹⁾	29	89	38	-	9	-	9
VE/VO2	⁽³⁰⁾	35,0	28,4	27,2	85	31,1	97	32,1
VE/VCO2			33,3	29,3	107	26,7	97	27,4

(9): Wasserman/Hansen (11): Inbar (30): Rühle

Prueba realizada: 17/07/2019
 SANRO ELECTROMEDICINA

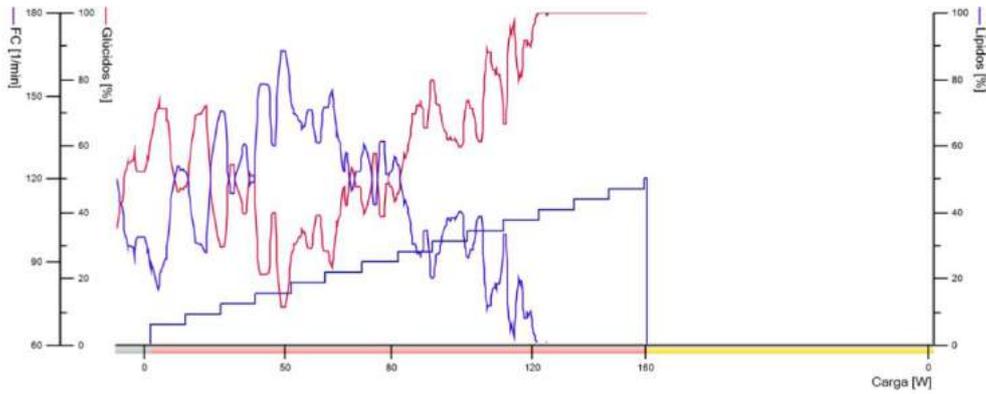
- 1 -
 www.sanro.com

BTPS: 23,0 °C, 763 mmHg, 61 %
 Blue Cherry V1.3.0.5

UNIVERSIDAD DE DEUSTO

Prueba de esfuerzo con consumo

ID. Paciente: SUP1 Sexo: Varón Altura: 175 cm
 Apellido: SUP1 F. Nacimiento: 11/03/1975 Peso: 74 kg
 Nombre: SUP1 Edad: 44 years IMC: 24,0 kg/m²



	Regeneración	Extensivo	Intensivo	Entrenamiento intervalico
Descripción	Intensidad muy baja. Energía generada aerób.	Entrenamiento extensivo de resistencia	Entrenamiento intensivo de resistencia	Mejora la resistencia de la fuerza y la tolerancia al lactato
Entrenamiento	Regenerando entrenamiento de la resistencia	Entrenamiento de la resistencia con intensidad moderada	Entrenamiento de la resistencia con intensidad alta	Intervalos cortos de muy alta intensidad.
Rango FC	-	-	-	-
Carga	20 W - 100 W	100 W - 130 W	0 W - 20 W	0 W - 20 W
Fuente de energía	-	-	-	-
VO ₂	-	-	-	-
VO ₂ /kg	-	-	-	-
VCO ₂	-	-	-	-
RER	-	-	-	-
Lípidos	-	-	-	-
Glúcidos	-	-	-	-
Carga	-	-	-	-
Velocidad	-	-	-	-

(9): Wasserman/Hansen (11): Inbar

Prueba realizada: 17/07/2019
 SANRO ELECTROMEDICINA

- 1 -
 www.sanro.com

BTPS: 23,0 °C, 763 mmHg, 61 %
 Blue Cherry V1.3.0.5

APENDICE 10. TABLA REGISTRO DATOS ARTÍCULO 2

NÚMERO	SUJETO	Potencia del test AL 75%VO2MAX	CALENTAMIENTO	antes de empezar 45		45RPM 4min				45RPM 8min			
				FC	lactato	FC	lactato	umpton and respiratory e	RPE	FC	lactato	umpton and respiratory e	RPE
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

APÉNDICE 11. CUESTIONARIOS ARTÍCULO 3

CUESTIONARIO EN INGLÉS

SUP Survey

The aim of this survey is to analyse and get to know the injury typology of SUP paddlers and the variables more connected to them.

The treatment, communication and transfer of personal data of all participating subjects shall conform to the provisions of Organic Law 3/2018 of 5 December on Personal Data Protection and digital rights guarantee. In accordance with the aforementioned legislation, you may exercise your rights of disapproval and termination of data, for which you should contact the directors of the study. The investigators of the project will have access to the volunteers' data. The personal data and the information obtained from this study, with guarantee of identity privacy, will be known only by the investigators of the project. By accepting this consent, you authorize the collection, storage and analysis of your requested data, disconnected from the identity by a double-reversible codification system. Those who continue the process will show their acceptance of the characteristics of the research and ensure their understanding.

*Obligatorio

1. 0- I have read and I accept the terms and conditions *

Marca solo un óvalo.

Yes

No

2. 1.- Country of residence *

3. 2.- Date of birth *

Ejemplo: 7 de enero del 2019

4. 3.- Gender *

Marca solo un óvalo.

