
Efectos del Entrenamiento de Sprint Sobre los Valores de VO₂máx y Lactato en Futbolistas con Lesión Cerebral.

Effects of Sprint Training on VO₂máx and Lactate Values in Football Players with Brain Injury.

Autores:

José Ignacio Barría Herrera¹ (jo.barriaherrera@gmail.com).

Jorge Eduardo Morgado Muñoz¹ (jorgeeduardomorgado@gmail.com).

Matías Henríquez Valenzuela² (matiashenriq@gmail.com).

Fernando Muñoz Hinrichsen¹ (fernando.muñoz_h@umce.cl).

¹Departamento de Kinesiología, Facultad de Artes y Educación Física, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile.

²Instituto Nacional de Rehabilitación Pedro Aguirre Cerda, Chile.

Proyecto MYS I/36/2017

Resumen.

El objetivo fue evaluar la efectividad de un entrenamiento deportivo de Repeated Sprint Ability (RSA) sobre los valores de Lactato y VO₂máx en futbolistas con lesión cerebral de Chile. Participaron siete jugadores de fútbol 7 paralímpico con valores medios de 171,5 mt ± 7,2 de altura, un peso promedio de 69,1kg ± 9,5 y 23,4 ± 2,6 Kg/mt² de IMC, en un protocolo de entrenamiento que constaba de cuatro semanas de entrenamiento con series shuttle sprint en una pista de 20 metros. El entrenamiento fue realizado con una frecuencia de dos días/semana con un descanso de 48 horas entre entrenamientos. Resultados: Una mejora significativa fue observada en el VO₂máx, de 3,97% (P<0,05), y en el promedio de metros recorridos por los sujetos en la ejecución del Yo-Yo test (P<0,05). En conclusión, un entrenamiento en base a RSA de cuatro semanas impacta significativamente en los valores de VO₂máx y distancia recorrida.

Palabras clave: Paralímpico, Sprint Repetido, Lesión Cerebral, Fútbol 7.

Abstract.

The aim was to evaluate the effectiveness of a Repeated Sprint Ability (RSA) sports training on Lactate and VO₂máx values in soccer players with brain injury from Chile. Seven soccer players participated from Football 7-a-side with mean values of 171.5 mt ± 7.2 in height, an average weight of 69.1kg ± 9.5 and 23.4 ± 2.6 Kg / mt² of BMI. Training protocol consisted of four weeks of training with shuttle sprint series on a 20-meter track. The training was carried out with a frequency of two days / week with 48 hours resting between trainings. Results: a significant improvement was observed in VO₂máx of 3.97% (P <0.05), and in the average number of meters covered by the subjects in the execution of the Yo-Yo test (P <0.05). In conclusion, a four-week RSA-based training significantly impacts on VO₂máx and covered distance values.

Keywords: Paralympic, Repeated Sprint, Brain Injury, Football 7-a-side.

Introducción.

El fútbol es un deporte que requiere de actividades prolongadas, intermitentes y de alta intensidad. Durante el juego, los jugadores cambian de actividad cada cinco segundos en promedio y realizan aproximadamente 1300 acciones, 200 de las cuales son realizadas a alta intensidad (Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006). Una de las actividades que se repiten con gran frecuencia dentro del juego es la carrera de velocidad o sprint. Rampinini y sus colaboradores demostraron que la capacidad de repetir sprint, denominada como Repeated Sprint Ability (RSA) de jugadores de fútbol de alto nivel se relaciona con medidas importantes del rendimiento físico, tales como la distancia recorrida durante las carreras de muy alta intensidad (Rampinini et al., 2013). La capacidad de realizar sprint repetitivos (RSA) con intervalos relativamente cortos de tiempo ha sido considerada como uno de los aspectos más importantes en el desempeño en deportes de equipo (Gharbi et al., 2014). El sprint o carrera de velocidad se define como un ejercicio breve con una duración general menor a 10 segundos, donde el esfuerzo máximo puede ser parcialmente sostenido hasta el final del ejercicio, y es ampliamente utilizado tanto como medio de evaluación, como de entrenamiento, en las diferentes modalidades de fútbol incluyendo entre estas el fútbol paralímpico (Nascimento et al., 2015). Hoy en día, es aparente que los jugadores de fútbol de más alto nivel de competición sean mayormente capaces de realizar esfuerzos de alta intensidad de carácter intermitente (Bangsbo et al., 2006) o series de sprint repetido (Impellizzeri et al., 2008).

