

Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT) en Deportistas Paralímpicos. Una revisión narrativa

High Intensity Interval Training (HIIT) in Paralympic Athletes. A narrative review

Cristian Alexis Lasso Quilindo, Luz Marina Chalapud Narváez

Corporación Universitaria Autónoma del Cauca (Colombia)

Resumen: *Introducción:* El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) ha ganado espacio como metodología de entrenamiento aplicada en el ámbito del deporte paralímpico en deportistas con discapacidad física, visual y parálisis cerebral, evidenciando efectos favorables sobre la condición física y el rendimiento deportivo. Este método de entrenamiento utiliza intervalos de alta intensidad con periodos de recuperación activa o pasiva a baja intensidad para trabajar la composición corporal, la capacidad aeróbica, la fuerza muscular, la velocidad y el rendimiento en deportes paralímpicos. *Objetivo:* Realizar una revisión narrativa sobre los efectos del método del HIIT en deportistas paralímpicos. *Metodología:* Con una estrategia de búsqueda en una ventana temporal de 10 años (2013-2023), se realizó la exploración de artículos en las bases de datos PubMed, ScieDirect, SPORTDiscus, Scopus, Dialnet y Google Académico, empleando criterios de inclusión-exclusión. *Resultados:* Se incluyeron once estudios en deportes paralímpicos colectivos e individuales, de los cuales siete mostraron mejoras sobre alguna de las variables psicológicas, de la condición física y el rendimiento deportivo. Del total de estudios, hay cuatro en los que no se presentaron ninguna mejora. *Conclusiones:* Se destaca que el método HIIT produce efectos favorables sobre la capacidad aeróbica y anaeróbica, la composición corporal y mayor reclutamiento de fibras musculares cuando se combina con entrenamiento de fuerza y sprint, con una periodización prolongada que beneficie la condición física y el rendimiento deportivo de los para-atletas. Son necesarias investigaciones en otros deportes paralímpicos, con muestras homogéneas más grandes y periodos de entrenamiento amplios.

Palabras Clave: Discapacidad, Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad, Deporte Paralímpico, Para-deporte.

Abstract. *Introduction:* High intensity interval training (HIIT) has gained space as a training methodology applied in the field of Paralympic sport in athletes with physical and visual disabilities and cerebral palsy, showing favorable effects on physical fitness and sports performance. This training method uses high intensity intervals with periods of active or passive recovery at low intensity to work on body composition, aerobic capacity, muscular strength, speed, psychological changes and performance in Paralympic sports. *Objective:* To conduct a narrative review on the effects of the HIIT method in Paralympic athletes. *Methodology:* With a search strategy in a temporal window of 10 years (2013-2023), the exploration of articles in the databases PubMed, ScieDirect, SPORTDiscus, Scopus, Dialnet and Google Scholar was carried out, using inclusion-exclusion criteria. *Results:* Eleven studies were included in collective and individual Paralympic sports, of which seven showed improvements in some of the psychological variables, physical condition and sports performance. Of the total number of studies, there are for in which no improvement was presented. *Conclusions:* It is highlighted that the HIIT method produces favorable effects on aerobic and anaerobic capacity, body composition and increased recruitment of muscle fibers when combined with strength and sprint training, with a prolonged periodization that benefits the physical condition and sports performance of para-athletes. Research is needed in other Paralympic sports, with larger homogeneous samples and extended training periods.

Key words: Disability, High-Intensity Interval Training, Paralympic Sport, Para-sport.

Fecha recepción: 10-08-23. Fecha de aceptación: 21-11-23

Cristian Alexis Lasso Quilindo

cristianlasso96@gmail.com

Introducción

En el planeta, el 16% (1300 millones) de las personas tienen una discapacidad (Organización Mundial de la Salud, 2023). Esta problemática médica, personal y social se trata de una afectación que aparece por factores congénitos o adquiridos que limitan las actividades musculoesqueléticas, fisiológicas, cognitivas y la experiencia social de la población con discapacidad (Campos Campos et al., 2023; Monforte et al., 2020). Dentro de los tipos de discapacidad frecuentes esta la discapacidad física, intelectual, visual, sensorial y parálisis cerebral (Camargo Rojas et al., 2023).

Las personas con discapacidad tienen derecho a procesos de rehabilitación farmacológica y no farmacológica, siendo esta última un espacio de acercamiento al deporte adaptado (Aguirre Loaiza et al., 2020). Este escenario se ajusta a las necesidades y características de la población, con el propósito de generar espacios de inclusión y participación en si-

tuaciones vitales de la vida a través de su autonomía e independencia física y mental por medio de la práctica de un deporte (Hernández et al., 2021). El deporte adaptado para personas con discapacidad representa una alternativa de rehabilitación terapéutica con una orientación hacia el deporte recreativo, competitivo y de alto rendimiento (Sánchez-Pay & Sanz-Rivas, 2019).

Es de resaltar que los deportistas con algún tipo de discapacidad para poder participar en el deporte paralímpico deben cumplir con ciertos criterios de clasificación que les permita competir en igualdad de condiciones con sus similares (International Paralympic Committee, 2015; Tweedy et al., 2018). Esto con la intención de garantizar que la deficiencia impacte lo menos posible sobre el rendimiento deportivo y que contribuya en salvaguardar la integridad, confianza y credibilidad de las competiciones (International Paralympic Committee, 2016b, 2016a).

Asimismo, la clasificación funcional es específica del deporte, porque un tipo de discapacidad puede repercutir en

diferente medida en el desempeño atlético en cada deporte o clase deportiva (World Para Athletics, 2022). En este sentido, las pautas de clasificación son dispuestas por el Comité Paralímpico Internacional y por la Federación Deportiva Internacional, donde señalan: 1) los deportistas deben poseer una discapacidad elegible para el deporte, 2) deben reunir los criterios mínimos de discapacidad del deporte y 3) se asigna una clase deportiva y un estatus en la modalidad deportiva en la que clasificó (International Paralympic Committee, 2015, 2016a, 2016b).

Por consiguiente, el sistema de clasificación funcional busca comprobar si un deportista es elegible para poder practicar un deporte paralímpico, conllevando a asignar una clase deportiva y una categoría específica que se ajusta al grado o severidad de la limitación (World Para Athletics, 2023). La información del tipo de discapacidad que tiene el para-atleta es importante porque permite establecer objetivos alcanzables que son programados en modelos de periodización sistemáticos, donde se dosifica y monitoriza la carga de entrenamiento externa e interna que va acompañada de valoraciones periódicas, junto con la implementación de métodos y medios de entrenamiento que se ajustan a las características de la discapacidad del deportista y las demandas fisiológicas y neuromusculares de la prueba en la que compete (Tweedy et al., 2018).

En otros términos, la preparación atlética de los deportistas paralímpicos debe basarse en integrar el tipo de discapacidad, el deporte, los componentes de la carga como el volumen e intensidad, el modelo de periodización, los métodos, medios y los principios del entrenamiento para desarrollar y dosificar cargas de trabajo físico, técnico, táctico y psicológico que contribuyan en mejorar la composición corporal, la condición física y el rendimiento deportivo y que no agrave la salud o la limitación del deportista (Castelli Correia de Campos et al., 2019). Adicionalmente, la prescripción y evaluación de la carga de entrenamiento externa e interna con métodos directos como el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), la concentración de lactato, los watts de potencia muscular, entre otros y con métodos indirectos como la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), percepción subjetiva del esfuerzo a nivel respiratorio (RPE_{res}) y percepción subjetiva del esfuerzo a nivel muscular (RPE_{mus}) permiten monitorizar el comportamiento atlético del deportista, el rendimiento deportivo y disminuye el riesgo de lesiones (Stieler et al., 2023).

Es por esto que el entrenamiento aeróbico y de la fuerza es fundamental durante toda la temporada competitiva porque contribuye al fortalecimiento del sistema respiratorio, cardiovascular y muscular cuando se desarrollan trabajos de velocidad, resistencia y fuerza específica del deporte que ayudan a que los para-atletas soporten estímulos prolongados y retarden la aparición de la fatiga (Collados-Gutiérrez & Gutiérrez Vilahú, 2023). En este sentido, uno de los métodos de entrenamiento aeróbico que ha ganado espacio y se ha consolidado como un programa de entrenamiento aplicable por varios profesionales en el ámbito clínico, promoción de la salud y en el alto rendimiento convencional y

paralímpico es método HIIT (por las siglas en inglés de High-Intensity Interval Training) debido a las respuestas fisiológicas similares que el entrenamiento continuo de intensidad moderada (Fernandes Machado et al., 2024). El HIIT se ha utilizado en los procesos de rehabilitación de algunas discapacidades no severas como la física, visual y parálisis cerebral, donde se evidenciaron mejoras en la potencia muscular, la resistencia anaeróbica, aeróbica, en la composición corporal y una disminución de la presión arterial (Astorino & Thum, 2018; Depiazzi et al., 2021; Gauthier et al., 2018; Harnish et al., 2017; Lauglo et al., 2016; McMillan et al., 2021; Zwinkels et al., 2019). Es importante aclarar que este método de entrenamiento no es recomendable implementar con personas cuya discapacidad afecte significativamente el sistema nervioso, muscular o metabólico debido a la elevada carga neuromuscular que se genera en los intervalos de trabajo, se deben buscar otras alternativas o métodos de entrenamiento que se adecuen a las necesidades y características de los sujetos.

