

Variabilidad cardiaca y función pulmonar en deportistas de iniciación paralímpicos

Cardiac variability and lung function in paralympic initiation athletes

Olga Lucia Hincapié Gallón, Stefanie Tonguino Rosero, Julián Andrés Rivera Mota
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte (Colombia)

Resumen. El objetivo de la investigación fue describir características de la variabilidad cardiaca y de la función pulmonar, así como analizar su correlación en el contexto de deportistas paralímpicos en proceso de iniciación deportiva. Metodología: Enfoque cuantitativo y transversal-analítico que incluyó una etapa correlacional, la población objeto de estudio fueron 21 deportistas con discapacidad física, de las disciplinas deportivas: baloncesto, tenis de campo, natación y para powerlifting de la región del Valle del Cauca-Colombia. La variabilidad cardíaca se midió en reposo (tiempo de corte 6 minutos), utilizando una banda POLAR H10, un reloj POLAR VANTAGE V2 y el programa Kubios para ordenador y la función pulmonar mediante espirometría simple usando el espirómetro Easy One nnd, obteniendo las siguientes variables: Capacidad Vital Forzada, Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo, relación del Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo y Capacidad Vital Forzada, Ventilación Voluntaria Máxima y Capacidad Vital Lenta. Resultados: La variabilidad de la frecuencia cardíaca, en la variable MEAN.RR (duración media del intervalo RR) reportó valores disminuidos para todas las disciplinas deportivas, mientras que las variables de función pulmonar se comportaron de manera similar a los valores de referencia de deportistas sin discapacidad. Análisis de correlación se encontraron asociaciones entre las variables de Variabilidad Cardíaca y Función Pulmonar en deportistas de baloncesto, natación y tenis, caso contrario para Para powerlifting donde no se observó correlación entre las variables. Conclusión: Hallazgos novedosos que constituyen una línea base que facilita la comprensión de las variables cardiopulmonares en deportistas paralímpicos de iniciación deportiva.

Palabras claves: variabilidad cardiaca, función pulmonar, atletas paralímpicos, iniciación deportiva, discapacidad física

Abstract. The aim of the research was to describe characteristics of cardiac variability and lung function, as well as to analyze their correlation in the context of Paralympic athletes in the process of sports initiation. The methodology was approached from a quantitative and cross-sectional-analytical approach that included a correlational stage, the study population was 21 athletes with physical disabilities, from the sports disciplines: basketball, field tennis, swimming and Para powerlifting from the Valle del Cauca-Colombia region. Cardiac variability was measured at rest (cut-off time 6 minutes), using a POLAR H10 band, a POLAR VANTAGE V2 watch and the Kubios computer program and lung function by simple spirometry using the Easy One nnd spirometer, obtaining the following variables: Forced Vital Capacity, Forced Expiratory Volume in the first second, relationship of Forced Expiratory Volume in the first second and Vital Capacity Forced, Maximum Voluntary Ventilation and Slow Vital Capacity. The results showed that heart rate variability in the MEAN. RR (mean duration of the RR interval) reported decreased values for all sports disciplines, while lung function variables behaved similarly to the reference values of athletes without disabilities. In the correlation analysis, no association was found between the variables of Cardiac Variability and Lung Function in Para powerlifting athletes, the largest number of correlations were found in basketball, Para swimming and wheelchair tennis athletes. Conclusion: Novel findings that constitute a baseline that facilitates the understanding of cardiopulmonary variables in Paralympic athletes of sports initiation.

Keywords: cardiac variability, lung function, paralympic athletes, sports initiation, physical disabilities.

Fecha recepción: 31-01-24. Fecha de aceptación: 08-08-24

Olga Lucia Hincapié Gallón

olga.hincapie@endepORTE.edu.co

Introducción

En la actualidad el deporte es un fenómeno que facilita el desarrollo integral del ser humano tema reconocido ampliamente en el deporte para personas sin discapacidad sin embargo en el deporte paralímpico siendo fenómeno social que favorece la inclusión de las personas con discapacidad y que evoluciona día a día, requiere de procesos investigativos que fortalezcan el campo de conocimiento científico de los abordajes interdisciplinarios orientados de manera específica para esta población. Todos estos avances impactan con efectividad en los atletas que se encuentran en proceso de acercamiento y empoderamiento de los componentes físico-técnicos a lo cual se le ha denominado iniciación deportiva por varios autores (González-Víllora et al., 2009; Acosta, 2012). Lo anterior, con miras al aseguramiento de procesos

de entrenamiento deportivos que sean coherentes con las necesidades de cada disciplina deportiva, el tipo de discapacidad, la clasificación funcional, entre otras variables relevantes.

Como elemento que le da relevancia a los resultados del presente estudio se encuentran los resultados de los Juegos Parapanamericanos 2023, donde Colombia ocupó el tercer puesto, un nivel altamente representativo por ser acreedor a 50 medallas, además de obtener un reconocimiento especial para la región del Valle del Cauca como departamento que aporta un número representativo de deportistas y por el alto nivel del grupo interdisciplinario a cargo de la preparación física, técnica y mental de los para-atletas. Vale la pena mencionar que, dentro de las evaluaciones para los deportistas, se incluyen las relacionadas con variabilidad cardiaca y función pulmonar que han permitido reconocer las condiciones base de los sistemas cardiovascular y pulmonar en los deportistas

que inician su acercamiento al deporte; además han permitido identificar y hacer seguimiento de las posibles deficiencias en los sistemas ya mencionados, garantizando la práctica segura del deporte.

