

Riesgo cardiovascular según variabilidad de la frecuencia cardiaca, composición corporal y función pulmonar en deportistas universitarios de Pasto

Cardiovascular risk according to heart rate variability, body composition, and pulmonary function in university athletes from Pasto



Eliana Camila **Delgado Ramos**
Jeyson Emmanuel **Moreno Solarte**
Jonathan Adrián **Muñoz Luna**
Lissett Yajaira **Quintero Paz**
Alba Lorena **García Chávez**
Angelly Yuliet **Portilla Reyes**



MCT Volumen 20 #1 enero - junio

Movimiento Científico

ISSN-L: 2011-7191 | e-ISSN: 2463-2236

Publicación Semestral

Title: Cardiovascular risk according to heart rate variability, body composition, and pulmonary function in university athletes from Pasto

Título: Riesgo cardiovascular según variabilidad de la frecuencia cardiaca, composición corporal y función pulmonar en deportistas universitarios de Pasto

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Cardiovascular risk according to heart rate variability, body composition, and pulmonary function in university athletes from Pasto

[es]: Riesgo cardiovascular según variabilidad de la frecuencia cardiaca, composición corporal y función pulmonar en deportistas universitarios de Pasto

Author (s) / Autor (es):

Delgado Ramos, Moreno Solarte, Muñoz Luna, Quintero Paz, García Chávez & Portilla Reyes

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Cardiovascular risk, sports medicine, body composition, pulmonary function, heart rate.

[es]: Riesgo cardiovascular, medicina deportiva, composición corporal, función pulmonar, frecuencia cardiaca.

Submitted: 2025-05-29

Accepted: 2025-09-05

Eliana Camila **Delgado Ramos**, Mgtr
ORCID: [0000-0003-0809-9335](https://orcid.org/0000-0003-0809-9335)
Source | Filiacion:
Universidad Mariana
BIO:
Universidad del Cauca, Universidad Autonoma de Barcelona, Fundación Universitaria del Area andina
City | Ciudad:
San Juan de Pasto [Co]
e-mail:
elianacamiladelgadoramos@gmail.com

Jeyson Emmanuel **Moreno Solarte**, Ft.
ORCID: [0009-0002-1342-9570](https://orcid.org/0009-0002-1342-9570)
Source | Filiacion:
Independiente
BIO:
Fisioterapeuta
City | Ciudad:
San Juan de Pasto [Co]
e-mail:
jemm.moreno.12@gmail.com

Resumen

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y la función pulmonar en deportistas han cobrado relevancia, aunque su estudio en el ámbito deportivo sigue siendo limitado. Objetivo: Analizar el comportamiento y las diferencias de la VFC, riesgo cardiovascular, masa muscular y función pulmonar en deportistas de las selecciones de voleibol y fútbol de la Universidad Mariana en 2024. Materiales y métodos: Estudio observacional, analítico, transversal y comparativo con 50 deportistas. Se aplicó una encuesta para variables sociodemográficas. La VFC y el riesgo cardiovascular se evaluaron mediante sensor Polar H10 y software Elite HRV; la composición corporal (masa muscular y grasa) con báscula OMRON, y la función pulmonar con espirómetro CONTEC SP10. Se utilizó la prueba t de Student para comparar las variables entre disciplinas. Resultados: El 56% de los futbolistas presentó riesgo cardiovascular alto, mientras que en voleibol predominó el riesgo bajo. En masa muscular, el 28% de voleibolistas tenía peso ideal, frente a un 72% en riesgo de sarcopenia. Se identificaron diferencias significativas entre disciplinas en masa muscular ($p < 0,05$) y VFC ($p < 0,04$), sin variaciones relevantes en la función pulmonar. Conclusiones: La VFC evidencia riesgo cardiovascular elevado en ambos grupos, con diferencias significativas solo en VFC y masa muscular entre disciplinas. Se recomienda ampliar la investigación para comprender mejor estas asociaciones en deportistas.

Abstract

Heart rate variability (HRV) and lung function are relevant indicators of athletic performance and health, yet they remain scarcely studied in specific sports disciplines. Aim: To analyze differences in HRV, cardiovascular risk, muscle mass, and lung function among volleyball and soccer players from Universidad Mariana in 2024. Materials and Methods: An observational, analytical, cross-sectional, and comparative study was conducted with 50 athletes. Sociodemographic characteristics were recorded. HRV and cardiovascular risk were assessed using a Polar H10 sensor and Elite HRV software; body composition was measured with an OMRON scale, and lung function with a CONTEC SP10 spirometer. Student's t-test was applied to analyzing differences in variables across disciplines. Results: Among soccer players, 56% presented a high cardiovascular risk, whereas in volleyball, low risk predominated. In terms of muscle mass, 28% of volleyball players had an ideal weight, while 72% were at risk of sarcopenia. Significant differences were found between disciplines in muscle mass ($p < 0.05$) and HRV ($p < 0.04$), with no relevant variations in lung function. Conclusions: Athletes showed an elevated cardiovascular risk according to HRV, with significant differences in muscle mass and HRV between disciplines. Further studies are needed to deepen understanding of these variables to optimize prevention strategies and athletic performance.

Citar como:

Delgado Ramos, E. C., Moreno Solarte, J. E., Muñoz Luna, J. A., Quintero Paz, L. Y., García Chávez, A. L. & Portilla Reyes, A. Y. (2026). Riesgo cardiovascular según variabilidad de la frecuencia cardiaca, composición corporal y función pulmonar en deportistas universitarios de Pasto. **Movimiento Científico**, 20 (1), 63-73. Obtenido de: <https://revmovimientocientifico.iberu.edu.co/article/view/3329>

Jonathan Adrián **Muñoz Luna**, Mgtr
ORCID: [0000-0001-8225-8854](https://orcid.org/0000-0001-8225-8854)
Source | Filiacion:
Universidad Mariana
BIO:
Universidad Mariana, Universidad del Cauca
City | Ciudad:
San Juan de Pasto [Co]
e-mail:
Jamunozu@mariana.ecu.co

Lissett Yajaira **Quintero Paz**, [Ft]
Source | Filiacion:
Universidad Mariana
BIO:
Estudiante de fisioterapia, Universidad Mariana
City | Ciudad:
San Juan de Pasto [Co]
e-mail:
lisquintero@umariana.edu.co