Female

Male

Other

5. 4.- Weight in Kg *

6. 5.- Height in cm *

7. 6.- ¿How long have you practiced SUP? *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 years
 3-7 years
 8-11 years
 More than 11 years

8. 7.- How long have you been federated? *

9. 8.- Do you compete in SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
 No (Go to question 11)

10. 9.1.- If your Answer was yes: In which type of SUP do you take part?

Selecciona todos los que correspondan.

- SUP Surf
 SUP Race
 SUP Technique
 None of them

11. 9.1.1.- If you chose SUP Race; Do you compete in any tour?

Marca solo un óvalo.

- Yes
 No (Go to question 10)

12. 9.1.2.- If your answer was yes, in which tour?

13. 9.1.3.- In which distance?

Marca solo un óvalo.

- Elite
 Amateur
 Other
 Otro: _____

14. 9.1.3.1. If you picked other specify which

15. 10.- In how many competitions do you take part during a year?

Marca solo un óvalo.

- No compito
 1-5
 6-10
 11-15
 16-20
 Más de 20

16. 10.1.- How many of them are international?

17. 11.- Which is your dominant paddling side? *

Marca solo un óvalo.

- Right
- Left
- Indifferent

18. 12.- How many days do you train per week? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						

19. 13.- How many sessions do you do each day?

Marca solo un óvalo.

1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. 14.- What is the average time that you spend during each session? *

Marca solo un óvalo.

- 1h
- 1,5h
- 2h
- 2,5h
- 3h
- 3,5h
- 4h
- 4,5h

21. 15.- What is the longest session that you have done practising SUP? *

Marca solo un óvalo.

- 1h
- 2h
- 3h
- 4h
- 5h
- 6h
- Más de 6h

22. 16.- Do you practise another sport at the same time? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No

23. 16.1.- If your answer was yes, with which sport?

24. 16.2.- ¿How many seasons per week?

Marca solo un óvalo.

- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> |

25. 17.- Do you combine your SUP sessions with strength training? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No (Go to question 18)

26. 17.1.- If your answer was yes, in how many days per week?

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						

27. 17.2.- How many months during the year?

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

28. 18.- Do you combine your SUP sessions with "core" training? *

Marca solo un óvalo.



Yes

No

29. 18.1.- If your answer was yes, in how many sessions per week?

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>									

30. 19.- Do you combine your SUP sessions with stretching and flexibility exercises? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No
- Sometimes

31. 19.1.- If your answer was yes, how many days per week?

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						

32. 19.2.- In which part of the session do you do stretching exercises?

Selecciona todos los que correspondan.

- Before
- During
- After

33. 20.- Do you take care of your diet?

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No
- Sometimes

34. 21.- I have you got any of the following? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Physiotherapist
- Physical trainer
- Sport doctor
- Nutricionis
- None of them (I train by myself)
- Other

35. 21.1.- If you chose other, specify which:

36. 22.- How many oars have you got? *

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Más de 5

37. 23.- ¿Which width is the blade or paddle blade that you use more often?

38. 24.- What is the length of the oar that you use more often?

39. 25.- How many boards do you have?

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Más de 5

40. 26.- What is the length of the board that you use more often?

41. 27.- Which width is the board that you use more often?

45. 4 items

From 0- never- to 4- Most often

42. 45.1. During the last month... [How often have you felt unable to control important thing of your life?] *

Marca solo un óvalo.

- 0- Never
- 1- Almost never
- 2- Occasionally
- 3- Frequently
- 4- Most often

43. 45.2. During the last month... [How often have you been certain about your ability to manage your problems?] *

Marca solo un óvalo.

- 0- Never
 1- Almost never
 2- Occasionally
 3- Frequently
 4- Most often

44. 45.3. During the last month... [How often have you felt that things were going well for you?] *

Marca solo un óvalo.

- 0- Never
 1- Almost never
 2- Occasionally
 3- Frequently
 4- Most often

45. 45.4. During the last month... [How often have you felt that difficulties were accumulated so much that you could not overcome them?] *

Marca solo un óvalo.

- 0- Never
 1- Almost never
 2- Occasionally
 3- Frequently
 4- Most often

46. 3 Items
From 0 to 10

46. 46.1. My thoughts are: *

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CALM	<input type="radio"/>	WORRIES										

47. 46.2. My body feels: *

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RELAXED	<input type="radio"/>	TENSE										

48. 46.3. I am feeling: *

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CONFIDENT	<input type="radio"/>	SCARED										

49. 28.- I am able to adapt myself when changes happen *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

50. 29.- I can deal with any situation *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

51. 30.- I try to see the funny side when I face problems *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

52. 31.- Facing difficulties can make me stronger *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

53. 32.- I tend to recover quickly after illness, wounds or other adversities *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

54. 33.- I think that I can achieve my goals even if there are obstacles *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

55. 34.- Under pressure I focus and I think clearly *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

56. 35.- I don't get discouraged easily by failure *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

57. 36.- I consider myself strong when it comes to facing challenges and difficulties of life *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

58. 37.- I am able to manage painful uncomfortable emotions like sadness, fear and annoyance *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Never	<input type="radio"/>	Almost always				

59. 38.- Have you ever suffered an injury while practicing SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
 No *Salta a la pregunta 109*

60. 39.I.- When did this injury happen? *

Marca solo un óvalo.

