

Suárez-Iglesias, D.; Rodríguez-Fernández, A.; Rodríguez-Marroyo, J.A.; López-Flores, M.; Villa-Vicente, J.G. (201x) Esquí náutico recreativo en personas con paraplejia: a propósito de tres casos / Recreational Water Skiing In People with Paraplegia: A Study of Three Cases. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. (\*) pp. \*. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/\\_\\_\\_\\*](http://cdeporte.rediris.es/revista/)

## ORIGINAL

# ESQUÍ NÁUTICO RECREATIVO EN PERSONAS CON PARAPLEJIA: A PROPÓSITO DE TRES CASOS

## RECREATIONAL WATER SKIING IN PEOPLE WITH PARAPLEGIA: A STUDY OF THREE CASES

Suárez-Iglesias, D.<sup>1</sup>; Rodríguez-Fernández, A.<sup>2</sup>; Rodríguez-Marroyo, J.A.<sup>3</sup>; López-Flores, M.<sup>4</sup>; Villa-Vicente, J.G.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Grupo de Investigación VALFIS, Universidad de León (España) dsuai@unileon.es

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Isabel I (España) alejandro.rodriguez.fernandez@ui1.es

<sup>3</sup> Titular de Universidad, Grupo de Investigación VALFIS, Universidad de León (España) j.marroyo@unileon.es

<sup>4</sup> Máster Universitario en Innovación e Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Isabel I (España) marcos.lopez@ui1.es

<sup>5</sup> Catedrático de Universidad, Grupo de Investigación VALFIS, Universidad de León (España) jg.villa@unileon.es

Este trabajo ha sido realizado gracias a una Beca FPU (Convocatoria 2012) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte – Gobierno de España

**Código UNESCO / UNESCO code:** 6103.08 Rehabilitación / Rehabilitation

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 17.

Otras: Actividad física adaptada/ Others: Adapted Physical Activity

**Recibido** 26 de noviembre de 2017 **Received** November 26, 2017

**Aceptado** 28 de noviembre de 2018 **Accepted** November 28, 2018

### RESUMEN

Objetivos: se analizaron la condición cardiorrespiratoria y la intensidad de esfuerzo durante la práctica recreativa del esquí náutico de slalom. Metodología: participaron tres esquiadores náuticos con paraplejia moderadamente activos. Realizaron un test incremental en un ergómetro de brazos para determinar su  $VO_{2pico}$  y los umbrales ventilatorios y completaron 3 sesiones de práctica de esquí náutico, separadas por 48h, registrándose la FC cada 5 s. Resultados: obtuvieron un  $VO_{2pico}$  de  $22,3 \pm 0,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  y los umbrales ventilatorios se analizaron al  $\sim 80$  y  $\sim 50\%$  del  $VO_{2pico}$ . La FC media en las sesiones de esquí náutico fue de 111 ppm, lo que representó una intensidad de  $\sim 45\%$  de la FC de

reserva (FCR), permaneciendo por encima del 40% de la FCR ~12 min. Conclusión: la intensidad moderada de la práctica recreativa de esquí náutico de slalom podría servir para mantener o mejorar la condición cardiorrespiratoria en estas tres personas con paraplejía.

**PALABRAS CLAVE:** Intensidad de esfuerzo; Frecuencia cardiaca; Esquí náutico; Lesión medular; Rehabilitación.

## ABSTRACT

Objectives: the cardiorespiratory fitness and the intensity of were analyzed during the recreational practice of slalom water skiing. Methodology: three moderately active water skiers with paraplegia participated. They performed an incremental test on an arm ergometer to determine their  $VO_{2peak}$  and ventilatory thresholds and completed 3 sessions of water skiing, separated by 48h, where the FC was recorded every 5 s. Results: they obtained a  $VO_{2peak}$  of  $22.3 \pm 0.6$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> and the ventilatory thresholds were analyzed at ~80 and ~50% of the  $VO_{2peak}$ . The average heart rate in the water ski sessions was 111 ppm, which represented an intensity of ~45% of the heart rate reserve (HRR), remaining above 40% of the HRR ~12 min. Conclusion: the moderate intensity of recreational slalom skiing could serve to maintain or improve the cardiorespiratory fitness in these three people with paraplegia.

**KEY WORDS:** Intensity of effort; Heart rate; Waterskiing; Spinal cord injury; Rehabilitation.

## INTRODUCCIÓN

La lesión medular (LM), causa severa de discapacidad, cursa con alteraciones motoras y/o sensoriales permanentes y de otras funciones corporales por debajo del nivel de la lesión. Conlleva a menudo utilizar una silla de ruedas o depender del miembro superior para moverse y realizar las actividades de la vida diaria (AVD). Esto sitúa a las personas que experimentan una LM como el grupo poblacional con mayor inactividad física y aumenta en consecuencia el riesgo de complicaciones de salud secundarias (Martin Ginis, Jörgensen, y Stapleton, 2012). El estilo de vida sedentario coloca a estas personas en el espectro más bajo de los niveles de condición física (Nash, 2005), lo que menoscaba su capacidad para un correcto desempeño en las AVD. De hecho, se estima que sólo el 25% de los jóvenes sanos con paraplejía presentan el nivel de condición física requerido para ser independientes en su vida (Martin Ginis et al., 2012). La condición cardiorrespiratoria, como componente de condición física, es relevante para la independencia, salud y calidad de vida aunque está muy reducida en esta población (Haisma et al., 2006; Hicks et al., 2011), más aún con la edad y cuanto más alta y compleja es la lesión (Janssen, Dallmeijer, Veeger, y van der Woude, 2002). Una peor condición cardiorrespiratoria conduce a una disminución de la actividad y la participación, lo que reduce aún más la condición cardiorrespiratoria, y así sucesivamente (Haisma et al., 2006).

El mantenimiento o mejora de la condición cardiorrespiratoria en personas con LM no es posible sólo a través de la realización de las AVD, cuya demanda física no presenta la intensidad y duración adecuadas (Janssen, van Oers, van der Woude, y Hollander, 1994). Por el contrario, la participación regular en programas de ejercicio y deportes les permite prevenir limitaciones en su movilidad e independencia (Janssen et al., 1994) y mantener y mejorar la capacidad física (Hicks et al., 2011; Tweedy et al., 2017). Existe una fuerte y consistente evidencia respecto a la eficacia de programas de entrenamiento ejecutados con ergometría de brazos o en silla de ruedas, realizados tres veces por semana, de intensidad moderada a vigorosa (40-80% de la frecuencia cardiaca de reserva, FCR), para aumentar la capacidad aeróbica ( $VO_{2max}$ ) en personas con LM (Hicks et al., 2011). No obstante, la actividad física en el tiempo libre de personas con LM se suele llevar a cabo a intensidades más bien moderadas, predominando el entrenamiento de resistencia, el ejercicio aeróbico y el manejo de silla de ruedas (Martin Ginis et al., 2010). Para evitar lesiones por el uso excesivo de las extremidades superiores asociado al pedaleo de brazos y al empuje de silla de ruedas, Durstine, Moore, Painter, & American College of Sports Medicine (2016) sugieren variar este tipo de actividades efectuadas típicamente en espacios interiores. De este modo, Kelly (2016) propone para mejorar y/o mantener la condición física de las personas con LM ejercitarse a lo largo de su vida tanto en climas cálidos y fríos como en espacios interiores y exteriores. Así, no sólo los deportes en silla de ruedas en recintos cerrados propician un estímulo para mejorarla (Bernardi et al., 2010; Sindall et al., 2013), sino también las actividades recreativas y deportivas propias de los meses cálidos realizadas en embalses, lagos y mares como la vela, el surf o el esquí náutico (Kelly, 2016).