El uso del HIIT con la población con discapacidad se ha utilizado para trabajar la composición corporal, la capacidad aeróbica o el VO_2 máx (Zwinkels et al., 2019), la fuerza muscular (Schranz et al., 2018), la velocidad, los sprints lineales y cambios de dirección con y sin peso, y también produciendo cambios psicológicos en los participantes (Leahy et al., 2021). Los efectos del HIIT sobre las adaptaciones fisiológicas (Bahdur et al., 2019) se presentan a nivel del sistema metabólico oxidativo y glucolítico; la respuesta del sistema neuromuscular representa un reclutamiento progresivo de fibras musculares de tipo I, IIa y IIx y en el sistema cardiorrespiratorio es la reducción de la frecuencia cardíaca y engrosamiento del miocardio en el ventrículo izquierdo, aumentando la ventilación pulmonar y frecuencia respiratoria en sesiones de HIIT (Sylta et al., 2016). Este tipo de entrenamiento se caracteriza por combinar periodos de tiempo de trabajo de alta intensidad y periodos de recuperación activa o pasiva a determinada intensidad y tiempo (Bahdur et al., 2019; González García, 2022).

En este sentido, el HIIT mejora la eficiencia a nivel cardiorrespiratorio, muscular y deportivo, utilizando periodos cortos de entrenamiento donde se mantienen niveles elevados de intensidad combinado con tiempos de recuperación cortos, en especial el método HIIT consta de esfuerzos de una intensidad del 85–90 % del VO_2 máx alternados de periodos de descanso de baja intensidad (Casaña et al., 2022; Sarkar et al., 2021). Montes de Oca García et al. (2019) señalan que “el HIIT se basa en un entrenamiento de bajo volumen compuesto por intervalos de alta intensidad e intercalado con intervalos de recuperación de media o baja intensidad” (p.635). El HIIT es un método que permite estimular y fortalecer la composición corporal, la condición física siendo determinante en el aumento del rendimiento deportivo para la competencia para los deportistas con discapacidad física, visual y parálisis cerebral cuando se combina con entrenamiento de resistencia y fuerza (Buchheit & Laursen, 2013; Yanci et al., 2015).

Metodológicamente, la programación, dosificación y

control de la unidad de entrenamiento con el HIIT se ajusta al objetivo, el nivel de condición física y rendimiento de los para-atletas, donde el número de intervalos de trabajo o recuperación varía en intensidad y volumen que generan respuestas y adaptaciones metabólicas, cardiorrespiratorias y neuromusculares (Buchheit & Laursen, 2013). De esta manera, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión narrativa sobre los efectos del método HIIT en deportistas paralímpicos.

Metodología

Para la elaboración del estudio se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura en relación con el HIIT para deportistas paralímpicos. Se realizó una búsqueda en el periodo del 20 de abril y 30 de junio de 2023 de artículos de investigación con una ventana temporal de 10 años (2013-2023). Las bases de datos utilizadas fueron PubMed, ScieDirect, SPORTDiscus, Scopus, Dialnet y Google Académico.

Los términos empleados que dieron origen a la estrategia de búsqueda fue la combinación de las siguientes palabras clave “High Intensity Interval Training”, “high intensity training”, “intermittent sprint protocol”, “sprint interval training”, “Intensified training” OR “interval training”, “Intermittent hypoxic training”, “anaerobic training”,

“sprint training”, “High intensity intermittent training”, “Intermittent fitness test”, “disability”, “training methods”, “physical disability”, “visual disability”, “cerebral palsy”, “Paralympic sports”, “Para-Sport”.

Criterios de inclusión

- Artículos de investigación en formato texto completo.
- Estudios publicados en los últimos 10 años (2013-2023).
- Estudios sobre HIIT en el deporte adaptado o deporte paralímpico.
- Deportistas clasificados en el deporte paralímpico con discapacidad física, visual y parálisis cerebral.
- Estudios experimentales o cuasiexperimentales.

Criterios de exclusión

- Estudios sobre HIIT en personas con discapacidad sin clasificación en el deporte paralímpico.
- Estudios de revisión (narrativa, sistemática o metaanálisis).
- Estudios no experimentales o no cuasiexperimentales.

En este sentido, se incluyeron once artículos en el análisis cualitativo.

Tabla 1.

Bases de datos y número de artículos encontrados.

Bases de datos	Encontrados	Útiles	Analizados	Internacionales	Duplicados	Idioma
PubMed	400	301	5	5	0	Inglés
ScieDirect	176	136	2	2	0	Inglés
SPORTDiscus	4	2	6	6	3	Inglés - español
Scopus	47	31	11	11	10	Inglés - español
Dialnet	292	70	5	5	5	Inglés - español
Google Académico	6900	26	11	11	11	Inglés - español
Total	7598	766	11			

Finalmente, el número de artículos incluidos en la revisión narrativa está conformada por once documentos.

Resultados

En la tabla 2 se describen detalladamente las principales características de los deportistas incluidos en la revisión referente a. autor, años y país de publicación, tamaño de la muestra (n), población, edad, IMC (Índice de masa corporal) y deporte. De los documentos consultados en la revisión

narrativa, siete estudios se realizaron en deportes colectivos (rugby en silla de ruedas (3), baloncesto en silla de ruedas (2), fútbol 5 (1) y fútbol con parálisis cerebral (1) (Briley et al., 2023; Castelli Correia de Campos et al., 2013; Granados Domínguez et al., 2016; Iturricastillo et al., 2018; Kelly et al., 2018; O'Brien et al., 2022; Peña-González & Moya-Ramón, 2023) y cuatro estudios en deportes individuales (triatlón (1), paranatación (1), paracycling (2) (Imparato et al., 2021; Kim et al., 2017; Koontz et al., 2021; Stephenson et al., 2019).

Tabla 2.

Características de los deportistas incluidos en la revisión.

Autor, año y país de publicación	Muestra (n)	Población	Edad (años)	IMC	Deporte
O'Brien et al., 2022 Reino Unido	15H (7SCI 8NON-SCI)	SCI (C5-C7 completa, n=5, C6-C7 incompleta, n=2) NON-SCI (amputación múltiple, n=3, parálisis cerebral, n=1, síndrome de Roberts, n=1, polineuropatía, n=1, osteogénesis imperfecta, n=1, artrogriposis, n=1).	30.3±5.5	MC: 65,3±14,5	Rugby en silla de ruedas.
Stephenson et al., 2019 Reino Unido	10 (7H/3M)	Discapacidades mixtas (amputación n=6, lesión medular=1, parálisis cerebral=1, discapacidad en miembros inferiores n=1, discapacidad visual n=1).	30±8	PP: 66,1±7,6	Paratriatlón.
Kim et al., 2017 Corea	3H (AA, AB, AC)	Discapacidad física. AA (LME cervical incompleta). AB (LME lumbar incompleta).	AA: 44 AB: 45 AC: 38	AA: 24,5 AB: 19,1 AC: 21,5	Paracycling.