Dentro de las ramas del fútbol encontramos el fútbol 7 adaptado o fútbol 7 paralímpico, el cual es una modalidad del fútbol 7 que está diseñada para ser jugada por personas con daño neurológico que incluya compromiso motor. Su nombre se debe a que como máximo puede haber siete jugadores en el campo por equipo. En este se aplican las mismas reglas establecidas por la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) para la práctica del fútbol convencional, agregando algunas adaptaciones relacionadas con las condiciones mínimas de equidad que deben existir entre los contrincantes, las cuales son

establecidas por la Federación Internacional de Fútbol con Parálisis Cerebral (IFCPF) (2014), bajo la supervisión de la Asociación Internacional para la Recreación y el Deporte de las Personas con Parálisis Cerebral (CPIRSA).

En el fútbol 7 paralímpico encontramos jugadores que presentan diferentes tipos de trastornos neurológicos, secundarios a alguna patología que afecte el sistema nervioso central, dentro de estas encontramos la parálisis cerebral (PC), accidente cerebrovascular (ACV) y traumatismo encéfalo craneano (TEC) como principales afecciones, estos jugadores se clasifican en ocho categorías deportivas según las características que presente cada jugador, tales como, el nivel de espasticidad, control motor y valoración funcional; estas categorías van desde el menor grado de funcionalidad (FT1) a mayor grado de funcionalidad (FT8), el fútbol 7 adaptado solo puede ser practicado por personas incluidas en las clases FT5, FT6, FT7 y FT8, y cada equipo debe tener siempre en la cancha a un jugador de clase FT5 o FT6. (IFCPF Classification Rules, 2018.).

Se ha observado que el rendimiento en la RSA se encuentra influenciado por diversos factores, entre los que destaca el consumo máximo de oxígeno o $VO_2\text{máx}$ (Bishop & Edge, 2006; Rampinini et al., 2009; Rodríguez Fernández, Sánchez Sánchez, & Villa Vicente, 2014).

Son numerosos los estudios que han intentado evaluar las diferencias entre la capacidad aeróbica y anaeróbica de personas con problemas del sistema nervioso central, en comparación con personas sin dichas discapacidades. El estudio Soccer-specific Endurance and Running Economy in Soccer Players with Cerebral Palsy (Kloyiam, Breen, Jakeman, Conway, & Hutzler, 2011), realizado en jugadores de fútbol con PC, con el objetivo de comparar la resistencia aeróbica, usando el Yo-Yo Test, arrojó que los jugadores con PC recorren entre 43%-50% menos distancia que el promedio alcanzado por sus homólogos sin PC, lo que sugiere en una menor capacidad cardiovascular y un aumento de la demanda anaeróbica.

Uno de los indicadores de actividad anaeróbica es el índice de lactato en sangre, el cual es un ácido fuerte resultante del metabolismo de la glucosa, la concentración de lactato está directamente relacionada con la disponibilidad de oxígeno. En condición de reposo los valores de lactato en sangre rondan cerca de un mmol por litro de sangre, pero durante el ejercicio la concentración de lactato puede incrementarse hasta valores superiores a los 15 mmol/L (Ferguson et al., 2018).

Se ha demostrado que tras realizar un test de RSA los sujetos alcanzan altos valores de lactato en sangre que van desde 10 a rondar los 18 mmol por litro. Estos niveles de lactato son mayores que el promedio real alcanzado durante un partido. Un estudio realizado por Gharbi, et al. (2014) sugirió que para alcanzar los niveles de lactato en sangre equivalentes a los alcanzados durante un partido (9 mmol) era recomendado realizar alrededor de cinco repeticiones para pruebas o protocolos de entrenamiento, sin embargo, el número de sprint utilizados en protocolos de RSA se selecciona de manera arbitraria en la mayoría de los casos, variando entre los cinco a 15 sprint por set de entrenamiento.

El estudio de Nascimento (Nascimento et al., 2015) encontró que con un entrenamiento de RSA de tres sets de seis sprint durante cuatro semanas, basado en el protocolo de Impellizzeri, et al. (2008), los niveles de lactato disminuyeron en un $3,18 \pm 2,38$ mmol lo que sugiere un cambio moderado, en este también se reportaron cambios en la capacidad aeróbica de los sujetos mostrando un aumento de un 7,7%.