El esquí náutico adaptado se ha propuesto como posible *buena práctica inclusiva* según criterios de impacto positivo y sostenibilidad en el tiempo, y su práctica por personas con paraplejía y tetraplejía con diferentes capacidades funcionales y niveles técnicos se adapta mediante una posición sentada (Suárez-Iglesias y Suárez-García, 2016). Puede realizarse a nivel competitivo, sobre todo en la disciplina de slalom en las categorías MP1-MP5 (International Waterski & Wakeboard Federation, 2016), o más frecuentemente a nivel recreativo (Lundberg, Bennett, y Smith, 2011). Aunque las demandas fisiológicas del esquí náutico de pie se han investigado recientemente en relación a sus beneficios para la salud (Papathanasopoulou et al., 2016), hasta donde llega nuestro conocimiento ningún trabajo ha estudiado las repercusiones del esquí náutico adaptado. El análisis de estas demandas podría ser de gran interés para los esquiadores cuya práctica es recreativa, así como para los competidores y entrenadores. Los objetivos de este trabajo a propósito de tres esquiadores con paraplejía fueron determinar su condición física cardiorrespiratoria y analizar la intensidad de esfuerzo realizada durante la práctica recreativa de esquí náutico en la disciplina de slalom.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Participantes*

Los criterios de inclusión que cumplieron los tres esquiadores náuticos con LM traumática participantes en el estudio fueron tener un diagnóstico de paraplejia completa A en la Escala ASIA (Kirshblum et al., 2011), no presentar contraindicaciones para realizar ejercicio, ser moderadamente activos (2-3 horas semanales de actividad física) (Janssen et al., 2002) y acumular una experiencia en la práctica recreativa de la disciplina de slalom de al menos un año. Se comunicó a todos los participantes las características del estudio y dieron su consentimiento informado tras conocer los riesgos y beneficios asociados. El estudio se llevó a cabo conforme a la Declaración de Helsinki.

### *Procedimiento*

Cada esquiador llevó a cabo una sesión de práctica de esquí náutico en horario de 10 a 13 h en cada una de las 3 jornadas analizadas, separadas por 48 h. Dos días antes de la primera práctica, en los que tenían que abstenerse de realizar actividad deportiva formal alguna, se determinó en el laboratorio la masa corporal del esquiador. Ésta fue obtenida restando la masa de la silla de ruedas a la masa total de la silla de ruedas más el esquiador con una báscula para silla de ruedas SECA 677 (SECA, Hamburgo, Alemania). Además, se determinó la altura con el esquiador tumbado en una camilla (Froehlich-Grobe, Nary, Van Sciver, Lee, y Little, 2011). Inmediatamente después, se registraron durante tres minutos los valores de FC de reposo ( $FC_{\text{reposo}}$ ) mediante un monitor de frecuencia cardiaca Polar Team System 2 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) validado (Engström, Ottosson, Wohlfart, Grundström, y Wisén, 2012). A continuación, y sentado en su silla de ruedas, se valoró la condición cardiorrespiratoria del sujeto mediante un ergómetro de brazos.



**Figura 1.** Configuración experimental de (a) prueba cardiorrespiratoria máxima y (b) sesiones de práctica recreativa

### *Prueba cardiorrespiratoria máxima*

Los esquiadores calentaron pedaleando libremente sin resistencia durante 5 min a  $50 \text{ rev}\cdot\text{min}^{-1}$ , mediante un ergómetro de brazos con ajuste de la carga por fricción (Monark Rehab Trainer 881 E, Monark Exercise AB, Varberg, Suecia), habiendo colocado los ejes de pedal al nivel de las articulaciones acromioclaviculares. Previamente, habían vaciado sus vejigas y se habían familiarizado con el ergómetro y la mascarilla cráneo-facial con neumotacógrafo conectada a una unidad metabólica de análisis de gas respiración a respiración (Medisoft Ergocard, Medisoft Group, Sorinnes, Bélgica) (Figura 1a). La prueba comenzó con una carga inicial de 25 W y se incrementó manualmente 5 W cada minuto hasta la extenuación (De Mello, Silva, Esteves, y Tufik, 2002). La FC fue registrada a lo largo de toda la prueba mediante un electrocardiógrafo de 12 derivaciones (Medisoft Ergocard, Medisoft Group, Sorinnes, Bélgica) y cada 5 s usando un pulsómetro (Polar Team System 2, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia). La prueba finalizó cuando el participante fue incapaz de mantener la cadencia de pedaleo por encima de  $50 \text{ rev}\cdot\text{min}^{-1}$ . Se consideró la prueba máxima cuando los sujetos alcanzaron al menos dos de los siguientes criterios: a) una meseta ( $\leq 150 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ) o un pico máximo en el  $\text{VO}_2$  tras el que disminuye con el incremento de la carga al extenuarse ( $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ), b) una FC equivalente a  $\pm 10$  latidos $\cdot\text{min}^{-1}$  del máximo predicho por la edad ( $220\text{-edad}$ ), c) un cociente respiratorio  $\geq 1,10$  (Midgley, McNaughton, Polman, y Marchant, 2007). El valor de  $\text{VO}_2$  más alto promediando los datos cada 30 s se consideró como  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , indicador de capacidad aeróbica. Del mismo modo, el valor de FC más alto hallado al final de la prueba fue considerado como la  $\text{FC}_{\text{max}}$  de los sujetos. Posteriormente, atendiendo a los criterios de Davis (1985), se determinó el umbral aeróbico (VT1) y anaeróbico (VT2) o indicador de resistencia aeróbica. Los umbrales ventilatorios fueron hallados, de manera independiente, por dos investigadores. Cuando hubo discrepancias la opinión de un tercer investigador fue considerada.

### *Práctica recreativa de esquí náutico adaptado*

Se acudió a un embalse y se registró cada 5 s la frecuencia cardiaca (Polar Team System 2, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia). Las condiciones del tiempo fueron variables, situación habitual en el esquí náutico (Bray-Miners et al., 2012), registrando la estación meteorológica más cercana unos promedios de temperatura ambiental de  $24,7 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $22,2\text{-}30,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y de velocidad del viento de  $17,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  ( $15,0\text{-}30,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Tras cinco minutos de calentamiento estandarizado en el barco con ejercicios de movilidad, los esquiadores se introdujeron en el agua para llevar a cabo en cada una de las sesiones las diferentes actividades comunes a la práctica de esquí náutico recreativo (Figura 1b), las cuales fueron descritas, tipificadas y agrupadas en cuatro categorías (Tabla 1) por un observador experto que registró por escrito su duración (cronómetro digital manual Traceable VWR, Pennsylvania, EE.UU.). Para respetar las recomendaciones sobre volumen de ejercicio para una buena salud cardiometabólica (Tweedy et al., 2017), se indicó que se realizaran las actividades durante un periodo  $\geq 10$  minutos consecutivos sin que el esquiador regresara al barco para descansar. No obstante, en función de los factores ambientales incontrolables y de las actividades preferidas por cada esquiador,

se podía regresar al interior del barco en caso de percibir incomodidad personal o aparecer los primeros síntomas de hipotermia, finalizando de este modo la sesión de práctica, habida cuenta del riesgo de disreflexia autonómica en paraplejía alta (Nash, 2005). El barco fue manejado por un piloto experto y se ajustó la velocidad mediante un sistema de control automático según los requerimientos de cada esquiador, con aumentos mínimos de  $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . La longitud de cuerda se mantuvo constante para todos a  $18,25 \text{ m}$  y la velocidad a  $34 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , aunque el Esquiador 1 demandó un rango de velocidades que llegó a los  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Posteriormente los registros de FC se transfirieron a un ordenador a través de un software específico (Polar Pro Trainer 5, PolarTeam, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) para su análisis (Nunan et al., 2009). La FCR se calculó como la diferencia entre la  $FC_{\text{max}}$  y la  $FC_{\text{reposo}}$  y el porcentaje de FCR (%FCR) se halló atendiendo a la fórmula de Karvonen, Kentala, y Mustala (1957). Para determinar la intensidad del esfuerzo, los datos de FC registrados se cruzaron con la información anotada por el observador y se obtuvieron como variables el tiempo de práctica en min, la FC media ( $FC_{\text{med}}$ ) y el tiempo que los esquiadores permanecieron por encima del 40% de la FCR en cada una de las categorías analizadas, porcentaje asociado a una intensidad moderada o superior (Tweedy et al., 2017).

