

## **Máster en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte**

### **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

# **Análisis de la fatiga neuromuscular después de distintas series de juegos reducidos en jugadores de baloncesto en silla de ruedas**

**Josu Ascondo Larrucea**

Vitoria-Gasteiz, 19 de mayo de 2021

**Análisis de la fatiga neuromuscular después de distintas series de juegos  
reducidos en jugadores de baloncesto en silla de ruedas**

Trabajo Fin de Máster para optar al Título de Máster en **Ciencias de la Actividad  
Física y del Deporte**

**Presentado por D. Josu Ascondo Larrucea**

**Tutor/a Dr./Dra. D./D<sup>a</sup> Javier Yanci Irigoyen**

En Vitoria-Gasteiz, a 19 de mayo de 2021

Firma de/de la alumno/a:



Fdo: D. Josu Ascondo Larrucea

Vº.Bº. del Tutor/a:

Fdo: Dr./Dra. D./D<sup>a</sup> Javier Yanci Irigoyen

## **DECLARACIÓN DE FORMATO REVISTA**

Journal of Strength and Conditioning Research.

<http://edmgr.ovid.com/jscr/accounts/ifauth.htmFieldCodeChanged>

## **Máster Universitario en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte**

### **TRABAJO FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO 2020-21**

#### **TÍTULO: Análisis de la fatiga neuromuscular después de distintas series de juegos reducidos en jugadores de baloncesto en silla de ruedas**

##### **RESUMEN:**

El objetivo del presente estudio fue analizar las diferencias entre jugadores con (SCI) y sin (No SCI) lesión medular en la respuesta fisiológica y en la fatiga neuromuscular en las diferentes series de un juego reducido (SSG) en baloncesto en silla de ruedas (BSR). Trece jugadores de BSR de alto nivel realizaron una vez por semana una sesión de SSG de 5 vs. 5 jugadores durante 5 semanas consecutivas. Se registraron la FC absoluta y relativa durante los SSG y la percepción del esfuerzo, la temperatura timpánica y la capacidad de aceleración (5 m, 20 m y 5-20 m) al finalizar cada serie de SSG. No se observaron diferencias significativas entre jugadores SCI y No SCI en las variables de FC relativas, mientras que en las variables absolutas el grupo SCI mostró valores más bajos. Con respecto a la evolución de la respuesta fisiológica, el grupo SCI no mostró diferencias entre series, mientras que el grupo No SCI mostró un aumento en las variables de FC absolutas y relativas y de percepción del esfuerzo. Por otro lado, el grupo SCI mostró una pérdida de la capacidad de esprint entre series, mientras que el grupo No SCI no mostró ninguna variación. Sin embargo, el grupo SCI declaró valores más altos de  $RPE_{musTL}$ . Los resultados del presente estudio ponen de manifiesto la necesidad de que los entrenadores consideren el que los jugadores tengan o no SCI a la hora de planificar y modular las cargas del entrenamiento y recuperación.

**PALABRAS CLAVE:** Deporte adaptado, rendimiento físico, lesión medular, respuesta fisiológica.

## Introducción

El deporte de competición para personas con discapacidad ha sufrido una evolución exponencial en los últimos años (42). Concretamente el baloncesto en silla de ruedas (BSR) es una de las modalidades deportivas más populares entre las personas con discapacidad (10). Algunos investigadores (29) han expuesto que, entre las modalidades paralímpicas, el BSR es el deporte más desarrollado. Desde un punto de vista de las exigencias físicas que tienen los jugadores en la competición, el BSR se caracteriza por ser una actividad intermitente que exige realizar simultáneamente varias habilidades que implican el manejo de la silla de ruedas y del balón (2). Según estudios anteriores, alrededor del 28% de la parte activa del juego es de carácter anaeróbico, mientras que el 48% del tiempo total del partido se dedica a la recuperación (1). Se ha descrito que durante el partido los jugadores de BSR alcanzan valores altos de frecuencia cardíaca media (4) y que pasan un 36,4% del tiempo total del partido por encima del 85% de la frecuencia cardíaca máxima (18) realizando múltiples acciones cortas de alta intensidad (19) e implicando una gran demanda del sistema cardiorrespiratorio y neuromuscular.

Teniendo en cuenta que los participantes en BSR son deportistas con discapacidad que tienen distintos tipos de afectación y capacidad funcional (17), y con el fin de dar oportunidades a que deportistas con distinta capacidad funcional puedan participar en el juego, los jugadores son clasificados en diferentes clases funcionales (1.0-4.5) atendiendo a su afectación (17). Dentro de estos perfiles funcionales, muchas investigaciones se han centrado en el análisis de los jugadores atendiendo a si tienen (SCI) o no (No SCI) lesión medular (14,8,45,50). Según se ha descrito, los jugadores con SCI pueden tener alteradas algunas funciones fisiológicas, como la respuesta cardiovascular a la actividad física, debido a la alteración del control simpático supraespinal del corazón y los vasos sanguíneos (47). A su vez, como resultado de la alteración del sistema nervioso simpático, los deportistas con SCI tienen una pérdida de la capacidad de sudoración y del control vasomotor por debajo del nivel de la lesión, lo que provoca disfunción térmica (14). Todas estas características fisiológicas pueden condicionar el rendimiento físico (47). Concretamente en jugadores de BSR, también se ha descrito que existen diferencias entre SCI y No SCI en la respuesta cardíaca tanto en situación de partido (25) como en tareas de juegos reducidos (SSG) (22,50). Sin embargo, los dos únicos estudios encontrados en jugadores de BSR (22,50) que analizan las diferencias entre SCI y No SCI en tareas de SSG centran su análisis en la respuesta fisiológica global de toda la tarea de SSG. Existe una falta de

conocimiento científico de las diferencias entre jugadores SCI y No SCI en las respuestas fisiológicas en las distintas series de SSG.

Teniendo en cuenta que las tareas de SSG son muy utilizadas por los entrenadores de deportes colectivos (41,15) y también de BSR (22,28,50) y que el número de series realizadas en las tareas de SSG puede variar considerablemente, puede ser relevante conocer la fatiga que provoca cada una de las series de SSG tanto en jugadores SCI como en jugadores No SCI. En la literatura científica únicamente un estudio ha analizado la fatiga neuromuscular en jugadores de BSR en tareas de SSG (20). No obstante, ningún estudio ha analizado la fatiga neuromuscular que generan las distintas series de SSG en jugadores de BSR. Conocer si la fatiga es distinta entre las series de SSG tanto en jugadores SCI como No SCI de BSR puede ayudar a los técnicos deportivos a modular el número de series de SSG en función de los objetivos de la sesión de entrenamiento.

Por lo tanto, los principales objetivos de este estudio fueron i) describir la respuesta fisiológica en una tarea de SSG; ii) analizar la pérdida de rendimiento neuromuscular después de las distintas series de SSG y iii) analizar si existía una asociación entre la respuesta fisiológica en las diferentes series del SSG con la pérdida de rendimiento en capacidad neuromuscular en jugadores SCI y No SCI de BSR.

## **Método**

### *Aproximación experimental del problema*

El estudio se realizó durante el periodo competitivo, en el mes de diciembre. Los jugadores realizaron una vez por semana una sesión de SSG de 5 vs. 5 jugadores (4 x 4 min, recuperación entre series de 2 min) durante 5 semanas consecutivas (Figura 1). Durante cada una de las series de SSG se cuantificó la respuesta fisiológica de cada jugador. Antes del comienzo de la primera serie del SSG (T0) y al final de cada una de las series de SSG (T1-T4), a los jugadores se les midió la temperatura timpánica, declararon el esfuerzo percibido de la serie y realizaron 2 esprines de 20 m. No todos los jugadores pudieron participar en las 5 sesiones (5 días consecutivos), por lo que se registraron un total de 36 observaciones (grupo SCI = 15 observaciones, grupo No SCI = 21 observaciones). En ambos grupos, las observaciones registradas correspondieron a aquellos jugadores que al menos participaron en una de las sesiones completas y en la misma, completaron todas las mediciones.