Las investigaciones plantean que los jóvenes y adolescentes con parálisis cerebral presentan un consumo máximo de oxígeno menor que sus pares sanos, esto podría estar relacionado con un nivel menor de actividad física y a una baja eficiencia mecánica debido al alto tono muscular, regulación postural y movimientos involuntarios (Hoofwijk, Unnithan, & Bar-Or, 1995).

Un equipo de fútbol 7 paralímpico está constituido por un grupo heterogéneo de jugadores, esto quiere decir que cada jugador presenta alguna patología que

afecta en distinta medida y manera a su SNC, lo que conlleva a condiciones fisiológicas alteradas en comparación a los jugadores convencionales, a pesar de que en el estudio de Kloyiam y colaboradores (2011) se obtuvieron resultados donde la eficiencia en la carrera de los jugadores paralímpicos se encontraba dentro de los parámetros que pueden considerarse normales, es una realidad que las exigencias metabólicas son diferentes al compararlos con sus pares sanos. Como cada jugador tiene niveles de funcionalidad y control motor diferentes a sus compañeros de equipo se hace necesario entender e investigar sobre cuáles son los factores más influyentes en su desempeño, en qué habilidades es necesario poner énfasis al momento de entrenar, y cuáles serían las metodologías más efectivas al momento de mejorar dichas cualidades para poder mejorar el desempeño en el deporte.

Dentro de este paradigma existe poca claridad en cuanto a qué protocolos de entrenamiento se deben utilizar en los sujetos con PC, quienes por lo general son entrenados y evaluados utilizando como base los métodos utilizados en jugadores de fútbol convencional, sin embargo, ha sido poco estudiado si dichos métodos de entrenamiento tienen resultados similares en ambos grupos mejorando la resistencia cardiovascular y el desempeño de los jugadores paralímpicos. Como la capacidad del organismo de metabolizar el lactato y la capacidad máxima de oxígeno se encuentran directamente relacionados con el desempeño en jugadores profesionales, la medición de estos patrones podría ayudar a discernir si estos entrenamientos son realmente eficaces en esta población o si se deben tener más factores en cuenta a la hora de planificar y llevar a cabo las sesiones de entrenamiento profesional paralímpico.

El objetivo de este estudio fue observar los efectos fisiológicos que podrían generar un entrenamiento basado en RSA en jugadores seleccionados nacionales de fútbol 7 paralímpico, mediante la estimación del consumo máximo de oxígeno, a través de la prueba de campo Yo-Yo Test, y la medición directa de los niveles de lactato mediante la toma de una muestra de sangre. Siguiendo con lo planteado anteriormente este estudio se enfoca en responder: ¿Cuál es el efecto de un

entrenamiento deportivo basado en RSA sobre los valores fisiológicos de Lactato y VO_2 máx en jugadores seleccionados nacionales de fútbol 7 paralímpico de Chile?

Metodología.

El estudio es definido como una investigación de tipo cuantitativa con un diseño pre-experimental, de grupo único.

Población de Estudio.

Jugadores pertenecientes a la selección nacional de fútbol 7 paralímpico de Chile durante el año 2017, pertenecientes a la Región Metropolitana de Chile.

Los criterios de inclusión incluyen a jugadores pertenecientes a la Selección Nacional de fútbol 7 paralímpico de Chile durante el año 2017, diagnosticados de lesión o trastorno del Sistema Nervioso Central con clasificación funcional comprendida entre FT5 a FT8 según la clasificación del IFCPF, y haber aceptado participar en el estudio mediante la firma del consentimiento/ asentimiento informado durante el periodo de reclutamiento.

Los criterios de exclusión, por su parte incluyen lesión aguda o subaguda que interfiera con la realización de las pruebas.