PENDIENTE DE PUBLICACIÓN PRESS

**Tabla 1.** Categoría, tipo y descripción de actividades realizadas en las tres prácticas recreativas de esquí náutico

Actividades		
Categoría	Tipo	Descripción
Salidas		Desde una posición estática, el esquiador sale del agua y, mientras gana velocidad progresivamente, adopta una postura de esquí segura detrás del barco, hasta que tira con fuerza para ir fuera de la ola
	Hacia fuera y hacia atrás	A un lado y ligeramente fuera de la ola, mientras se mira al barco, abrirse cortando hacia el lateral del barco, para retroceder a continuación hasta la ola. Repetir varias veces a cada lado del barco
Aguas libres	Ritmo	Alejarse 6 m de la ola e iniciar una serie de giros a ambos lados de la ola con cadencia baja, controlando la presión sobre los flancos del esquí y sintiendo los movimientos de contra-rotación y el balanceo de proa-popa
	Atacar la ola	Cruzar la ola desde ambos lados, sin giros bruscos. Una vez cruzada, dejarse deslizar hasta la altura del barco igualando la velocidad con éste. Se imita así el movimiento de entrada al campo de mini-slalom
Campo de mini-slalom	Anticipar la boya	Abrirse hacia fuera antes de lo habitual para encarar la puerta de entrada del campo de mini-slalom, tratando de mantener este <i>timing</i> a lo largo del campo y ver cada boya, según se gira, un poco antes de llegar a ella
	Pasada lenta	Reducir la velocidad del barco y pasar el campo de mini-slalom enlazando lenta y progresivamente cada boya en una sola serie rítmica y fluida de giros y cruces de ola, poniendo la atención en aspectos de la técnica
Transiciones	En la estela	El esquiador se mantiene detrás del barco y justo en la estela que deja éste mientras es arrastrado. Mantiene el agarre del palonier
	En el agua	El esquiador se encuentra dentro del agua tras producirse una caída, tanto voluntaria como no forzada, hasta que vuelve a prepararse para iniciar una salida. No está agarrando el palonier

## RESULTADOS

La edad, masa corporal, altura y datos clínicos de los tres casos aparecen en la Tabla 2. El Esquiador 1 presentaba un nivel de esquí náutico avanzado (Bray-Miners, Runciman, y Monteith, 2012), el Esquiador 2 un nivel intermedio-avanzado y el Esquiador 3 un nivel intermedio (Runciman, 2011).

**Tabla 2.** Características personales y de lesión medular

Esquiador	Edad (años)	Masa corporal (kg)	Altura (cm)	Nivel LM torácica	Tiempo lesionado (años)	Exp. EN (años)
1	28	55	177	5	7	3
2	44	65	173	7	25	4
3	35	70	172	12	9	2

Nota: LM = lesión medular; Exp. EN = experiencia en esquí náutico

*Condición física a través de la medida de la condición cardiorrespiratoria*

Los valores máximos y en el umbral aeróbico y anaeróbico obtenidos en la prueba de laboratorio se muestran en la Tabla 3. El Esquiador 2, de mayor edad y experiencia, fue quien alcanzó el mayor tiempo de prueba, potencia máxima ( $PO_{max}$ ),  $VO_{2pico}$ , cociente respiratorio máximo ( $QR_{max}$ ) y ventilación máxima ( $VE_{max}$ ). El Esquiador 3 obtuvo un tiempo de prueba y  $PO_{max}$  un 23% y 25% inferior respectivamente frente al Esquiador 2, con un similar  $VO_{2pico}$  y  $QR_{max}$ . El Esquiador 1, alcanzando una  $FC_{max}$  y  $VO_{2pico}$  similares al Esquiador 2, realizó un tiempo de prueba un 16% inferior y una  $PO_{max}$  un 19% menor que éste. Igualmente, el Esquiador 2 presenta una resistencia aeróbica (o intensidad de esfuerzo correspondiente al umbral anaeróbico) más alta tanto en la potencia que moviliza como en el  $VO_2$  requerido, identificándose al 87% del  $VO_{2pico}$  y al 82% de la  $FC_{max}$ . El Esquiador 3 presentó valores de potencia y  $VO_2$  intermedios entre ellos, identificándose al 83% del  $VO_{2pico}$ , pero sólo al 76% de la  $FC_{max}$ ; mientras que el Esquiador 1 es el que en la prueba de laboratorio tiene peor resistencia aeróbica al presentar una potencia un 33% menor y un % $VO_{2pico}$  un 15% inferior respecto al Esquiador 2, a la vez que presenta la frecuencia cardiaca más elevada correspondiente al 90% de la  $FC_{max}$ , es decir, un 7% y un 14% mayor que la de los esquiadores 2 y 3, respectivamente. Comportamiento similar al que acontece con los valores en el umbral aeróbico al presentar un similar % $VO_{2pico}$ , una potencia un 17% y un 29% inferior a la de los esquiadores 2 y 3 respectivamente, y con un %  $FC_{max}$  un 26% y un 16% mayor respectivamente.

PENDIENTE DE PUBLICACIÓN PRESS



**Tabla 3.** Valores máximos y en el umbral aeróbico y anaeróbico de esquiadores con paraplejía en la prueba ergoespirométrica de laboratorio mediante ergómetro de brazos

Variable	Esquiador 1	Esquiador 2	Esquiador 3	M (DE)
Tiempo prueba (min)	13,0	15,5	12,0	13,5 (1,8)
PO <sub>max</sub> (W)	65	80	60	68,3 (10,4)
VO <sub>2pico</sub> (L·min <sup>-1</sup> )	1,2	1,5	1,6	1,4 (0,2)
VO <sub>2pico</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	22	23	22	22,3 (0,6)
FC <sub>max</sub> (latidos·min <sup>-1</sup> )	182	173	159	171 (12)
QR <sub>max</sub>	1,4	1,6	1,4	1,5 (0,1)
VE <sub>max</sub> (L·min <sup>-1</sup> )	61,0	78,5	68,7	69,4 (8,8)
PO-VT2 (W)	40	60	50	50,0 (10,0)
VO <sub>2</sub> -VT2 (L·min <sup>-1</sup> )	0,9	1,3	1,3	1,2 (0,2)
VO <sub>2</sub> -VT2 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	16	20	19	18,3 (2,1)
%VO <sub>2pico</sub> -VT2 (%)	72	87	83	80,7 (7,8)
FC-VT2 (latidos·min <sup>-1</sup> )	163	142	120	142 (22)
%FC <sub>max</sub> -VT2 (%)	89,6	82,1	75,5	82,4 (7,1)
QR-VT2	1,1	1,2	1,1	1,1 (0,1)
VE-VT2 (L·min <sup>-1</sup> )	31,0	43,1	40,0	38,0 (6,3)
PO-VT1 (W)	25	30	35	30,0 (5,0)
VO <sub>2</sub> -VT1 (L·min <sup>-1</sup> )	0,6	0,7	0,9	0,7 (0,2)
VO <sub>2</sub> -VT1 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	10	11	13	11,3 (1,5)
%VO <sub>2pico</sub> -VT1 (%)	47	47	57	50,3 (5,8)
FC-VT1 (latidos·min <sup>-1</sup> )	143	91	99	111 (28)
%FC <sub>max</sub> -VT1 (%)	78,6	52,6	62,3	64,5 (13,1)
QR-VT1	1,0	0,9	0,9	0,9 (0,1)
VE-VT1 (L·min <sup>-1</sup> )	21,2	19,9	23,1	21,4 (1,6)