**\*\* Insertar figura 1 aproximadamente aquí\*\***

### *Participantes*

Trece jugadores de BSR de alto nivel (edad  $28,8 \pm 9,2$  años, masa corporal  $75,9 \pm 11,3$  kg, talla sentado  $85,2 \pm 5,8$  cm, experiencia en BSR  $8,4 \pm 7,8$  años) que competían en la Primera División Española de BSR participaron en este estudio. El grupo fue dividido en base a si los jugadores tenían lesión medular (SCI) o no (No SCI) atendiendo a las consideraciones realizadas anteriormente por Iturricastillo et al. (22) (SCI,  $n = 6$ , edad  $27,0 \pm 9,2$  años, masa corporal  $71,1 \pm 5,8$  kg, talla sentado  $79,7 \pm 5,24$  cm, experiencia en BSR  $6,8 \pm 7,8$  años y No SCI,  $n = 7$ , edad  $30,1 \pm 9,3$  años, masa corporal  $79,5 \pm 13,0$  kg, talla sentado  $88,9 \pm 1,6$  cm, experiencia en BSR  $10,0 \pm 7,8$  años). Los criterios de inclusión para la participación en el estudio fueron poseer la licencia de la Federación Española de Deportes para personas con Discapacidad Física (FEDDF), tener la correspondiente clasificación deportiva de la International Wheelchair Basketball Federation (IWBF) y haber completado todas las mediciones del estudio. Los registros de aquellos jugadores que no completaron las cuatro series de SSG o las mediciones de una misma sesión por lesión o algún otro aspecto, fueron excluidos. El estudio cumplió con los criterios establecidos en la Declaración de Helsinki (2013) y fue aprobado por el Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

### *Mediciones*

**Small sided games (SSG):** En cada sesión de SSG se realizaron 4 series de 4 min de duración con una recuperación de 2 min entre cada serie y con un formato de 5 vs 5. Se jugaron en la propia cancha de entrenamiento con unas dimensiones de 28 x 15 m, respetando el protocolo utilizado anteriormente en jugadores de BSR (20) y atendiendo al reglamento de competición de la IWBF (17). Durante las series de SSG el cuerpo técnico alentaba a los jugadores para que la intensidad del juego fuese alta. Con el fin de minimizar cualquier interrupción del juego, los miembros del cuerpo técnico introducían un nuevo balón cuando el balón en juego salía de la cancha. Para asegurar que el nivel de ambos equipos fuese similar, el cuerpo técnico realizó la división atendiendo a la clase funcional, la distribución de SCI y No SCI y el nivel competitivo. A los jugadores no se les permitió ingerir ningún tipo de líquido durante la investigación (49).

**Frecuencia cardíaca durante los SSG:** Durante cada una de las series de los SSG se monitorizó la frecuencia cardíaca (FC) de los jugadores mediante pulsómetros (Polar Team Sport System<sup>®</sup>, Polar Electro Oy, Finlandia) siguiendo el protocolo utilizado en estudios anteriores de BSR (50). En primer lugar, se obtuvieron las variables de frecuencia cardíaca media (FC<sub>med</sub>) y frecuencia cardíaca máxima (FC<sub>max</sub>). Además, se calculó el tiempo transcurrido en distintas zonas de intensidad, utilizadas anteriormente por Iturricastillo et al. (22) en jugadores de BSR y definidas como baja (Z1) (<75% FC<sub>max</sub>), moderada (Z2) (75-85% FC<sub>max</sub>), alta (Z3) (85-95% FC<sub>max</sub>) y máxima (Z4) (>95% FC<sub>max</sub>). Posteriormente, se calculó la carga de cada serie empleando el método Stagno (TRIMP<sub>Stagno</sub>) (38) y el método Edwards (TRIMP<sub>Edwards</sub>) (5), utilizada en estudios previos también en jugadores de BSR (20).

**Temperatura timpánica (Temp):** Al finalizar cada serie del SSG (S1-S4) se registraron los valores de Temp mediante un termómetro (ThermoScan<sup>®</sup> IRT 4520 5, Braun GmbH, Kronberg, Germany) siguiendo el protocolo establecido por Yanci et al. (50) para jugadores de BSR.

**Percepción subjetiva del esfuerzo:** Al finalizar cada una de las series de SSG se pidió a cada jugador que declarase los valores de esfuerzo percibido respiratorio (RPE<sub>res</sub>) y esfuerzo percibido muscular (RPE<sub>mus</sub>) mediante la escala 0-10 de Foster (7) utilizada previamente en jugadores de BSR (20,21). Los valores obtenidos tanto de RPE<sub>res</sub> como de RPE<sub>mus</sub> en cada serie se multiplicaron por los minutos jugados (4 min) con el fin de obtener la carga de entrenamiento percibida (RPE<sub>res</sub>TL y RPE<sub>mus</sub>TL), tal y como se había realizado en estudios previos en jugadores de BSR (20).

**Capacidad de aceleración:** Antes de realizar la primera serie de SSG (T0) y al final de cada una de ellas (T1-T4), los jugadores realizaron 2 esprines máximos de 20 m. Los jugadores se colocaron a una distancia de 0,5 m de la línea de salida y ejecutaron el sprint cuando se sintieron preparados (13). El tiempo invertido en recorrer los 5 m (S5 m) y los 20 m (S20 m) se registraron utilizando fotocélulas (Polifemo Radio Light, Microgate<sup>®</sup>, Bolzano, Italia). Posteriormente se calculó el tiempo parcial de 5-20 m (S5-20 m) de cada sprint. Para el análisis estadístico se utilizó el mejor de los dos registros de cada serie.



### *Análisis estadístico*

Se emplearon métodos estadísticos estándar para el cálculo de la media y desviación estándar (SD) y las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene para determinar la normalidad y homocedasticidad de los datos. Con el fin de conocer las diferencias entre medias tanto en las variables fisiológicas de las distintas series de SSG (S1-S4) como de la capacidad de aceleración en cada momento (T0-T4) se realizó un ANOVA de medidas repetidas con el correspondiente análisis post hoc de Bonferroni. Para conocer las diferencias de medias entre grupos (SCI y No SCI) en las respuestas fisiológicas de cada serie de SSG o en la capacidad de aceleración en cada momento se utilizó la prueba T de Student para muestras independientes. Con el fin de conocer la interacción grupo-momento se utilizó un ANOVA de medidas repetidas de dos factores (grupo x serie de SSG o grupo x momento de test). La magnitud de las diferencias de medias se calculó mediante el tamaño del efecto (d de Cohen) (3). La interpretación cualitativa de los valores obtenidos se realizó de la siguiente forma:  $d < 0,25$ , trivial,  $d = 0,25-0,50$ , pequeño,  $d = 0,5-1,0$ , moderado y  $d > 1,0$ , alto (34). Por otro lado, se utilizó la correlación de Pearson (r) para determinar las correlaciones entre las variables fisiológicas obtenidas por los jugadores en cada serie de SSG y el porcentaje de diferencia en la capacidad de aceleración entre cada test (T0-T4). La interpretación cualitativa de los resultados obtenidos se realizó atendiendo a la siguiente escala:  $r < 0,1$ , trivial;  $r = 0,1-0,3$ , pequeña;  $r = 0,3-0,5$ , moderada;  $r = 0,5-0,7$ , alta;  $r = 0,7-0,9$ , muy alta;  $r > 0,9$ , casi perfecta (16). El análisis estadístico se realizó con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS, versión 26.0 para Windows, Chicago, IL, E.E.U.U). Se utilizó el criterio  $p < 0,05$  para establecer la significación estadística.

## Resultados

En la tabla 1 se exponen los resultados obtenidos por todos los jugadores participantes en las diferentes series de SSG en las variables fisiológicas analizadas (FC, RPE y temperatura timpánica). Con respecto a las diferencias entre series, en la S3 los jugadores obtuvieron una mayor  $FC_{max}$ ,  $FC_{media}$  y  $TRIMP_{Stagno}$  que en la S1 ( $p < 0,01$ ,  $TE = 0,29-0,35$ , pequeño). En la S2 los jugadores declararon un mayor  $RPE_{resTL}$  y  $RPE_{musTL}$  que en la S1 ( $p < 0,01$ ,  $TE = 0,44-0,54$ , pequeño-moderado). Por otro lado, salvo entre la S3 y S4, en el resto de las series los jugadores declararon un mayor  $RPE_{musTL}$  que en las anteriores series ( $p < 0,05$  o  $p < 0,01$ ,  $TE = 0,25-0,67$ , pequeño-moderado). Con respecto a la Temp, los jugadores alcanzaron una mayor Temp en la S4 que en la S1 ( $p < 0,01$ ,  $TE = 0,28$ , pequeño).