Alba Lorena **García Chávez**, [Ft]
Source | Filiacion:
Universidad Mariana
BIO:
Estudiante de fisioterapia, Universidad Mariana
City | Ciudad:
San Juan de Pasto [Co]
e-mail:
albagarcia@umariana.edu.co

Angelly Yuliet **Portilla Reyes**, [Ft]
Source | Filiacion:
Universidad Mariana
BIO:
Estudiante de fisioterapia
City | Ciudad:
San Juan de Pasto [Co]
e-mail:
Angellyju.portilla@umariana.edu.co

Riesgo cardiovascular según variabilidad de la frecuencia cardíaca, composición corporal y función pulmonar en deportistas universitarios de Pasto

Cardiovascular risk according to heart rate variability, body composition, and pulmonary function in university athletes from Pasto

Eliana Camila **Delgado Ramos**
Jeyson Emmanuel **Moreno Solarte**
Jonathan Adrián **Muñoz Luna**

Lissett Yajaira **Quintero Paz**
Alba Lorena **García Chávez**
Angelly Yuliet **Portilla Reyes**

Introducción

El riesgo cardiovascular y la función pulmonar son indicadores esenciales para la evaluación del estado de salud y el rendimiento deportivo, particularmente en disciplinas de alta exigencia física como el fútbol y el voleibol. Entre los marcadores fisiológicos más relevantes se encuentra la variabilidad de la frecuencia cardíaca (**VFC**), definida como la fluctuación en el tiempo entre los intervalos RR del electrocardiograma, la cual refleja el equilibrio autonómico del sistema nervioso y el estado cardiovascular (*Veloza et al., 2019*). Una mayor VFC se asocia con una mejor adaptación al esfuerzo físico y menor susceptibilidad a enfermedades cardiovasculares, mientras que valores reducidos se relacionan con un incremento en el riesgo de patologías cardíacas (*Billman, 2011a*). Además, este parámetro se considera un indicador confiable de la capacidad de recuperación postejercicio, lo que permite identificar patrones de fatiga, sobreentrenamiento y adaptación fisiológica (*M. Malik, 1996*).

Desde el punto de vista epidemiológico, las enfermedades cardiovasculares constituyen la principal causa de morbilidad y mortalidad en el mundo, con un estimado superior a **17,9** millones de muertes anuales, lo que representa aproximadamente el **32%** de todas las defunciones globales (*Organización Mundial de la Salud, 2021*). Aunque los atletas suelen presentar menor prevalencia de factores de riesgo en comparación con la población general, se han documentado eventos adversos como la muerte súbita cardíaca, asociados a condiciones subyacentes no diagnosticadas (*Corrado et al., 2003*). Asimismo, factores modificables como obesidad, sedentarismo e hipertensión son determinantes en la carga global de enfermedad cardiovascular, lo que refuerza la necesidad de estrategias preventivas también en deportistas (*Baena Díez et al., 2005*). Al respecto, la Sociedad Española de Cardiología Pediátrica advierte que aproximadamente **3** de cada **100** jóvenes atletas podrían presentar patologías cardiovasculares que comprometan su vida durante la práctica intensa (*Asociación Española de Pediatría, 2021*).

En este contexto, la composición corporal adquiere un papel determinante tanto para la salud como para el rendimiento físico. La sarcopenia, caracterizada por la pérdida de masa muscular y fuerza, tradicionalmente asociada al envejecimiento, también se ha identificado en poblaciones jóvenes y deportivas, afectando el desempeño y aumentando el riesgo de lesiones (*Aubertin-Leheudre et al., 2006*). Un adecuado porcentaje de masa muscular se vincula con mayor capacidad de recuperación y menor incidencia de enfermedades metabólicas (*Grontved et al., 2015*). Además, la composición corporal influye en la respuesta cardiovascular y en la eficiencia aeróbica, factores críticos en el contexto deportivo (*Gallagher et al., 2000*). Evidencias sugieren que en deportes de resistencia, un menor porcentaje de grasa y mayor masa muscular son determinantes para un rendimiento óptimo (*Malousaris et al., 2008*).

De igual manera, la función pulmonar es un componente esencial para la resistencia y el rendimiento deportivo, ya que una capacidad ventilatoria inadecuada puede inducir fatiga temprana y comprometer la oxigenación muscular (*Dr. A. Malik et al., 2017*). La evaluación mediante espirometría, que incluye parámetros como el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (**VEF1**) y la capacidad vital forzada (**CVF**), permite determinar la eficiencia respiratoria y su relación con el tipo de entrenamiento (*Mazic et al., 2015*). Algunos deportes inducen adaptaciones pulmonares que optimizan la ventilación y el intercambio gaseoso, incrementando la resistencia aeróbica (*Mazic et al., 2015*); (*Mickleborough, 2008*). Este parámetro ha sido escasamente analizado en poblaciones deportivas; no obstante, en disciplinas como la natación se han documentado adaptaciones pulmonares significativas, evidenciadas por un incremento en la capacidad vital y en los volúmenes pulmonares totales, consecuencia de la resistencia impuesta por el medio acuático, lo que optimiza la eficiencia ventilatoria y el intercambio gaseoso. (*Lindholm & Lundgren, 2009*).

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (**VFC**), la composición corporal y la función pulmonar presentan diferencias significativas según la disciplina deportiva. En deportes intermitentes de alta intensidad, como el fútbol, predomina la activación simpática, lo que impacta la VFC y el riesgo cardiovascular (*Buchheit et al., 2012*). En contraste, las disciplinas de resistencia favorecen una mayor eficiencia cardiovascular y pulmonar debido a la elevada demanda aeróbica (*Bassett & Howley, 2000*). A pesar de la importancia de estas variables, los estudios que integran su análisis en deportistas universitarios son escasos. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la VFC, el riesgo cardiovascular, la composición

corporal y la función pulmonar en deportistas pertenecientes a las selecciones de voleibol y fútbol de la Universidad Mariana y explorar las diferencias de dichas variables entre ambas disciplinas. Los hallazgos obtenidos pretenden aportar evidencia para el diseño de estrategias preventivas y la optimización del rendimiento en entornos deportivos universitarios.