Para este punto, resulta relevante definir el concepto de variabilidad cardíaca, conocida como una medida de la variación en el tiempo entre latidos cardíacos sucesivos y se utiliza como método no invasivo para evaluar la modulación del sistema nervioso autónomo en el nódulo del seno cardíaco, describiendo las oscilaciones entre intervalos RR de electrocardiograma (Rodríguez-Núñez et al., 2022; Saul & Valenza, 2021; Chen et al., 2011; García-Flores et al., 2023)

Por otro lado, reconocer que la función pulmonar es un término que se usa para describir el desempeño de los pulmones en el proceso de intercambio de gases llamado respiración. En la respiración, el oxígeno del aire ingresa a la sangre y se desprende dióxido de carbono, el cual pasa al aire expirado. Este intercambio, se produce mediante difusión simple de los gases gracias a la diferencia de presiones parciales de oxígeno y dióxido de carbono entre la sangre y los alvéolos; una función pulmonar óptima dependerá de cuánto aire pueden contener los pulmones, el proceso de intercambio gaseoso, cuánto aire puede mover hacia y desde los pulmones y la rapidez con la que pueden hacerlo (Arboleda Amórtegu et al., 2022).

Diversas investigaciones evidencian la valoración de Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca y Función Pulmonar como elementos a considerar en todo tipo de deportista, dado que permiten establecer la condición de los sistemas cardiovascular y pulmonar según las características de la disciplina deportiva y conduce a incluir abordajes que garanticen la práctica deportiva de manera segura. Es de anotar que, las investigaciones sobre esta temática en deportistas paralímpicos son escasas y la evidencia se limita a describir la función pulmonar en personas con lesión medular que practican deporte (De & Sainz, 2023; Gallón et al., 2024).

El presente estudio desarrollado en un grupo de personas con discapacidad con discapacidad física la cual se define como presencia de deficiencias físicas que al interactuar con diversas barreras que incluye las actitudinales se les dificulta participación efectiva en la sociedad, y la cual considera deficiencia elegibles diferentes dentro de las cuales se incluye Deficiencia en la potencia muscular, Deficiencia en el rango de movimiento pasivo, Deficiencia de los miembros, Deficiencia en la longitud de las piernas, Baja estatura, las deficiencias les permiten a las personas que la presentan participar en diferentes disciplinas deportivas

En la investigación los participantes tenían tendencias hacia tenis en silla de ruedas deporte que comparte las reglas de tenis para personas sin discapacidad la diferencia esta dada por la silla de ruedas y en el juego la posibilidad de dos botes, como otro deporte escogido se encontró el baloncesto cuyo facilitador y único ajuste para la práctica es la silla de ruedas

por lo que se le denomina baloncesto en silla de ruedas. Los anteriores deportes comparten dentro del sistema cardiopulmonar una importante activación del sistema aeróbico.

Como parte de las disciplinas elegidas por los participantes del estudio se encontró parapowerlifting deporte cuyo desarrollo esta dado por el levantamiento de un máximo peso en press de banco y que tiene un mayor impacto en el sistema anaeróbico cuando el interés son componentes cardiopulmonares.

Por último los participantes consideraron la para natación como deporte de interés, deporte cuya práctica se da sin ajustes razonables e incluye todos los estilos tal como los deportistas sin discapacidad, presentando una alta participación del sistema aeróbico, sin embargo, en pruebas de corta distancia participa también el sistema anaeróbico.

Es relevante considerar que tres de las cuatro disciplinas además tienen sistemas de clasificación dadas según las deficiencias elegibles mencionadas y solo parapowerlifting mantiene clasificación peso y género.

De esta manera, el propósito de esta investigación fue describir características de la variabilidad cardíaca y de la función pulmonar, así como analizar su correlación en el contexto de deportistas paralímpicos en proceso de iniciación deportiva

Metodología

El presente estudio es cuantitativo descriptivo, transversal-analítico con una etapa correlacional. Con variables de estudio del sistema cardiopulmonar en deportistas con discapacidad física en proceso de iniciación deportiva

Fase I Revisión bibliográfica

Para el desarrollo de la investigación se hizo una revisión de manera digital, en bases de datos como: LILACS, DOAJ, BVS, PEDro, Pubmed y EBSCO, además de páginas confiables como la Organización mundial de la Salud (1), Ministerio de Salud, Comité Internacional Paralímpico y La Asociación Americana Del Corazón. De esta manera rastrear información de soporte para introducción resultados y discusión del artículo

Fase II Selección de pruebas e instrumentos

Se tomaron datos sociodemográficos como la edad, género, nivel de escolaridad, estrato socioeconómico, estado civil, ocupación, antecedentes de la práctica deportiva y tipo deficiencia elegible; por medio de encuesta elaborada por los investigadores.

Por su parte, la variabilidad cardíaca se midió en reposo (tiempo de corte 6 minutos) utilizando la banda POLAR H10, Reloj POLAR VANTAGE V2 y el análisis por medio del programa Kubios para ordenador.

Se evaluaron variables de la función pulmonar como: Capacidad Vital Forzada (CVF), Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1), relación del Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo y Capacidad Vital Forzada

(VEF1/CVF), Ventilación Voluntaria Máxima (VVM) y Capacidad Vital Lenta (CVL) de la cual se tomó capacidad inspiratoria (CI) a través de espirometría simple usando el espirómetro EasyOne nnd.

Las mediciones fueron tomadas por un fisioterapeuta especialista en pruebas de función cardiopulmonar.

Fase III Vinculación de la población consentimiento informado

Se incluyeron por conveniencia 21 deportistas paralímpicos mayores de 15 años que se encontraban en proceso de iniciación deportiva de las disciplinas: baloncesto en silla de ruedas, para powerlifting, tenis en silla de ruedas y para natación vinculados a grupos deportivos ubicados en las ciudades de Cali, Yumbo, Jamundí y Palmira de la región del Valle del Cauca de Colombia, 2023. Y que todos firmaran el consentimiento informado.