**\*\* Insertar tabla 1 aproximadamente aquí\*\***

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos tanto por los jugadores SCI como No SCI en cada serie de SSG en las variables fisiológicas. En cuanto a la FC, el grupo No SCI declaró mayores valores que el grupo SCI en la  $FC_{max}$  y la  $FC_{med}$  en todas las series ( $p < 0,05$ ,  $TE = 0,73-1,39$ , moderado-alto). Sin embargo, los jugadores del grupo SCI declararon mayores valores en  $RPE_{musTL}$  que los jugadores No SCI en todas las series excepto en la S3 y la S4 ( $p < 0,05$ ,  $TE = 0,75-0,82$ , moderado). De forma similar, el  $RPE_{resTL}$  fue mayor en el grupo SCI en comparación con el grupo No SCI en la S4 ( $p < 0,05$ ,  $TE = 0,97$ , moderado). No se observaron diferencias significativas entre el grupo SCI y No SCI en las variables de  $TRIMP_{Stagno}$ ,  $TRIMP_{Edwards}$ , en las distintas zonas de intensidad ni en la temperatura timpánica en ninguna de las series. Con respecto a las diferencias entre series en las variables fisiológica para cada grupo (SCI y No SCI) (Tabla 2), mientras que para el grupo SCI no hubo variaciones significativas entre series en ninguna variable salvo en el  $RPE_{resTL}$  entre la S1 y la S2 ( $p < 0,05$ ,  $TE = 1,06$ , alto), los jugadores del grupo No SCI obtuvieron una mayor  $FC_{med}$  y un mayor  $RPE_{musTL}$  en la S2 con respecto a la S1 ( $p < 0,05$ ,  $TE = 0,29-0,45$ , pequeño), una mayor  $FC_{max}$ ,  $FC_{med}$ ,  $TRIMP_{Stagno}$ , Z2 y  $RPE_{musTL}$  en la S3 con respecto a la S1 ( $p < 0,05$ ,  $TE = 0,42-0,70$ , pequeño-moderado), una mayor  $FC_{max}$  y  $RPE_{musTL}$  en la S4 respecto a la S1 ( $p < 0,05$ ,  $TE = 0,53-0,69$ , moderado) y mayores valores en  $RPE_{musTL}$  en la S3 con respecto a la S2 ( $p < 0,05$ ,  $TE = 0,28$ , pequeño). No se observó ninguna variación significativa ( $p > 0,05$ ) entre series en ninguno de los dos grupos en la temperatura timpánica.

**\*\* Insertar tabla 2 aproximadamente aquí\*\***

En la Tabla 3 se exponen los resultados obtenidos por todos los jugadores en la capacidad de aceleración (S5 m, S20 m y S5-20 m) en cada uno de los registros realizados antes o después de los SSGs (T0-T4). Se observó una pérdida de rendimiento en el S5 m, en el S20 m y en el S5-20 m en el T3 con respecto al T0 ( $p < 0,05$ , TE = 0,16-0,18, trivial) y en el S5 m en el T4 con respecto al T0 ( $p < 0,05$ , TE = 0,13, trivial).

**\*\* Insertar tabla 3 aproximadamente aquí\*\***

En la tabla 4 se exponen los resultados de la capacidad de aceleración en cada uno de los test realizados (T0-T4) tanto para el grupo de jugadores SCI como para el grupo No SCI. El grupo SCI tuvo un peor rendimiento en S5 m, S20 m y S5-20 m en comparación con el grupo No SCI en todos los momentos analizados ( $p < 0,01$ , TE = 1,52-2,12, alto). Con respecto a la pérdida de rendimiento en la capacidad de aceleración entre los test, mientras que para el grupo No SCI no se observó ninguna variación significativa en la capacidad de aceleración, el grupo SCI mostro una pérdida de rendimiento tanto en S20 m como en S5-20 m en el T2 y en el T3 con respecto al T0 ( $p < 0,05$ , TE = 0,28-0,35, pequeño).

**\*\* Insertar tabla 4 aproximadamente aquí\*\***

Con respecto a las correlaciones de todos los participantes juntos entre las variables fisiológicas de cada serie de SSG y la variación de la capacidad de aceleración, se observó una correlación significativa entre la Dif (%) S5 m en el T0-T1 y el tiempo transcurrido en Z3 en la S1 ( $r = 0,43$ ,  $p < 0,05$ , moderada), entre la Dif (%) S5 m en el T2-T3 con el Z3 en el S3 ( $r = -0,38$ ,  $p < 0,05$ , moderada) y entre la Dif (%) S5 m en T3-T4 y la  $FC_{max}$  y el tiempo en Z4 en la S4 ( $r = 0,36$  a  $-0,38$ ,  $p < 0,05$ , moderada). Por otro lado, se observó una única correlación entre la Dif (%) en S20 m en el T0-T1 y el tiempo transcurrido en Z3 en el S1 ( $r = 0,42$ ,  $p < 0,05$ , moderada). No se obtuvo ninguna correlación significativa entre la Dif (%) en el S5-20 m y las variables de las series SSG. Sin embargo, en el análisis de las correlaciones diferenciado en función de los grupos SCI y No SCI, para el grupo SCI se observaron correlaciones entre el  $RPE_{res TL}$  total (suma de S1-S4 y la Dif (%) en S5 m entre el T0 y el T4 ( $r = 0,72$ ,  $p < 0,01$ , alta) (Figura 2A) o la Dif (%) en S20 m entre el T0 y el T4 ( $r = 0,66$ ,  $p < 0,05$ , alta) (Figura 2C). Contrariamente, para el grupo No SCI no se observó ninguna correlación significativa (Figuras 2B y 2D).

**\*\* Insertar Figura 2 aproximadamente aquí\*\***

## **Discusión**

Los objetivos del presente estudio fueron describir la respuesta fisiológica en una tarea de SSG, analizar la pérdida de rendimiento neuromuscular después de las distintas series de SSG y conocer la asociación existente entre la respuesta fisiológica en las diferentes series del SSG y la pérdida de rendimiento neuromuscular en jugadores de alto nivel de BSR con y sin SCI. Teniendo en cuenta que hasta el momento no se ha publicado ningún trabajo en el que se haya analizado la variación del rendimiento neuromuscular entre series de un SSG en jugadores de BSR y tampoco si esa variación es distinta para jugadores SCI y No SCI, esta investigación puede aportar resultados novedosos para los entrenadores y preparadores físicos. Este conocimiento podría permitir conocer la fatiga neuromuscular que provocan los SSG de forma diferenciada para jugadores SCI y No SCI, así como aportar información a los entrenadores para que puedan conocer cómo modular las cargas de entrenamiento en tareas de SSG en base a los objetivos establecidos por el cuerpo técnico.

Algunos estudios anteriores han expuesto que los jugadores de BSR con SCI y No SCI, debido a las características de la lesión, pueden tener una respuesta fisiológica distinta al ejercicio (22,26,33,50). Por ese motivo, puede ser relevante conocer la evolución de la respuesta fisiológica entre series de un SSG de forma diferenciada entre jugadores SCI y No SCI. Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que los jugadores No SCI obtuvieron valores más altos de  $FC_{max}$  y  $FC_{med}$  en todas las series (S1-S4) en comparación con el grupo SCI. Estos resultados son similares a los reportados previamente por Iturricastillo et al. (22) en jugadores de BSR en SSG y por Marzallek et al. (26) en jugadores de BSR en situación de partido. Sin embargo, a pesar de que en las variables de FC absolutas ( $FC_{max}$  y  $FC_{med}$ ) los jugadores No SCI obtuvieron valores más altos que los jugadores SCI, en el presente estudio no se encontraron diferencias en los valores de FC relativa ( $TRIMP_{Stagno}$ ,  $TRIMP_{Edwards}$  y distintas zonas de intensidad) entre jugadores SCI y No SCI en ninguna serie. Por otro lado, el  $RPE_{musTL}$  fue mayor para el grupo SCI en la S1 y S2 respecto al grupo No SCI y el  $RPE_{resTL}$  también fue mayor en el grupo SCI en la S4 con respecto al grupo No SCI. Estos resultados coinciden con

los resultados obtenidos por Iturricastillo et al. (22) en una tarea de SSG donde también observaron que a pesar de que la respuesta fisiológica medida mediante variables absolutas era mayor en el grupo No SCI, no había diferencias en las variables relativas, y que los jugadores con SCI declaraban mayores esfuerzos percibidos. Teniendo en cuenta que anteriores estudios han descrito que el deterioro del sistema nervioso simpático que presentan los jugadores con SCI limita el control del flujo sanguíneo regional y el gasto cardíaco y que la frecuencia cardíaca máxima de los jugadores con SCI puede reducirse considerablemente (12), es posible que los indicadores de FC absolutos no reflejen fielmente el esfuerzo realizado por los jugadores (22). Los resultados del presente estudio ponen de manifiesto que la respuesta de la FC en las variables relativas fue similar para el grupo SCI y No SCI, he incluso en algunas series el esfuerzo percibido (especialmente la muscular) fue mayor en el grupo SCI. Por lo tanto, los entrenadores deberían considerar cuantificar las respuestas de los jugadores de BSR en tareas de SSG mediante variables de FC relativas o mediante el esfuerzo percibido ya que pueden permitir un registro más adecuado.