AC (Lesión cerebral/PC).					
Castelli Correia de Campos et al., 2013 Brasil	6H	Discapacidad visual (4H jugadores de campo con glaucoma congénito) y 2 porteros (2H sin discapacidad visual).	27,33±5,5	26±1,32	Fútbol 5.
Koontz et al., 2021 Estados Unidos	10 (7H/3M).	7 tetraplejía 3 paraplejía	PP: 39,4 Me: 14,2	PP: 75,7 MeP: 17,8 PA: 175,3 MeA: 9,7	Paracycling.
Granados Domínguez et al., 2016 España	12H.	Discapacidad física	32,6±10,7	PP: 9,5±10,8 Talla sentado: 86,0±5,1 cm	Baloncesto en silla de ruedas.
Briley et al., 2023 Reino Unido	15H.	7 SCI (C5-C7), NO SCI (amputación debajo de rodilla: 3, parálisis cerebral:1, síndrome de Roberts: n=1, AMC: n=1, polineuropatía: n=1 y osteogénesis imperfecta tipo II: n=1).	30,3±5,5	MC: 65,5±14,6	Rugby en silla de ruedas.
Iturricastillo et al., 2018 España	13H.	Espina bífida (L1, n=1), 5 Lesión medular (C5-C6, n=1; T1-T2, n=1; T10, n=1; T12-L3, n=1; T3, n=1), Doble amputación por encima de la rodilla (n=2), Enfermedad vírica (poliomielitis, n=1), Osteoartritis congénita (n=1), desgarro del labrum de la cadera (n=1), lesión de rodilla (n=1).	31±9	NA	Baloncesto en silla de ruedas.
Kelly et al., 2018 Australia	10H.	Clasificación Federación Internacional de Rugby en Silla de ruedas: 0.5 (n=4), 2.0 (n=2), 1.0 (n=1), 2.5 (n=1), 3.0 (n=1) y 3.5 (n=1).	31,8±7,3	NA	Rugby en Silla de ruedas.
Peña-González & Moya-Ramón, 2023 España	15H	Parálisis cerebral (Clasificación IFCPF en FT1: n=3. FT2: n=11, FT3: n=1)	27,5±7,6	22,0±2,1	Fútbol con parálisis cerebral.
Imparato et al., 2021 Italia	12H	Discapacidad física (Clasificación S2: n=6). 6 deportistas sin discapacidad.	23	PP: -0,003647286 (coeficiente)	Para natación.

M: Mujeres; H: Hombres; SCI: Lesión en medula cervical; NO-SCI: No tienen lesión en medula cervical; AA: Atleta A; AB: Atleta B; AC: Atleta C; LME: Lesión en medula espinal; MC: Masa Corporal; PP (kg): Peso promedio; MeP: Peso medio; PA (cm): Altura promedio; MeA: Altura media; NA: No aplica; IFCPF: Federación Internacional de Fútbol para Parálisis Cerebral.

La tabla 3 contiene la información pertinente sobre la descripción y características de los estudios como el autor (año de publicación), intervención y dosificación de la carga de entrenamiento, principales resultados (antes y después) y las conclusiones de los estudios incluidos en la revisión. Estos experimentos son una herramienta útil para la clasificación internacional de los deportistas y la periodización del

entrenamiento en el deporte paralímpico, la preparación física en los deportistas en determinada clase deportiva, debido a los datos suministrados en el trabajo de campo, evaluación (pretest-postest de variables a nivel fisiológico, psicológico y de rendimiento) de los parámetros de la condición física y rendimiento deportivo, dosificación y monitorización de la carga de entrenamiento interna y externa, y control en las sesiones de trabajo.

Tabla 3. Descripción y características de los estudios incluidos en la búsqueda.

Autor, año de publicación	Intervención y dosificación de la carga de entrenamiento	Resultados	Conclusiones
O'Brien et al., 2022	<p>Campamento de 2 días.</p> <p>Calentamiento: Warm-up COM (5min) vs Warm-up INT (5 sprints de 10s con 50s al 50% VO2máx).</p> <p>ISP (4/4 o Q1-Q2- Q3-Q4 de 16min, 11 bloques en cada 4to, series de ejercicios de velocidad de 35s muy baja, 30s baja, 20s moderada, separados de sprint de 5s y 10s) en ergómetro de silla de ruedas.</p> <p>Distribución de la carga en 5 zonas de velocidad (Muy baja = ≤20%; Baja = 21-50%; Moderada = 51-80%; Alta = 81-95%; Muy alta = >95%).</p> <p>Escala de confort térmico: 1 "cómodo" y 4 "muy incómodo".</p> <p>RPE. Lactato en sangre: Q1-Q2- Q3-Q4 de ISP. Tcore: °C.</p>	<p>Warm-up CON vs INT</p> <p>FC (94±15 vs 107±19, p<0.05).</p> <p>Lactato (0.3±0.6 vs 4.1±2.5, p<0.05).</p> <p>RPE (11±2 vs 16±2, p<0.05).</p> <p>Sensación térmica (4.5±0.8 vs 0.8, p<0.05). Confort térmico (1.1±0.4 vs 2.0±0.8, p<0.05). ISP: FC (p ≥ 0,131), concentración lactato (p=0998), RPE – Q3 – Q4 (p=0.009), sensación térmica– Q3 – Q4 (p=0.042), confort térmico – Q3 – Q4 (p<0.001).</p> <p>Sprints de rendimiento potencia máxima SCI< en comparación con NO-SCI durante ambos ISP (p ≤ 0,026).</p> <p>Rendimiento en silla de ruedas durante ISP (p≥0.143).</p> <p>Índice de fatiga Q2-Q3-Q4 (INT: p ≤ 0,024).</p>	<p>Warm-up INT aumento la percepción y tensión térmica durante el complemento del juego. No hubo cambios en el rendimiento del sprint repetido en SCI.</p> <p>Warm-up INT es apropiado para jugadores NO-SCI porque mejoró los sprints de rendimiento potencia.</p>
Stephenson et al., 2019	<p>5 sem de IT (1 sem pre-IT, 2 sem IT y 2 sem post-IT). TM: 18,7 ± 0,9°C. Vol de entrenamiento sem (137 ± 33%). TL (se cuantificó mediante los métodos de Cejuela-Anta y Esteve-Lanao, donde el tiempo (min) total de entrenamiento se multiplica la intensidad (natación=0,75, bicicleta=0,5 y carrera=1) y se suman al final).</p> <p>Análisis de saliva sC/sT (Hora: 6:00 am – 7:00 am, día 2, 9, 12, 16, 19 y 30); POMS/ RETQ-S (cuestionario de 65 ítems/76 ítems; día 5, 12, 19, 26 y 33). FCR (días 1-7, 8-14, 15-21, 22-28 y 29-</p>	<p>TL (5 sem (p<0,001); TL>días 8-14 y 15-21(p≤0,034); TL<días 1-7(p=0.014)). sT/Sc/slgA (p≥0.090). URI (43% de los casos se modificó).</p> <p>FCR (p≥0,131). POMS escala de ira elevado el día 5 que los días 12 y 19 (p≤0,044) y alta día 33 que día 19 (p=0.049), no cambios en el resto de las escalas (p≥0,079).</p> <p>RESTQ-S mayores día 5 que días 12, 19 y 26 (p≤0,019), estrés deportivo mayor día 5 que días 12, 19 y 33 (p≤0,023).</p> <p>La recuperación día 12 y 19 (p≤0,025). FCR</p>	<p>No se evidenciaron cambios en signos de fatiga aguda o de adaptación. Hubo pocos cambios fisiológicos, hormonales asociados al estrés excesivos, por el contrario, si se mostraron cambios psicológicos positivos.</p>