- In the last 6 months
- In the last 12 months
- In the last 18 months
- In the last 24 months
- More than 24 months ago

61. 39.I.I.- If the injury happened more than 24 months ago, specify when

62. 39.2.- Anatomical region where you suffered the injury: *

Marca solo un óvalo.

- Hands
- Wrists
- Forearm
- Elbow
- Arm
- Shoulder
- Collar bone (Clavicle)
- Neck
- Column- Lower back
- Column- Upper back
- Ribs
- Chest
- Abdomen
- Hip
- Pelvis
- Fingers or toes
- Thigh
- Knee
- Leg
- Ankle
- Foot
- Nails
- Other

63. 39.3.- In which side of your body? *

Marca solo un óvalo.

- Right
- Left
- Center (middle)

64. 39.4.- When did it happen? *

Marca solo un óvalo.

- Warm up
- Training session
- Cool down
- Competition

65. 39.5.- Why did it happen? *

Marca solo un óvalo.

- Impact (due to a bump)
- Overuse (Connected to the type and load of the work out)

66. 39.6.- Which type of injury was it? *

Marca solo un óvalo.

- New injury
- Relapse

67. 39.7.- Which was the diagnosis? *

Marca solo un óvalo.

- Contusion or bruise
- Dislocation
- Sprain
- Fracture
- Superficial wound
- Irritation
- Burn
- Torn muscle
- Muscle cramp
- Tendinitis
- Dislocation
- Fracture
- Small muscle tear
- Other

68. 39.8.- Who treated your injury? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Doctor
- Physiotherapist
- Coach
- Massage therapist
- Osteopath
- Other

69. 38.8.1.- If you chose other, specify which

70. 39.9.- How long were you without rowing due to the injury? *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 days
- 4-7 days
- From 1- to 2 weeks
- From 2 weeks to 1 month
- From 1 month to 3 months
- More than 3 months

71. 40.- Have you suffered another injury while practicing SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No *Salta a la pregunta 109*

2

72. 39.1.- When did this injury happen? *

Marca solo un óvalo.

- In the las 6 months
- In the last 12 months
- In the last 18months
- In the last 24 months
- More than 24 months ago

73. 39.1.1.- If the injury happened more than 24 months ago, specify when

74. 39.2.- Anatomical region where you suffered the injury: *

Marca solo un óvalo.

- Hands
- Wrists
- Forearm
- Elbow
- Arm
- Shoulder
- Collar bone (Clavicle)
- Neck
- Column- Lower back
- Column- Upper back
- Ribs
- Chest
- Abdomen
- Hip
- Pelvis
- Fingers or toes
- Thigh
- Knee
- Leg
- Ankle
- Foot
- Nails
- Other

75. 39.3.- In which side of your body? *

Marca solo un óvalo.

- Right
- Left
- Centre (middle)

76. 39.4.- When did it happen? *

Marca solo un óvalo.

- Warm up
- Training sesión
- Cool down
- Competition

77. 39.5.- Why did it happen? *

Marca solo un óvalo.

- Impact (due to a bump)
- Overuse (Connected to the type and load of the work out)

78. 39.6.- Which type of injury was it? *

Marca solo un óvalo.

- New Injury
- Relapse

79. 39.7.- Which was the diagnosis? *

Marca solo un óvalo.

- Contusion or bruise
- Dislocation
- Sprain
- Fracture
- Superficial wound
- Irritation
- Burn
- Torn muscle
- Muscle cramp
- Tendinitis
- Dislocation
- Fracture
- Small muscle tear
- Other

80. 39.8.- Who treated your injury? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Doctor
- Physiotherapist
- Coach
- Massage therapist
- Osteopath
- Other

81. 38.8.1.- If you chose other, specify which

82. 39.9.- How long were you without rowing due to the injury? *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 days
- 4-7 days
- From 1- to 2 weeks
- From 2 weeks to 1 month
- From 1 month to 3 months
- More than 3 months

83. 40.- Have you suffered another injury while practicing SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No *Salta a la pregunta 109*

3

84. 39.1.- When did this injury happen? *

Marca solo un óvalo.

- In the las 6 months
- In the last 12 months
- In the last 18months
- In the last 24 months
- More than 24 months ago

85. 39.1.1.- If the injury happened more than 24 months ago, specify when

86. 39.2.- Anatomical region where you suffered the injury: *

Marca solo un óvalo.

- Hands
- Wrists
- Forearm
- Elbow
- Arm
- Shoulder
- Collar bone (Clavicle)
- Neck
- Column- Lower back
- Column- Upper back
- Ribs
- Chest
- Abdomen
- Hip
- Pelvis
- Fingers or toes
- Thigh
- Knee
- Leg
- Ankle
- Foot
- Nails
- Other

87. 39.3.- In which side of your body? *

Marca solo un óvalo.

- Right
- Left
- Centre (middle)

88. 39.4.- ¿En qué momento se produjo? *

Marca solo un óvalo.