Fase IV procesamiento de la información y escritura

Este estudio contó con el aval ético 40.07.247 de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte (IUEND) Cali-Colombia. La información utilizada para este estudio fue tomada bajo el amparo del proyecto de convocatoria 003 de la IUEND. Los deportistas ingresaron al estudio de manera voluntaria cuando firmaban el consentimiento informado y culminaba de manera voluntaria o cuando se dieran por finalizada las mediciones.

Para el análisis estadístico, se exportó la base de datos de Microsoft Excel al programa estadístico SPSS versión 24.0. Primero se realizó un análisis univariado de la información consignada en la base de datos, se presentan los resultados de variables cualitativas en frecuencia y porcentajes y las variables cuantitativas en media y desviación estándar. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para identificar la normalidad en los datos. Para el análisis de correlación se aplicó el coeficiente de

correlación de Pearson luego de establecer que hubo normalidad en las variables de análisis. Posteriormente se procedió a la escritura de resultados y su respectiva discusión considerando la evidencia existente y su relación con los resultados además de su impacto en el área del deporte paralímpico específicamente para aquellas personas en proceso de incitación.

Resultados

Se recolectaron resultados de 21 deportistas pertenecientes 4 disciplinas deportivas. La mayoría hacían practicaban powerlifting (n=9), mientras para las disciplinas de para natación, baloncesto en silla de ruedas y tenis en silla de ruedas hubo 4 deportistas respectivamente.

De acuerdo al género, una mayor proporción fueron hombres (57,2%) en comparación con las mujeres (42,8%). El promedio de la edad en el grupo de deportistas de para powerlifting fue de 26,3 años, baloncesto en silla de ruedas fue de 30, 25 años, para-natación 28,75 años, y en tenis de campo en silla de ruedas 23,5 años.

En cuanto al nivel de escolaridad, predominaba el nivel de estudios de bachillerato completo, con 15 deportistas y en el estado civil se observa que el mayor número de participantes eran solteros/solteras con 19 deportistas, en comparación con 2 casados/casadas.

Respecto al estrato socioeconómico, la mayoría se ubicaban en estrato bajo: 7 para-atletas de estrato 1 y 8 para-atletas de estrato 2. Otro aspecto que se consideró fue la ocupación donde se reconoce el nivel de relación con el deporte, dado que un total 15 deportistas consideraban la práctica deportiva como trabajo, 2 estudiaban y trabajaban en otra ocupación, 2 solamente estudiaban y 1 era pensionado.

Variabilidad cardiaca y función pulmonar

Tabla 1.

Descripción de la media y desviación estándar por deporte para índice de masa corporal, variabilidad de la frecuencia cardiaca y función pulmonar.

Variables variabilidad de la frecuencia cardiaca	Para powerlifting		Baloncesto en silla de ruedas		Para natación		Tenis de campo en silla de ruedas	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Variable antropométrica								
IMC	20,7	4,1	19,6	6,3	22,7	3,0	19,7	3,8
Variables variabilidad de la frecuencia cardiaca								
MEAN.RR.ms	827,000	140,845	816,500	296,104	828,000	126,672	721,25	57,465
SDNN.ms	51,944	25,023	50,5	20,408	35,2	8,011	46,625	14,411
RMSSD.ms	53,6	23,000	54,95	33,988	37,95	14,638	32,9	5,390
pNN50	29,404	17,874	31,745	25,622	20,717	20,153	11,842	4,794
VLF	138,00	123,548	295,5	182,830	89,25	54,156	273	291,692
LF	1164,333	804,381	993,5	531,215	385,25	228,731	1471,25	1274,863
HF	1235,666	1075,637	1496,25	1525,062	721,5	378,791	566,5	160,743
LF. HF	1,386	0,793	1,846	1,817	0,597	0,360	2,408	1,556
Variables Función pulmonar								
FVC (%)	81,666	9,785	81,750	13,573	86,00	8,366	77,250	10,812
FEV1 (%)	79,333	12,718	81,00	8,831	90,25	8,057	84,250	8,098
FEV1.FVC (%)	83,444	6,616	86,250	9,105	88,250	4,573	94,00	3,651
CI (%)	80,555	14,799	79,500	25,579	85,000	6,377	72,750	9,742
VVW (%)	88,888	18,550	92,250	24,757	102,25	7,365	89,750	26,800

IMC: Índice de masa corporal, MEAN.RR ms: promedio de los intervalos RR en milisegundos, SDNN.ms: desviación estándar de todos los intervalos NN en milisegundos, RMSSD.ms: Raíz cuadrada de la media de la suma de los cuadrados de las diferencias entre intervalos RR en milisegundos, pNN50: porcentaje de intervalos NN adyacentes

que difieren entre sí en más de 50 ms, VLF: Potencia de muy baja frecuencia, LF: Potencia de baja frecuencia, HF : Potencia de alta frecuencia, LF/.HF: relación entre las potencias de baja y alta frecuencia, FVC: Capacidad vital forzada, FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo, FEV1/FVC: Relación volumen espiratorio forzado en el primer segundo sobre capacidad vital forzada, IC: capacidad inspiratoria, VVM: ventilación voluntaria máxima. DS: desviación estándar

Con respecto a los resultados encontrados en la variabilidad de frecuencia cardíaca en los parámetros del dominio de tiempo durante una medición corta de 5 minutos en las 4 modalidades deportivas, se evidenció una disminución en la media \pm desviación estándar (DS) de los intervalos RR (MEAN.RR) para powerlifting con $827,0 \pm (140,85)$, baloncesto en silla de ruedas $816,50 \pm (296,10)$, para natación $828,0 \pm (126,67)$ y tenis de campo en silla de ruedas $721,25 \pm (57,465)$.