	35); Likery scale (al despertarse).	(p≥0.131).	
Kim et al., 2017	IHT: 2 sem de entrenamiento de hipoxia hipobárica a 4.000 m de altura (entrenamiento continuo, intervalos y repeticiones, 12 sesiones de 60 min, 23 °C ± 2 °C / HC: 50% ± 5%). Prueba de esfuerzo en ergómetro de bicicleta al nivel del mar (contrarreloj de 14 Km). AA utilizó ergómetro de brazo, CI (25W aumentando cada 2 min en 12 y 13 W (70rpm)), similar para AB: CI (25W aumentando cada 3 min en 12 y 13 W (70rpm)), AC usó cicloergómetro CI (100W aumentando cada 2 min en 25 W (100rpm)), Intensidad: VT.	VO ₂ max/FCMax/Tiempo completo/Intensidad máxima/Contrarreloj 14km (AA: Pre: 46.0, Post: 37.0, Δ: -9/Pre: 185.5, Post: 183.0, Δ: -2.5/ Pre: 221-ou, Post: 251-ou, Δ: +21-ou/ Pre: 162, Post: 175, Δ: +13/ Rt: 1'41" (5.1%); AB: Pre: 29.0, Post: 28.0, Δ: -1/Pre: 162.7, Post: 163.0, Δ: +0.3/ Pre: 121-ou, Post: 151-ou, Δ: +21-ou/ Pre: 75, Post: 87, Δ: +12/ Rt: 8'54" (16.0%); AC: Pre: 57.3, Post: 58.5, Δ: +1.2/Pre: 179.7, Post: 179.4, Δ: -0.3/ Pre: 161-ou, Post: 171-ou, Δ: +1-ou/ Pre: 275, Post: 300 Δ: +25/ Rt: 1'07" (5.1%)).	2 semanas de IHT aumentaron el rendimiento en las pruebas de contrarreloj (disminuyendo el tiempo en 14Km) y el metabolismo energético aeróbico en deportistas de paracycling.
Castelli Correia de Campos et al., 2013	Planificación tradicional (Matveev), periodo preparatorio, Entrenamiento aeróbico interválico, fuerza muscular y ejercicios de velocidad. 16 sema, 160 sesiones, Vol: 12.000 min, 10 sesiones sema (12.5 horas, 5 mañana, duración: 60min/5 tarde: duración: 90min).	VO ₂ máx (Pre: 44,7 ± 4,71 ml.(kg.min)-1-Post: 50,3 ± 3,28 ml.(kg.min)-1). PAM (+>23.25%). PAPMe (+>11.08%). PAPMax (+>3.5%). IF (<26.6%). MC (kg): p ≤ 0,05 (Pre: 77,08 ± 7,73-Post: 76,16 ± 8,38). IMC (Pre: 26 ± 1,32 Kg/m ² -Post: 25,69 ± 1,37 Kg/m ²). GC (Pre: 16,84 ± 4,97%-Post 15,96 ± 4,54%). Masa magra (Pre: 63,81 ± 3,23kg-Post: 64,87 ± 3,67 kg). Somatotipo: 4H (endo-mesomorfo), 2H (meso-endomorfo), 1H (endomorfo-mesomorfo).	16 semanas de entrenamiento aeróbico interválico, de fuerza y velocidad mejoraron significativamente la potencia muscular y el VO ₂ máx con la disminución del índice de fatiga y aumentando el rendimiento. También se presentaron cambios en la composición corporal.
Koontz et al., 2021	6 sem HIIT de Handcycling (2 sesiones sem, sesión de 25 min (2-3 min activación, 10 intervalos de 1 min al 90% PPO (± 5 W), 1 min de recuperación al 0-20% PPO, .2-3 min de enfriamiento).	7/10 (70%) completaron el estudio. VO ₂ máx (ml/kg/min): p=0.931. VO ₂ máx (ml/min): p=0.921. RPE: 47 (52.8%). PACES (Rango 18-126 - DE: 114.8 (11.3)). Tiempo agotamiento (p=0.194). PPO: p=0.203.	6 semanas HIIT son factibles y aceptables para LME, aunque se requiere de más tiempo de intervención para obtener cambios fisiológicos significativos en el VO ₂ máx y cardio-metabólico. Además, se evidencia beneficios psicológicos.
Granados Domínguez et al., 2016	10 sem EIAl (final periodo competitivo, 2 sesiones sema, 60 min). Batería de test (sprint de 5 y 20m, sprint con arrastre de peso en 5 y 20m, test de cambio de dirección y test de resistencia MSFT (20m a velocidad incremental a ritmo de señales sonoras). 5 sem de circuito de 22 min (6 ejercicios de cambios de ritmo de 8s, intensidad: FCmáx:>90% y 12s de recuperación FCmáx: 65-70%, más 25s al 80-90% FCmáx con 15s de recuperación <65% FCmáx. Luego, 5 sem (4 repeticiones de 4 ejercicios diferentes, el ritmo de trabajo fue 15s por ejercicio, intensidad: >90% FCmáx con 45s de descanso <65% FCmáx. En los entrenamientos y competiciones se solicitó la RPEres y REPmus.	Sprint 5m (7.14%, p<0.05). Sprint 20m (1.00%, p=>0.05). Sprint con arrastre 5m (bajo 3%, p=>0.05) y 20m (igual que el pretest). Cambio de dirección (4%, p=0.05). RPEres (>16%, p=0.05). REPmus (>9%, p=0.05). Lactato (8.18 ± 2.85). FCmáx (177.63 ± 10.30). Distancia en metros (527.27 ± 253.73). °C (35.93 ± 0.76).	10 semanas de EIAl no generaron modificaciones en el rendimiento físico y fisiológico, presentando una disminución en el rendimiento en el sprint de 5m. El rendimiento de los deportistas de baloncesto en silla de ruedas se afectó negativamente debido a la carga, partidos y fatiga acumulada al final del periodo de competitivo.
Briley et al., 2023	Protocolo ISP (73 min). Pre-ISP (Calentamiento 10 min: propulsión auto-seleccionada, estiramiento dinámico, 3 min de propulsión submáx y 2 min de recuperación, 2 sprint de 10s en ergómetro de silla de ruedas alternados de 5 min de descanso). El protocolo ISP (Calentamiento 16 min, 4/4 de 16 min, cada bloque de velocidades muy bajas (35 ≤ 20 % Vmáx), velocidades bajas (30s 21 %–50 % Vmáx) y velocidades moderadas (25s 51 %–80 % Vmáx). La propulsión submáx separada por sprints a velocidad alta (5s de 81%–95% Vmáx) y muy alta (10s ≥95% Vmax). Post-ISP (3 min de propulsión submáx, 2 min de recuperación, 2 sprint de 10s alternados de 5 min de descanso). Con marcadores en puntos anatómicos del tronco y extremidades superiores (según ISB), se rastreó el movimiento escapular para estimar la cinemática glenohumeral.	Lactato en sangre (p<0.001), RPE (p=0.001), FC (p=0.027). Rendimiento de sprint. Fase de aceleración (Vmáx (p=0.268), Distancia (p=0.927)), General (Vmáx (p=0.991), Distancia (p=0.510)). Mediciones biomecánicas: flexión máxima del tórax (p= 0,016, -5,1°), abducción glenohumeral (p= 0,00, -5,1°), aumentaron ángulos de contacto (p<0,001, -5,1°), asimetrías de ángulos de contacto (p= 0,044, -5,1°), asimetrías de flexión (p= 0,041, 1,5°) en fase de aceleración del sprint. Fase de velocidad máxima de los jugadores de velocidad, se redujo la flexión máxima del tórax (p= 0,003, -5,8°) y la abducción glenohumeral (p=0,031, -8,1°), aumento del ROM de abducción glenohumeral (p= 0,007, 16,9°) y asimetrías de abducción (p= 0,046, 20,2%) después del ISP.	Los jugadores de rugby en silla de ruedas presentaron fatiga a nivel fisiológico después del protocolo ISP que no repercutió en el rendimiento de sprint. Se presentaron modificaciones en la asimetría y ángulos de movilidad en las extremidades superiores durante el impulso de la silla de ruedas.
Iturricastillo et al., 2018	Periodo competitivo de 5 sem. (2 sesiones y 1 partido SSG (4vs4, 4 series de 4 min con 2 min de recuperación). La batería de test en rendimiento (habilidad de cambio de dirección, sprints y arrastre de trineo), medición de respuestas neuromusculares y fisiológica de temperatura timpánica, lactato antes y después de SSG.	Disminución del rendimiento en sprint de 5 y 20 m (1,10%, p<0,01), arrastre de trineo de 5 m (1,82%, p<0,05) y 20 m (2,68%, p<0,01) antes y después de la SSG. Aumento de la temperatura timpánica (36,21 ± 0,60 °C a 36,97 ± 0,59 °C, p<.001). Lactato (1,95 ± 1,30 mmol/L a 5,84 ± 2,04 mmol/L, p<.001) después de SSG.	Se presentó disminución en el rendimiento de sprint de 5 y 20 m, arrastre de trineo de 5 y 20 m, resultando en el aumento de fatiga que se refleja en las respuestas fisiológicas después de cada SSG de 16 min.
Kelly et al., 2018	2 sesiones de prueba (calentamiento: 10 min, 5 aceleraciones intermitentes y sprint de 20 m a una intensidad del 80%), el V 30 – 15 IFT 28 m (45s, 30s de lanzaderas intercaladas de 15s de recuperación pasiva).	V 30-15 IFT-28m (10,7 ± 1,7 km/h). FCmáx (130 ± 22). Lactato (6,2 ± 2,1 mmol/L-1). RPE (15,2 ± 2,7).	La prueba V 30 – 15 IFT-28m es confiable para trabajar, monitorizar y controlar la condición física por métodos directos e indirectos