- Warm up
- Training session
- Cool down
- Competition

89. 39.5.- Why did it happen? *

Marca solo un óvalo.

- Impact (due to a bump)
- Overuse (Connected to the type and load of the work out)

90. 39.6.- Which type of injury was it? *

Marca solo un óvalo.

- New Injury
- Relapse

91. 39.7.- Which was the diagnosis? *

Marca solo un óvalo.

- Contusion or bruise
- Dislocation
- Sprain
- Fracture
- Superficial wound
- Irritation
- Burn
- Torn muscle
- Muscle cramp
- Tendinitis
- Dislocation
- Fracture
- Small muscle tear
- Other

92. 39.8.-Who treated your injury? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Doctor
- Physiotherapist
- Coach
- Massage therapist
- Osteopath
- Other

93. 38.8.1.- If you chose other, specify which

94. 39.9.- How long were you without rowing due to the injury? *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 days
- 4-7 days
- From 1- to 2 weeks
- From 2 weeks to 1 month
- From 1 month to 3 months
- More than 3 months

95. 40.- Have you suffered another injury while practicing SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No *Salta a la pregunta 109*

4

96. 39.1.- When did this injury happen? *

Marca solo un óvalo.

- In the las 6 months
- In the last 12 months
- In the last 18months
- In the last 24 months
- More than 24 months ago

97. 39.1.1.- If the injury happened more than 24 months ago, specify when

98. 39.2.- Anatomical region where you suffered the injury: *

Marca solo un óvalo.

- Hands
- Wrists
- Forearm
- Elbow
- Arm
- Shoulder
- Collar bone (Clavicle)
- Neck
- Column- Lower back
- Column- Upper back
- Ribs
- Chest
- Abdomen
- Hip
- Pelvis
- Fingers or toes
- Thigh
- Knee
- Leg
- Ankle
- Foot
- Nails
- Other

99. 39.3.- In which side of your body? *

Marca solo un óvalo.

- Right
- Left
- Centre (middle)

100. 39.4.- When did it happen? *

Marca solo un óvalo.

- Warm up
- Training session
- Cool down
- Competition

101. 39.5.- Why did it happen? *

Marca solo un óvalo.

- Impact (due to a bump)
- Overuse (Connected to the type and load of the work out)

102. 39.6.- Which type of injury was it? *

Marca solo un óvalo.

- New Injury
- Relapse

103. 39.7.- Which was the diagnosis? *

Marca solo un óvalo.

- Contusion or bruise
- Dislocation
- Sprain
- Fracture
- Superficial wound
- Irritation
- Burn
- Torn muscle
- Muscle cramp
- Tendinitis
- Dislocation
- Fracture
- Small muscle tear
- Other

104. 39.8.- Who treated your injury? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Doctor
- Physiotherapist
- Coach
- Massage therapist
- Osteopath
- Other

105. 39.8.1.- If you chose other, specify which

106. 39.9.- How long were you without rowing due to the injury? *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 days
- 4-7 days
- From 1- to 2 weeks
- From 2 weeks to 1 month
- From 1 month to 3 months
- More than 3 months

107. 40.- Have you suffered another injury while practicing SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No

108. 40.1. If your answer was yes, specify which

109. 41.- Do you suffer any chronic pain or discomfort connected to SUP sport? *

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No (Go to question 42)

110. 41.1. If your answer was yes, specify which part of your body

111. 41.2.- If your answer was yes, specify when?

Marca solo un óvalo.

- While I am practicing SUP
- When I am not practicing SUP
- In the previous two situations (always)

112. 41.3.- Why do you think it happens?

Marca solo un óvalo.

- Poor preparation
- It is an old injury
- Training load
- Other reasons

113. 41.3.1. If you chose "other reasons" specify which

114. 42.- Do you always warm up in your training sessions?

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No
- Sometimes

115. 43.- Do you always cool down in your training sessions?

Marca solo un óvalo.

- Yes
- No
- Sometimes

116. 44.- Do you follow any injury prevention protocol? *

Marca solo un óvalo.

Yes

No

117. 44.I.- If your answer was yes, specify how many days per week

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

6

7

Thanks a lot for your participation and support in this study

118. If you are interested in receiving the results of this research, write down your EMAIL ADDRESS in the following gap

119. THANK YOU VERY MUCH FOR YOUR TIME. If you need any explanation or clarification about this survey, use the following gap (with any other doubt, do not hesitate to write to: arkaitz.castaneda@deusto.es)

CUESTIONARIO CASTELLANO

Cuestionario SUP

Este cuestionario se ha realizado con el objetivo de conocer y poder profundizar en la tipología de las lesiones de los paddlelistas y las variables más influyentes en las mismas.

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a las directoras del estudio. Las investigadoras del proyecto podrán tener acceso a los datos del voluntario. Los datos personales y la información obtenida de este estudio, con garantía de privacidad para su identidad, se conocerá sólo por las investigadoras del proyecto. Con la aceptación de este consentimiento usted autoriza la recogida, almacenamiento y análisis de sus datos solicitados, desvinculados de la identidad por un sistema de codificación doble reversible. Aquellas personas que continúen el proceso mostrarán su aceptación a las características de la investigación y asegurará su comprensión.