La desviación estándar de los intervalos normales RR (SDNN) se encontró dentro de parámetros de normalidad según el valor absoluto en los deportistas de powerlifting con una media de $51,9 \pm (25,0)$ y baloncesto en silla de ruedas $50,5 \pm (20,4)$, pero con disminución en los deportistas de la modalidad de para natación $35,8 \pm (8,0)$ y tenis de campo en silla de ruedas $36,6 \pm (14,4)$.

La raíz cuadrada de la media de la suma de los cuadrados de las diferencias entre intervalos RR (RMSSD) en milisegundos mostró igualmente resultados de normalidad en para powerlifting y baloncesto en silla de ruedas con $53,6 \pm (23,0)$, $54,9 \pm (33,9)$, con disminución en para natación con $37,9 \pm (14,6)$ y tenis de campo en silla de ruedas $32,9 \pm (5,3)$.

Finalmente, el porcentaje de intervalos NN adyacentes que difieren entre sí en más de 50 ms (pNN50) mostró valores de normalidad en para powerlifting, baloncesto en silla de ruedas, para natación y tenis de campo en silla de ruedas con $29,4 \pm (17,8)$, $31,7 \pm (25,6)$, $20,7 \pm (20,1)$ y $11,8 \pm (4,8)$ respectivamente. (Tabla 1).

Siguiendo los resultados de la variabilidad cardíaca, para el dominio de frecuencias se presentaron resultados dentro de valores de normalidad en el parámetro de baja frecuencia (LF) medida en milisegundos para las disciplinas de powerlifting, baloncesto en silla de ruedas y tenis de campo en silla de ruedas con una media de $1.164,33 \pm (804,3)$; $993,5 \pm (531,2)$ y $1.471,2 \pm (1274,8)$ respectivamente; excepto en para natación los cuales muestran valores por debajo de lo normal con una media de $385,25 \pm (228,7)$.

La alta frecuencia (HF) medida en milisegundos mostró resultados de normalidad en para powerlifting, baloncesto en silla de ruedas y para natación con $1.235,6 \pm (1075,6)$; $1496,2 \pm (1525,0)$; $721,5 \pm (378,7)$ respectivamente, en la modalidad de tenis de campo en silla de ruedas se mostró disminuida con $566,5 \pm (160,7)$.

Finalmente, la relación entre la LF/HF en milisegundos se encontró disminuida en todas las modalidades deportivas para powerlifting, baloncesto en silla de ruedas, para natación y tenis de campo en silla de ruedas $1,38 \pm (0,79)$; $1,84 \pm (1,8)$; $0,59 \pm (0,36)$ y $2,40 \pm (1,5)$. Tabla 1.

En las pruebas de función pulmonar (Tabla 1), la capacidad

vital forzada (FVC) presentó normalidad en para powerlifting con una media de $81,6 \pm (9,78)$, baloncesto en silla de ruedas $81,75 \pm (13,57)$ y para natación $86,0 \pm (8,36)$, con disminución en tenis de campo en silla de ruedas con una media de $77,2 \pm (10,8)$ lo cual sugiere un posible patrón ventilatorio restrictivo. En el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) los resultados se encuentran dentro de límites de normalidad en todas las modalidades deportivas para powerlifting con una media de $79,3 \pm (12,71)$, baloncesto en silla de ruedas $81,0 \pm (8,83)$, para natación $90,2 \pm (8,05)$ y tenis de campo en silla de ruedas con $84,2 \pm (8,09)$, con respecto a la relación FEV1/FVC igualmente muestra normalidad en las 4 disciplinas para powerlifting, baloncesto en silla de ruedas, para natación y tenis de campo en silla de ruedas con una media de $83,4 \pm (6,61)$; $86,2 \pm (9,10)$; $88,2 \pm (4,57)$ y $94,0 \pm (3,65)$ lo cual corrobora que ningún deportista cursa por un compromiso obstructivo de su vía respiratoria.

Los resultados en la capacidad inspiratoria muestran normalidad en las modalidades de para powerlifting, baloncesto en silla de ruedas, para natación con una media de $80,5 \pm (14,79)$; $79,5 \pm (25,57)$; $85,0 \pm (6,37)$; excepto en tenis de campo en silla de ruedas en el cual se presentó una media de $72,7 \pm (9,74)$ lo cual se relaciona con una disminución en la capacidad de ingresar aire a sus pulmones. Finalmente, los resultados de la ventilación voluntaria máxima (VVM) mostraron resultados de normalidad con una media de $88,8 \pm (18,5)$ en para powerlifting, $92,2 \pm (24,75)$ en baloncesto en silla de ruedas, para natación $102,2 \pm (7,36)$ y en tenis de campo en silla de ruedas de $89,7 \pm (26,80)$ respectivamente.

Correlación entre las variables de Variabilidad Cardíaca y Función Pulmonar por cada disciplina deportiva

Para los deportistas de baloncesto en silla de ruedas se encontró una correlación fuerte y directamente proporcional en SDNN.ms con FVC1/FVC y LF/HF con FVC/FEV1 con una $p = 0,01$. En las variables IMC con CI, MEAN.RR.ms con FEV1, SDNN.ms con FVC, RMSSD.ms con FEV1, pNN50 con FEV1, VLF con CI, HF con FEV1 presentan una correlación con una $p = 0,05$, de igual forma en las LF/HF con FVC, pero de forma inversamente proporcional. En la modalidad de para-natación se presentó una correlación directamente proporcional con una $p = 0,05$ en las variables de RMSSD.ms con FEV1/FVC y pNN50 con FEV1/ FVC. En la modalidad de tenis en silla de ruedas se encuentra una correlación fuerte y directamente proporcional entre la RMSSD.ms con la VVM con una $p = 0,01$. Finalmente, no se evidenció correlación de las variables estudiadas en la disciplina de para powerlifting (Tabla 2).