<p>Los deportistas se mueven sobre líneas marcadas a 0 m, 14 m y 28 m durante 30s. Para la recuperación deben volver a la línea próxima para repetir el trabajo; el ritmo de trabajo fue guiado por una señal de audio con una velocidad inicial de 8.0 km/h, aumentando 0.5 km/h cada etapa. La prueba finaliza cuando el deportista no logra mantener la velocidad o llegar a zona de 3 m.</p>		<p>y el rendimiento en sprint y cambios de dirección en deportistas de rugby en silla de ruedas.</p>
<p>55 sem (2-3 sesiones sem). 1: 14 sem (entrenamiento en circuito). 2: 16 sem (2 ST; 1 HIIT largo (intensidad: 70% vYIR1): 4x4 min-correr, 3 min descanso-caminando; circuito tras sesión). 3: 18 sem (2 ST; 1 RT; 1 HIIT largo (intensidad: 80% vYIR1): 10x2 min-correr, 1 min descanso-caminando; 2 circuitos tras sesión). 4: 7 sem (1 ST; 1 HIIT largo (intensidad: 90% vYIR1): 2x10x1 min correr, 30s descanso-caminando, 1 HIIT corto (intensidad: 100% vYIR1): 2x8x30s-correr, 15s descanso-caminando; 2 circuitos tras sesión).</p>	<p>5 m sprint (7.8%, p=0.012). 10 m sprint (10.9%, p=0.017). 20-m sprint (5.3%, p=0.045). 30-m sprint (5.7%, p=0.044). MAT (11.1%, p=0.001). Driblar (21.1%, p<0.001). Yo-Yo IR1 (78.2%, p<0.001).</p>	<p>Este estudio en deportistas de fútbol de parálisis cerebral durante 55 semanas con métodos de entrenamiento en circuito, ST, RT y HIIT mostraron cambios significativos sobre el rendimiento físico de un 5.3% a 78.2% en los sprint, cambios de dirección, driblin y resistencia intermitente en la preparación a una Copa del Mundo.</p>
<p>8 sem (4 sem de HIIT (30:30, 10 repeticiones de 30s de natación al 90% del VO₂máx, recuperación de 30s de natación al 70% VO₂máx) y 4 sem de Tabata (20:10, 20s de natación al 120%VO₂máx, recuperación pasiva de 10s, repetir hasta que los tiempos se mantengan constantes) Durante las 8 sem del estudio se hizo entrenamiento de Pilates).</p>	<p>VO₂máx variable (Pre: 0.470751504 – Post: 0.140896887). Trazos variables (Pre: 0.72070067 – Post: 0.691640495). Prueba de dos colas-T con la misma varianza a los tiempos (p (T<=t) una cola .391061793; p (T<=t) dos colas .782123587). Prueba de dos colas-T con la misma varianza para los golpes (p (T<=t) una cola .390651737; p (T<=t) dos colas .781303473),</p>	<p>No se presentaron diferencias de un grupo a otro con respecto al rendimiento, pero si hubo cambios en el rendimiento en todos los deportistas. El entrenamiento en conjunto para deportistas con y sin discapacidad, puede mejorar el rendimiento deportivo y generar mayor inclusión.</p>
<p>HIIT: Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad; ISP: protocolo de sprint intermitente; Warm-up COM: Calentamiento típico de competición; Warm-up INT: Calentamiento de esfuerzos de alta intensidad; Tcore: Temperatura central en °C; RPE: Escala de esfuerzo percibido; Q1: primer cuarto; Q2: segundo cuarto; Q3: tercer cuarto; Q4: cuarto cuarto; Q5: quinto cuarto; FC: Frecuencia cardiaca; FCR: Frecuencia cardiaca de reposo; FCmáx: Frecuencia cardiaca máxima; SCI: Lesión en medula cervical; NO-SCI: No tienen lesión en medula cervical; Sem: semanas; IT: Entrenamiento intensificado; TL: Carga de entrenamiento; °C: Grados centígrados; TM: Temperatura media; sC: Cortisol salival; sT: Testosterona salival; POMS: Perfil del Estado de Ánimo; RETQ-S: Cuestionario de Recuperación y Estrés para el Deporte; slgA: inmunoglobulina A secretora salival; URI: Cuestionario determinación de las enfermedades de las vías respiratorias superiores; Vol: Volumen; IHT: Entrenamiento hipóxico intermitente; VT: Umbral ventilatorio; W: Watts de potencia; Δ: cambio; Rt: Reducción tiempo VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno; PAPM: Parámetros anaeróbicos de potencia mínima; PAPMe: Parámetros anaeróbicos de potencia media; PAPMax: Parámetros anaeróbicos de potencia máxima; IF: Índice de fatiga; MC: Masa corporal; IMC: Índice de Masa Corporal; GC: Grasa Corporal; H: Hombres; PPO: Producción de potencia en watts; PACES: Escala de disfrute de la actividad física; DE: Desviación estandar; LME: Lesión en medula espinal; EIAl: entrenamiento intermitente de alta intensidad; MSFT: multi-stage fitness test; RPEres: Percepción subjetiva del esfuerzo a nivel respiratorio; RPEmus: Percepción subjetiva del esfuerzo a nivel muscular; Vmáx: Velocidad máxima; ISB: Sociedad Internacional de Biomecánica; ROM: Rango de movimiento; SSG: Small-sided games (partidos en silla de ruedas); IFT: intermittent fitness test (prueba de aptitud física intermitente); V: Velocidad final; ST: Entrenamiento de fuerza; vYIR1: Velocidad del Yo-Yo IR1 (Intermittent Recovery test); RT: Entrenamiento de resistencia.</p>		

Del total de estudios incluidos en esta revisión, hay tres (Briley et al., 2023; Kelly et al., 2018; O'Brien et al., 2022) en rugby en silla de ruedas, dos de estos estudios (Briley et al., 2023; O'Brien et al., 2022) implementaron un protocolo de sprint intermitente (ISP) y una investigación (Kelly et al., 2018), guio el estudio con una prueba de aptitud física intermitente (IFT por sus siglas en ingles intermittent fitness test). En triatlón, se utilizó un programa de entrenamiento intensificado (IT) durante 5 semanas (Stephenson et al., 2019). De la misma manera, en para natación se combinó el método HIIT, Tabata y pilates en el medio acuático durante 8 semanas (Imparato et al., 2021). Asimismo, dos investigaciones se realizaron en paracycling; una con entrenamiento hipóxico intermitente sobre 4.000 m sobre el nivel del mar (Kim et al., 2017) y otra en handcycling implementaron HIIT durante 6 semanas (Koontz et al., 2021).

Junto a lo anterior, en baloncesto en silla de ruedas, Granados Domínguez et al., (2016) implementaron el método de entrenamiento intermitente de alta intensidad (EIAl) e Iturricastillo et al., (2018) emplearon entrenamiento de alta intensidad a través de partidos en silla de ruedas (SSG por sus siglas en ingles Small-sided games). Finalmente, hay dos artículos (Castelli Correia de Campos et al., 2013; Peña-González & Moya-Ramón, 2023) en fútbol. El primer artículo (Castelli Correia de Campos et al., 2013)

en fútbol 5 utilizó el entrenamiento aeróbico interválico durante 16 semanas. Por otro lado, el segundo artículo (Peña-González & Moya-Ramón, 2023) en fútbol con parálisis cerebral durante 55 semanas utilizó HIIT.

Con respecto a las respuestas y adaptaciones fisiológicas producidas por esta metodología, cuatro estudios (Briley et al., 2023; Granados Domínguez et al., 2016; Iturricastillo et al., 2018; Stephenson et al., 2019) no mostraron mejoras sobre la condición física e inclusive se presentó disminución del rendimiento. Específicamente, el de Briley et al., (2023) concluye que los deportistas en rugby en silla de ruedas presentaron signos de fatiga después de un ISP, pero no afectó el rendimiento en sprint. Una investigación (Granados Domínguez et al., 2016) concluye que el EIAl no generó modificaciones en el rendimiento físico y fisiológico que inhibieron el rendimiento en sprint. Otro de los estudios (Iturricastillo et al., 2018) concluyen que los SSG combinados entrenamiento de alta intensidad aumentaron la fatiga fisiológica que disminuyó el rendimiento en jugadores de baloncesto en silla de ruedas en las pruebas de sprint de 5 y 20 m, arrastre de trineo de 5 y 20 m. Finalmente, el estudio (Stephenson et al., 2019) concluye que no hubo cambios fisiológicos y hormonales en los signos de fatiga en deportistas de para triatlón.

Junto a lo anterior, siete artículos (Castelli Correia de

Campos et al., 2013; Imparato et al., 2021; Kelly et al., 2018; Kim et al., 2017; Koontz et al., 2021; O'Brien et al., 2022; Peña-González & Moya-Ramón, 2023) mostraron mejoras en la capacidad cardiorrespiratoria ($VO_{2\text{máx}}$ - FC), la resistencia aeróbica y anaeróbica el metabolismo oxidativo y glucolítico, mayor reclutamiento de fibras de contracción rápida aumentando la potencia muscular de los miembros inferiores y superiores. También, en estos estudios se evidencian aumento en el rendimiento en sprint de 5m, 20m con o sin peso y en cambios de dirección, dribling, disminución en tiempo en pruebas para natación y de contra reloj en paracycling. Cabe mencionar que hay tres investigaciones (Imparato et al., 2021; Koontz et al., 2021; Stephenson et al., 2019) que mostraron mejoras psicológicas durante el proceso de intervención valoradas por medio de cuestionarios de las variables psicológicas.