*Obligatorio

1. 0.- He leído y acepto las condiciones *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

2. 1.- País de residencia *

3. 2.- Fecha de nacimiento *

Ejemplo: 7 de enero del 2019

4. 3.- Genero *

Marca solo un óvalo.

Mujer

Hombre

Otro

5. 4.- Peso en Kgr *

6. 5.- Estatura en cm *

7. 6.- ¿Cuántos años llevas practicando SUP? *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 años
- 3-7 años
- 8-11 años
- Más de 11 años

8. 7.- ¿Cuántos años llevas federado? *

9. 8.- ¿Compites en SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No (sigue hasta la pregunta 11)

10. 9.1.- Si has respondido que sí: ¿En qué modalidades de SUP compites?

Selecciona todos los que correspondan.

- SUP Surf
- SUP Race
- SUP Técnica
- Ninguna

11. 9.1.1.- Si has elegido SUP Race: ¿compites en algún circuito?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No (Ir a la pregunta 10)

12. 9.1.2.- Si has contestado que sí: ¿En cuál?

13. 9.1.3.- ¿En que distancia?

Marca solo un óvalo.

- Élite
 Amateur
 Otros
 Otro: _____

14. 9.1.3.1. Si has escogido otro indica cual

15. 10.-¿Cuántas competiciones realizas al año?

Marca solo un óvalo.

- No compito
 1-5
 6-10
 11-15
 16-20
 Más de 20

16. 10.1.- ¿Cuántas de estas competiciones son internacionales?

17. 11.- ¿Cuál es tu lado dominante de remada? *

Marca solo un óvalo.

- Derecha
- Izquierda
- Indiferente

18. 12.- ¿Cuántos días a la semana entrenas habitualmente? *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						

19. 13.- ¿Cuántas sesiones de entrenamiento realizas habitualmente al día?

Marca solo un óvalo.

1	2	3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. 14.- ¿Cuántas horas de media entrenas en cada sesión de entrenamiento? *

Marca solo un óvalo.

- 1h
- 1,5h
- 2h
- 2,5h
- 3h
- 3,5h
- 4h
- 4,5h

21. 15.- ¿Cuál es el volumen (tiempo) de las sesiones que más tiempo hayas entrenado? *

Marca solo un óvalo.

- 1h
- 2h
- 3h
- 4h
- 5h
- 6h
- Más de 6h

22. 16.- ¿Complementas tu práctica de SUP con algún otro deporte? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

23. 16.1.- Si la respuesta a la pregunta anterior ha sido que sí: ¿con cuál?

24. 16.2.- ¿Cuántas veces a la semana?

Marca solo un óvalo.

- | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="radio"/> |

25. 17.- ¿Complementas tus sesiones de SUP con entrenamiento de fuerza en el gimnasio? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No (Ir a la pregunta 18)

26. 17.1.- Si la respuesta a la pregunta anterior ha sido que sí: ¿Cuántas veces a la semana?

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						

27. 17.2.- ¿Cuántos meses al año?

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

28. 18.- ¿Complementas tus sesiones de SUP con trabajo de core? *

Marca solo un óvalo.



SI

No

29. 18.1.- Si la respuesta a la pregunta anterior ha sido que sí: ¿Cuántas sesiones a la semana?

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>									

30. 19.- ¿Complementas tus sesiones de SUP con ejercicios de estiramientos y flexibilidad? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 En ocasiones

31. 19.1.- Si has respondido de manera afirmativa a la pregunta anterior: ¿cuántas veces a la semana?

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						

32. 19.2.- ¿En qué momento o momentos de la sesión realizas los estiramientos?

Selecciona todos los que correspondan.

- Antes
 Durante
 Después

33. 20.- ¿Cuidas tu alimentación?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 En ocasiones

34. 21.- Dispones de: *

Selecciona todos los que correspondan.

- Fisioterapeuta
- Preparador físico
- Médico deportivo
- Nutricionista
- Ninguno (me entreno yo mismo)
- Otros

35. 21.1.- Si has escogido otros indica cual

36. 22.- ¿Cuántos remos tienes? *

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Más de 5

37. 23.- ¿Qué anchura tiene la pala que más usas?

38. 24.- ¿Qué longitud tiene el remo que más usas?

39. 25.- ¿Cuántas tablas tienes?

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Más de 5

40. 26.- ¿Qué longitud tiene la tabla que más usas?

41. 27.- ¿Qué anchura tiene la tabla que más usas?

45. 4 Items

De 0- Nunca a 4- Muy a menudo

42. 45.1. En el último mes... [¿Con qué frecuencia te has sentido incapaz de controlar las cosas importantes en tu vida?]*

Marca solo un óvalo.

- 0- nunca
- 1- casi nunca
- 2- de vez en cuando
- 3- a menudo
- 4- muy a menudo

43. 45.2. En el último mes... [¿Con qué frecuencia ha estado seguro sobre tu capacidad para manejar tus problemas personales?] *

Marca solo un óvalo.