Tabla 2.
Correlación entre el índice de masa corporal, variabilidad de la frecuencia cardíaca y función pulmonar por deporte.

Deporte	Variable	r	p
PARA POWERLIFTING	---	--	--
	IMC / CI	,990	0,05
	MEAN.RR.ms / FEV1	,958	0,05
	SDNN.ms / FVC	,976	0,05
BALONCESTO EN SILLA DE RUEDAS	SDNN.ms / FVC1/FVC	-,992	0,01
	RMSSD.ms / FEV1	,979	0,05
	pNN50 / FEV1	,986	0,05
	VLF / CI	,976	0,05
	HF / FEV1	,982	0,05
	LF/HF / FVC	-,976	0,05
	LF/HF / FVC/FEV1	1,00	0,01
PARANATAACION	RMSSD.ms / FEV1/ FVC	-,968	0,05
	pNN50 / FEV1/ FVC	-0,976	0,05
	RMSSD.ms / VVM	0,094	0,01
TENIS EN SILLA DE RUEDAS			

Correlación significativa al 0,01 (bilateral), y correlación significante al 0,05 (bilateral). Fuente: Elaboración Propia.

Discusión

El deporte paralímpico es un área en proceso de exploración y de reconocimiento de perfiles de las personas con discapacidad que inician procesos deportivos con miras al alto rendimiento, es por esto que, los hallazgos del presente estudio facilitan la caracterización del deportista específicamente desde el sistema cardiopulmonar, reconociendo que en el deporte paralímpico cada deporte tiene una clasificación funcional y deficiencias elegibles particulares. El objetivo de esta investigación fue caracterizar en un grupo de personas con discapacidad en proceso de iniciación deportiva la variabilidad cardíaca y la función pulmonar, además de analizar las posibles relaciones entre ellas según deporte de elección.

Al revisar evidencia de la literatura científica se destaca el estudio por Alvis-Gómez et al (2013), ya que, aborda una población colombiana con características similares a las del presente estudio, donde la mujer se reconoce como menos participativa en deporte paralímpico imponiendo un modelo deportivo preferencial para el género masculino. Los participantes de estratos sociales bajos se consideran como vulnerables, lo que concuerda con los presentes resultados donde el género predominante fue el masculino, estrato bajo, de nivel educativo intermedio y edades diversas. Sin embargo, los resultados sugieren, que, en una intervención integral del deportista en proceso de iniciación, se pueden abordar sin límites de edad, genero, escolaridad esto considerando que la discapacidad se puede presentar en diferentes momentos del ciclo vital.

Relacionado con la descripción de la HRV en reposo mediante las variables de tiempo, iniciando con el parámetro de

la variable Mean RR, según Veloza L. et al (2019) al estratificar el riesgo cardiovascular, baloncesto en silla de ruedas cuenta con un riesgo bajo, para natación y para powerlifting riesgo moderado, y tenis en silla de ruedas en riesgo alto, posiblemente por alteraciones del sistema nervioso autónomo (SNA) e interrupción del flujo simpático hacia el corazón, consecuencia de la lesión de médula espinal. Por otra parte, estos hallazgos no se correlacionan con lo descrito por Nunan D. et al (2010), ya que, este estudio presenta valores obtenidos en personas sin discapacidad, mostrando que, en todas las disciplinas deportivas para el presente estudio a excepción de tenis en silla de ruedas cuenta con rangos normales para esta variable; esto demuestra que aún no hay un consenso unificado de rangos de normalidad para la variable estudiada (Nunan et al., 2010).

En cuanto al parámetro de la variable SDNN se encontró que los para atletas pertenecientes a la disciplina de para natación y tenis en silla de ruedas tendrían un riesgo cardiovascular alto, a diferencia del grupo de para powerlifting y baloncesto en silla de ruedas que presenta un riesgo moderado, según lo descrito por Veloza L. et al (2019) el cual proporciona valores de referencia con la estratificación del riesgo. Particularmente en nuestro estudio se evidenció que para powerlifting y baloncesto en silla de ruedas muestra un valor SDNN alto respecto a los otros grupos de para atletas, lo que muestra una mejor modulación del sistema nervioso autónomo (SNA) (Veloza et al., 2019).

Referente a los parámetros de la variable RMSSD en el presente estudio, baloncesto en silla de ruedas y para powerlifting obtuvieron los valores más altos reflejando una mejor adaptación fisiológica y aumento del estímulo del sistema nervioso parasimpático (SNP) en la HRV, puesto que esta variable es conocida por ser la principal medida en el dominio del tiempo utilizada para estimar los cambios mediados por el nervio vago reflejados en la HRV. Y las disciplinas de para natación y tenis en silla de ruedas se encuentran por debajo, contrario a baloncesto en silla de ruedas y para powerlifting que están por encima de esta media (Nunan et al., 2010).

Se puede añadir a lo anterior, los resultados encontrados por Serra-añó et al el cual describió que las personas con lesión medular tienen valores de RMSSD significativamente más bajos en comparación con personas sin discapacidad, lo que no se correlaciona con el presente estudio puesto que la mayor parte de los para deportistas poseen lesión medular. Los registros de las disciplinas de para powerlifting y baloncesto en silla de ruedas tienen valores de RMSSD mayores que una persona sin discapacidad, lo cual puede ser explicado por Bentley J. et al, (2020) el cual afirma que se observan cambios adaptativos adicionales en equilibrio simpato-vagal a cualquier intensidad de actividad física con un RMSSD mayor en comparación con los controles sedentarios (Bentley et al., 2020; Serra-Añó et al., 2015). En cuanto a la variable PNN50, los

resultados del presente estudio oscilan del 11 al 40%, esta variable presenta la activación del sistema parasimpático y está relacionado con factores psicógenos que alteran el sistema cardiovascular, correlacionando con lo descrito por Veloza. et al (2019) los para deportistas de las 4 disciplinas en esta variable se encuentran con un riesgo cardiovascular bajo, ya que está por encima de >3%, mostrando que un PNN50 normal, lo que puede reflejar una respuesta autonómica equilibrada, el cual es esencial para ajustar la frecuencia cardíaca en diferentes situaciones, tales como estrés, emociones intensas, alteraciones del estado de ánimo y relajación, permitiendo respuestas rápidas a cambios en la demanda metabólica y hemodinámica del organismo, en el deporte paralímpico debido a su multidimensionalidad es necesario que este parámetro se mantenga en los valores presentados para facilitar una llegada al alto rendimiento con un valor agregado fundamental para el desarrollo deportivo.