Por otro lado, con respecto a la evolución de las respuestas fisiológicas de los jugadores entre las distintas series del SSG, los resultados del presente estudio mostraron que mientras que en los jugadores del grupo SCI no se observaron diferencias en la respuesta fisiológica entre series, los jugadores No SCI aumentaron los valores de  $FC_{max}$  en la S3 y S4 con respecto a S1, de  $FC_{med}$  en la S2 y S3 con respecto a la S1, de  $TRIMP_{stagn}$  en la S3 con respecto a la S1 y de  $RPE_{mus TL}$  en la S2, S3 y S4 con respecto a la S1 y en la S3 con respecto a la S2. Estos resultados, coinciden parcialmente con los resultados obtenidos por Iturricastillo et al. (22) en jugadores de BSR en SSG, quienes observaron que la respuesta cardiaca absoluta no variaba en el grupo de SCI tras las diferentes series de SSG, mientras que el grupo No SCI mostraba diferencias significativas entre la S1 y las demás series en  $FC_{max}$  y  $FC_{med}$ . Estudios anteriores han expuesto que los jugadores con mayor afectación tienen una menor participación en el juego de BSR (11,36,44). Por lo tanto, es posible que los jugadores SCI, debido a su mayor limitación funcional, hayan tenido una menor contribución en el juego, por lo que la respuesta fisiológica haya sido más constante entre series. Sin embargo, los jugadores No SCI (jugadores con menor limitación funcional) puede que hayan tenido un papel más activo en el desarrollo de la tarea, realizando la mayor parte de acciones relevantes y por tanto aumentando el esfuerzo realizado y produciéndose un incremento en algunas de las variables analizadas. No obstante, no está claro si la evolución del esfuerzo es distinta en los grupos, ya que en este estudio no se analizó la respuesta física de los jugadores (carga externa) y que no en todas las variables analizadas la

evolución fue igual. Por lo tanto, son necesarios más estudios al respecto que determinen este aspecto.

Algunas investigaciones anteriores exponen que la capacidad de esprint es una capacidad relevante para el rendimiento en BSR (6,46). De la misma forma, algunos investigadores han descrito que la capacidad de esprint, junto con otras capacidades, puede estar condicionada por la funcionalidad de los deportistas con discapacidad. En esta línea, diferentes autores han comprobado que aquellos jugadores de BSR con menor afectación tienen una mayor capacidad de sprint (9,31,37,40), además de tener una mayor capacidad de generar fuerza con las extremidades superiores (2,37,49). Los resultados del presente coinciden con los estudios anteriores ya que muestran que los jugadores No SCI tienen una mejor capacidad de esprint (S5, S20 y S5-20 m) que los SCI en todos los momentos (T0-T4). Aunque varios estudios anteriores han analizado la influencia de la clase funcional en la capacidad de esprintar en jugadores con BSR obteniéndose resultados contradictorios (2,6,27,40,46,49) una de las principales novedades del presente estudio es el análisis de las diferencias en la capacidad de esprint no en función de la clase funcional sino de tener o no SCI. Las diferencias encontradas entre los jugadores SCI y No SCI en el presente estudio pueden ser debidas a que los jugadores con SCI, debido a la propia afectación funcional, tienen una capacidad funcional menor, tienen limitado el movimiento del tronco (35) y de las extremidades superiores (24) y presentan una menor capacidad de generar fuerza de agarre y potencia en las extremidades superiores (9); capacidades que han podido condicionar su capacidad de sprint (43). Teniendo en cuenta que la capacidad de esprint es relevante para el rendimiento en BSR, resulta necesario implementar programas de entrenamiento especialmente en jugadores con SCI, ya que parecen tener un peor desempeño en esta capacidad.

A pesar de que algún estudio previo ha analizado la pérdida de rendimiento neuromuscular tras realizar una tarea de SSG (20), hasta el momento ningún estudio ha analizado la pérdida de rendimiento después de cada serie de SSG, ni tampoco si ésta pérdida es distinta para jugadores SCI y No SCI. Los resultados del presente estudio muestran que en los jugadores No SCI no se produjo una pérdida en la capacidad de esprint entre las distintas series de SSG (T0-T4). Sin embargo, en los jugadores SCI se observó un descenso en la capacidad de esprint (S20 y S5-20 m) en T2 y T3 con respecto a T0. Estos resultados parecen evidenciar que en el grupo SCI el acúmulo de series de SSG puede provocar una importante fatiga neuromuscular, con el consiguiente descenso de la capacidad de esprintar. Esta fatiga neuromuscular puede estar

explicada por el hecho de que el grupo SCI, durante las series de SSG, declaró valores significativamente más altos de  $RPE_{mus}TL$  que el grupo No SCI en todas las series. Posiblemente, el esfuerzo muscular relativo que deben hacer los jugadores SCI en las series de SSG puede generar una mayor fatiga muscular que a los jugadores No SCI. Una posible explicación de esta mayor fatiga neuromuscular de los jugadores SCI puede ser la de que los jugadores con SCI, debido a la menor estabilidad y movilidad de tronco y de las extremidades inferiores pueda provocar una mayor demanda muscular de las extremidades superiores a la hora de propulsar la silla de ruedas en comparación con aquellos sin SCI (32), aspecto que puede provocar una mayor fatiga periférica de las extremidades superiores. En la misma línea, otra de las posibles explicaciones de la mayor pérdida de rendimiento neuromuscular en los jugadores SCI puede deberse a que en este grupo de jugadores se produce una disfunción del sistema nervioso autónomo que repercute negativamente en el rendimiento físico de los deportistas por consecuencia de la fatiga (23). Estas alteraciones fisiológicas propias de la lesión dan lugar a que la presión arterial en reposo sea baja y a que, en combinación con la intolerancia ortostática, desacelere el flujo sanguíneo al músculo esquelético, acelerando la fatiga muscular prematura (47). Otro de los aspectos descritos en la literatura científica que podrían explicar la mayor fatiga observada en los jugadores SCI podría ser el hecho de que las personas con SCI presentan un deterioro en la capacidad de termorregulación (14) y el aumento de la temperatura corporal podría provocar una mayor fatiga (48). Sin embargo, en nuestro estudio, posiblemente este aspecto no haya influido en la mayor pérdida de rendimiento neuromuscular ya que en ninguno de los dos grupos se produjo un aumento de temperatura timpánica entre series de SSG. Los entrenadores de equipos de BSR deberían de tener en cuenta, a la hora de planificar las tareas de SSG, que la fatiga neuromuscular puede ser mayor en jugadores SCI con respecto a los No SCI, por lo que podría ser interesante modular las cargas de forma diferente o enfatizar en la recuperación neuromuscular de los jugadores SCI tras las tareas de SSG.