Por otra parte, cinco artículos (Castelli Correia de Campos et al., 2013; Imparato et al., 2021; Iturricastillo et al., 2018; O'Brien et al., 2022; Peña-González & Moya-Ramón, 2023) combinaron el entrenamiento HIIT con otros métodos de entrenamiento. En la revisión se encontraron cuatro artículos (Briley et al., 2023; Kim et al., 2017; Koontz et al., 2021; O'Brien et al., 2022) que implementaron ejercicios en ergómetro de silla de ruedas, ergómetro manual o de manivela y un cicloergómetro de bicicleta. Del total de estudios incluidos, solo cuatro estudios (Castelli Correia de Campos et al., 2013; Imparato et al., 2021; Iturricastillo et al., 2018; Peña-González & Moya-Ramón, 2023) emplearon ejercicios de trabajo de fuerza en los programas de entrenamiento, siendo una de las investigaciones (Peña-González & Moya-Ramón, 2023) con esta estructura la que mostro cambios significativos cuando el entrenamiento HIIT se combinaba con ejercicios en circuito, entrenamiento de fuerza, entrenamiento de resistencia y velocidad.

Finalmente, para la monitorización de la carga de entrenamiento interna y externa, en siete investigaciones (Briley et al., 2023; Granados Domínguez et al., 2016; Kelly et al., 2018; Kim et al., 2017; Koontz et al., 2021; O'Brien et al., 2022; Stephenson et al., 2019) lo realizaron a través de métodos directos como mediciones en la concentración de lactato en sangre, monitorización de la frecuencia cardiaca y watts de potencia, y uso de métodos indirectos como RPE, RPEres y RPEmus.

Discusión

Los resultados obtenidos en la presente revisión narrativa señalan que el método de entrenamiento interválico de alta intensidad implementado en deportistas paralímpicos con discapacidad física, visual y parálisis cerebral mejora la capacidad aeróbica ($VO_{2\text{máx}}$), anaeróbica, fuentes energéticas y la potencia muscular, junto con el rendimiento deportivo en siete (Castelli Correia de Campos et al., 2013; Imparato et al., 2021; Kelly et al., 2018; Kim et al., 2017; Koontz et al., 2021; O'Brien et al., 2022; Peña-González & Moya-Ramón, 2023) de los once estudios analizados. Sin

embargo, hay cuatro investigaciones (Briley et al., 2023; Granados Domínguez et al., 2016; Iturricastillo et al., 2018; Stephenson et al., 2019) donde contradicen que no hubo beneficios fisiológicos y en el rendimiento deportivo de los deportistas. Aunque esto puede presentarse por los diseños metodológicos que se alejaban del método HIIT, la intervención, duración y frecuencia de entrenamiento durante los estudios no era lo suficientemente amplia para generar los cambios en alguna de las variables de la condición física y optimizar el rendimiento en la modalidad deportiva. Y finalmente, en uno de los estudios (Granados Domínguez et al., 2016) señalan que el periodo donde se encuentra la preparación de los deportistas influye en el desarrollo de las investigaciones, porque en este caso los participantes se encontraban al final de la temporada con una carga acumulada de entrenamiento y partidos en baloncesto en silla de ruedas.

En cuanto a la efectividad de la dosificación de la carga de entrenamiento interna y externa, cabe destacar el diseño metodológico de entrenamiento (pretest - intervención - postest) en fútbol con parálisis cerebral, durante 55 semanas, 2-3 sesiones semanales (4 periodos (1: 14 semanas (entrenamiento en circuito); 2: 16 semanas (2 ST; 1 HIIT largo (intensidad: 70% vYIR1): 4x4 min-correr, 3 min descanso-caminando; circuito tras sesión); 3: 18 semanas (2 ST; 1 RT; 1 HIIT largo (intensidad: 80% vYIR1): 10x2 min-correr, 1 min descanso-caminando; 2 circuitos tras sesión); 4; 7 semanas (1 ST; 1 HIIT largo (intensidad: 90% vYIR1): 2x10x1 min correr, 30s descanso-caminando, 1 HIIT corto (intensidad: 100% vYIR1): 2x8x30s-correr, 15s descanso-caminando; 2 circuitos tras sesión). Esta investigación tiene limitaciones que se deben tener presente en cuanto a la monitorización o medición de la carga de entrenamiento interna, puesto que no se evidencia el control de la intensidad con métodos directos como el $VO_{2\text{máx}}$, frecuencia cardiaca, medición de la concentración de lactato en sangre y watts de potencia y métodos indirectos como RPE, RPEres y RPEmus como se ha realizado en diez estudios consultados (Briley et al., 2023; Castelli Correia de Campos et al., 2013; Granados Domínguez et al., 2016; Imparato et al., 2021; Iturricastillo et al., 2018; Kelly et al., 2018; Kim et al., 2017; Koontz et al., 2021; O'Brien et al., 2022; Stephenson et al., 2019).

En este sentido, en lo referente a la periodización del entrenamiento, se resalta que un estudio (Castelli Correia de Campos et al., 2013) baso la preparación de los deportistas paralímpicos utilizando el modelo clásico de Matveev en periodo preparatorio. Además, solo tres artículos (Granados Domínguez et al., 2016; Iturricastillo et al., 2018; Peña-González & Moya-Ramón, 2023), dos en baloncesto en silla de ruedas y uno en Fútbol con parálisis cerebral lo hicieron en el periodo competitivo. La duración de los programas de entrenamiento fue desde 1 sesión hasta 55 semanas de entrenamiento. En las intervenciones, las sesiones de trabajo estuvieron compuestas por periodos de activación de 10 minutos por medio de ejercicios de movilidad articu-

lar, desplazamientos, estiramientos o utilizando un ergómetro; la fase central estuvo compuesta por intervalos de trabajo con una intensidad del 70% al 100% (8s – 4 min) combinada con intervalos de recuperación con una intensidad del 0% al 70% (15s – 5 min). Los ejercicios empleados en esta fase fueron desde sprint con o sin peso, cambios de dirección, trabajo en medio acuático, dribbling, trabajo de fuerza, entrenamiento en circuito y resistencia, uso de ergómetro en silla de ruedas, ergómetro manual o de manivela, cicloergómetro de bicicleta y tapiz rodante. La vuelta a la calma se ejecutó de 5 a 10 minutos con ejercicios a una intensidad baja si se usa un ergómetro o con actividades de estiramiento pasivo.

Por otra parte, las características de los deportistas sobre el IMC, cuatro artículos (Castelli Correia de Campos et al., 2013; Kim et al., 2017; O'Brien et al., 2022; Peña-González & Moya-Ramón, 2023) evaluaron esta variable de la composición corporal donde los deportistas se ubican en una clasificación normal. Solo un estudio (Castelli Correia de Campos et al., 2013) en fútbol 5 visual, los deportistas tienen una tendencia a sobrepeso ($26 \pm 1,32$), esto puede presentarse por las exigencias del deporte, puesto que el IMC no tiene en cuenta los porcentajes de los diferentes tejidos corporales. Solo en seis investigaciones consultadas en esta revisión narrativa (Briley et al., 2023; Granados Domínguez et al., 2016; Imparato et al., 2021; Koontz et al., 2021; O'Brien et al., 2022; Stephenson et al., 2019), evaluaron otras características de la composición corporal como la masa corporal, grasa corporal, peso, talla parado y sentado. Es importante que para futuro estudios se tenga en cuenta la valoración de otras variables de la composición corporal como los porcentajes de grasa visceral, músculo esquelético, óseo, agua, calorías, la edad corporal, pliegues, longitudes y segmentos corporales para establecer el biotipo de los deportistas paralímpicos por medio de métodos antropométricos.

Los deportistas en los once estudios tienen una edad promedio que va desde los 23 años a 45 años, es relevante evaluar los efectos del HIIT en poblaciones jóvenes y en otros deportes a los abordados en esta revisión. En solo dos investigaciones (Koontz et al., 2021; Stephenson et al., 2019) tuvieron en cuenta una población de mujeres deportistas, información que debe ser tenida en cuenta junto con muestras más amplias para estudios posteriores. Por último, las discapacidades frecuentes en este análisis fueron en mayor medida las lesiones en la medula espinal y cervical, discapacidad física, discapacidad visual, parálisis cerebral, tetraplejía y paraplejía, entre otras. De igual forma, no se encontraron estudios similares con deportistas paralímpicos cuya discapacidad sea intelectual.