El grupo de para-natación tuvo resultados bajos en la mayoría de variables de variabilidad cardíaca excepto en MEAN RR, lo que representa que, de las 4 disciplinas son los para atletas que tienen menos adaptaciones fisiológicas tomando en cuenta solo la HRV, esto se correlaciona con el estudio de Lima-Borges et al (2018), el cual encontró que los deportistas de natación que realizan entrenamientos de velocidad, se asocian con una disminución de la HRV en respuesta a probables activaciones del sistema nervioso simpático (SNS), ya que, los nadadores se caracterizan por realizar ejercicios altamente específicos y con sobrecargas repetitivas. Cuando la sobrecarga de entrenamiento prolongada se combina con una recuperación reducida, se ha asociado con una menor HRV (Lima-Borges et al., 2018) como se demuestra en el presente estudio.

Para finalizar la discusión de las variables de dominio de tiempo de la HRV, se destaca lo descrito por Gallo J. et al, (2001) el cual comparó la HRV en deportistas y personas sedentarias sin discapacidad, concluyó que, en todas las variables del dominio tiempo (SDNN, RMSSD, Y PNN50), se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Estos resultados demuestran mayores adaptaciones de la HRV en los atletas de resistencia aeróbica, con una mayor actividad del tono del sistema nervioso parasimpático y están en estrecha relación con la bradicardia en reposo, esto no se correlaciona con los resultados del estudio, puesto que, al ser para deportistas en iniciación deportiva aún no alcanzan las adaptaciones fisiológicas, pero los valores se encuentran en rangos similares de una persona sin discapacidad, excepto, para natación que cuenta con valores similares a personas sedentarias (Gallo et al., 2001), lo que demuestra una limitación del presente estudio, ya que, no se consideró la frecuencia de entrenamiento, ni tiempo de iniciación deportiva que permite identificar estas adaptaciones.

Otro aspecto importante resaltado por el autor Torres-Ferney (2021), el cual llegó a la conclusión que los índices

incrementados en unidades de dominio tiempo (RMSSD Y STD-SDNN) y en dominio frecuencia VLF, LF, LF/HF en deportistas de resistencia, es indicadora de los mecanismos de adaptación autónoma cardiovascular del corazón en atletas, esto no guarda relación con los hallazgos del estudio, ya que los deportistas en fase inicial de su práctica aún no han experimentado cambios fisiológicos significativos. Sin embargo, los resultados muestran valores comparables a los de personas sin discapacidad, con la excepción del grupo de para natación, donde los valores se asemejan más a los de personas sedentarias (Torres-Ferney, 2021).

Los hallazgos en baloncesto en silla de ruedas para el presente estudio difieren con lo descrito por Moreno J et al, (2013) el cual muestra que en este deporte se evidencian valores de variabilidad de la frecuencia cardíaca relativamente elevados en comparación con los deportistas de nuestro estudio, puesto que está relacionado directamente con el volumen y la intensidad del ejercicio (Moreno et al., 2013). Lo anterior se explica por el hecho de que son deportistas en proceso de iniciación.

Por otro lado, el tenis en silla de ruedas, es un deporte que cuenta con una predominancia de la resistencia aeróbica, sin embargo, en el actual estudio se encontraron valores disminuidos de las variables MEAN R-R, SDNN, RMSSD, lo que indica que tiene menor activación del sistema nervioso parasimpático, lo cual es un aspecto a considerar en los procesos con miras al alto rendimiento, debido a la naturaleza del deporte.

El para powerlifting, es un deporte que se destaca por su enfoque en la fuerza explosiva, además como la velocidad, flexibilidad y técnica. En el presente estudio se encontraron dentro de los rangos de normalidad las variables MEAN R-R, SDNN, PNN50, RMSSD; dado que es una actividad física anaeróbica, la cual muestra que en el momento los deportistas cuentan con adaptaciones fisiológicas para continuar con su proceso deportivo. Esto no se correlaciona con lo escrito por Melnikob et al. (2010) ya que sus resultados en las variables RMSSD, PN50, HF, LF, LF/HF, se encuentran por debajo del estudio principal, indicando también que los deportes de fuerza tienen una variabilidad de la frecuencia cardíaca menor que los deportes de resistencia, esto debido a un aumento del nivel del metabolismo energético en los tejidos combinado con un exceso de grasa (Mal'tsev et al., 2010).

El grupo de para natación tuvo resultados bajos en las variables como SDNN, RMSSD, LF, lo que representa que de las 4 disciplinas son los para deportistas que tienen menos adaptaciones fisiológicas tomando en cuenta solo la HRV, esto se correlaciona con el estudio de Lima-Borges et al (2018), el cual encontró que los deportistas de natación que realizan entrenamientos de velocidad, se asocian con una disminución de la HRV en respuesta a probables activaciones del sistema nervioso simpático (SNS), ya que los nadadores se caracterizan por realizar ejercicios altamente específicos y con sobrecargas

repetitivas.