El análisis diferenciado por grupos SCI y No SCI de las correlaciones entre la respuesta fisiológica de las series y la pérdida de rendimiento también apoya la idea de la mayor fatiga neuromuscular encontrada en los jugadores SCI. Mientras que en los jugadores No SCI no se observó ninguna correlación significativa entre la respuesta fisiológica en las series de SSG y la pérdida de rendimiento en la capacidad de esprint, para el grupo SCI se observaron correlaciones entre el  $RPE_{res}TL$  total (suma de S1-S4) y la Dif (%) en S5 m entre el T0 y el T4 o la Dif (%) en S20 m entre el T0 y el T4. Aunque esta correlación no se produjo con el  $RPE_{mus}TL$ , los jugadores con SCI que más carga percibida declararon fueron los jugadores que

más pérdida de rendimiento neuromuscular mostraron. En esta línea, Iturricastillo et al. (20) observaron que existía una relación entre las variables fisiológicas de concentración de lactato en sangre y temperatura timpánica respecto a la pérdida de rendimiento neuromuscular en jugadores de BSR. Posiblemente, los jugadores con SCI que más  $RPE_{resTL}$  declaran hayan tenido un papel mucho más activo en el juego, a pesar de las limitaciones funcionales. Este aspecto ha podido generar una mayor fatiga central y periférica que puede manifestarse en la pérdida de rendimiento en la capacidad de esprint después de las series de SSG. Teniendo en cuenta que en la literatura existen muy pocos trabajos al respecto y que los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron una asociación entre la pérdida de rendimiento neuromuscular y el  $RPR_{resTL}$  pero no con el  $RPE_{musTL}$ , son necesarios más estudios que se centren en el análisis de estas asociaciones.

A pesar de que el presente estudio se ha realizado con una rigurosa metodología, este estudio no está exento de limitaciones. Aunque la muestra de este estudio esté formada con deportistas de alto nivel y el número de participantes sea similar a otros estudios (19,22,50), el número de jugadores participantes es reducido. Por lo tanto, en un futuro sería interesante poder hacer estudios con un mayor número de jugadores de BSR o de otras modalidades deportivas. Por otra parte, en el presente estudio no se ha cuantificado la carga externa de los SSG por lo que podría ser interesante complementar la cuantificación de la carga interna con el análisis de la carga externa en futuras investigaciones.



## **APLICACIONES PRÁCTICAS**

El presente trabajo confirma que existen diferencias en la respuesta fisiológica de los jugadores con SCI respecto a los No SCI en tareas de SSG. En este sentido, una de las principales conclusiones de este trabajo es que los entrenadores deberían considerar cuantificar el entrenamiento mediante FC relativa en combinación con el esfuerzo percibido, dado que no se han observado diferencias entre grupos en los valores relativos de FC, mientras que en los absolutos la respuesta de los SCI fue menor en todas las series junto a una mayor percepción del esfuerzo. Por otro lado, se ha observado que la respuesta fisiológica aumenta tras las distintas series para el grupo No SCI, mientras que los SCI no mostraron diferencias significativas. Aun así, son necesarios más estudios que analicen estas diferencias, ya que en este trabajo no se incluyeron variables de carga externa y la evolución de la respuesta fisiológica no fue igual en todas las variables. En cuanto a la capacidad de esprint, teniendo en cuenta la relevancia que tiene en el desempeño del juego, este estudio sugiere que es necesario implantar entrenamientos específicos para la mejora de esta cualidad en personas con SCI, dado que han demostrado tener menor rendimiento respecto a No SCI. En esta línea, parece ser que las tareas de SSG son más demandantes para los SCI, creándoles una mayor fatiga neuromuscular, dado que solamente se ha observado una pérdida en la capacidad de esprint en aquellos con SCI. Por lo tanto, dado que los jugadores con SCI presentan una mayor fatiga neuromuscular tras realizar tareas de SSG, estos resultados pueden ser útiles para los entrenadores a la hora de planificar los entrenamientos y modular las cargas, al igual que considerar enfatizar la recuperación neuromuscular en los jugadores con SCI.

## **AGRADECIMIENTOS**

No se recibió financiación externa para esta investigación. Los autores queremos agradecer a los jugadores su participación en este estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bloxham, LA, Bell, GJ, Bhambhani, Y, y Steadward, RD. Time motion analysis and physiological profile of Canadian World Cup wheelchair basketball players. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 10: 183–198, 2001.
2. Cavedon, V, Zancanaro, C, y Milanese, C. Physique and performance of young wheelchair basketball players in relation with classification. *PLoS ONE*, 10: e0143621, 2015.
3. Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York, NY: Academic Press, 1988.
4. Croft, L, Dybrus, S, Lenton, J, Goosey-Tolfrey, V. A comparison of the physiological demands of wheelchair basketball and wheelchair tennis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5: 301–315, 2010.
5. Edwards, S. *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press, 1993.
6. Ferro, A, Villacieros, J, y Pérez-Tejero, J. Sprint performance of elite wheelchair basketball players: applicability of a laser system for describing the velocity curve. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 33: 358–373, 2016.
7. Foster, C, Florhaug, J, Franklin, J, Gottschall, L, Hrovatin, LA, Parker, Z, y Dodge, C. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15: 109–115, 2001.
8. Gee, CM, Currie, KD, Phillips, AA, Squair, JW, y Krassioukov, AV. Spinal cord injury impairs cardiovascular capacity in elite wheelchair rugby athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1, 2017.
9. Gil, SM, Yanci, J, Otero, M, Olasagasti, J, Badiola, A, Bidaurrezaga-Letona, I, Iturricastillo, A, y Granados, C. The functional classification and field test performance in wheelchair basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 46: 219–230, 2015.
10. Gil-Agudo, A, Del Ama-Espinosa, A, y Crespo-Ruiz, B. Wheelchair basketball quantification. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 21: 141-56, 2010.
11. Gómez, AM, Molik, B, Morgulec-Adamowicz, N, y Szyman, JR. Performance analysis of elite women's wheelchair basketball players according to team-strength, playing-time and players' classification. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15: 268–283, 2015.
12. Goosey-Tolfrey, VL, y Leicht, CA. Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43: 77–91, 2013.

13. Granados, C, Yanci, J, Badiola, A, Iturricastillo, A, Otero, M, Olasagasti, J., Bidaurreazaga-Letona, I, y Gil, SM. Anthropometry and performance in wheelchair basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29: 1812–1820, 2015.
14. Griggs, KE. Thermoregulatory issues for paralympic athletes. *Juntendo Medical Journal*, 64: 13–16, 2018.
15. Halouani, J, Chtourou, H, Gabbett, T, Chaouachi, A, y Chamari, K. Small-sided games in team sports training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28: 3594–3618, 2014.
16. Hopkins, WG, Marshall, SW, Batterham, AM, y Hanin, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41: 3–13, 2009.
17. International Wheelchair Basketball Federation. *Official player classification manual*. Winnipeg, MB: International Wheelchair Basketball Federation, 2021.
18. Iturricastillo, A, Yanci, J, Barrenetxea, I, y Granados, C. Game intensity analysis of wheelchair basketball players during play-off matches. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 30: 54–58, 2016a.
19. Iturricastillo, A, Garcia-Tabar, I, Reina, R, Garcia-Fresneda, A, Carmona, G, Perez-Tejero, J, y Yanci, J. The influence of upper limb muscle strength on the repeated change in wheelchair basketball ability internationally. *Research in Sport Medicine*, 17: 1-17, 2021.
20. Iturricastillo, A, Yanci, J, y Granados, C. Neuromuscular responses and physiological changes during small-sided games in wheelchair basketball. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 35: 20–35, 2017.
21. Iturricastillo, A, Yanci, J, Granados, C, y Goosey-Tolfrey, VL. Quantifying wheelchair basketball match load: A comparison of heart rate and perceived exertion methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11; 508–514, 2016c.
22. Iturricastillo, A, Yanci, J, Los Arcos, A, y Granados, C. Physiological responses between players with and without spinal cord injury in wheelchair basketball small-sided games. *Spinal Cord*, 54: 1152–1157, 2016b.
23. Krassioukov, A, y West, C. The role of autonomic function on sport performance in athletes with spinal cord injury. *PM&R*, 6: 58-65, 2014.
24. Lu, X, Battistuzzo, CR, Zoghi, M, y Galea, MP. Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 29: 3–13, 2014
25. Marszalek, J, Gryko, K, Prokopowicz, G, Kosmol, A, Mroz, A, Morgulec-Adamowicz, N, y Molik, B. The physiological response of athletes with impairments in wheelchair basketball game. *Human Movement*, 20: 1–7, 2019a.