- 0- nunca
 1- casi nunca
 2- de vez en cuando
 3- a menudo
 4- muy a menudo

44. 45.3. En el último mes... [¿Con qué frecuencia has sentido que las cosas te van bien?] *

Marca solo un óvalo.

- 0- nunca
 1- casi nunca
 2- de vez en cuando
 3- a menudo
 4- muy a menudo

45. 45.4. En el último mes... [¿Con qué frecuencia has sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puedes superarlas?] *

Marca solo un óvalo.

- 0- nunca
 1- casi nunca
 2- de vez en cuando
 3- a menudo
 4- muy a menudo

46. Tres Items
De 0 a 10

46. 46.1. Mis pensamientos son: *

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CALMADO	<input type="radio"/>	PREOCUPADO										

47. 46.2. Mi cuerpo se siente: *

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RELAJADO	<input type="radio"/>	TENSO										

48. 46.3. Me siento: *

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SEGURO	<input type="radio"/>	ASUSTADO										

Todas las preguntas tendrán una opción de contestación del 1 al 5, 1 será nunca y 5 casi siempre.

49. 28.- Soy capaz de adaptarme cuando ocurren cambios *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
	<input type="radio"/>					

50. 29.- Puedo enfrentarme a cualquier cosa *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
	<input type="radio"/>					

51. 30.- Intento ver el lado divertido de las cosas cuando me enfrento con problemas *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

52. 31.- Enfrentarme a las dificultades puede hacerme más fuerte *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

53. 32.- Tengo tendencia a recuperarme pronto tras enfermedades, heridas u otras privaciones *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

54. 33.- Creo que puedo lograr mis objetivos, incluso si hay obstáculos *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

55. 34.- Bajo presión me centro y pienso claramente *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

56. 35.- No me desanimo fácilmente con el fracaso *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

57. 36.- Creo que soy una persona fuerte cuando me enfrento a los retos y dificultades de la vida *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

58. 37.- Soy capaz de manejar sentimientos desagradables y dolorosos como tristeza, temor y enfado *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

59. 38.- ¿Has sufrido o sufriste alguna molestia o lesión practicando SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No Salta a la pregunta 109

60. 39.1.- ¿Cuándo se produjo dicha lesión? *

Marca solo un óvalo.

- En los últimos 6 meses
- En los últimos 12 meses
- En los últimos 18 meses
- En los últimos 24 meses
- Más de 24 meses

61. 39.1.1.- Si la lesión se produjo hace más de 24 meses, indique cuando;

62. 39.2.- Región anatómica en la que se produjo la lesión: *

Marca solo un óvalo.

- Manos
- Muñecas
- Antebrazo
- Codo
- Brazo
- Hombro
- Clavícula
- Cuello
- Columna- Espalda Baja
- Columna- Espalda Alta
- Costillas
- Pecho
- Abdomen
- Cadera
- Pelvis
- Dedos
- Muslo
- Rodilla
- Pierna
- Tobillo
- Pie
- Uñas
- Otros
- Otro: _____

63. 39.3.- ¿En qué lado corporal? *

Marca solo un óvalo.

- Derecho
- Izquierdo
- Centro

64. 39.4.- ¿En qué momento se produjo? *

Marca solo un óvalo.

- Calentamiento
- Entrenamiento
- Vuelta a la calma
- Competición

65. 39.5.- ¿Porque ocurrió? *

Marca solo un óvalo.

- Impacto (producido por golpe)
- Sobreuso (relacionado con el tipo y volumen de carga de entrenamiento).

66. 39.6.- ¿Qué tipo de lesión fue? *

Marca solo un óvalo.

- Nueva lesión
- Recaída

67. 39.7.- ¿Cuál fue el diagnóstico?: *

Marca solo un óvalo.

- Contusión
- Dislocación
- Esguince
- Fractura
- Herida superficial
- Irritación
- Quemadura
- Rotura muscular
- Contractura muscular
- Tendinitis
- Luxación
- Fisura
- Micro rotura muscular
- Otros
- Otro: _____

68. 39.8.- ¿Quién te trató la lesión? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Médico
- Fisioterapeuta
- Entrenador
- Masajista
- Osteópata
- Otro

69. 38.8.1.- Si has escogido otro indica cual

70. 39.9.- ¿Cuánto tiempo estuviste sin remar por la lesión?: *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 días
- 4-7 días
- De 1 a 2 semanas
- De 2 semanas a 1 mes
- De 1 mes a 3 meses
- Más de 3 meses
- Otro: _____

71. 40.- ¿Has sufrido alguna otra molestia o lesión practicando SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No *Salta a la pregunta 109*

2

72. 39.1.- ¿Cuándo se produjo dicha lesión? *

Marca solo un óvalo.

- En los últimos 6 meses
- En los últimos 12 meses
- En los últimos 18 meses
- En los últimos 24 meses
- Más de 24 meses

73. 39.1.1.- Si la lesión se produjo hace más de 24 meses, indique cuando;

74. 39.2.- Región anatómica en la que se produjo la lesión: *

Marca solo un óvalo.