Metodología

Se realizó un estudio analítico de corte transversal, desarrollado en el Laboratorio de Mecanoterapia de la Universidad Mariana entre mayo de 2023 y agosto de 2024. La muestra, seleccionada por conveniencia, estuvo conformada por **50** deportistas pertenecientes a las selecciones de fútbol y voleibol de la institución que cumplieros con los siguientes criterios de elegibilidad: se incluyeron estudiantes de sexo masculino, integrantes activos de las selecciones mencionadas durante el primer semestre de 2024, que firmaron el consentimiento informado. Se excluyeron participantes con diagnóstico previo de enfermedades cardiometabólicas o respiratorias, aquellos incapaces de completar la prueba de espirometría o cuyos resultados no alcanzaran una calidad A, B o C.

Para la evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (**VFC**), se empleó un sensor Polar H10. El procedimiento se realizó con el participante en decúbito supino, tras humedecer la banda transmisora con alcohol y colocarla en la región torácica. Se configuró la aplicación Elite HRV y se efectuó la monitorización durante un intervalo de **1** a **3** minutos. Durante la medición, se instruyó al deportista para que permaneciera inmóvil y evitara bostezar. La prueba se llevó a cabo antes de la práctica deportiva, y la clasificación del riesgo cardiovascular se realizó mediante el software **Elite HRV**.

Los datos obtenidos fueron interpretados con base en parámetros de referencia que establecen rangos normales e incluyen la estratificación del riesgo: un intervalo **RR >900** ms se clasificó como riesgo bajo, entre **750** y **900** ms como riesgo moderado, y **<750** ms como riesgo alto, de acuerdo con (*De La Cruz Torres et al., 2008*).

Las variables antropométricas correspondientes a masa muscular y porcentaje de grasa corporal fueron evaluadas utilizando una báscula digital de bioimpedancia OMRON HBF-514C-LA. Los participantes fueron pesados con la mínima cantidad de ropa posible, sin calzado, asegurando el contacto directo de los electrodos con la superficie plantar.

El porcentaje de masa muscular se clasificó mediante dos criterios: primero según la ecuación de Ross Guimaraes, Graham b., 2019 para deportistas de alto rendimiento, aplicando la fórmula (**100 – % óseo – % grasa – 24**) donde menor al **44%** indicaría riesgo de sarcopenia y segundo, de acuerdo a los criterios que propone Omron Healthcare (*Interpretación De Los Resultados De La Medición – Omron HBF-514C Manual De Instrucciones, 2017*) para deportistas de bajo rendimiento. Según la edad, se tomó como referencia el grupo etario que clasifica desde **18** a **39** años en un primer rango para riesgo bajo (**< 33.3%**), riesgo alto (**39.4 – 44.0%**), riesgo muy alto (**> 44.1%**) y normal (**33.3 – 39.3%**).

Las variables de función pulmonar evaluadas incluyeron el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (**VEF₁**), el flujo espiratorio máximo (**FEP**) y la relación entre el VEF₁ y la capacidad vital forzada (**FEV₁/CVF**). Las mediciones se realizaron mediante un espirómetro portátil CONTEC SP10, bajo la supervisión de

un fisioterapeuta capacitado en la ejecución e interpretación de espirometrías.

Previamente, se explicó la maniobra a cada participante y se efectuaron hasta un máximo de ocho intentos. Se registraron los valores más altos obtenidos en tres maniobras aceptables y repetibles, seleccionando el mejor resultado para el análisis. Todo el procedimiento se llevó a cabo conforme a las directrices de la American Thoracic Society y la European Respiratory Society (Graham, Steenbruggen, Miller, et al., 2019).

Previo al inicio de la recolección de datos, se llevó a cabo una prueba piloto con cinco participantes que cumplieran los criterios de inclusión establecidos. El objetivo de esta fase fue optimizar los procedimientos de evaluación y garantizar la comprensión adecuada del consentimiento informado.

Durante la prueba, se verificó la claridad y pertinencia de los instrumentos de recolección de datos, la coherencia en la aplicación de las pruebas y la logística del proceso. Asimismo, se identificaron posibles dificultades operativas, lo que permitió realizar ajustes en la secuencia de actividades y en la redacción de los documentos informativos para asegurar que fueran comprensibles y culturalmente adecuados.

Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron procesados y analizados mediante el software SPSS, versión 23. Para verificar la distribución de las variables se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables cuantitativas se describieron mediante media y desviación estándar, mientras que las variables cualitativas se expresaron en frecuencias absolutas y porcentajes. Para la comparación entre grupos de las variables relacionadas con variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), medidas antropométricas y parámetros espirométricos, se empleó la prueba t de Student para muestras independientes, estableciendo un nivel de significancia estadística de $p \leq 0,05$.

Consideraciones éticas

Todos los participantes recibieron información detallada acerca de los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios del estudio. Se implementaron estrategias para asegurar que los documentos y las explicaciones del consentimiento informado fueran claros, culturalmente pertinentes y sin tecnicismos que pudieran generar confusión. Previo a la firma del consentimiento, se resolvieron todas las dudas y se atendieron las preguntas de los participantes, enfatizando en todo momento el carácter voluntario de la participación. Este proceso garantizó el respeto por la autonomía y la comprensión adecuada de la información por parte de cada sujeto. Se implementaron medidas para garantizar la confidencialidad y protección de los datos personales. Para tal fin, la información fue anonimizada mediante la asignación de códigos numéricos únicos a cada participante, evitando la posibilidad de identificación directa. El acceso a la base de datos fue restringido exclusivamente al equipo investigador asegurando la integridad y privacidad de la información; Asimismo, la investigación se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki, asegurando el respeto por la dignidad, derechos y bienestar de los participantes. El estudio fue clasificado como de riesgo mínimo, de acuerdo con los

criterios establecidos en la Resolución 8430 de 1993, la cual define las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud en Colombia.

Resultados

Se evaluó a un total de 50 deportistas 25 de la selección de fútbol y 25 de voleibol de la Universidad Mariana, todos de sexo masculino. En el caso de los seleccionados de fútbol, se registró una media de edad de 20 años con una desviación estándar (DE: 2,31). Para los seleccionados de voleibol, la media de edad fue de 21 años (DE: 3,72).