Nota: M = media; DE = desviación estándar; PO<sub>max</sub> = potencia máxima; W = vatios; VO<sub>2pico</sub> = consumo de oxígeno máximo; FC<sub>max</sub> = frecuencia cardiaca máxima; QR<sub>max</sub> = cociente respiratorio máximo; VE<sub>max</sub> = ventilación máxima; VT2 = umbral anaeróbico; VT1 = umbral aeróbico

### *La intensidad de la práctica recreativa de esquí náutico adaptado a través del tiempo y la frecuencia cardiaca*

#### *Tiempos de práctica recreativa de esquí náutico adaptado*

Al computar la duración de las tres sesiones de práctica, el Esquiador 3 fue quien totalizó más tiempo de práctica, más de la mitad en aguas libres. El Esquiador 1 acumuló un tiempo de práctica un 8% inferior, siendo la categoría de transiciones la predominante. Respecto al Esquiador 2, éste invirtió el menor tiempo de práctica, fundamentalmente en aguas libres. La categoría de práctica donde los esquiadores invirtieron más tiempo fue en aguas libres, seguida de las transiciones, las salidas y el campo de mini-slalom. En todos los esquiadores, el tiempo en el campo de mini-slalom fue el más reducido o no se produjo (Tabla 4).

#### *Respuestas de frecuencia cardiaca en la práctica recreativa de esquí náutico adaptado*

Son evidentes las diferencias entre esquiadores para todas las categorías de práctica y sesiones (Tabla 4). El promedio de FC<sub>med</sub> obtenido por los

esquiadores en el total de las 3 sesiones de práctica representó un porcentaje de la  $FC_{max}$  alcanzada en la prueba ergoespiométrica (promedio de 171 latidos·min<sup>-1</sup>) del 65%, siendo el promedio similar en todas las categorías de práctica, aunque algo más intenso en el esquí en el campo de mini-slalom y en aguas libres. El Esquiador 1, con menor nivel de resistencia aeróbica en la prueba ergoespiométrica, es el que esquía a una intensidad de esfuerzo con una  $FC_{med}$  más alta en términos absolutos y relativos, pues a la intensidad correspondiente al umbral aeróbico en la prueba ergoespiométrica los valores de  $FC_{VT1}$  obtenidos son similares a los promedios en la práctica recreativa de  $FC_{med}$ , de forma que el Esquiador 1 presenta valores un 26% y 16% mayores que los esquiadores 2 y 3, respectivamente. A su vez, el Esquiador 3, con similar capacidad aeróbica, pero menor  $PO_{max}$  y  $FC_{max}$  y una resistencia aeróbica algo menor, presenta una  $FC_{med}$  y una  $FC_{VT1}$  en el umbral aeróbico un 10% mayor que el Esquiador 2.

En lo relativo al promedio del %FCR obtenido por los esquiadores en las sesiones de práctica, este fue similar en todas las categorías de práctica, aunque algo más intenso esquiando en el campo de mini-slalom y en aguas libres. El Esquiador 1 esquió a una intensidad de esfuerzo superior en un 32% y en un 22% en el %FCR respecto a los esquiadores 2 y 3 (diferencia similar en cada una de las categorías de práctica). A su vez, el Esquiador 3 esquió a una intensidad un 10% menor en el %FCR que el Esquiador 2.

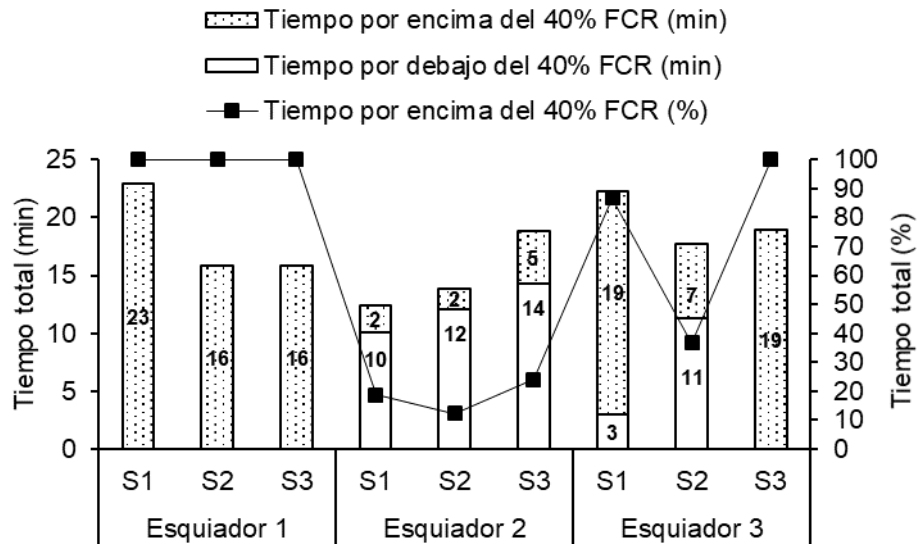
**Tabla 4.** Duración e intensidad de las categorías de práctica y de las tres sesiones de práctica de cada esquiador

	Salidas	Aguas libres	Campo de mini-slalom	Transiciones	Total 3 sesiones
Tiempo total, min (%)					
Esquiador 1	3,3 (6,0)	19,4 (3,6)	5,8 (10,6)	26,1 (47,8)	54,6
Esquiador 2	11,0 (24,3)	23,0 (51,0%)	1,2 (2,7)	9,9 (22,0)	45,1
Esquiador 3	14,9 (25,3)	34,3 (58,1%)	-	9,8 (16,7)	59,0
Total	29,1 (18,3)	76,7 (48,3)	7,0 (4,4)	45,9 (28,9)	158,7
$FC_{med}$ , lpm, M (DE)					
Esquiador 1	132 (14)	144 (9)	144 (3)	140 (10)	141 (4)
Esquiador 2	90 (7)	95 (9)	87 (4)	92 (6)	92 (1)
Esquiador 3	101 (9)	102 (6)	-	86 (13)	100 (9)
Promedio	108 (22)	114 (27)	116 (40)	106 (30)	111 (26)
%FCR, M (DE)					
Esquiador 1	55,8 (12,4)	66,7 (8,3)	66,8 (2,9)	63,2 (8,4)	64,0 (3,5)
Esquiador 2	30,3 (6,1)	34,7 (8,0)	28,0 (3,6)	32,3 (5,2)	32,1 (1,1)
Esquiador 3	43,8 (5,8)	44,3 (5,6)	-	28,6 (12,9)	42,3 (9,0)
Promedio	43,4 (12,6)	48,6 (16,4)	47,4 (27,4)	41,4 (19,0)	46,1 (16,3)