- Manos
- Muñecas
- Antebrazo
- Codo
- Brazo
- Hombro
- Clavícula
- Cuello
- Columna- Espalda Baja
- Columna- Espalda Alta
- Costillas
- Pecho
- Abdomen
- Cadera
- Pelvis
- Dedos
- Muslo
- Rodilla
- Pierna
- Tobillo
- Pie
- Uñas
- Otros
- Otro: _____

75. 39.3.- ¿En qué lado corporal? *

Marca solo un óvalo.

- Derecho
- Izquierdo
- Centro

76. 39.4.- ¿En qué momento se produjo? *

Marca solo un óvalo.

- Calentamiento
- Entrenamiento
- Vuelta a la calma
- Competición

77. 39.5.- ¿Porque ocurrió? *

Marca solo un óvalo.

- Impacto (producido por golpe)
- Sobreuso (relacionado con el tipo y volumen de carga de entrenamiento).

78. 39.6.- ¿Qué tipo de lesión fue? *

Marca solo un óvalo.

- Nueva lesión
- Recaída

79. 39.7.- ¿Cuál fue el diagnóstico?: *

Marca solo un óvalo.

- Contusión
- Dislocación
- Esguince
- Fractura
- Herida superficial
- Irritación
- Quemadura
- Rotura muscular
- Contractura muscular
- Tendinitis
- Luxación
- Fisura
- Micro rotura muscular
- Otros
- Otro: _____

80. 39.8.- ¿Quién te trató la lesión? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Médico
- Fisioterapeuta
- Entrenador
- Masajista
- Osteópata
- Otro

81. 38.8.1.- Si has escogido otro indica cual

82. 39.9.- ¿Cuánto tiempo estuviste sin remar por la lesión? *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 días
- 4-7 días
- De 1 a 2 semanas
- De 2 semanas a 1 mes
- De 1 mes a 3 meses
- Más de 3 meses
- Otro: _____

83. 40.- ¿Has sufrido alguna otra molestia o lesión practicando SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No Salta a la pregunta 109

3

84. 39.1.- ¿Cuándo se produjo dicha lesión? *

Marca solo un óvalo.

- En los últimos 6 meses
- En los últimos 12 meses
- En los últimos 18 meses
- En los últimos 24 meses
- Más de 24 meses

85. 39.1.1.- Si la lesión se produjo hace más de 24 meses, indique cuando;

86. 39.2.- Región anatómica en la que se produjo la lesión: *

Marca solo un óvalo.

- Manos
- Muñecas
- Antebrazo
- Codo
- Brazo
- Hombro
- Clavicula
- Cuello
- Columna- Espalda Baja
- Columna- Espalda Alta
- Costillas
- Pecho
- Abdomen
- Cadera
- Pelvis
- Dedos
- Muslo
- Rodilla
- Pierna
- Tobillo
- Pie
- Uñas
- Otros
- Otro: _____

87. 39.3.- ¿En qué lado corporal? *

Marca solo un óvalo.

- Derecho
- Izquierdo
- Centro

88. 39.4.- ¿En qué momento se produjo? *

Marca solo un óvalo.

- Calentamiento
- Entrenamiento
- Vuelta a la calma
- Competición

89. 39.5.- ¿Porque ocurrió? *

Marca solo un óvalo.

- Impacto (producido por golpe)
- Sobreuso (relacionado con el tipo y volumen de carga de entrenamiento).

90. 39.6.- ¿Qué tipo de lesión fue? *

Marca solo un óvalo.

- Nueva lesión
- Recaída

91. 39.7.- ¿Cuál fue el diagnóstico?: *

Marca solo un óvalo.

- Contusión
- Dislocación
- Esguince
- Fractura
- Herida superficial
- Irritación
- Quemadura
- Rotura muscular
- Contractura muscular
- Tendinitis
- Luxación
- Fisura
- Micro rotura muscular
- Otros
- Otro: _____

92. 39.8.- ¿Quién te trató la lesión? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Médico
- Fisioterapeuta
- Entrenador
- Masajista
- Osteópata
- Otro

93. 38.8.1.- Si has escogido otro indica cual

94. 39.9.- ¿Cuánto tiempo estuviste sin remar por la lesión?: *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 días
- 4-7 días
- De 1 a 2 semanas
- De 2 semanas a 1 mes
- De 1 mes a 3 meses
- Más de 3 meses
- Otro: _____

95. 40.- ¿Has sufrido alguna otra molestia o lesión practicando SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No *Salta a la pregunta 109*

4

96. 39.1.- ¿Cuándo se produjo dicha lesión? *

Marca solo un óvalo.

- En los últimos 6 meses
- En los últimos 12 meses
- En los últimos 18 meses
- En los últimos 24 meses
- Más de 24 meses

97. 39.1.1.- Si la lesión se produjo hace más de 24 meses, indique cuando;

98. 39.2.- Región anatómica en la que se produjo la lesión: *

Marca solo un óvalo.