26. Marszałek, J, Gryko, K, Kosmol, A, Morgulec-Adamowicz, N, Mróz, A, y Molik, B. Wheelchair basketball competition heart rate profile according to players' functional classification, tournament level, game type, game quarter and playing time. *Frontiers in Psychology*, 10: 773, 2019c.
27. Marszałek, J, Kosmol, A, Morgulec-Adamowicz, N, Mróz, A, Gryko, K, Klavina, A, Suckas, K, Navia, JA, y Molik B. Laboratory and non-laboratory assessment of anaerobic performance of elite male wheelchair basketball athletes. *Frontiers in Psychology*, 10: 514, 2019b.
28. Mason, BS, van der Slikke, RMA, Hutchinson, MJ, Berger, MAM, y Goosey-Tolfrey, VL. (2018). The effect of small-sided game formats on physical and technical performance in wheelchair basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13: 891–896, 2018.
29. Molik, B, Kosmol, A, Morgulec–Adamowicz, N, Laskin, JJ, Jezior, T, y Patrzalek, M. Game efficiency of elite female wheelchair basketball players during World Championships (Gold Cup) 2006. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 2: 26–38, 2009.
30. Molik, B, Laskin, JJ, Kosmol, A, Marszałek, J, Morgulec-Adamowicz, N, y Frick, T. Relationships between anaerobic performance, field tests, and functional level of elite female wheelchair basketball athletes. *Human Movement*, 14: 366–371, 2013.
31. Molik, B, Laskin, JJ, Kosmol, A, Skucas, K, y Bida, U. Relationship between functional classification levels and anaerobic performance of wheelchair basketball athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81: 69–73, 2010.
32. Mulroy, SJ, Farrokhi, S, Newsam, CJ, y Perry, J. Effects of spinal cord injury level on the activity of shoulder muscles during wheelchair propulsion: an electromyographic study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85: 925–934, 2004.
33. Pérez, J., Rabadán, M., Pacheco, J.L., and Sampedro, J. Heart rate assessment during wheelchair basketball competition: its relationship with functional classification and specific training design. In: *Sport for Persons with a Disability. Perspective*. C. Higgs, and Y. C. Vanlandewijck, eds. Berlin: ICSSPE, 2007. pp. 151-174.
34. Rhea, MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18: 918–920, 2004.
35. Serra-Añó, P, Pellicer-Chenoll, M, Garcia-Massó, X, Brizuela, G, García-Lucerga, C, y González, LM. Sitting balance and limits of stability in persons with paraplegia. *Spinal Cord*, 51: 267–272, 2012.

36. Skucas, K, Stonkus, S, Molik, B, y Skucas, V. Evaluation of wheelchair basketball skill performance of wheelchair basketball players in different game positions. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 4: 65-69, 2009.
37. Soylu, Ç, Yıldırım, NÜ, Akalan, C, Akinoğlu, B, y Kocahan, T. The relationship between athletic performance and physiological characteristics in wheelchair basketball athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1–12, 2020.
38. Stagno, K.M, Thatcher, R, y van Someren, KA. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25: 629–634, 2007.
39. Starczewski, M, y Molik, B. Selected anaerobic capacity parameters regard to paracanoe functional classification. *Advances in Rehabilitation*, 28: 31–35, 2014.
40. Tachibana, K, Mutsuzaki, H, Shimizu, Y, Doi, T, Hotta, K, y Wadano, Y. Influence of functional classification on skill tests in elite female wheelchair basketball athletes. *Medicina*, 55: 740, 2019.
41. Taylor, J. A Tactical metabolic training model for collegiate basketball. *Strength and Conditioning Journal*, 26: 22-29, 2004.
42. Theisen, D. Cardiovascular determinants of exercise capacity in the Paralympic athlete with spinal cord injury. *Experimental Physiology*, 97: 319–324, 2012.
43. Vanlandewijck, YC, Theisen, D, y Daly, D. Wheelchair propulsion biomechanics: implications for wheelchair sports. *Sports Medicine*, 31: 339–367, 2001.
44. Vanlandewijck, Y, Evaggelinou, C, Daly, D, Verellen, J, van Houtte, S, Aspeslagh, V, Hendrickx, R, Piessens, T, y Zwakhoven, B. The relationship between functional potential and field performance in elite female wheelchair basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 22: 668–675, 2004.
45. Veltmeijer, MT, Pluim, B, Thijssen, DH, Hopman, MT, y Eijsvogels, TM. Thermoregulatory responses in wheelchair tennis players: a pilot study. *Spinal Cord*, 52: 373–377, 2014.
46. Villacieros, J, Pérez-Tejero, J, Garrido, G, Grams, L, López-Illescas, Á, y Ferro, A. Relationship between sprint velocity and peak moment at shoulder and elbow in elite wheelchair basketball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17: 6989, 2020.
47. Walter, M, y Krassioukov, AV. Autonomic nervous system in Paralympic athletes with spinal cord injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 29: 245–266, 2018.

48. West, DJ, Cook, C.J, Beaven, M, y Kilduff, LP. The influence of the time of day on core temperature and lower body power output in elite rugby union sevens players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28: 1524-1528, 2014.
49. Yanci, J, Granados, C, Otero, M, Badiola, A, Olasagasti, J, Bidaurrezaga-Letona, I, Iturricastillo, A, y Gil, S.M. Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. *Biology of Sport*, 32: 71–78, 2015.
50. Yanci, J, Iturricastillo, A, y Granados, C. Heart rate and body temperature response of wheelchair basketball players in small-sided games. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14: 535–544, 2014.

## TABLAS

**Tabla 1.** Resultados de las respuestas fisiológicas de todos los jugadores en las diferentes series de juegos reducidos (SSG).

	FC <sub>max</sub> (ppm)	FC <sub>media</sub> (ppm)	Z1 (min)	Z2 (min)	Z3 (min)	Z4 (min)	TRIMP <sub>Stagno</sub> (AU)	TRIMP <sub>Edwards</sub> (AU)	RPE <sub>res</sub> TL (AU)	RPE <sub>mus</sub> TL (AU)	Temp (°C)
SSG S1	167,19 ± 11,74	154,13 ± 12,54	0,32 ± 0,33	1,35 ± 1,10	1,77 ± 0,94	0,54 ± 0,89	13,11 ± 3,32	16,53 ± 1,86	32,78 ± 19,39	21,38 ± 8,86	36,80 ± 0,63
SSG S2	169,50 ± 12,47	156,38 ± 12,04	0,23 ± 0,22	1,23 ± 1,08	1,76 ± 0,93	0,77 ± 1,16	13,88 ± 3,37	16,86 ± 1,70	24,81 ± 7,25	25,13 ± 7,97	36,82 ± 0,69
SSG S3	170,78 ± 12,80	158,22 ± 11,82	0,26 ± 0,34	0,94 ± 0,83	1,93 ± 0,99	0,87 ± 1,16	14,27 ± 3,34	17,08 ± 1,80	26,13 ± 6,60	27,13 ± 7,89	36,87 ± 0,64
SSG S4	170,03 ± 11,79	157,03 ± 11,68	0,27 ± 0,42	1,01 ± 0,96	1,87 ± 1,00	0,84 ± 1,03	14,02 ± 3,45	17,03 ± 1,90	26,06 ± 7,08	27,13 ± 8,17	36,97 ± 0,59
TE S1 vs. S2	0,19	0,18	0,33	0,11	0,01	0,22	0,23	0,19	0,54**	0,44**	0,04
TE S1 vs. S3	0,29**	0,34**	0,21	0,42	0,17	0,32	0,35**	0,30	0,46	0,69**	0,11
TE S1 vs. S4	0,24	0,24	0,14	0,32	0,11	0,32	0,27	0,27	0,46	0,67**	0,28**
TE S2 vs. S3	0,10	0,15	0,08	0,30	0,18	0,09	0,12	0,12	0,19	0,25**	0,07
TE S2 vs. S4	0,04	0,06	0,11	0,21	0,12	0,07	0,04	0,09	0,17	0,25*	0,23
TE S3 vs. S4	0,06	0,10	0,04	0,08	0,06	0,02	0,07	0,03	0,01	0,00	0,16

FC<sub>max</sub> = frecuencia cardíaca máxima alcanzada; FC<sub>media</sub> = frecuencia cardíaca media; Z1 = zona de frecuencia cardíaca 1 (>75% de la FC<sub>max</sub>); Z2 = zona de frecuencia cardíaca 2 (75-85% de la FC<sub>max</sub>); Z3 = zona de frecuencia cardíaca 3 (85-95% de la FC<sub>max</sub>); Z4 = zona de frecuencia cardíaca 4 (<95% de la FC<sub>max</sub>); TRIMP<sub>Stagno</sub> = carga Stagno; TRIMP<sub>Edwards</sub> = carga Edwards; RPE<sub>res</sub>TL = carga percibida respiratoria; RPE<sub>mus</sub>TL = carga percibida muscular; Temp = Temperatura timpánica; S = serie de SSG; TE = tamaño del efecto. \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 diferencias significativas entre series.