Finalmente, esta revisión narrativa brinda al lector una herramienta importante sobre algunos aspectos de la implementación de un programa de entrenamiento HIIT en deportistas paralímpicos en deportes colectivos e individuales como rugby en silla de ruedas, para natación, baloncesto en silla de ruedas, fútbol 5, fútbol con parálisis cerebral,

triatlón y paracycling. Las sugerencias para estudios posteriores deben atender las limitaciones abordadas en el transcurso de este apartado, esto con el propósito de obtener intervenciones y resultados más confiables que se ajusten a las características de los deportistas paralímpicos con discapacidad física, visual y parálisis cerebral en deportes de carácter intermitente, aeróbico, anaeróbico y también aquellos deportes donde la aplicación de la fuerza es predominante.

Junto a lo anterior, las investigaciones futuras y los profesionales en las ciencias del deporte deben contar muestras homogéneas en cuanto a la clase deportiva, contar con grupos control, realizar una descripción detallada del modelo de periodización, los periodos, mesociclos, microciclos, el volumen e intensidad de la carga de trabajo en la fase de activación – fase central – fase final, la frecuencia y tiempo de sesiones semanales, los tiempos de aplicación de la carga externa, tiempos de recuperación, tipos de ejercicios, métodos de control de la carga de entrenamiento y como esta produce efectos sobre el rendimiento deportivo y una presentación bien definida de la metodológica sobre los protocolos de valoración utilizados. Además, de las características del deportista (composición corporal, la condición física, la biomecánica, nivel de madurez psicológica, experiencia deportiva y años de discapacidad), la detección y selección de talentos, las demandas fisiológicas y neuromusculares exigidas durante los entrenamientos y la competición (Stieler et al., 2023).

Conclusiones

En el deporte paralímpico el método de entrenamiento HIIT está ganando espacio, porque produce efectos favorables en poco tiempo sobre la capacidad aeróbica y anaeróbica, la composición corporal y mayor reclutamiento de fibras musculares. Los cambios son significativos cuando se combina con entrenamiento en circuito, entrenamiento de la fuerza, pilates y sprint. Además, es relevante implementar el entrenamiento psicológico que prepare al para-atleta con el contexto, el entrenamiento y competiciones, junto con una periodización prolongada en semanas. Los beneficios del HIIT sobre la condición física permiten que el rendimiento deportivo de los para-atletas aumente en los deportes de tiempo y marca, similar que en los deportes donde se requiere cambios de dirección, sprint y uso de balones u otros objetos en deportes con y sin oposición.

Por consiguiente, el método de entrenamiento HIIT es una herramienta útil que permite trabajar con deportistas paralímpicos con discapacidad física, visual y parálisis cerebral en deportes de carácter intermitente y deportes donde la capacidad aeróbica, anaeróbica, la velocidad y la fuerza es esencial para desplazar la aparición de la fatiga y optimizar el rendimiento atlético. En este sentido, para la aplicación de esta metodología de entrenamiento es importante analizar la clasificación funcional porque se debe adecuar la carga de trabajo con un volumen e intensidad acorde al momento de la temporada porque la distribución y dosificación de la carga en deportistas con discapacidad física o visual difiere a

la implementada en atletas con parálisis cerebral por el impacto de la carga externa sobre las repuestas en el sistema nervioso central y periférico. Junto a lo anterior, se debe tener en cuenta la frecuencia de entrenamiento semanal con el HIIT, evaluación, control y monitorización de la carga de entrenamiento con métodos directos e indirectos, y el periodo en que se encuentre la periodización del entrenamiento porque en varios estudios no mostraron cambios sobre la condición física y hubo disminución del rendimiento deportivo por la fatiga acumulada durante el periodo pre-competitivo y competitivo.

Sin embargo, es de vital importancia que se realicen estudios futuros con el método HIIT que permitan confirmar los hallazgos abordados en esta revisión narrativa con muestras más amplias con deportista con discapacidad física, visual y parálisis cerebral, en otros deportes paralímpicos donde el método permita mejorar el rendimiento atlético. Además de realizar experimentos con poblaciones homogéneas en cuanto a la clase deportiva para analizar la efectividad del HIIT en la contribución, viabilidad y seguridad de los deportistas sobre el rendimiento deportivo a mediano y largo plazo. Esto con el propósito de diseñar ensayos o experimentos factibles que permitan estandarizar y convalidar protocolos de medición de fácil acceso para entrenadores, teniendo en cuenta las limitaciones que deben corregirse en investigaciones posteriores para concretar el entrenamiento apropiado en los para-atletas según la clasificación funcional, la clase deportiva y las demandas fisiológicas y neuromusculares exigidas durante la competición.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Jóvenes Investigadores e Innovadores en el Departamento del Cauca, a la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Grupo de Investigación Interdisciplinar en Ciencias Sociales y Humanas (GIICSH) y el Grupo de Investigación Deporte y Movimiento Humano (GIDEMO).

Financiamiento

Proyecto Jóvenes Investigadores e Innovadores del Departamento del Cauca 2023, identificado bajo BPIN 2020000100043 y DNI 5645.

Referencias

- Aguirre Loaiza, H. H., Hernández Roldan, R., Anderson Quiñonez, J., Arenas, J., Urrea, A. M., & Barbosa-Granados, S. (2020). Características Psicológicas en Deportistas con Discapacidad Física. *Retos*, *40*, 351–358. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.83079>
- Astorino, T. A., & Thum, J. S. (2018). Interval training elicits higher enjoyment versus moderate exercise in persons with spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, *41*(1), 77–84. <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1235754>
- Bahdur, K., Gilchrist, R., Park, G., Nina, L., & Pruna, R. (2019). Effect of HIIT on cognitive and physical performance. *Apunts. Medicina de l'Esport*, *54*(204), 113–117. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2019.07.001>
- Briley, S. J., O'Brien, T. J., Oh, Y., Vegter, R. J. K., Chan, M., Mason, B. S., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2023). Wheelchair rugby players maintain sprint performance but alter propulsion biomechanics after simulated match play. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1–12. <https://doi.org/10.1111/sms.14423>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. *Sports Medicine*, *43*(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Camargo Rojas, D. A., Delgado Castrillon, J. V., Garcia Cabrera, V., Garcia Cabrera, V., Estupiñan Gonzalez, L. M., Medina Garzón, P. M., Muñoz-Hinrichsen, F., & Torres Paz, L. E. (2023). Estado del arte de la investigación en discapacidad y actividad física en Sudamérica Una Revisión Narrativa. *Retos*, *48*, 945–968. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.95286>
- Campos Campos, K. I., Del Pino, I., Peña, E., Valderrama, C., Wall, C., & Cáceres, F. (2023). Efecto de una intervención basada en deportes paralímpicos sobre las actitudes hacia la inclusión de estudiantes con discapacidad en clases de Educación Física. *Retos*, *50*, 644–650. <https://doi.org/10.47197/retos.v50.99760>
- Casaña, J., Varangot-Reille, C., Calatayud, J., Suso-Martí, L., Sanchís-Sánchez, E., Aiguadé, R., López-Bueno, R., Gargallo, P., Cuenca-Martínez, F., & Blanco-Díaz, M. (2022). High-Intensity Interval Training (HIIT) on Biological and Body Composition Variables in Patients with Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(23), 6937. <https://doi.org/10.3390/jcm11236937>
- Castelli Correia de Campos, L. F., de Athayde Costa e Silva, A., Teixeira Fabrício dos Santos, L. G., Trevisan Costa, L., Montagner, P. C., Borin, J. P., Ferreira de Araújo, P., & Irineu Gorla, J. (2013). Effects of training in physical fitness and body composition of the brazilian 5-a-side football team. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, *6*(3), 91–95. [https://doi.org/10.1016/S1888-7546\(13\)70041-8](https://doi.org/10.1016/S1888-7546(13)70041-8)
- Castelli Correia de Campos, L. F., Ribeiro da Luz, L. M., Luarte Rocha, C. E., Diehl Nogueira, C., Labrador Roca, V., & Irineu Gorla, J. (2019). Validación de pruebas para el análisis de la potencia aeróbica en atletas tetrapléjicos. *Apunts Educación Física y Deportes*, *135*, 68–81. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/1\).135.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/1).135.05)
- Collados-Gutiérrez, A., & Gutiérrez Vilahú, L. (2023). Eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad versus entrenamiento continuo moderado en pacientes con insuficiencia cardiaca crónica con fracción de eyección reducida, en relación a la capacidad aeróbica, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y la calidad