- Manos
- Muñecas
- Antebrazo
- Codo
- Brazo
- Hombro
- Clavícula
- Cuello
- Columna- Espalda Baja
- Columna- Espalda Alta
- Costillas
- Pecho
- Abdomen
- Cadera
- Pelvis
- Dedos
- Muslo
- Rodilla
- Pierna
- Tobillo
- Pie
- Uñas
- Otros
- Otro: _____

99. 39.3.- ¿En qué lado corporal? *

Marca solo un óvalo.

- Derecho
- Izquierdo
- Centro

100. 39.4.- ¿En qué momento se produjo? *

Marca solo un óvalo.

- Calentamiento
- Entrenamiento
- Vuelta a la calma
- Competición

101. 39.5.- ¿Porque ocurrió? *

Marca solo un óvalo.

- Impacto (producido por golpe)
- Sobreuso (relacionado con el tipo y volumen de carga de entrenamiento).

102. 39.6.- ¿Qué tipo de lesión fue? *

Marca solo un óvalo.

- Nueva lesión
- Recaída

103. 39.7.- ¿Cuál fue el diagnóstico?: *

Marca solo un óvalo.

- Contusión
- Dislocación
- Esguince
- Fractura
- Herida superficial
- Irritación
- Quemadura
- Rotura muscular
- Contractura muscular
- Tendinitis
- Luxación
- Fisura
- Micro rotura muscular
- Otros
- Otro: _____

104. 39.8.- ¿Quién te trató la lesión? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Médico
- Fisioterapeuta
- Entrenador
- Masajista
- Osteópata
- Otro

105. 39.8.1.- Si has escogido otro indica cual

106. 39.9.- ¿Cuánto tiempo estuviste sin remar por la lesión?: *

Marca solo un óvalo.

- 1-3 días
- 4-7 días
- De 1 a 2 semanas
- De 2 semanas a 1 mes
- De 1 mes a 3 meses
- Más de 3 meses
- Otro: _____

107. 40.- ¿Has sufrido alguna otra molestia o lesión practicando SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

108. 40.1. Si has respondido indica cual

109. 41.- ¿Sufres algún dolor crónico o molestias relacionadas con el deporte del SUP? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No (Ir a la pregunta 42)

110. 41.1. Si has respondido si, indique donde

111. 41.2.- ¿Si has respondido sí, cuando se produce el dolor?

Marca solo un óvalo.

- Mientras practicas SUP
- Cuando no estás practicando SUP
- En las dos situaciones anteriores

112. 41.3.- ¿A qué crees que se debe?

Marca solo un óvalo.

- Mala preparación
- Es una vieja lesión
- Cargas de entrenamiento (demasiado entrenamiento)
- Otros motivos
- Otro: _____

113. 41.3.1. Si has escogido otros motivos indica cuales

Marca solo un óvalo.

- Opción 1

114. 42.- ¿Hace siempre calentamiento en tus sesiones de entrenamiento?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No
- A veces

115. 43.- ¿Haces siempre vuelta a la calma en tus sesiones de entrenamiento?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No
- A veces

116. 44.- ¿Realizas algún protocolo de prevención de lesiones? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

117. 44.1.- Si has respondido si, indica cuantos días a la semana

Marca solo un óvalo.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

Muchas gracias por su participación y aportación a este estudio.

118. Si estás interesado en recibir los resultados de esta investigación especifica tu CORREO ELECTRÓNICOa continuación

119. MUCHAS GRACIAS POR TU TIEMPO. Si tienes algún comentario o aclaración que desees realizar sobre el cuestionario utilice el siguiente espacio (con cualquier consulta no dude en contactarnos: arkaitz.castaneda@deusto.es)

APÉNDICE 12. COMUNICACIONES CIENTÍFICAS REALIZADAS DURANTE EL PROCESO DE TESIS

CONGRESO INTERNACIONAL

24, 25 y 26 Enero 2020
Jornadas teórico prácticas
de alto nivel

Alto Rendimiento, Salud
y Ejercicio Físico



VALENCIA
2020



CERTIFICADO DE COMUNICACIÓN

VALENCIA 27 DE ENERO, 2020

ARKAITZ CASTAÑEDA BABARRO

Ha presentado el Trabajo de Investigación con el Título:
**PHYSIOLOGICAL COMPARISON OF DIFFERENT
CADENCES IN SUP (STAND UP PADDLE)**

Colaborando con los siguientes autores:
Aitor Santisteban Leguina; Patxi León-Guereño;
Aitor Coca; en el 6º Congreso Internacional de
Readaptación y Prevención de Lesiones en la
Actividad Física y el Deporte y 4º Congreso
Internacional de Salud y Ejercicio Físico, con 18h
de duración, celebrado en Valencia durante los días
24, 25 y 26 de Enero de 2020. Para que conste
a los efectos oportunos y a petición de la persona
interesada, firmo el presente certificado.



JUAN ÁNGEL MAÑAS MARTÍNEZ
PRESIDENTE
DEL CONGRESO



NSCA SPAIN CONCEDE 2.0 CEU

COI-ENE20-107

ORGANIZADO POR



JAM SPORTS
Integral Sports Training

JOSÉ CASAÑA GRANELL
PRESIDENTE
DEL COMITÉ CIENTÍFICO

NSCA CEU
APPROVED