Se encontró que, para la VFC, los seleccionados de fútbol tenían una media de 53 ms y una (DE: 11,64), mientras que los seleccionados de voleibol presentaron una media de 60 ms y una DE: 11,61). Así mismo, el intervalo R-R en los futbolistas mostró una media de 785 ms y una (DE: 151,35), mientras que en los voleibolistas la media fue de 840 ms con una (DE: 141,65). Respecto al riesgo cardiovascular, se clasificó a los deportistas de ambas selecciones, encontrando alto riesgo cardiovascular en el grupo de fútbol, los resultados detallados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Variables cardiovasculares

Edad	Fútbol		Voleibol	
	Media	DE	Media	DE
	20,44	2,31	21,36	3,72
Variables cardiovasculares				
VFC (ms)	53,84	11,64	60,48	11,61
Intervalo r-r (ms)	785,64	151,35	840,45	141,65
Riesgo cardiovascular global				
	n	%	n	%
Riesgo alto	14	56	6	24
Riesgo moderado	6	24	9	36
Riesgo bajo	5	20	10	40
Total	25	100	25	100

DE: desviación estándar, VFC: variabilidad de la frecuencia cardíaca
Fuente: datos de la presente investigación, elaboración propia

Se clasificó el porcentaje de masa muscular de dos maneras diferentes. La primera, utilizando la ecuación de Ross Guimaraes, reveló que, en el grupo de futbolistas, el 36% alcanzaba un peso ideal, mientras que el 64% presentaba un riesgo de sarcopenia. En los voleibolistas, los resultados mostraron que solo el 28% tenía un peso ideal, mientras que el 72% estaba en riesgo de sarcopenia. La segunda clasificación se basó en los criterios establecidos por Omron Healthcare, así como en los estudios de (McCarthy et al., 2006) y (Gallagher et al., 2000) En el grupo de fútbol, el 20% se ubicaba dentro de los niveles normales, y el 32% un porcentaje muscular muy alto. Por otro lado, en el grupo de voleibol el 36% se encuentran dentro de lo normal y el 40% tienen un porcentaje muscular alto. En cuanto a la clasificación del porcentaje de grasa corporal reveló que ambos grupos se encontraban dentro del porcentaje de grasa normal; datos que se pueden evidenciar en la tabla 2.

Para la valoración de la función pulmonar, se realizó una espirometría donde se registró a la relación CVF/FEV1, FEV1 y PEF

ambos grupos presentaron valores espirométricos normales, los resultados detallados se encuentran en la tabla 2.

En cuanto a la masa muscular, la grasa corporal y los valores espirométricos de los deportistas universitarios de las selecciones de fútbol y voleibol de la Universidad Mariana, se representan en la tabla 2. El porcentaje de masa muscular en el seleccionado de fútbol fue de **40,28%** y una (**DE: 4,44**), mientras que los seleccionados de voleibol mostraron una media de **42,48%** y una (**DE 3,38**).

Tabla 2.
Variables de las medidas antropométricas y variables espirométricas

Variables	Fútbol		Voleibol	
% Masa muscular				
	Media	DE	Media	DE
	40,28	4,44	42,48	3,38
Clasificación % masa muscular (según la ecuación de Ross Guimaraes)				
	n	%	n	%
Peso ideal	9	36	7	28
Riesgo de sarcopenia	16	64	18	72
Total	25	100	25	100
Clasificación % masa muscular (Omron Healthcare)				
Edad (18-39)	n	%	n	%
Bajo	0	0	1	4
Normal	5	20	9	36
Alto	12	48	10	40
Muy alto	8	32	5	20

DE: desviación estándar
Fuente: datos de la presente investigación, elaboración propia

Al comparar los niveles de VFC, masa muscular y función pulmonar entre las disciplinas de fútbol y voleibol se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la prueba t de Student para la VFC **p < (0,04)** y el porcentaje de masa muscular, los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.
Diferencias entre las variables antropométricas, cardiovasculares y de función pulmonar entre las disciplinas de voleibol y fútbol

Variables	Disciplina deportiva	Media	DE	Prueba de Levene	Prueba t
Edad	Fútbol	20,44	2,31	0,192	0,30
	Voleibol	21,36	3,72		
Peso	Fútbol	70,36	7,60	0,899	0,11
	Voleibol	66,79	8,23		
Talla	Fútbol	1,73	0,05	0,080	0,62
	Voleibol	1,72	0,07		
% Muscular	Fútbol	40,28	4,44	0,776	0,05*
	Voleibol	42,48	3,38		
% Grasa	Fútbol	19,71	6,68	0,395	0,09
	Voleibol	16,81	5,36		
VFC (ms)	Fútbol	53,84	11,64	0,449	0,04*
	Voleibol	60,48	11,61		

Variables	Disciplina deportiva	Media	DE	Prueba de Levene	Prueba t
Intervalo RR	Fútbol	785,64	151,35	0,488	0,19
	Voleibol	840,45	141,65		
FEV1/CVF %	Fútbol	87,60	3,44	0,146	0,98
	Voleibol	87,58	4,40		
CVF (L)	Fútbol	5,10	0,66	0,711	0,92
	voleibol	5,09	0,64		
FEV1 (L)	Fútbol	4,48	0,58	0,465	0,90
	voleibol	4,46	0,61		
PEF (L/seg)	Fútbol	9,84	1,68	0,310	0,91
	voleibol	9,90	1,86		

Fuente: datos de la presente investigación, elaboración propia
VFC: variabilidad de la frecuencia cardiaca, CVF: capacidad vital forzada, VEF1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo, VEF1/CVF %: relación entre el Volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada, PEF: pico espiratorio de flujo.
* Datos con significancia estadística

Discusión

En el presente estudio, se evaluó la variabilidad de la frecuencia cardíaca, el riesgo cardiovascular, la composición corporal y las variables espirométricas en deportistas que practican fútbol y voleibol. El objetivo fue comparar los niveles de variabilidad de la frecuencia cardíaca (**VFC**), la masa muscular, el porcentaje de grasa y los valores espirométricos entre estas dos disciplinas deportivas. Se encontró una diferencia significativa en las variables de VFC y el porcentaje de masa muscular entre los deportistas de fútbol y voleibol.

Al evaluar la variabilidad de la frecuencia cardíaca (**VFC**) se encontró que el promedio para los deportistas de fútbol fue de **60 ms** RR. Por otra parte, el promedio de la VFC para los atletas de voleibol fue de **53** ms RR. Según la literatura, las personas sanas presentan una VFC elevada en reposo, lo que mejora su capacidad de adaptación a estímulos diversos e impredecibles (**A. Goldberger, 1991**) (**A. L. Goldberger et al., 1990**), de acuerdo con esto, ambos grupos en los resultados de la presente investigación tienen una VFC por debajo de lo habitual es decir tienen una menor VFC, lo que supone menor adaptación a situaciones de estrés en el ejercicio intenso y menor estímulo del sistema nervioso autónomo, sumado a esto, se ha determinado que la VFC se modifica dependiendo del tipo de deporte practicado. Según Billman (**2011**) los deportes de resistencia, como correr o nadar, suelen estar asociados con una mayor VFC debido a una mayor actividad parasimpática en reposo, lo que indica un mejor estado de recuperación y adaptación cardiovascular. En contraste, los deportes de alta intensidad o de fuerza, como el levantamiento de pesas, pueden mostrar patrones diferentes de VFC, a menudo con una menor variabilidad en reposo debido a un mayor tono simpático.