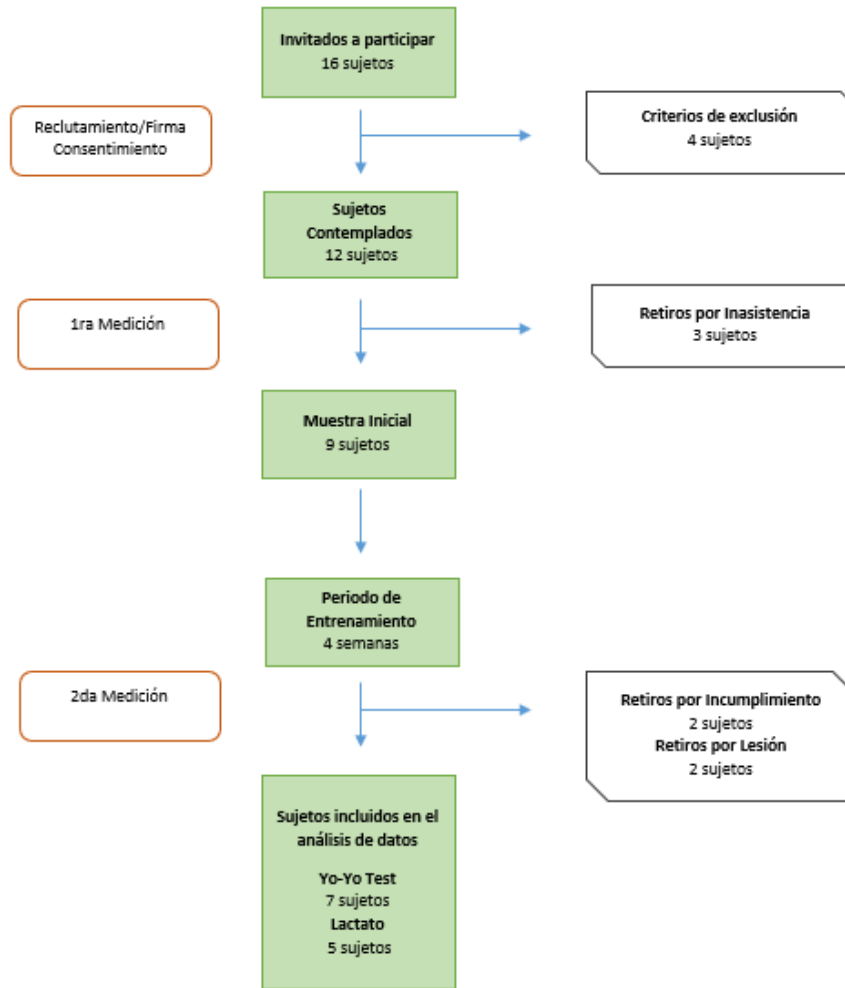


Figura N°1. Selección de los participantes y procedimientos.

Descripción de los Procedimientos de Medición.

El experimento consta de dos mediciones generales, una previa al entrenamiento y una posterior a este. Dicho entrenamiento será realizado con una frecuencia de dos veces por semana durante un periodo de cuatro semanas en total. Una vez terminado el periodo de entrenamiento los jugadores serán citados a realizar la segunda toma de muestras para su posterior comparación y análisis.

Durante el periodo de entrenamiento, los sujetos seguirán asistiendo y realizando sus actividades normales exigidas por el equipo de entrenadores de la selección.

Para el inicio de la primera medición se tomará una muestra de sangre del pulpejo del dedo, de cada sujeto en reposo, de entre 15 y 50 μ l, para tener el nivel basal de lactato en sangre antes de la prueba de RSA.

Posterior a la toma de la muestra basal se realizará un calentamiento general con todos los sujetos, una vez completado dicho calentamiento se realizará la prueba de RSA individualmente a cada sujeto.

Una vez terminada la prueba se cronometrará el tiempo transcurrido y se tomará la segunda muestra de lactato a los tres minutos tras haber sido realizada la prueba, también de 15-50 μ l de sangre.

Recolección de datos.

Calentamiento.

Cada sujeto realizará un calentamiento para prueba RSA en un circuito oval de 20 metros, de 15 minutos de duración aproximadamente (tres minutos trote suave, 30 segundos punta de pies de ida, trote suave de vuelta, 30 segundos taloneo, 30 segundos skipping, 30 segundos taloneo, 30 segundos desplazamientos laterales, 30 segundos estocadas, dos sprint 20 metros con y sin giro).

Prueba de RSA.

Se evalúa RSA con carreras a máximo esfuerzo por parte de los sujetos en un trayecto de 40 metros (20+20 metros de carrera con giros de 180°) separados por 20 segundos de pausa pasiva entre carreras que serán realizadas seis veces. Al final de los 20 metros se ubica una línea la cual debe pisar con el pie para volver nuevamente el inicio a máxima velocidad. En los metros cero y 20 metros se

ubicarán fotoceldas las que serán utilizadas para medir la velocidad con que cada sujeto realiza cada carrera.

Medición de Lactato.