Nota: Valores expresados como M, media (DE, desviación estándar).  $FC_{med}$  = frecuencia cardiaca media, lpm = latidos·min<sup>-1</sup>; %FCR = porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva

La Figura 2 revela como para el conjunto de sesiones de práctica, se apreciaron diferencias interindividuales en el tiempo que estuvieron por encima del 40% de la FCR: un promedio de 18,3 min para el Esquiador 1; de 3 min para

el Esquiador 2; y de 15 min para el Esquiador 3. También se produjeron diferencias inter e intraindividuales en el porcentaje de tiempo promedio por encima del 40% de la FCR. El Esquiador 1 estuvo por encima del 40% de la FCR (límite inferior de una intensidad moderada) el 100% del tiempo de práctica para todas sus sesiones; el Esquiador 2 solamente contabilizó un 19%, 12% y 24% del tiempo total para la 1ª, 2ª y 3ª sesión, respectivamente; y el Esquiador 3 la alcanzó el 87% del tiempo total de la 1ª sesión, el 37% en la 2ª, y el 100% en la 3ª.



**Figura 2.** Tiempo total (min) y porcentaje del tiempo total por encima del límite del 40% de la FCR por sesión individual de práctica de cada esquiador. S1 = sesión 1ª; S2 = sesión 2ª; S3 = sesión 3ª

## DISCUSIÓN

Bajo nuestro conocimiento, este estudio de tres casos es el primero centrado en el esquí náutico adaptado. Pese a la limitada disponibilidad de participantes, el esquí náutico adaptado es un deporte con cifras globales de participación modestas (International Waterski & Wakeboard Federation, 2016). Los objetivos fueron determinar la condición física cardiorrespiratoria de esquiadores con LM y analizar la intensidad realizada en las actividades recreativas de esquí náutico. Los resultados muestran que esta actividad permite lograr una intensidad superior al 40% de la FCR, necesaria para inducir un estímulo suficiente en el mantenimiento o mejora de la condición física cardiorrespiratoria (Tweedy et al., 2017). Por lo tanto, el esquí náutico adaptado podría contribuir a mejorar la condición física y el desempeño en las AVD en estas tres personas con paraplejía.

### *Condición física a través de la medida de la condición cardiorrespiratoria*

No habiendo apenas referencias en esquí náutico adaptado, el  $VO_{2pico}$  obtenido de media 1,4 (desviación estándar: 0,2)  $L \cdot min^{-1}$  o 22,3 (0,6)  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  es idéntico ( $1,4 L \cdot min^{-1}$ ) al descrito para una esquiadora náutica en posición sentada (Goosey-Tolfrey & Tolfrey, 2004) y similar a los obtenidos con un protocolo parecido mediante ergometría de brazos en sujetos con LM y similares

niveles de actividad, que oscilaba entre 1,0 y 2,3 L·min<sup>-1</sup> (media ponderada de 1,5 L·min<sup>-1</sup>) (Haisma et al., 2006). A su vez, nuestros resultados no difieren de los valores medios de 23,1 (7,2) ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> reportados por Rotstein et al. (1994), quienes evaluaron mediante una prueba incremental de ergometría de brazos a ocho jugadores del equipo nacional de Israel de baloncesto en silla de ruedas, la mitad con LM (completa T4, T7 y T10, incompleta L5) y recreativamente activos.

De acuerdo con los datos normativos de capacidad aeróbica para hombres con paraplejía, considerada pobre si no alcanzan los 52,7 W y 16,5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> y excelente si superan los 97,8 W y los 34,4 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> (Janssen et al., 2002), los esquiadores de este estudio están entre el límite inferior de una capacidad aeróbica media (VO<sub>2pico</sub> 22,7 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> y PO<sub>max</sub> 70,5 W) y el rango de una capacidad aeróbica justa (VO<sub>2pico</sub> 16,5-22,7 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> y PO<sub>max</sub> 52,9-70,4 W). Mientras, en relación a esquiadores náuticos sin discapacidad, se ha encontrado para deportistas profesionales masculinos un VO<sub>2max</sub> de 54,5 (6,2) ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> (Leggett, Kenney, & Eberhardt, 1996), valores por encima del doble de los encontrados en el presente trabajo. Esto se debe tanto a una menor capacidad física de las personas con paraplejía, con menor masa muscular funcional y un control simpático para el ejercicio reducido respecto a individuos sanos que pueden activar la musculatura del tronco y miembro inferior para lograr el equilibrio dinámico durante la práctica de esquí náutico (Goosey-Tolfrey y Leicht, 2013; Leggett et al., 1996), como a la utilización de un ergómetro de brazos que activa un menor porcentaje de masa corporal originando un menor VO<sub>2max</sub> y una mayor fatiga local (Goosey-Tolfrey y Leicht, 2013). Esto ocurre asimismo entre esquiadores alpinos con paraplejía y sus homólogos de pie (Goll, Wiedemann, y Spitzenpfeil, 2015).

El VT2 para los sujetos de este trabajo es similar al descrito por Rotstein et al. (1994) para los jugadores israelíes de baloncesto en silla de ruedas (142 vs 139 latidos·min<sup>-1</sup>), con quienes ya coincidían en los valores de capacidad aeróbica; si bien el VT2 es el indicador más alto de resistencia aeróbica, mientras que el VT1 es considerado el umbral del entrenamiento aeróbico o momento en que empieza la primera acumulación de ácido láctico, o zona considerada de baja a moderada intensidad (Davis, 1985). Nuestros resultados reflejan que el VT1 corresponde a una intensidad que varía entre el 47% y el 57% del VO<sub>2pico</sub>, intensidad ligeramente mayor a la establecida por Tweedy et al. (2017) de un 40% FCR, que es equivalente según el American College of Sports Medicine (2013) al 40% VO<sub>2max</sub> en adultos sanos. Esto atestigua que la intensidad de práctica del esquí náutico en los tres sujetos alcanza el límite necesario para poder desarrollar la resistencia aeróbica. No obstante, apenas hay investigaciones que apliquen el VT1 obtenido de las pruebas ergoespirométricas en laboratorio en personas con paraplejía que llevan a cabo actividades deportivas competitivas o recreativas. En este sentido, los valores de 1,1 (0,2) L·min<sup>-1</sup> encontrados en esquiadores sentados por Goll et al. (2015) son superiores a los nuestros de 0,7 (0,2) L·min<sup>-1</sup>, pero corresponden a deportistas de élite, pertenecientes a la selección paralímpica alemana de esquí alpino sentado.

### *Tiempos de práctica recreativa de esquí náutico adaptado*

Este estudio revela un predominio de la categoría aguas libres en la práctica recreativa de esquiadores náuticos con paraplejía. Teniendo en cuenta que el objetivo de un esquiador de la disciplina de slalom es acumular tiempo de calidad hasta lograr una técnica repetible, el esquí en aguas libres otorga mayor flexibilidad para pensar y trabajar la técnica, siendo propuesto como método de acondicionamiento físico al facilitar la continuidad en el esfuerzo (Benzel, 1993; Mullins, 2007).