**Tabla 2.** Resultados de las respuestas fisiológicas de los jugadores con lesión medular (SCI) y sin lesión medular (No SCI) en las diferentes series de juegos reducidos (SSG).

		FC <sub>max</sub> (ppm)	FC <sub>media</sub> (ppm)	Z1 (min)	Z2 (min)	Z3 (min)	Z4 (min)	TRIMP <sub>Stagno</sub> (AU)	TRIMP <sub>Edwards</sub> (AU)	RPE <sub>res</sub> TL (AU)	RPE <sub>mus</sub> TL (AU)	Temp (°C)
SSG S1	SCI	161,00 ± 14,50	148,67 ± 14,85	0,31 ± 0,31	1,19 ± 1,08	2,13 ± 1,01	0,39 ± 0,65	13,19 ± 2,60	16,62 ± 1,46	40,58 ± 16,08	25,67 ± 6,08	36,87 ± 0,51
	No SCI	170,90 ± 8,03	157,40 ± 9,94	0,33 ± 0,34	1,44 ± 1,13	1,54 ± 0,85	0,63 ± 1,01	13,06 ± 3,75	16,47 ± 2,09	28,10 ± 20,05	18,80 ± 9,39	36,75 ± 0,71
	Dif. SCI vs No SCI	0,91*	0,73 *	0,06	0,22	0,65	0,27	0,01	0,08	0,67	0,82*	0,19
SSG S2	SCI	163,08 ± 15,75	150,17 ± 14,86	0,17 ± 0,14	1,44 ± 1,18	1,76 ± 0,97	0,63 ± 0,99	13,54 ± 3,18	16,94 ± 1,56	27,83 ± 5,56	28,67 ± 3,75	36,89 ± 0,63
	No SCI	173,35 ± 8,29	160,10 ± 8,37	0,27 ± 0,25	1,11 ± 1,02	1,76 ± 0,92	0,85 ± 1,26	14,09 ± 3,55	16,82 ± 1,82	27,83 ± 7,66	23,00 ± 9,10	36,77 ± 0,74
	Dif SCI vs No SCI	0,89*	0,89*	0,45	0,31	0,00	0,00	0,05	0,07	0,69	0,75*	0,11
SSG S3	SCI	161,50 ± 13,38	150,50 ± 11,93	0,15 ± 0,17	1,16 ± 1,04	2,13 ± 0,96	0,56 ± 0,81	13,73 ± 2,96	16,91 ± 1,59	28,83 ± 3,95	30,00 ± 2,26	36,83 ± 0,68
	No SCI	176,35 ± 8,76	162,85 ± 9,25	0,32 ± 0,40	0,81 ± 0,68	1,82 ± 1,01	1,06 ± 1,31	14,60 ± 3,58	17,19 ± 1,94	24,50 ± 7,39	25,40 ± 9,49	36,90 ± 0,63
	Dif SCI vs No SCI	1,39**	1,20**	0,48	0,42	0,31	0,43	0,08	0,15	0,68	0,60	0,10
SSG S4	SCI	161,83 ± 13,53	150,08 ± 13,86	0,19 ± 0,29	1,09 ± 1,05	2,00 ± 1,09	0,71 ± 0,98	13,61 ± 3,43	16,88 ± 1,83	30,00 ± 4,59	30,17 ± 4,04	36,96 ± 0,66
	No SCI	174,95 ± 7,27	161,20 ± 7,90	0,31 ± 0,49	0,96 ± 0,93	1,80 ± 0,96	0,92 ± 1,08	14,27 ± 3,52	17,11 ± 1,98	23,70 ± 7,35	25,30 ± 9,50	36,98 ± 0,54
	Dif SCI vs No SCI	1,31**	1,06**	0,28	0,13	0,20	0,21	0,07	0,12	0,97*	0,61	0,03
TE S1 vs. S2	SCI	0,14	0,10	0,57	0,21	0,38	0,30	0,12	0,21	1,06*	0,59	0,05
	No SCI	0,30	0,29*	0,21	0,31	0,24	0,19	0,28	0,18	0,34	0,45**	0,03
TE S1 vs. S3	SCI	0,04	0,14	-0,62	-0,03	-0,01	0,24	0,20	0,19	1,00	0,94	-0,06
	No SCI	0,65**	0,57**	0,04	0,68*	0,29	0,36	0,42**	0,35	0,24	0,70**	0,22
TE S1 vs. S4	SCI	0,06	0,10	0,39	0,09	0,13	0,39	0,35	0,16	-0,89	0,87	0,16
	No SCI	0,53*	0,42	0,04	0,46	0,28	0,28	0,33	0,32	0,29	0,69**	0,36
TE S2 vs. S3	SCI	0,11	0,02	0,12	0,25	0,38	0,08	0,06	0,02	0,21	0,43	0,09
	No SCI	0,35	0,31	0,14	0,34	0,06	0,16	0,14	0,19	0,20	0,26*	0,18
TE S2 vs. S4	SCI	0,09	0,01	0,10	0,31	0,23	0,08	0,02	0,03	0,43	0,38	0,11
	No SCI	0,21	0,14	0,12	0,15	0,04	0,06	0,05	0,15	0,09	0,25	0,32
TE S3 vs. S4	SCI	0,02	0,03	0,10	0,06	0,12	0,16	0,04	0,01	0,27	0,05	0,19
	No SCI	0,17	0,19	0,00	0,19	0,02	0,11	0,09	0,04	0,11	0,01	0,14

FC<sub>max</sub> = frecuencia cardíaca máxima alcanzada; FC<sub>media</sub> = frecuencia cardíaca media; Z1 = zona de frecuencia cardíaca 1 (>75% de la FC<sub>max</sub>); Z2 = zona de frecuencia cardíaca 2 (75-85% de la FC<sub>max</sub>); Z3 = zona de frecuencia cardíaca 3 (85-95% de la FC<sub>max</sub>); Z4 = zona de frecuencia cardíaca 4 (<95% de la FC<sub>max</sub>); TRIMP<sub>Stagno</sub> = carga Stagno; TRIMP<sub>Edwards</sub> = carga Edwards; RPE<sub>res</sub>TL = carga percibida respiratoria; RPE<sub>mus</sub>TL = carga percibida muscular; Temp = Temperatura timpánica; S = serie de SSG; TE = tamaño del efecto. \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 diferencias significativas entre SCI y No SCI o entre series.



**Tabla 3.** Resultados de la capacidad de aceleración en cada uno de los test realizados (T0, T1, T2, T3 y T4) para el total de participantes y observaciones.

	T0	T1	T2	T3	T4	TE T0 vs T1	TE T0 vs T2	TE T0 vs T3	TE T0 vs T4	TE T1 vs. T2	TE T1 vs. T3	TE T1 vs. T4	TE T2 vs. T3	TE T2 vs. T4	TE T3 vs. T4
S5 m (s)	1,82 ± 0,18	1,84 ± 0,19	1,84 ± 0,20	1,85 ± 0,18	1,84 ± 0,17	0,12	0,012	0,16**	0,13*	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,03
S20 m (s)	5,44 ± 0,44	5,48 ± 0,52	5,49 ± 0,51	5,52 ± 0,48	5,50 ± 0,45	0,09	0,11	0,18**	0,13	0,02	0,08	0,04	0,06	0,01	0,05
S5-20 m (s)	3,62 ± 0,30	3,64 ± 0,36	3,65 ± 0,35	3,67 ± 0,34	3,65 ± 0,32	0,06	0,10	0,17*	0,12	0,03	0,10	0,05	0,07	0,02	0,05

S5 m = esprint de 5 metros; S20 m = esprint de 20 metros; S5-20 m = esprint entre 5-20 metros; T = test; TE = tamaño del efecto.