Adicional a ello el intervalo RR presento una media de **785** para fútbol y **840** para voleibol, la mayoría de los deportistas de fútbol se encontraron situados dentro de la clasificación del riesgo cardiovascular alto, mientras que la mayoría de los deportistas de voleibol se encuentran en riesgo moderado. Estos hallazgos son diferentes a los encontrados en el estudio de Gavotto-Nogales et al., (**2021**), quienes encontraron que todos los jugadores de voleibol

mostraron progresivo aumento del nivel de estrés y un desequilibrio en el balance simpático parasimpático es decir, presentaron un menor VFC y un riesgo moderado, esto puede deberse a que en este estudio se realizó la evaluación de la VFC antes de la actividad deportiva durante 2 minutos lo cual puede inferir en el valor, debido a que los deportista se encontraba en una situación de reposo, en comparación a la investigación De La Cruz Torres et al., (2008) que evaluaron a 10 hombres sanos activos físicamente, donde realizaron dos mediciones, la primera en reposo durante 15 minutos y la segunda con 15 minutos a lo largo del ejercicio, por un período de 30 minutos entre cada medición. Por el contrario, en nuestra investigación los deportistas presentaron riesgo alto; puesto que lo relacionamos con el tiempo registro de la VFC, lo cual puede no garantizar una información lo suficiente en el tiempo para el análisis.

Gavotto-Nogales et al., (2021) mencionan que, en comparación con diferentes disciplinas deportivas como baloncesto, hockey sobre hierba y fútbol, se encontraron diferencias entre los futbolistas y los demás deportistas. Los jugadores de fútbol muestran una menor actividad vagal o control parasimpático, lo que se refleja en los parámetros de SDRR. (*Desviación estándar de los intervalos RR*) y RMSSD (*Raíz de la media de los cuadrados de las diferencias sucesivas de los intervalos*), esto podría deberse a las características propias del deporte, la intensidad del entrenamiento, el índice de masa corporal e incluso la edad. Por otro lado, De La Cruz Torres et al., (2008) afirman que existen otros factores que pueden influir en la VFC, y los más perceptibles son la enfermedad y el ejercicio. Sin embargo, al analizar el riesgo cardiovascular, se observa que los futbolistas de este estudio presentan un mayor porcentaje de riesgo en comparación con voleibol. Esto se relaciona con una disminución en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). Además, menciona que ciertos parámetros, como el SDRR (*Standard Deviation of RR intervals*), alcanzan niveles que, en condiciones normales, se considerarían riesgosos para la salud cardiovascular.

Así mismo, la evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en deportistas de resistencia indica los mecanismos de adaptación del sistema autónomo cardiovascular en atletas. En consecuencia, los parámetros a largo plazo en los dominios de tiempo y frecuencia de la VFC son más elevados en deportistas en comparación con personas que no practican deportes. Además, los controles varían según la modalidad deportiva con respecto al papel del sistema autónomo en la adaptación deportiva (Kiss et al., 2016), lo cual se puede evidenciar en este estudio ya que encontramos mayor riesgo en la disciplina de fútbol.

De la misma forma se evaluó la masa muscular, encontrando que el mayor porcentaje de deportistas se encuentra en riesgo de padecer sarcopenia, aunque el término sarcopenia comenzó a usarse para definir la disminución de la masa muscular que ocurre en el proceso de envejecimiento; actualmente se asocia con la gravedad de la atrofia muscular, que no está necesariamente relacionada con el envejecimiento según Aubertin-Leheudre et al., (2006). De hecho, en la literatura menciona que la disminución de la masa muscular está relacionado a varias condiciones patológicas como cirrosis, enfermedades cardiovasculares y cardiorrespiratorias según Musumeci (2017).

Por tal razón, se puede relacionar que la población evaluada presenta un porcentaje bajo de masa muscular comparado con el estudio de Lucas et al., (2004); en donde analizan jugadores masculinos de fútbol profesional, obteniendo el 50,04% de masa muscular, superior respectivamente al dato del presente estudio. De igual manera; en la investigación de Gasperín Rodríguez et al., (2024) en voleibolistas reportan menor porcentaje de masa muscular

siendo inferior al de los deportistas de este estudio, de manera que esto puede inferir en el rendimiento físico del deportista y esta varía dependiendo de la disciplina y la intensidad del ejercicio, ya que la pérdida de masa muscular disminuye la fuerza y la potencia, indispensables para la ejecución óptima de movimientos explosivos y de alta intensidad.

Sin embargo, la clasificación del porcentaje de masa muscular se realizó de dos maneras. Según la fórmula de Ross Guimaraes, la mayoría de los deportistas presentaron un riesgo de sarcopenia, en contraste con la clasificación de Omron, que indica que estos deportistas se encuentran dentro de un rango de masa muscular normal. Esta diferencia en los resultados puede depender del nivel de rendimiento del deportista, ya sea alto o bajo. Sin embargo, en el presente estudio se aplicó dos métodos para evaluar el porcentaje de masa muscular: la ecuación de Ross Guimaraes y la clasificación de Omron. Ambas herramientas analizaron a los deportistas, lo que permitió obtener una perspectiva más amplia sobre la composición corporal en diversos contextos deportivos. Sin embargo, es importante señalar que cada método puede ofrecer resultados distintos debido a sus enfoques y parámetros específicos, lo que puede influir en la interpretación de la masa muscular en cada grupo de deportistas.