Luego de que cada sujeto participante termine la prueba de RSA se le pedirá acercarse a la mesa de medición de lactato donde se tomará una muestra de sangre a los tres minutos de descanso, como lo estipula el protocolo de medición de lactato del manual del equipo Accutrend Plus (Leiva F, 1990).

El dedo seleccionado para la prueba será desinfectado con toallitas estériles desinfectantes con alcohol para ser pinchado con una lanceta estéril. La muestra de sangre será analizada con un equipo Accutrend Plus.

Nunca se utilizará la misma lanceta más de una vez y todo el material será desechado en una caja especial para desperdicios médicos.

Medición de Yo-Yo test.

Se utilizó el mismo protocolo de calentamiento usado para la prueba de medición de lactato. Una vez finalizado el calentamiento se pedirá a todos los sujetos que se ubiquen uno al lado del otro frente a la línea de partida en espera de la señal de inicio. La pista tiene una longitud de 20 metros y los sujetos deberán atravesar dicha pista en los tiempos estipulados por la prueba de resistencia intermitente IR1 Yo-Yo test los cuales serán marcados por estímulos auditivos en una pista de audio. Cuando un sujeto no pueda continuar con la prueba se le pedirá que se detenga y se anotará el ciclo de la prueba alcanzado, a lo que se sumarán los metros recorridos del ciclo en el cual se detuvo.

Protocolo de entrenamiento.

Se utilizará una modificación del protocolo de entrenamiento de sprint utilizado en el estudio "Effects of four weeks of repeated sprint training on physiological indices in futsal players" de Nascimento et al. (2015), el cual presentó resultados

favorables en jugadores de fútbol convencional. Este entrenamiento consiste en un calentamiento previo general de 15 minutos de duración, una vez finalizado el calentamiento se realizarán tres series de seis carreras de ida y vuelta (shuttle sprint) en una pista de 40 metros totales, 20 metros de ida y 20 metros de vuelta, con cambios de dirección de 180 grados.

El entrenamiento será realizado con una frecuencia de dos días a la semana, con un mínimo de descanso de 24 horas entre cada entrenamiento durante un periodo de cuatro semanas.

Análisis.

Se desarrolla un análisis descriptivo incluyendo las características más principales de los sujetos participantes, incluyendo medidas de tendencia central (media y desviación típica) de la talla, el peso y el IMC.

Para el análisis estadístico, se desarrolla un análisis de comparación de medias, comparando los datos obtenidos antes de la implementación del entrenamiento y los obtenidos luego de la aplicación del entrenamiento, incluyendo las variables de lactato basal, lactato a tres minutos de la aplicación del RSA, VO_2 máx, distancia recorrida y velocidad. Para la comparación se utilizará el Test t de Student, para los datos que provengan de muestras normales, y el test no paramétrico de Wilcoxon, para los datos que no muestren una distribución normal.

Resultados.

Respecto a las características de los participantes, podemos observar una estatura promedio de $170,43 \pm 7,87$, un peso promedio de $68,86 \pm 10,57$ y un IMC promedio de $23,63 \pm 2,74$ (Tabla N°1).

Tabla N°1. *Características de los jugadores participantes.*

	Talla (cm)	Peso (Kg)	IMC (Kg/m ²)
Media	170,43	68,86	23,63
Desviación estándar	7,87	10,57	2,74

El promedio de metros recorridos por los sujetos en la ejecución del Yo-Yo test durante la evaluación previa a la aplicación del protocolo de entrenamiento fue de 645,27 metros los cuales aumentaron a 865,57 metros al ser reevaluados posteriormente al periodo de entrenamiento, mostrando una diferencia de 221 metros entre ambas evaluaciones (Tabla N°2).

La relación entre metros recorridos y VO₂máx a través de la ecuación de Jens Bangsbo, permitió establecer un incremento en el promedio de VO₂máx de un 42 ml/kg/min a un 43,6 ml/kg/min. Esto implica un aumento del 3,97% respecto a los valores iniciales, diferencia estadísticamente significativa ($p=0,023$) (Tabla N°2).

Para la variable lactato, respecto a sus valores basales, se observó un aumento de 1,22 mmol/L, al comparar los resultados pre-entrenamiento y post-entrenamiento, sin embargo, estos valores presentaron una curva de distribución no normal por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, sin alcanzar la significación estadística ($p=0,0796$) (Tabla N°2).

Los valores obtenidos con la muestra sanguínea después de tres minutos de realizada la prueba, disminuyeron en 1,22 mmol/L, al comparar los resultados pre-entrenamiento y post-entrenamiento, estos valores presentaron una curva normal y a través de la prueba de t de Student se observó una disminución, la cual no representó una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,431$) (Tabla N°2).