Teniendo en cuenta los resultados de variabilidad cardiaca, se evidencia una diversidad en los resultados, lo que invita a ser considerados para mantenerlos si es necesario, o para ajustarlos según la disciplina deportiva teniendo en cuenta su sistema energético de prevalencia, sin embargo, cabe resaltar que los deportistas incluidos están en procesos de iniciación, por lo cual, tienen una gran posibilidad de no tener las adaptaciones adecuadas en el momento, pero los resultados presentes sirven como punto de partida para realizar ajustes acordes a las necesidades específicas de cada disciplina.

En relación con los valores de función pulmonar se reconoce que la CVF de las cuatro disciplinas se encuentra dentro de los valores de normalidad y no sugieren patrones restrictivos, con niveles adecuados en comparación con la población general; se observa una relación directamente proporcional al tipo de deporte aeróbico, los deportistas de baloncesto y natación son los que mayor CVF tienen (Mazic et al., 2015).

El volumen espiratorio forzado en el primer minuto (VEF1) está dentro de los valores saludables y normales en la mayoría de deportistas de los cuatro grupos evaluados, sin rastros de obstrucción al flujo de aire, a pesar de que la mayor parte de la población tiene trauma raquímedular y se dice que generalmente personas con afecciones al sistema nervioso central y lesiones en la médula espinal pueden presentar patrones pulmonares alterados con una disminución de todas las capacidades y volúmenes pulmonares y una persona tras sufrir este tipo de lesión tiene disminución en la capacidad vital forzada (CVF), el Volumen Espiratorio Forzado (FEV1) con disminución promedio de -17,2 ml y -21,0 ml por año de haber sufrido una lesión medular. Sin embargo, en ciertos deportistas se encontró un grado de obstrucción moderada, esto está en relación a lo encontrado en otros artículos donde la mayoría de sujetos de estudio presentaban valores espirométricos normales y otros con patrones levemente alterados, estos valores probablemente se presentan de esta forma en función del tiempo de entrenamiento de cada atleta y su tipo de lesión (Singh et al., 2018; Martínez & López, 2014; COSTA et al., 2012).

En relación a los resultados de correlación, estudios como los desarrollados en jóvenes universitarios deportistas donde encontraron relaciones significativas entre IMC y capacidad cardiorrespiratoria, aclarando que los autores no consideran cada variable de la capacidad, encontraron asociación tal como se presentó en el grupo de deportistas de iniciación de baloncesto en silla en la que se encontró relación entre CI e IMC (Castiblanco Arroyave et al., 2020).

Siguiendo con las relaciones entre Variabilidad Cardiaca y Función Pulmonar existe información que soporta la valoración de la variabilidad cardiaca como variable que facilita el control del entrenamiento deportivo y aunque el presente estudio no pretendía esos alcances los escritos ayudan a com-

prender la importancia de la respiración y cómo influyen sobre los registros de la VRC, aclarando que la inspiración aumenta la frecuencia cardiaca y disminuye la VRC y durante la espiración ocurre lo contrario, además aclaran que existen diversos reflejos que explican la regulación central (García, 2013), lo que sugiere continuar investigando para validar estos resultados o mostrar unos nuevos en la población de deportistas paralímpicos de diferentes disciplinas, resaltando que cada uno de los deportes paralímpicos tienen clasificaciones funcionales diferentes y de gran variedad, siendo variables que influyen en el desempeño deportivo que deben de reconocidas de manera individual.

Conclusiones

Cada disciplina deportiva conlleva distintas cargas y formas de entrenamiento. Desde un punto de vista práctico, la identificación de las discrepancias entre los deportes puede simplificar la evaluación y supervisión de los atletas, proporcionando una herramienta que facilite el ajuste de las cargas de trabajo y las respuestas de adaptación.

En conjunto, este estudio proporciona una caracterización de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y función pulmonar en atletas de iniciación deportiva en el año 2023, destacando su importancia en la planificación del entrenamiento y la promoción de la salud en este grupo específico de deportistas. Estos hallazgos pueden servir como base para investigaciones futuras y mejorar el apoyo, y la atención médica a los atletas con discapacidades de manera segura.

Agradecimientos especiales a cada una de las personas con discapacidad que participaron en el estudio los cuales mostraron su entera disposición además de expresar gratitud por ser tenidos en cuenta en este tipo de estudios que permite ampliar el conocimiento sobre su condición y los cuidados a considerarse para unos mejores abordajes integrales y la posibilidad de llegar al alto rendimiento de manera segura.

Referencias

- Acosta, E. R. (2012). Iniciación y Formación Deportiva : Una Reflexión Siempre Oportuna. *Revista UDCA*, 15, 57–65. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v15s1/v15s1a08.pdf>
- Alvis-Gómez, M. K., & Neira-Tolosa, N. A. (2013). Determinantes sociales en el deporte adaptado en la etapa de formación deportiva. Un enfoque cuantitativo. *Rev. Salud Pública*, 15(6), 809–822.
- Arboleda Amórtegu, G., Blanco, A. M., Hernández, S., & Botero Ceballos, L. E. (2022). Análisis de función pulmonar en deportistas de alto rendimiento división sub 20 en la ciudad de Pereira 2021. *J. Health Med. Sci.(Print)*, 21–27.
- Bentley, R. F., Vecchiarelli, E., Banks, L., Gonçalves, P. E.