Además, los esquiadores emplearon un 47% del tiempo total de práctica en las categorías salidas y transiciones, caracterizadas porque el esquiador no tiene descanso como muestra su %FCR. Los periodos de salidas son igualmente frecuentes en la práctica recreativa de la disciplina de slalom por esquiadores de pie de nivel intermedio (Runciman, 2011). Asimismo, los practicantes recreativos sin discapacidad de otro deporte de deslizamiento con respuestas del medio impredecibles, como el surf (Meir, Lowdon, y Davie, 1991), invierten un elevado porcentaje del tiempo de práctica parados (35%) o remando transitoriamente (44%), sin que la intensidad relativa del esfuerzo en estas categorías pueda considerarse de descanso (frecuencias cardíacas medias del 80% y del 71% de la  $FC_{pico}$  obtenida en laboratorio, respectivamente).

Por el contrario, en deportes en silla de ruedas de carácter intermitente se han documentado tiempos de descanso que constituyen sobre el tiempo total de partido un 48% en el baloncesto (Bloxham, Bell, Bhambhani, y Steadward, 2001) y un 80-85% en el tenis (Croft, Dybrus, Lenton, y Goosey-Tolfrey, 2010), por lo que la ratio trabajo-descanso 1:1 del baloncesto o 0.2:1 del tenis contrasta con la de nuestro estudio, donde apenas existe descanso en las sesiones. Y dado que la orientación de la práctica se dirigía hacia la recreación, diversión y mantenimiento físico en vez de hacia el rendimiento, la categoría campo de minislalom totalizó el menor porcentaje de práctica en el cómputo global de las sesiones. No en balde, las pasadas en el campo son muy exigentes en términos de fuerza, potencia, resistencia, sincronización, coordinación y equilibrio dinámico (Mullins, 2007), y esta complejidad técnica afecta psicológicamente incluso a esquiadores con paraplejía de nivel internacional (de Bressy de Guast, Golby, Van Wersch, y D'Arripe-Longueville, 2013). Así, el Esquiador 3 no registró tiempo alguno en esta categoría debido a las limitaciones inherentes a su nivel de habilidad.

### *Respuestas de frecuencia cardíaca en la práctica recreativa de esquí náutico adaptado*

Los datos presentados son los primeros en responder a la necesidad de cuantificar este tipo de actividades para conocer las exigencias fisiológicas que suponen para el esquiador náutico (Bray-Miners et al., 2012), e indican que durante la práctica recreativa de esquí náutico adaptado, la  $FC_{med}$  de nuestros esquiadores fue inferior en un 55%, 38%, 37% y 24% respecto a otros deportistas masculinos paralímpicos de esquí nórdico sentado, esgrima, baloncesto y tenis en silla de ruedas, respectivamente (Bernardi et al., 2010). También muestran Croft et al. (2010) para el baloncesto y el tenis una  $FC_{med}$  superior en un 39% y

en un 32% respectivamente, al igual que Bloxham et al. (2001) para el baloncesto en un 16% y Sindall et al. (2013) para el tenis en un 21%.

En nuestro trabajo, incluso esquiar en el campo de mini-slalom, que demanda una mayor  $FC_{med}$  debido a su exigencia, sigue suponiendo una intensidad inferior a la mostrada por la literatura para los deportes adaptados referidos. Debe considerarse que estos datos corresponden a deportistas de élite en competición, mientras nuestros datos provienen de esquiadores realizando una práctica recreativa. Al respecto, Coutts (1988) señala como las condiciones de práctica tienden a provocar frecuencias cardiacas más bajas que las condiciones de competición en deportes colectivos e individuales en silla de ruedas, a raíz del predominio en las sesiones de práctica de periodos donde el deportista está parado o trabaja destrezas técnicas a un menor ritmo. Otro motivo para las diferencias puede ser el nivel de actividad moderada y la capacidad aeróbica justa-media que exhiben nuestros participantes ( $VO_{2max}$  de  $22.3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), mientras que los sujetos de los estudios mencionados muestran valores más elevados, con  $30.6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Bernardi et al., 2010),  $35.7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Croft et al., 2010) o  $37.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Bloxham et al., 2001).

Un último factor que puede explicar estas diferencias son las características de la actividad analizada. Las mayores intensidades en el baloncesto o el tenis en silla de ruedas obedecen a movimientos de alta intensidad y naturaleza repetitiva, como esprintar, frenar y girar (Coutts, 1988; Goosey-Tolfrey y Leicht, 2013). Por el contrario, el esquí náutico destaca por su elevada demanda de contracciones isométricas sostenidas (Leggett et al., 1996), en especial de la musculatura de la espalda y el abdomen para mantener el equilibrio al esquiar en una postura sentada (Goll, Spitzenpfeil, Beer, Thimm, y Bartels, 2015). Este tipo de contracciones ha mostrado una menor respuesta de la FC (Lewis et al., 1985), pudiendo deberse al incremento de la tensión arterial que acarrearán. Precisamente, el esquí náutico de pie ha sido categorizado como deporte con un alto componente estático (>50% de la contracción máxima voluntaria) y un bajo componente dinámico (<40%  $VO_{2max}$ ) (Mitchell, Haskell, Snell, y Van Camp, 2005).

En este trabajo llama la atención la variabilidad en el comportamiento de la FC entre los distintos esquiadores. La evidencia refiere que los deportistas con niveles de LM hasta T6 suelen mostrar valores de  $FC_{pico}$  inferiores a los previstos por la pérdida parcial del control cardiaco simpático y de su menor masa muscular activa, mientras que las respuestas son normales en aquellos con lesiones inferiores a ese nivel (Goosey-Tolfrey y Leicht, 2013). Sin embargo, estas generalidades no se cumplen en los registros de FC de nuestros esquiadores. El Esquiador 1, con una lesión al nivel T5, no presenta una FC de ejercicio reducida, siendo en sus tres sesiones la mayor de los tres esquiadores al exceder el umbral del 40% FCR en todo momento. Posiblemente, su mayor nivel de habilidad (avanzado) sea la causa. Ejecutar las actividades a velocidades de arrastre hasta  $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  superiores a los demás impone una carga media sobre la cuerda que aumenta en cada gesto técnico, al coste de una demanda física mayor (Bray-Miners et al., 2012).

Por el contrario, el Esquiador 2, con la mejor condición física cardiorrespiratoria, elige esquiar a una velocidad de arrastre menor que elicitaba una intensidad de esfuerzo  $\leq 40\%$  FCR durante la mayor porción de sus sesiones de práctica. Janssen et al. (1994) ya reportan una elevada variabilidad interindividual en el esfuerzo físico en relación inversa con los parámetros de capacidad física. En consonancia, el Esquiador 2 exhibe en sus tres sesiones, independientemente de la categoría de actividad, intensidades medias entre el 28 y el 35% FCR, pero acredita la mejor capacidad aeróbica. Adicionalmente, la mayor edad del Esquiador 2 y el tipo de contracción muscular predominante podrían explicar el porqué de su reducida intensidad de esquí. Es conocido que la respuesta de la FC a una contracción isométrica manual fatigante disminuye un 50% entre las edades de 20 y 60 años en personas con paraplejia (Petrofsky y Laymon, 2002), y el esquí náutico es un deporte muy exigente en términos de fuerza de agarre manual (Rosa, Di Donato, Balato, D'Addona, y Schonauer, 2016) donde se impone el componente estático sobre el dinámico (Mitchell et al., 2005). Incluso a ello pudiera contribuir la escoliosis que presenta este esquiador y que produce una asimetría funcional, realizando todos sus movimientos de forma más efectiva hacia un lado de la ola, lo que probablemente reduce la carga de trabajo al ejercer una menor tracción en los desplazamientos al lado débil (Goosey-Tolfrey y Leicht, 2013).