Por otro lado, en un estudio de Grontved et al., (2013); en el cual se evidencio en 444 adolescentes y niños, una mayor fuerza muscular isométrica; en los jóvenes se asocia con niveles más bajos de padecer riesgo cardiovascular en la edad adulta joven, se relaciona que a mayor masa muscular presentan menor riesgo cardiovascular. En la presente investigación encontramos que los deportistas se encuentran en un nivel por debajo del porcentaje muscular adecuado para ser atletas y esto conlleva a que tengan mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

Estos resultados destacan las implicaciones significativas para el estado de salud, ya que valores más saludables de porcentaje de masa muscular se asocian con una mejor condición física y una influencia positiva en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) de los deportistas. En conclusión, se puede afirmar que los individuos con obesidad o mayor cantidad de tejido adiposo suelen tener una frecuencia cardíaca más alta y una disminución en la VFC. Las anomalías en el equilibrio simpático-vagal observadas en sujetos obesos han sido asociadas con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y muerte súbita, como señalan Lavie et al., (2009) así como López-Jiménez & Cortés-Bergoderi, (2011).

Diversos estudios transversales y longitudinales han establecido una correlación positiva robusta entre un mayor porcentaje de masa muscular como componente clave de la composición corporal y una mayor variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en atletas (Flatt et al., 2017). Por el contrario, un bajo porcentaje de masa muscular y un exceso de masa adiposa, característicos de una composición corporal desfavorable, se asocian con un estado de disfunción autonómica, manifestada por una reducción de la VFC y un incremento de la frecuencia cardíaca en reposo, lo que sugiere un desequilibrio simpático-vagal (López-Jiménez, & Cortés-Bergoderi 2011); (Millis et al., 2010). En poblaciones deportivas, esta relación cobra especial relevancia, ya que el mantenimiento de una masa muscular óptima no solo es fundamental para maximizar la producción de fuerza y el rendimiento físico, sino que también es un pilar indispensable para un perfil cardio metabólico saludable, confiriendo protección contra el estrés cardiovascular y reduciendo la susceptibilidad a enfermedades ((Grontved et al., 2015); (Lavie et al., 2009); (Lima et al., 2020).

La masa muscular ha sido reconocida tradicionalmente como un componente esencial del rendimiento deportivo, al aportar fuerza y potencia necesarias para la ejecución de gestos técnicos y movimientos explosivos. Sin embargo, en los últimos años se ha consolidado un nuevo paradigma en la medicina del deporte y la fisiología del ejercicio: la masa muscular no solo cumple un rol mecánico, sino que también constituye un órgano metabólicamente activo con implicaciones endocrinas, inmunológicas y cardiovasculares (Pedersen & Febbraio, 2012). En este contexto, la relación entre la composición corporal en particular el porcentaje de masa muscular y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) ha despertado un creciente interés, dada su utilidad como marcador no invasivo de la función autonómica y del riesgo cardiometabólico en atletas.

Una VFC elevada está asociada con un predominio parasimpático, mejor estado de salud y mayor capacidad de recuperación tras esfuerzos intensos, mientras que una VFC reducida indica predominio simpático, mayor frecuencia cardíaca en reposo y un incremento en el riesgo cardiovascular (Malik et al., 1996); (Shaffer & Ginsberg, 2017). En este sentido, se ha reportado que los individuos con mayor masa muscular tienden a presentar valores superiores de VFC, lo cual refleja un perfil autonómico más favorable (Flatt et al., 2017).

Estas observaciones adquieren especial relevancia en el deporte competitivo, donde el equilibrio entre la composición corporal y la salud cardiovascular es determinante no solo para el rendimiento, sino también para la prevención de lesiones y el bienestar a largo plazo. Una masa muscular adecuada, acompañada de un bajo porcentaje de tejido adiposo, favorece un perfil cardiometabólico óptimo, con mejor capacidad de adaptación al entrenamiento, menor riesgo de sobreentrenamiento y una mayor resiliencia frente a cargas intensas (Stanley et al., 2013). Por tanto, la monitorización simultánea de la composición corporal y de la VFC constituye una herramienta valiosa para los profesionales de la salud y el entrenamiento, ya que permite ajustar de forma temprana tanto los programas de fuerza como las intervenciones nutricionales.

Adicionalmente, es importante señalar que la relación entre masa muscular y VFC no debe interpretarse como un vínculo aislado, sino como parte de un entramado multifactorial. Factores como la calidad del músculo (capilarización, densidad mitocondrial, proporción de fibras tipo I y II), la condición aeróbica, el sueño, el estrés psicológico y la genética también influyen de manera decisiva sobre la modulación autonómica (Stanley et al., 2013); (Buchheit & Laursen, 2013). En este sentido, el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia parece ejercer un efecto sinérgico al incrementar tanto la masa muscular como la eficiencia del control parasimpático, optimizando de manera integral la salud autonómica (Schumann et al., 2022).

Los mecanismos que enlazan masa muscular y VFC son plausibles y multifactoriales, los perfiles con exceso de tejido adiposo se asocian a inflamación de bajo grado, mayor actividad simpática y reducción de la VFC, incrementando el riesgo cardiometabólico (Lavie et al., 2009); (López-Jiménez & Cortés-Bergoderi, 2011). En deportistas y atletas de alto rendimiento, preservar y desarrollar masa muscular funcional (masa libre de grasa y fuerza) dentro de una periodización concurrente (fuerza + resistencia) y con apoyo nutricional proteico se asocia con un perfil autonómico más favorable y mejor recuperación reflejada por valores superiores de VFC; aun así, el efecto independiente de la cantidad de masa muscular sobre la VFC sigue siendo incierto cuando se ajusta por adiposidad y aptitud cardiorrespiratoria (Flatt et al., 2017); (Millis et al., 2010). En la

práctica, la monitorización diaria de la VFC (p. ej., rMSSD/Ln rMSSD en reposo matutino) permite ajustar la carga y detectar fatiga/sobreentrenamiento, pero su interpretación debe contextualizarse por disciplina, fase de temporada, sueño y estrés (Shaffer & Ginsberg, 2017); (Stanley et al., 2013); (Flatt et al., 2017); (Nakamura & Flatt 2020). En conjunto, la optimización de la masa y calidad muscular aporta un entorno antiinflamatorio y cardiometabólico compatible con una mejor modulación parasimpática, mientras se requieren cohortes longitudinales que aislen el impacto de la masa muscular sobre la VFC y los eventos cardiovasculares en atletas (Millis et al., 2010).

En cuanto a las variables espirométricas, los deportistas de fútbol y voleibol mostraron una CVF/FEV1 del 87%, un PEF de 9,84 litros y una FEV1 de 4,48 litros. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Arboleda Amórtegu et al., (2022) quienes, en un estudio realizado con futbolistas en Pereira, encontraron una VEF1/CVF del 104%, un parámetro similar al observado en los deportistas, el cual se considera normal al sobrepasar el 80% del valor predicho.