Al comparar las velocidades se puede apreciar que la velocidad promedio de todos los sujetos aumentó de 4,68 metros por segundo a 5,23 metros por segundo, al ser evaluados tras el periodo de entrenamiento. Los valores de esta

variable presentaron una curva de distribución normal, con una diferencia estadísticamente no significativa ($p= 0,069$), aunque con indicios de significación, evaluada a través de la prueba t de Student (Tabla N°2).

El grado de significancia obtenido para la variable lactato y para la variable velocidad de sprint sugiere que el protocolo de entrenamiento utilizado en este estudio no es suficientemente eficaz como para generar modificaciones significativas. Por el contrario, para la variable VO_2 máx, los datos sugieren que el protocolo es capaz de generar modificaciones positivas (Tabla N°2).

Tabla N°2. Resultados de variables obtenidas del protocolo de intervención.

Variables	Pre- entrenamiento	Post- entrenamiento	p
Lactato Basal (mmol/L)	1,34	2,56	0,0796
Lactato 3 min de post prueba RSA (mmol/L)	11,82	10,6	0,4314
VO_2 máx (ml/kg/min)	42,00	43,66	0,023*
Distancia recorrida (Metros)	645	866	0,045*
Velocidades (mts/seg)	4,68	5,23	0,069

$p < 0.05$ *

Discusión.

El objetivo de este estudio era comprobar si un protocolo de entrenamiento de resistencia basado en sprint tendría algún cambio significativo en alguno de los valores fisiológicos de jugadores de fútbol con patologías asociadas al sistema nervioso central con el fin de comprobar si dichos métodos de entrenamiento tendrían resultados que justifiquen su uso en dicha población.

Existe poca evidencia dentro de la literatura acerca del efecto de un entrenamiento interválico de alta intensidad basado en sprint en personas con trastornos motores asociados a patologías o trastornos de sistema nervioso central, asimismo, existe poca evidencia sobre el uso de entrenamientos en base a sprint como un medio para mejorar la resistencia de estos sujetos, sin embargo, el sprint es ampliamente utilizado tanto como método de entrenamiento como un método evaluativo en deportes de equipo, incluyendo el fútbol (Girard et al., 2011; Impellizzeri et al., 2008), por lo que nos parece relevante esclarecer los efectos que esta actividad tiene en esta población en específico para poder dar una justificación y apoyo al uso del sprint como método de entrenamiento.

El presente estudio es un estudio de tipo piloto, y en la literatura revisada no se halló algún otro estudio que utilizara un protocolo de entrenamiento basado en sprint como un medio para mejorar la capacidad física de sujetos que posean algún trastorno o lesión del sistema nervioso central, y que practiquen fútbol 7, esto debido a la escasez de este tipo de estudios con enfoque deportivo en esta población en concreto. No obstante, es posible comparar ciertos aspectos de investigaciones donde se utilizaron protocolos de entrenamiento similares al utilizado en este estudio, pero en jugadores de fútbol sanos, y estudios que utilizaron otros medios de entrenamiento, pero con fines similares.

Al analizar todos los datos recolectados con pruebas de significancia solo se encontraron resultados estadísticamente significativos en las variables de VO_2 máx y metros recorridos durante la prueba de Yo-Yo test, estos cambios positivos en el volumen máximo de oxígeno se relacionan con un estudio realizado por Lauglo y

colaborades (Lauglo et al., 2016) donde utilizando un treadmill para realizar un entrenamiento interválico de alta intensidad en niños con parálisis cerebral, para posteriormente cuantificar cambios en los valores de VO_2 máx, se halló una mejora de entre un 8-10% tras seis semanas de entrenamiento.

En el caso de nuestro estudio se obtuvo una mejora de 3,97% al comparar los valores de antes y después del periodo de entrenamiento lo cual es estadísticamente significativo, y esto podría sugerir que los entrenamientos interválicos de alta intensidad pueden presentar resultados positivos con respecto a las capacidades cardiovasculares de personas con enfermedades del sistema nervioso central.