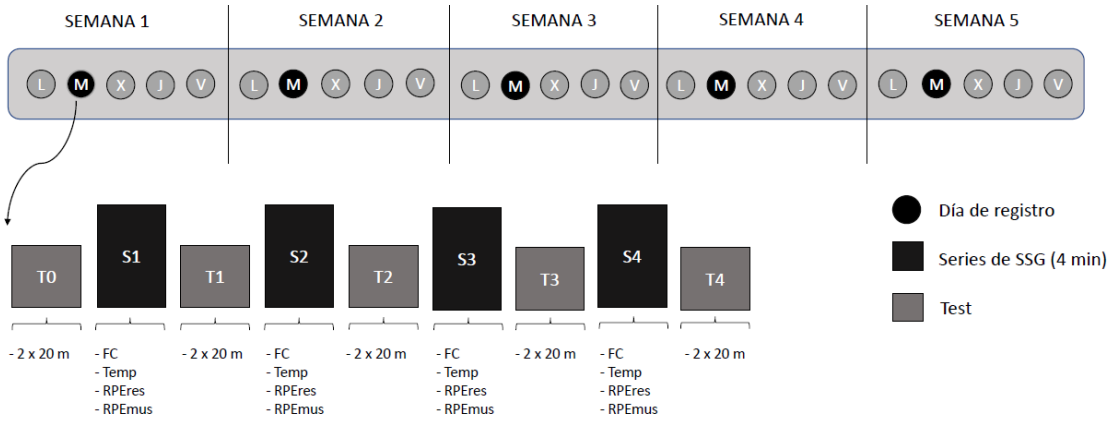
**Tabla 4** Resultados de la capacidad de aceleración en cada uno de los test realizados (T0, T1, T2, T3 y T4) tanto para el grupo de jugadores con (SCI) y sin lesión medular (No SCI).

		T0	T1	T2	T3	T4	TE T0 vs T1	TE T0 vs T2	TE T0 vs T3	TE T0 vs T4	TE T1 vs. T2	TE T1 vs. T3	TE T1 vs. T4	TE T2 vs. T3	TE T2 vs. T4	TE T3 vs. T4
S5 m (s)	SCI	1,95 ± 0,14	1,99 ± 0,14	1,99 ± 0,14	1,98 ± 0,12	1,97 ± 0,11	0,31	0,31	0,28	0,18	0,01	-0,05	-0,16	-0,06	-0,17	-0,12
	No SCI	1,73 ± 0,15	1,74 ± 0,16	1,73 ± 0,15	1,75 ± 0,15	1,75 ± 0,15	0,09	0,03	0,15	0,06	-0,05	0,06	0,06	0,11	0,11	0,00
	TE SCI vs No SCI	1,52**	1,69**	1,73**	1,76**	1,68**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S20 m (s)	SCI	5,79 ± 0,37	5,93 ± 0,43	5,93 ± 0,41	5,91 ± 0,40	5,88 ± 0,34	0,35	0,35*	0,32*	0,23	-0,01	-0,04	-0,15	-0,03	-0,14	-0,10
	No SCI	5,18 ± 0,29	5,17 ± 0,30	5,17 ± 0,30	5,24 ± 0,40	5,22 ± 0,29	-0,03	-0,02	0,19	0,14	0,00	0,21	0,17	0,21	0,17	-0,04
	TE SCI vs No SCI	1,84**	2,08**	2,12**	1,96**	2,05**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S5-20 m (s)	SCI	3,85 ± 0,29	3,94 ± 0,36	3,94 ± 0,32	3,93 ± 0,33	3,91 ± 0,30	0,31	0,30*	0,28*	0,21	-0,02	-0,04	-0,11	-0,02	-0,10	-0,08
	No SCI	3,45 ± 0,17	3,43 ± 0,18	3,44 ± 0,19	3,48 ± 0,18	3,47 ± 0,18	-0,12	-0,07	0,18	0,11	0,05	0,30	0,23	0,24	0,18	-0,07
	TE SCI vs No SCI	1,70**	1,93**	1,94**	1,74**	1,81**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

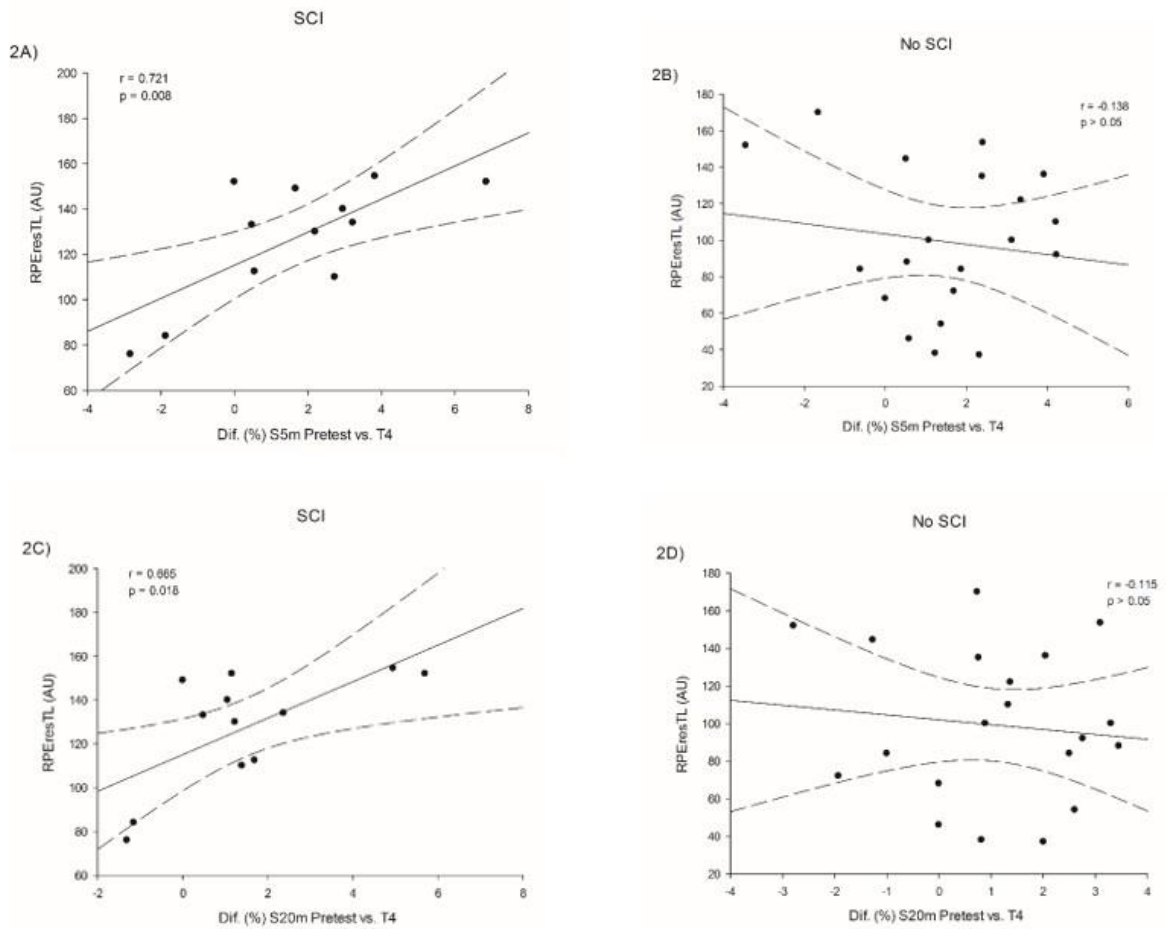
S5 m = esprint de 5 metros; S20 m = esprint de 20 metros; S5-20 m = esprint entre 5-20 metros; T = test; TE = tamaño del efecto.

# FIGURAS

## Figura 1



## Figura 2



## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Diseño de la secuencia de la toma de datos.

FC = frecuencia cardíaca;  $RPE_{res}$  = esfuerzo percibido respiratorio;  $RPE_{mus}$  = esfuerzo percibido muscular; Temp = Temperatura timpánica; S = serie de SSG; T = Test; L = Lunes; M = Martes; X = Miércoles; J = Jueves; V = Viernes; SSG = juego reducido.

**Figura 2.** Correlación entre la variación de la capacidad de aceleración entre T0 y T4 tanto en el sprint 5 m (S5 m) como en el 20 m (S20 m) y la carga percibida respiratoria ( $RPE_{resTL}$ ) y muscular ( $RPE_{musTL}$ ) total tanto para el grupo de jugadores con lesión medular (SCI, 2A y 2C) como para el grupo de jugadores sin lesión medular (No SCI, 2B y 2B).