- O., Thomas, S. G., & Goodman, J. M. (2020). Heart rate variability and recovery following maximal exercise in endurance athletes and physically active individuals. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 45(10), 1138–1144. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0154>
- Castiblanco Arroyave, H. D., Vidarte Claros, J. A., & Parra Sánchez, J. H. (2020). Body composition and cardiorespiratory capacity in university athletes in Manizales (Colombia). *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, 40(1), 12–19. <https://doi.org/10.12873/401castiblanco>
- Chen, J. L., Yeh, D. P., Lee, J. P., Chen, C. Y., Huang, C. Y., Lee, S. Da, Chen, C. C., Kuo, T. B. J., Kao, C. L., & Kuo, C. H. (2011). Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weightlifting performance after training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1546–1552. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181da7858>
- Costa, S. M. L., Barros, A. A., Sitonio, F. T., Barros, M. F. A., & Carvalho, A. G. C. (2012). Perfil do atleta de basquetebol sobre rodas de uma instituição pública. *Revista Brasileira de Ciências Da Saúde*, 16(2), 59–64.
- De, I., & Sainz, M. (2023). Evaluación de la función respiratoria en los tenismesistas con lesión medular traumática. *Revista científica especializada en Ciencias de la Cultura Física y del Deporte*, 20(58), 56–66.
- Gallo, J., Alvarez, D. L., & Farbiarz, J. (2001). Analisis en tiempo y frecuencia de la variabilidad R-R en deportistas y sedentarios. *Acta Méd. Colomb*, 26, 65–72.
- Gallón, O. L. H., Viña, J. D. A., Trujillo, A. H., Gutierrez, I. R., Sabogal, M. C., & Rosero, S. T. (2024). Función pulmonar en paranadores con lesión medular en Cali-Colombia. Serie de Casos: Función pulmonar en paranadores. *Biocencia*, 26, 122–127.
- García-Flores, I., Hernández-Lepe, M. A., Aburto-Corona, J. A., Ortiz-Ortiz, M., Naranjo-Orellana, J., & Gómez-Miranda, L. M. (2023). Efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad sobre el comportamiento del sistema nervioso autónomo (Effect of high intensity Interval training on the autonomic nervous system). *Retos*, 47, 847–852.
- García, J. M. (2013). Aplicación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca al control del entrenamiento deportivo: análisis en modo frecuencia. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 30(1), 43–51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4538872>
- González-Víllora, S., García, L. M., Contreras, O. R., & Sánchez-Mora, D. (2009). El concepto de iniciación deportiva en la actualidad. *Retos. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 15, 14–20.
- Lima-Borges, D. S., Martinez, P. F., Vanderlei, L. C. M., Barbosa, F. S. S., & Oliveira-Junior, S. A. (2018). Autonomic modulations of heart rate variability are associated with sports injury incidence in sprint swimmers. *The Physician and Sportsmedicine*, 46(3), 374–384.
- Mal'tsev, A. Y., Mel'nikov, A. A., Vikulov, A. D., & Gromova, K. S. (2010). Central hemodynamic and heart rate variability parameters in athletes during different training programs. *Human Physiology*, 36(1), 96–101. <https://doi.org/10.1134/S0362119710010135>
- Martínez, P. Y. O., & López, J. A. H. (2014). Importancia del ejercicio físico en la capacidad pulmonar de personas con lesión medular, una propuesta pedagógica a través del medio acuático. *RICS Revista Iberoamericana de Las Ciencias de La Salud*, 3(5), 1–9.
- Mazic, S., Lazovic, B., Djelic, M., Suzic-Lazic, J., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., Soldatovic, I., Zikic, D., Glivic, Z., & Zugic, V. (2015). Respiratory parameters in elite athletes - does sport have an influence? *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 21(4), 192–197. <https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2014.12.003>
- Moreno, J., Parrado, E., & Capdevila, L. (2013). Variabilidad de la frecuencia cardíaca y perfiles psicofisiológicos en deportes de equipo de alto rendimiento. *Revista de Psicología Del Deporte*, 22(2), 345–352. <http://ezproxy.library.ubc.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=psyh&AN=2013-34421-005&login.asp&site=ehost-live&scope=site%0Ahttp://Jordi.Moreno.Sanchez@uab.cat>
- Nunan, D., Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2010). A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. *PACE - Pacing and Clinical Electrophysiology*, 33(11), 1407–1417. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2010.02841.x>
- Rodríguez-Núñez, I., Rodríguez-Romero, N., Álvarez, A., Zambrano, L., da Veiga, G. L., & Romero, F. (2022). Heart rate variability in children: methodological issues and clinical applications. *Archivos de Cardiología de Mexico*, 92(2), 242–252. <https://doi.org/10.24875/ACM.20000473>
- Saul, J. P., & Valenza, G. (2021). Heart rate variability and the dawn of complex physiological signal analysis: Methodological and clinical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 379(2212). <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0255>
- Serra-Añó, P., Montesinos, L. L., Morales, J., López-Bueno, L., Gomis, M., García-Massó, X., & González, L. M. (2015). Heart rate variability in individuals with thoracic spinal cord injury. *Spinal Cord*, 53(1), 59–63. <https://doi.org/10.1038/sc.2014.207>
- Singh, G., Behrman, A. L., Aslan, S. C., Trimble, S., &

- Ovechkin, A. V. (2018). Respiratory functional and motor control deficits in children with spinal cord injury. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 247, 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2017.10.006>
- Torres-Ferney, J. (2021). La variabilidad de la frecuencia cardíaca y su evaluación en deportes de resistencia, una mirada bibliográfica. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 7(1), 1–24.
- Veloza, L., Jiménez, C., Quiñones, D., Polanía, F., Pachón-Valero, L. C., & Rodríguez-Triviño, C. Y. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares. *Revista Colombiana de Cardiología*, 26(4), 205–210.

Datos de los/as autores/as:

Olga Lucia Hincapié Gallón
Stefanie Tonguino Rosero
Julián Andrés Rivera Mota

olga.hincapie@endeporte.edu.co
stefanie.tonguino@endeporte.edu.co
julian.riveram@endeporte.edu.co

Autor/a
Autor/a
Autor/a