El incremento en la distancia recorrida durante la prueba de Yo-Yo test fue de un 34,2%, que al ser estadísticamente significativo reafirma la idea de que la implementación de este tipo de metodología de entrenamiento pueden incrementar la resistencia cardiovascular en una población con estas características; otra razón que explique esta mejora puede ser la optimización de las estrategias motoras en la dinámica de la carrera o en la eficiencia de esta, como se vio en el estudio de Kloyiam et al., 2011, a pesar de que los sujetos con parálisis cerebral recorrían entre un 43-50% metros menos que los sujetos sanos la economía en la carrera se encontraba dentro de los valores reportados en personas sanas y por lo tanto podría ser trabajada con métodos similares.

Se debe destacar que los valores de coeficiente de significación observados en las variables de lactato basal en sangre y en velocidad de carrera muestran indicios de significación estadística ($0,05 < p < 0,10$) lo cual pueden deberse a que el tiempo de entrenamiento utilizado en este estudio no fue suficiente para producir cambios significativos, o que la cantidad de sprint utilizada, que simulaba los niveles de lactato alcanzados durante un partido según el estudio de Gharbi y colaboradores en 2014 (Gharbi et al., 2014), podría no ser suficiente para estos fines en esta población en particular, por lo que podría ser recomendable utilizar una mayor cantidad en estudios posteriores. En cuanto a los valores de lactato, al

comparar los valores basales con los correspondientes a tres minutos después, se puede ver que la diferencia entre estos es menor en el periodo post-entrenamiento; esto podría sugerir, en cierta medida, una mejora en la dinámica energética de lactato, pudiendo existir una relación en la menor cantidad de este metabolito en el torrente sanguíneo tras los tres minutos de descanso. Cabe destacar que durante el periodo de la segunda medición los jugadores se encontraban en fechas competitivas lo que incluye partidos y entrenamientos realizados por la selección en conjunto al protocolo planteado en este estudio, lo que podría generar un aumento en los valores base de lactato al momento de realizar las mediciones debido a los esfuerzos que estas fechas significan, esto podría explicar el aumento numérico en los valores de lactato basales durante esta medición en particular, a pesar de esto, los valores de lactato tras tres minutos de descanso disminuyeron notoriamente al comparar los resultados de la segunda medición con los de la primera, lo que puede sugerir una mejora en la dinámica de los mecanismos de la lanzadera de lactato.

Otro punto que puede ser importante discutir es el bajo tamaño muestral reportado durante el transcurso de este estudio, se puede argumentar que la población seleccionada es de características muy específicas y esto puede limitar las posibilidades al momento de seleccionar muestrales amplias y dispuestas a colaborar en este tipo de estudios, ya sea por motivos personales que varían entre sujetos, desinterés en el tema o tener rutinas semanales muy ajustadas que no coinciden con el compromiso necesario para participar en este tipo de investigaciones, como sucedió con algunos sujetos en el transcurso de este estudio, por lo tanto, pese a haberse encontrado datos de valor estadístico, el limitado tamaño muestral plantea un sesgo importante y es necesario corroborar los hallazgos obtenidos con futuros estudios de características similares y tamaños muestrales mayores para dar solidez a la base con la que esta metodología de entrenamiento se pueda sostener. También se puede prestar atención a los factores que pueden desencadenar en estos bajos niveles de participación, como puntos a tener en consideración al realizar estudios de esta

índole, con el fin de mejorar la adhesión de los pacientes a esta línea de investigación.

Se reportaron dos accidentes durante el periodo de entrenamiento, los cuales constan de desgarró de isquiotibiales para un caso y esguince de tobillo para el otro, estos accidentes fueron reportados durante competencias y no durante la realización del entrenamiento o la ejecución de las pruebas. Los accidentes impidieron la participación durante el periodo de medición por lo cual los sujetos debieron ser excluidos de los resultados de lactato reduciendo la muestra, lo que podría posiblemente haber afectado la significancia de los resultados.

Un factor importante que puede ser discutido sobre este estudio es la falta de aleatoriedad en la selección de la muestra y la ausencia de un grupo control debido a la falta de sujetos de prueba disponible al momento de su realización, lo que puede representar un sesgo, impidiendo la comparación de las variables entre la aplicación de este protocolo de entrenamiento y el entrenamiento habitual al que es sometido el equipo.

Los lugares donde se realizaban los entrenamientos fueron seleccionados a conveniencia de los participantes variando el terreno donde se ejecutaba el protocolo, en cuanto al control de la realización de este entrenamiento la supervisión fue realizada mediante contacto telefónico los días de entrenamiento de cada sujeto solicitando una muestra audiovisual que corroborara su realización y con supervisión presencial los días donde se realizaba concentración de la selección, esto podría representar una alteración en la ejecución de la técnica de carrera y en la intensidad de esta misma en algunas repeticiones, lo que podría mermar la efectividad del entrenamiento.