En el estudio realizado por Mazic et al., (2015), se evaluó la función pulmonar en deportistas de fútbol y voleibol, observando parámetros espirométricos como la CVF, el FEV1 y el PEF. Los resultados mostraron que los futbolistas tuvieron una CVF/FEV1 de 101,5%, un FEV1 de 4,84 litros y una PEF de 10,33 litros, mientras que los voleibolistas presentaron una CVF/FEV1 de 101,2%, un FEV1 de 4,68 litros y una PEF de 9,25 litros. Estos resultados evidencian que ambos grupos mostraron una función pulmonar dentro del rango normal, con una ligera ventaja en los futbolistas en cuanto a los valores de FEV1 y PEF.

Al comparar estos datos con los deportistas de este estudio, se observa una ligera disminución en los parámetros espirométricos en ambos deportes. En los futbolistas, los valores fueron los siguientes: CVF/FEV1 de 87,50%, FEV1 de 4,48 litros y PEF de 9,84 litros. En el caso de los voleibolistas, los valores fueron: CVF/FEV1 de 87,58%, FEV1 de 4,46 litros y PEF de 9,90 litros. Si bien ambos grupos muestran una reducción respecto a los resultados reportados por Mazic et al., (2015), los valores obtenidos siguen estando dentro de los rangos considerados normales para la función pulmonar, lo cual es un resultado esperado para población deportista, joven y sana.

Es importante destacar que la CVF/FEV1 es un índice que refleja la relación entre la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado, y los resultados en nuestros deportistas (87,50% para fútbol y 87,58% para voleibol) están dentro de lo esperado para individuos sanos, aunque por debajo de los valores de referencia obtenidos en el estudio de por Mazic et al., (2015). Además, el PEF, que mide la velocidad del flujo máximo de aire al final de una espiración forzada, muestra valores comparables entre nuestros deportistas y los reportados en la investigación, aunque ligeramente inferiores en fútbol y superiores en voleibol en relación con el estudio de Mazic et al., (2015), a pesar de estas diferencias, los resultados de ambos estudios sugieren que tanto los futbolistas como los voleibolistas mantienen una función pulmonar dentro de los rangos normales, lo que es indicativo de una buena salud respiratoria en estos deportistas. No obstante, estos resultados también plantean la necesidad de continuar con estudios adicionales para explorar posibles factores que puedan influir en estas variaciones, como el tipo de entrenamiento o la intensidad y duración de la actividad física en cada disciplina.

Es esperado que la gran mayoría de los deportistas en nuestra investigación presenten valores espirométricos normales, dado que son jóvenes y el ejercicio físico tiene efectos positivos en la capacidad pulmonar. Usualmente se sugiere que la composición

corporal impacta significativamente en el rendimiento atlético. Al comparar la masa muscular en diferentes disciplinas con individuos no deportistas, se observa un mayor desarrollo de la masa magra, atribuible a la hipertrofia muscular inducida por la actividad física. Las diferencias musculares también varían según la disciplina; los atletas de fondo con mayor masa muscular tienden a mostrar un mejor rendimiento deportivo. Sin embargo, la cantidad de masa muscular por sí sola no explica completamente la variabilidad en los resultados de las pruebas espirométricas; la proporción y distribución de la masa muscular también juegan un papel crucial.

Al comparar los niveles de VFC, masa muscular y función pulmonar entre las disciplinas de fútbol y voleibol, únicamente se encontró una significancia en el porcentaje de masa muscular $p=0,05$ y en la VFC $p=0,04$. Según la literatura existe asociación significativa entre la variabilidad de la frecuencia cardíaca y porcentaje del musculo, lo que sugiere que individuos con mayor porcentaje de masa muscular experimentan una mayor VFC según Bayer et al., (2017). Por el contrario, en los hallazgos de la presente investigación la mayoría de los deportistas resultaron tener riesgo de sarcopenia en la medición del porcentaje de masa muscular según la ecuación de Ross Guimaraes, asociado a esto, presentan también una menor VFC, lo cual sugiere una relación correcta en términos de que al presentar menor masa magra muscular el miocardio no requiere de un esfuerzo mayor para perfundir el tejido reflejándose en una menor VFC. Sin embargo, autores como Gasperín Rodríguez et al., (2024) mencionan cómo el porcentaje de masa muscular pueden influir en el sistema nervioso autónomo (SNA), en particular, en el equilibrio entre las actividades de las ramas simpática y parasimpática que controlan el ritmo cardíaco. Además, la masa muscular podría influir en la modulación del SNA, pero los resultados de los estudios son contradictorios, lo que indica que la investigación en este campo aún no ha llegado a conclusiones definitivas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la función pulmonar al comparar las dos disciplinas deportivas lo cual podría deberse a que en principio todos los sujetos de estudio tienen una función pulmonar normal por ser individuos sanos lo cual no permite diferencias detectables estadísticamente, también es importante considerar que los deportistas pueden catalogarse como aficionado que no sigue un entrenamiento estricto por lo cual la hipótesis formulada de a mayor masa muscular mayor función respiratoria no pudo ser comprobada en el presente estudio, por otro lado en Colombia no se encuentran estudios que hayan evaluado estas interrelaciones de estas variables entre diferentes disciplinas deportivas, por lo cual es importante seguir generando estudios que puedan soportar dichas hipótesis.

Aunque los hallazgos son significativos, este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse. En primer lugar, la muestra fue relativamente pequeña y se centró en una población específica, lo que limita la generalización de los resultados a otras disciplinas deportivas. Por otra parte, la VFC se midió solo una vez y específicamente antes del entrenamiento, esto puede limitar la interpretación de los hallazgos, ya que la VFC puede verse influenciada por múltiples factores, como el estado de fatiga o el estrés acumulado durante la jornada. Además, la falta de un seguimiento de las mediciones de VFC en varios momentos o en diferentes días podría haber llevado a un análisis menos preciso de la adaptación fisiológica de los deportistas. Por lo tanto, futuros estudios deberían considerar realizar múltiples mediciones de la VFC para obtener una imagen más completa y robusta de su relación con el rendimiento deportivo.