Por último, la variabilidad de la FC entre los participantes de este estudio podría ser consecuencia de las condiciones ambientales impredecibles (agitación y temperatura del agua, intensidad del viento) o elementos psicológicos (estado emocional, tráfico de otras embarcaciones de recreo, presencia de otros esquiadores) como se ha descrito para el surf (Meir et al., 1991), pese a que las actividades tuvieron lugar buscando las áreas del embalse que minimizasen el efecto del viento y la fatiga.

#### *Duración e intensidad de esfuerzo saludable requerido*

La monitorización de la FC durante las sesiones de práctica recreativa de esquí náutico adaptado muestra paralelismos con situaciones descritas en las AVD y en la rehabilitación. Janssen, van Oers, Veeger, et al. (1994) observaron a 24 hombres con LM (C4-L5) ejecutando tareas estandarizadas de las AVD como acceder a un coche, que fue la tarea más exigente al requerir de promedio el 45,9% FCR, prácticamente igual a la de este estudio (46,1%). Por su parte, Koopman, Eken, Van Bezeij, Valent, y Houdijk (2013) monitorizaron en 31 pacientes en rehabilitación clínica, entre ellos 8 sujetos con paraplejia por LM, intensidades superiores al 40% FCR durante la realización de cinco terapias, y más de la mitad del tiempo discurría por encima del 40% FCR. Sin embargo, el porcentaje de tiempo asociado a una intensidad de ejercicio moderada es difícil de contrastar con otros deportes, ya que los valores comparativos existentes proceden sobre todo de modalidades de pista en silla de ruedas, con esfuerzos dinámicos y contracciones heterométricas, con diferentes ratios trabajo:descanso, y los umbrales de intensidad se fijaron a una intensidad superior.

Varias sesiones de 10 min como mínimo son recomendadas para acumular la cantidad deseada de ejercicio diario en personas con LM (Tweedy

et al., 2017). Aunque en este estudio las sesiones de práctica se organizaron en días separados atendiendo a la disponibilidad de instalaciones, el esquí náutico como actividad recreativa suele consistir en varias sesiones de esquí por día, por lo general de 15 min, si bien este tiempo de sesión tiende a flexibilizarse cuando se esquía en aguas libres al no tener que compartir el campo de slalom con otros esquiadores (Mullins, 2007). Por tanto, el total de minutos de actividad moderada (> 40% FCR) recomendada a diario en personas con LM ( $\geq 30$  min) por Tweedy et al. (2017) podría alcanzarse en dos o tres sesiones de práctica recreativa de esquí náutico, como sucede en los esquiadores 1 y 3. Su adición a un estilo de vida activo debería considerar que los esquiadores más desacondicionados podrían ser los más beneficiados a intensidades moderadas más bajas (Tweedy et al., 2017).

Entre las limitaciones del estudio, cabe citar la naturaleza impredecible del deporte, lo que unido al diferente nivel lesional y de habilidad de los esquiadores, imponía heterogeneidad en las actividades y condiciones de realización de la práctica para cada sesión. Además, se carecía de un entorno controlado que redujera las variables que pueden influir en los resultados. De cara a investigaciones futuras, los esfuerzos deberían concentrarse en incrementar el tamaño de la muestra, a pesar de ser un factor limitante habitual en la investigación sobre actividad física adaptada. De esta manera, y conduciendo otros estudios que analicen parámetros de fuerza o aspectos biomecánicos del esquí náutico adaptado, podría trazarse un perfil funcional del esquiador náutico que adopta una posición sentada, lo que permitiría establecer programas de entrenamiento específicos.

## CONCLUSIONES

En este estudio a propósito de tres casos, esquiadores con paraplejía derivada de una LM presentaron una condición física justa-media, medida a través de la condición cardiorrespiratoria. La práctica recreativa de esquí náutico adaptado en la disciplina de slalom en los tres participantes supone una intensidad de ejercicio moderada determinada por el %FCR, durante sesiones superiores a los 10 min de promedio. Más del 50% de las sesiones de esquí náutico recreativo de esta muestra cumplen tanto las recomendaciones generales de cantidad como de calidad del ejercicio para el desarrollo de la condición cardiorrespiratoria en personas con LM crónica, si bien estas conclusiones se aplicarían a solo tres casos heterogéneos en sus condiciones clínicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (W. R. Thompson, N. F. Gordon, & L. S. Pescatello, Eds.) (9th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Benzel, D. (1993, August). Be open (and honest). *WaterSki*, 36.
- Bernardi, M., Guerra, E., Di Giacinto, B., Di Cesare, A., Castellano, V., & Bhamhani, Y. (2010). Field evaluation of paralympic athletes in selected sports: implications for training. *Medicine and Science in Sports and*



- Exercise*, 42(6), 1200–8. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c67d82>
- Bloxham, L. A., Bell, G. J., Bhambhani, Y., & Steadward, R. D. (2001). Time motion analysis and physiological profile of Canadian World Cup wheelchair basketball players. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 10(3), 183–198. <http://doi.org/10.1080/10578310210398>
- Bray-Miners, J., Runciman, R. J., & Monteith, G. (2012). Water skiing biomechanics: a study of advanced skiers. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 227(2), 137–146. <http://doi.org/10.1177/1754337112444688>
- Coutts, K. D. (1988). Heart rates of participants in wheelchair sports. *Paraplegia*, 26(1), 43–49. <http://doi.org/10.1038/sc.1988.9>
- Croft, L., Dybrus, S., Lenton, J., & Goosey-Tolfrey, V. (2010). A comparison of the physiological demands of wheelchair basketball and wheelchair tennis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 301–315.
- Davis, J. A. (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(1), 6–21.
- de Bressy de Guast, V., Golby, J., Van Wersch, A., & D'Arripe-Longueville, F. (2013). Psychological skills training of an elite wheelchair water-skiing athlete: a single-case study. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 30(4), 351–72.
- De Mello, M. T., Silva, A. C., Esteves, A. M., & Tufik, S. (2002). Reduction of periodic leg movement in individuals with paraplegia following aerobic physical exercise. *Spinal Cord*, 40(12), 646–649. <http://doi.org/10.1038/sj.sc.3101381>
- Durstine, J. L., Moore, G. E., Painter, P. L., & American College of Sports Medicine. (2016). *ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities*. (G. E. Moore, J. L. Durstine, & P. L. Painter, Eds.) (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Engström, E., Ottosson, E., Wohlfart, B., Grundström, N., & Wisén, A. (2012). Comparison of heart rate measured by Polar RS 400 and ECG, validity and repeatability. *Advances in Physiotherapy*, 14(3), 115–122.
- Froehlich-Grobe, K., Nary, D. E., Van Sciver, A., Lee, J., & Little, T. D. (2011). Measuring height without a stadiometer: empirical investigation of four height estimates among wheelchair users. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 90(8), 658–666. <http://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31821f6eb2>
- Goll, M., Spitzenpfeil, P., Beer, K., Thimm, T., & Bartels, O. (2015). Paralympic alpine skiing sitting athletes: trunk muscle activity in giant slalom. In M. Müller, J. Kröll, S. Lindinger, J. Pfusterschmied, & T. Stöggl (Eds.), *Science and Skiing VI* (pp. 159–167). Maidenhead: Meyer & Meyer Sport.
- Goll, M., Wiedemann, M. S. F., & Spitzenpfeil, P. (2015). Metabolic demand of paralympic alpine skiing in sit-skiing athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4), 819–824.
- Goosey-Tolfrey, V., & Leicht, C. A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43(2), 77–91. <http://doi.org/10.1007/s40279-012-0009-6>
- Goosey-Tolfrey, V., & Tolfrey, K. (2004). The oxygen uptake-heart rate