Conclusión.

Un entrenamiento de resistencia intermitente protocolizado en base a RSA de cuatro semanas de aplicación, con una frecuencia de entrenamiento de dos días a la semana lograría impactar en los valores de VO_2 máx de manera significativa.

Los datos obtenidos sugieren que la utilización del protocolo de entrenamiento de alta intensidad basada en sprint, con la estructuración utilizada en este estudio, durante un periodo de cuatro semanas, podría tener cambios significativos en términos de VO_2 máx, pudiendo alcanzar una mejora de hasta un 3,97%. El entrenamiento demuestra no ser suficiente en cuanto a la disminución de los niveles de lactato, en su relación de lactato basal y lactato posterior al ejercicio, con la muestra utilizada. Se necesita probar el entrenamiento con una muestra de mayor tamaño para determinar cambios significativos en la velocidad de ejecución de la prueba RSA.

Referencias Bibliográficas

- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bishop, D., & Edge, J. (2006). Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*, 97(4), 373-379. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0182-0>
- Ferguson, B. S., Rogatzki, M. J., Goodwin, M. L., Kane, D. A., Rightmire, Z., & Gladden, L. B. (2018). Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. *European Journal of Applied Physiology*, 118(4), 691-728. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3795-6>
- Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Castagna, C., Chamari, K., & Souissi, N.

- (2014). Effect of the number of sprint repetitions on the variation of blood lactate concentration in repeated sprint sessions. *Biology of Sport*, 31(2), 151-156. <https://doi.org/10.5604/20831862.1099046>
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(8), 673-694. <https://doi.org/10.2165/11590550-000000000-00000>
- Hoofwijk, M., Unnithan, V., & Bar-Or, O. (1995). Maximal Treadmill Performance of Children with Cerebral Palsy. *Pediatric Exercise Science*, 7(3), 305-313. <https://doi.org/10.1123/pes.7.3.305>
- Federación Internacional de Fútbol con Parálisis Cerebral (IFCPF) (2018) *Classification Rules*. Recuperado de <https://www.ifcpf.com>
- Federación Internacional de Fútbol con Parálisis Cerebral (IFCPF) (2014) *Layperson's guide Classification*. Recuperado de <https://www.ifcpf.com>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A., & Wisloff, U. (2008). Validity of a repeated-sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 899-905. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038491>
- Kloyiam, S., Breen, S., Jakeman, P., Conway, J., & Hutzler, Y. (2011). Soccer-specific endurance and running economy in soccer players with cerebral palsy. *Adapted Physical Activity Quarterly: APAQ*, 28(4), 354-367.
- Lauglo, R., Vik, T., Lamvik, T., Stensvold, D., Finbråten, A.-K., & Moholdt, T. (2016). High-intensity interval training to improve fitness in children with cerebral palsy. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2(1), e000111. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2016-000111>
- Nascimento, P. C. do, Lucas, R. D. D., Pupo, J. D., Arins, F. B., Castagna, C., Guglielmo, L. G. A., Guglielmo, L. G. A. (2015). Effects of four weeks of

repeated sprint training on physiological indices in futsal players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 17(1), 91-103.
<https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n1p91>

Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M., & Coutts, A. J. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 34(6), 1048-1054. <https://doi.org/10.1139/H09-111>

Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M., & Coutts, A. J. (2013). La Capacidad de Repetir Sprint en Jugadores de Fútbol Profesional y Amateurs, 8.

Rodríguez Fernández, A., Sánchez Sánchez, J., & Villa Vicente, J. G. (2014). Effects of 2 types of high-intensity interval training in repeat sprint ability during preseason football. *cultura_ciencia_deporte*, 9(27), 251-259.
<https://doi.org/10.12800/ccd.v9i27.467>

SENADIS (2015) II Estudio Nacional de Discapacidad.

Sergio Illanes D., Violeta Díaz T. (2008) Manejo Inicial del Accidente Cerebro Vascular Isquémico Agudo. *Revista del hospital Clínico de la Universidad Chile*. 19: 119 - 26.

Servicio Nacional de la Discapacidad (2016) *II Estudio Nacional de la Discapacidad en Chile*. Santiago, Chile: Gobierno de Chile.