- de vida. Revisión sistemática. *Retos*, 49, 135–145. <https://doi.org/https://doi.org/10.47197/retos.v49.93944>
- Depiazzi, J., Smith, N., Gibson, N., Wilson, A., Langdon, K., & Hill, K. (2021). Aquatic high intensity interval training to improve aerobic capacity is feasible in adolescents with cerebral palsy: pilot randomised controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 35(2), 222–231. <https://doi.org/10.1177/0269215520956499>
- Fernandes Machado, A., Gomes de Souza Vale, R., Ferreira Costa Leite, C. D., Barros dos Santos, A. O., Rica, R. L., Baker, J. S., Gobbo, S., Bergamin, M., & Sales Bocalini, D. (2024). Effects of different recovery times during high-intensity interval training using body weight on psychophysiological variables. *Retos*, 51, 109–116. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.99199>
- Gauthier, C., Brosseau, R., Hicks, A. L., & Gagnon, D. H. (2018). Feasibility, Safety, and Preliminary Effectiveness of a Home-Based Self-Managed High-Intensity Interval Training Program Offered to Long-Term Manual Wheelchair Users. *Rehabilitation Research and Practice*, 2018, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2018/8209360>
- González García, C. (2022). Descifrando el papel del entrenamiento interválico de alta intensidad en el cáncer de mama: revisión sistemática. *Retos*, 44, 136–145. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90566>
- Granados Domínguez, C., Iturricastillo, A., Lozano, L., & Yanci, J. (2016). Efectos del entrenamiento intermitente de alta intensidad en la condición física de jugadores de baloncesto en silla de ruedas. *Cultura_ciencia_deporte*, 11(33), 235–240. <https://doi.org/10.12800/ccd.v11i33.768>
- Harnish, C. R., Daniels, J. A., & Caruso, D. (2017). Training response to high-intensity interval training in a 42-year-old man with chronic spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 40(2), 246–249. <https://doi.org/10.1080/10790268.2015.1136783>
- Hernández, P. A. P., Ramírez, E. G., Soto, A. P. C., Alzate, C. A., Pereira, M. L., Jimenez, C. F. G., & Gonzalez, D. Y. P. (2021). *Fisioterapia y rehabilitación integral de personas con discapacidad: revisión narrativa*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5558857>
- Imparato, P., Sannicandro, I., Izzo, R., Aliberti, S., & D'Isanto, T. (2021). Disability and inclusion: Swimming to overcome social barriers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(Proc2), 688–696. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.16.Proc2.54>
- International Paralympic Committee. (2015). *IPC Athlete Classification Code*. <https://bit.ly/3JL8urD>
- International Paralympic Committee. (2016a). *International Standard for Athlete Evaluation*. www.paralympic.org
- International Paralympic Committee. (2016b). *International Standard for Eligible Impairments*. www.paralympic.org
- Iturricastillo, A., Yanci, J., & Granados, C. (2018). Neuromuscular Responses and Physiological Changes During Small-Sided Games in Wheelchair Basketball. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 35(1), 20–35. <https://doi.org/10.1123/apaq.2016-0139>
- Kelly, V. G., Chen, K. K., & Oyewale, M. (2018). Reliability of the 30-15 intermittent fitness test for elite wheelchair rugby players. *Science and Medicine in Football*, 2(3), 191–195. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1453167>
- Kim, S.-H., An, H.-J., Choi, J.-H., & Kim, Y.-Y. (2017). Effects of 2-week intermittent training in hypobaric hypoxia on the aerobic energy metabolism and performance of cycling athletes with disabilities. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(6), 1116–1120. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1116>
- Koontz, A. M., Garfunkel, C. E., Crytzer, T. M., Anthony, S. J., & Nindl, B. C. (2021). Feasibility, acceptability, and preliminary efficacy of a handcycling high-intensity interval training program for individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord*, 59(1), 34–43. <https://doi.org/10.1038/s41393-020-00548-7>
- 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>
- Leahy, A. A., Kennedy, S. G., Smith, J. J., Eather, N., Boyer, J., Thomas, M., Shields, N., Dascombe, B., & Lubans, D. R. (2021). Feasibility of a school-based physical activity intervention for adolescents with disability. *Pilot and Feasibility Studies*, 7(1), 120. <https://doi.org/10.1186/s40814-021-00857-5>
- McMillan, D. W., Maher, J. L., Jacobs, K. A., Nash, M. S., & Bilzon, J. L. J. (2021). Physiological responses to moderate intensity continuous and high-intensity interval exercise in persons with paraplegia. *Spinal Cord*, 59(1), 26–33. <https://doi.org/10.1038/s41393-020-0520-9>
- Monforte, J., Devís-Devís, J., & Úbeda-Colomer, J. (2020). Discapacidad, actividad física y salud: modelos conceptuales e implicaciones prácticas (Disability, physical activity and health: conceptual models and practical implications). *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(45), 401–410. <https://doi.org/10.12800/ccd.v15i45.1517>
- Montes de Oca García, A., Gutiérrez Manzanedo, J., & Ponce González, J. G. (2019). Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT) como herramienta terapéutica en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2: Una revisión narrativa. *Retos*, 36, 633–639. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.69762>
- O'Brien, T. J., Briley, S. J., Mason, B. S., Leicht, C. A., Tolfrey, K., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2022). A High-Intensity Warm-Up Increases Thermal Strain But Does Not Affect Repeated Sprint Performance in Athletes With a Cervical Spinal Cord Injury. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(3), 440–449. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0073>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Discapacidad*. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/disability-and-health>

- Peña-González, I., & Moya-Ramón, M. (2023). Physical performance preparation for the cerebral palsy football world cup: A team study. *Apunts Sports Medicine*, 58(218), 100413. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2023.100413>
- Sánchez-Pay, A., & Sanz-Rivas, D. (2019). Evaluación de la condición física del jugador de tenis en silla de ruedas de alto nivel según nivel competitivo y tipo de lesión. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 15(57), 235–248. <https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05702>
- Sarkar, S., Debnath, M., Das, M., Bandyopadhyay, A., Dey, S. K., & Datta, G. (2021). Effect of high intensity interval training on antioxidant status, inflammatory response and muscle damage indices in endurance team male players. *Apunts Sports Medicine*, 56(210), 100352. <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2021.100352>
- Schranz, C., Kruse, A., Belohlavek, T., Steinwender, G., Tilp, M., Pieber, T., & Svehlik, M. (2018). Does Home-Based Progressive Resistance or High-Intensity Circuit Training Improve Strength, Function, Activity or Participation in Children With Cerebral Palsy? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(12), 2457-2464.e4. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.06.010>
- Stephenson, B. T., Leicht, C. A., Tolfrey, K., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2019). A Multifactorial Assessment of Elite Paratriathletes' Response to 2 Weeks of Intensified Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(7), 911–917. <https://doi.org/10.1123/ijpspp.2018-0838>
- Stieler, E., de Mello, M. T., Lôbo, I. L. B., Gonçalves, D. A., Resende, R., Andrade, A. G., Lourenço, T. F., Silva, A. A. C., Andrade, H. A., Guerreiro, R., & Silva, A. (2023). Current Technologies and Practices to Assess External Training Load in Paralympic Sport: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 32(6), 635–644. <https://doi.org/10.1123/jsr.2022-0110>
- Sylta, Ø., Tønnessen, E., Hammarström, D., Danielsen, J., Skovereng, K., Ravn, T., Rønnestad, B. R., Sandbakk, Ø., & Seiler, S. (2016). The Effect of Different High-Intensity Periodization Models on Endurance Adaptations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(11), 2165–2174. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001007>
- Tweedy, S. M., Connick, M. J., & Beckman, E. M. (2018). Applying Scientific Principles to Enhance Paralympic Classification Now and in the Future: A Research Primer for Rehabilitation Specialists. In *Phys Med Rehabil Clin N Am* (Vol. 29, Issue 2, pp. 31–332). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2018.01.010>
- World Para Athletics. (2022). *World Para Athletics Rules and Regulations*. <https://bit.ly/3py8t3d>
- World Para Athletics. (2023). *World Para Athletics Rules and Regulations 2023*. <https://bit.ly/44xGbok>
- Yanci, J., Iturricastillo, A., Lozano, L., & Granados, C. (2015). Análisis de la condición física de jugadores nacionales de baloncesto en silla atendiendo a la clasificación funcional. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 11(40), 173–185. <https://doi.org/10.5232/ricyde2015.04006>
- Zwinkels, M., Verschuren, O., De Groot, J. F., Backx, F. J. G., Wittink, H., Visser-Meily, A., & Takken, T. (2019). Effects of High-Intensity Interval Training on Fitness and Health in Youth with Physical Disabilities. *Pediatric Physical Therapy*, 31(1), 84–93. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000560>