- relationship in trained female wheelchair athletes. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41(3B), 415–20.
- Haisma, J. A., van der Woude, L. H. V., Stam, H. J., Bergen, M. P., Sluis, T. A. R., & Bussmann, J. B. J. (2006). Physical capacity in wheelchair-dependent persons with a spinal cord injury: a critical review of the literature. *Spinal Cord*, 44(11), 642–652. <http://doi.org/10.1038/sj.sc.3101915>
- Hicks, A. L., Martin Ginis, K. A., Pelletier, C. A., Ditor, D. S., Foulon, B., & Wolfe, D. L. (2011). The effects of exercise training on physical capacity, strength, body composition and functional performance among adults with spinal cord injury: a systematic review. *Spinal Cord*, 49(11), 1103–1127. <http://doi.org/10.1038/sc.2011.62>
- International Waterski & Wakeboard Federation. (2016). Europa-Africa Confederation - Disabled waterskiers Ranking list 2016. Retrieved May 29, 2016, from <https://www.iwwfed-ea.org/disabled/rl2016/eame/index.php?page=RL&categ=All&event=Alpha>
- Janssen, T. W., Dallmeijer, A. J., Veeger, H. E., & van der Woude, L. H. (2002). Normative values and determinants of physical capacity in individuals with spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39(1), 29–39.
- Janssen, T. W., van Oers, C. A., van der Woude, L. H., & Hollander, A. P. (1994). Physical strain in daily life of wheelchair users with spinal cord injuries. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(6), 661–670.
- Janssen, T. W., van Oers, C. A., Veeger, H. E., Hollander, A. P., van der Woude, L. H., & Rozendal, R. H. (1994). Relationship between physical strain during standardised ADL tasks and physical capacity in men with spinal cord injuries. *Paraplegia*, 32(12), 844–859. <http://doi.org/10.1038/sc.1994.131>
- Karvonen, M., Kentala, K., & Mustala, O. (1957). The effects of training heart rate: a longitudinal study. *Annals of Medicine and Experimental Biology*, 35(3), 307–315.
- Kelly, L. E. (2016). Spinal cord disabilities. In J. P. Winnick & D. Porretta (Eds.), *Adapted physical education and sport* (6th ed., pp. 311–340). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kirshblum, S. C., Burns, S. P., Biering-Sorensen, F., Donovan, W., Graves, D. E., Jha, A., ... Waring, W. (2011). International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 34(6), 535–546. <http://doi.org/10.1179/204577211X13207446293695>
- Koopman, A. D. M., Eken, M. M., Van Bezeij, T., Valent, L. J. M., & Houdijk, H. (2013). Does clinical rehabilitation impose sufficient cardiorespiratory strain to improve aerobic fitness. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(1), 92–98. <http://doi.org/10.2340/16501977-1072>
- Leggett, S. H., Kenney, K., & Eberhardt, T. (1996). Applied Physiology of Water-Skiing. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 21(4), 262–276. <http://doi.org/10.2165/00007256-199621040-00003>
- Lewis, S. F., Snell, P. G., Taylor, W. F., Hamra, M., Graham, R. M., Pettinger, W. A., & Blomqvist, C. G. (1985). Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 58(1), 146–151.

- Lundberg, N., Bennett, J., & Smith, S. (2011). Outcomes of adaptive sports and recreation participation among veterans returning from combat with acquired disability. *Therapeutic Recreation Journal*, 45(2), 105–120.
- Martin Ginis, K. A., Arbour-Nicitopoulos, K. P., Latimer, A. E., Buchholz, A. C., Bray, S. R., Craven, B. C., ... Wolfe, D. L. (2010). Leisure time physical activity in a population-based sample of people with spinal cord injury part II: activity types, intensities, and durations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(5), 729–733.  
<http://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.12.028>
- Martin Ginis, K. A., Jörgensen, S., & Stapleton, J. (2012). Exercise and sport for persons with spinal cord injury. *PM&R*, 4(11), 894–900.  
<http://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.08.006>
- Meir, R. A., Lowdon, B. J., & Davie, A. J. (1991). Heart rates and estimated energy expenditure during recreational surfing. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(3), 70–74.
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R., Polman, R., & Marchant, D. (2007). Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Medicine*.  
<http://doi.org/10.2165/00007256-200737120-00002>
- Mitchell, J. H., Haskell, W., Snell, P., & Van Camp, S. P. (2005). Task Force 8: classification of sports. *Journal of the American College of Cardiology*, 45(8), 1364–1367. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.02.015>
- Mullins, N. M. (2007). Slalom water skiing: physiological considerations and specific conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 29(4), 42–54.  
[http://doi.org/10.1519/1533-4295\(2007\)29\[42:SWSPCA\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1519/1533-4295(2007)29[42:SWSPCA]2.0.CO;2)
- Nash, M. S. (2005). Exercise as a health-promoting activity following spinal cord injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 29(2), 87–106.
- Nunan, D., Donovan, G., Jakovljevic, D. G., Hodges, L. D., Sandercock, G. R., & Brodie, D. A. (2009). Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 243–250. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318184a4b1>
- Papathanasopoulou, E., White, M. P., Hattam, C., Lannin, A., Harvey, A., & Spencer, A. (2016). Valuing the health benefits of physical activities in the marine environment and their importance for marine spatial planning. *Marine Policy*, 63, 144–152. <http://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.10.009>
- Petrofsky, S., & Laymon, M. (2002). The effect of ageing in spinal cord injured humans on the blood pressure and heart rate responses during fatiguing isometric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 86(6), 479–486. <http://doi.org/10.1007/s00421-002-0588-2>
- Rosa, D., Di Donato, S. L., Balato, G., D'Addona, A., & Schonauer, F. (2016). Supinated forearm is correlated with the onset of medial epicondylitis in professional slalom waterskiers. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 6(1), 140–146. <http://doi.org/10.11138/mltj/2016.6.1.140>
- Rotstein, A., Sagiv, M., Ben-Sira, D., Werber, G., Hutzler, J., & Annenburg, H. (1994). Aerobic capacity and anaerobic threshold of wheelchair basketball players. *Paraplegia*, 32(3), 196–201. <http://doi.org/10.1038/sc.1994.36>
- Runciman, R. J. (2011). Water-skiing biomechanics: a study of intermediate skiers. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 225(4), 231–239.

<http://doi.org/10.1177/1754337111403693>

Sindall, P., Lenton, J. P., Tolfrey, K., Cooper, R. A., Oyster, M., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2013). Wheelchair tennis match-play demands: effect of player rank and result. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 28–37.

Suárez-Iglesias, D., & Suárez-García, M. (2016). Esquí náutico como medio de inclusión social de personas con discapacidad: un enfoque basado en capacidades en torno a un espectro de inclusión. In J. Gallego, M. Alcaraz-Ibáñez, J. M. Aguilar-Parra, A. J. Cangas, & D. Martínez Luque (Eds.), *Avances en la actividad física y deportiva inclusiva* (pp. 102–121). Almería: Editorial Universidad de Almería.

Tweedy, S. M., Beckman, E. M., Geraghty, T., Theisen, D., Perret, C., Harvey, L. A., & Vanlandewijck, Y. C. (2017). Exercise and sports science Australia (ESSA) position statement on exercise and spinal cord injury. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(2), 108–115.  
<http://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.02.001>

**Referencias totales / Total references: 46 (100%)**

**Referencias propias de la revista / Journal's own references: 0 (0 %)**

PENDIENTE DE PUBLICACIÓN / IN PRESS