Una de las principales fortalezas de este estudio es que aborda variables que han sido poco investigadas en el ámbito deportivo. Al centrarse en aspectos como la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la función pulmonar en deportistas, este proyecto contribuye a llenar un vacío significativo en la literatura existente. Esta originalidad permite no solo ampliar el conocimiento en el campo, sino también abrir nuevas líneas de investigación que podrían tener un impacto importante en el rendimiento y la salud de los atletas. Además, el hecho de que estas variables no hayan sido ampliamente exploradas en el contexto deportivo permite que estos hallazgos sirvan como base para futuras investigaciones. Esto puede incentivar a otros investigadores a profundizar en el estudio de la función pulmonar y la variabilidad de la frecuencia cardíaca, fomentando un mayor interés en su relación con el rendimiento y la salud de los deportistas.

Conclusiones

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se confirma como una herramienta útil, eficaz y viable para informar sobre el estado de recuperación, la fatiga y la salud cardiovascular de los deportistas. En la presente investigación, la mayor parte de los atletas evaluados presentó VFC baja y alto riesgo cardiovascular, hallazgo que se asocia con una mayor probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares como lo menciona la literatura científica. Además, se observaron particularidades entre disciplinas: en voleibol y fútbol, los perfiles de VFC difieren en función de las demandas específicas de cada deporte, lo que subraya la necesidad de interpretaciones contextuales por disciplina.

Por otro lado, la aplicación de la ecuación de Ross permitió establecer que la mayoría de los deportistas presenta riesgo de sarcopenia, con la consiguiente exposición a pérdidas de fuerza y potencia durante el entrenamiento. Este resultado contrasta con la clasificación de Omron, que ubicó a la mayoría dentro de un porcentaje de masa muscular considerado normal. La discrepancia sugiere cautela metodológica y pone de relieve la importancia de los puntos de corte y de la técnica de evaluación empleada. En coherencia con la literatura, la disminución de la masa muscular se relaciona con una mayor prevalencia de enfermedades cardiovasculares, lo que añade relevancia clínica a su monitorización sistemática.

En términos funcionales, los deportistas de ambas disciplinas mostraron valores espirométricos dentro de la normalidad, lo que indica una adecuada capacidad pulmonar. No obstante, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la masa muscular ($p < 0,05$) y en la VFC ($p < 0,04$). Estos hallazgos sugieren una relación inversa entre masa muscular y VFC (*a menor masa muscular, menor VFC*), si bien se requieren más estudios con diseños longitudinales y control de factores de confusión para corroborar esta hipótesis y esclarecer direccionalidad y magnitud del efecto.

Finalmente, la función pulmonar en deportistas continúa siendo un campo poco explorado, lo que dificulta la comparación de resultados entre estudios y disciplinas. La escasez de datos específicos por modalidad deportiva limita la contextualización de los hallazgos presentes. Se recomienda impulsar investigaciones comparativas por deporte, con protocolos estandarizados de medición (*composición corporal segmental, VFC en reposo y post-esfuerzo, y espirometría*) que permitan establecer referencias sólidas y guíen intervenciones de fisioterapia y ciencias del deporte orientadas a optimizar rendimiento y salud cardiovascular.

Conflicto de interés

No hubo conflicto de intereses en ningún momento de la realización de la presente investigación, la fuente de financiación fue interna.

Agradecimientos

Agradecemos a los participantes de las diferentes disciplinas de voleibol y fútbol de la Universidad Mariana, ubicada en San Juan de Pasto, Nariño. También extendemos nuestro agradecimiento a la institución por su apoyo y facilidades para llevar a cabo esta investigación.

Bibliografía

Arboleda Amortegu, G., Blanco, A. M., Hernandez, S., & Botero Ceballos, L. H. (2022). Análisis de función pulmonar en deportistas de alto rendimiento división sub 20 en la ciudad de Pereira 2021. *J. Health Med. Sci.*, 21–27.

Asociación Española de Pediatría. (2021). Tres de cada 1000 deportistas jóvenes presentan algún tipo de enfermedad cardiovascular. <https://www.aeped.es/noticias/tres-cada-1000-deportistas-jovenes-presentan-algun-tipo-enfermedad-cardiovascular>

Aubertin-Leheudre, M., Lord, C., Goulet, É. D. B., Khalil, A., & Dionne, I. J. (2006a). Effect of sarcopenia on cardiovascular disease risk factors in obese postmenopausal women. *Obesity*, 14(12), 2277–2283. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.267>

Aubertin-Leheudre, M., Lord, C., Goulet, É. D. B., Khalil, A., & Dionne, I. J. (2006b). Effect of sarcopenia on cardiovascular disease risk factors in obese postmenopausal women. *Obesity*, 14(12), 2277–2283. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.267>

Baena Díez, J. M., del Val García, J. L., Tomàs Pelegrina, J., Martínez, J. L., Martín Peñacoba, R., González

Tejón, I., Raidó Quintana, E. M., Pomares Sajkiewicz, M., Altés Boronat, A., Álvarez Pérez, B., Piñol Forcadell, P., Rovira España, M., & Oller Colom, M. (2005). Epidemiología de las enfermedades cardiovasculares y factores de riesgo en atención primaria. *Revista Española de Cardiología*, 58(4), 367–373. <https://doi.org/10.1157/13073893>

Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. In *Med. Sci. Sports Exerc* (Vol. 32, Issue 1). <http://www.msse.org>

Bayer, M. L., Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2017). Early versus Delayed Rehabilitation after Acute Muscle Injury. *New England Journal of Medicine*, 377(13), 1300–1301. <https://doi.org/10.1056/nejmc1708134>

Billman, G. E. (2011a). Heart rate variability – A historical perspective. *Frontiers in Physiology*, 2 NOV. <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00086>

Billman, G. E. (2011b). Heart rate variability – A historical perspective. *Frontiers in Physiology*, 2 NOV. <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00086>

Buchheit, M., Kuitunen, S., Voss, S. C., Williams, B. K., Mendez-Villanueva, A., & Bourdon, P. C. (2012). Physiological Strain Associated with High-Intensity Hypoxic Intervals in Highly Trained Young Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 94–105. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182184fcb>

Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>

Corrado, D., Basso, C., Rizzoli, G., Schiavon, M., & Thiene, G. (2003). Does Sports Activity Enhance the Risk of Sudden Death in Adolescents and Young Adults? *Journal of the American College of Cardiology*, 42(11), 1959–1963. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.03.002>

De La Cruz Torres, B., López, C. L., & Orellana, J. N. (2008a). Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: A study in healthy people and cardiac patients. *British Journal of Sports Medicine*, 42(9), 715–720. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.043646>

De La Cruz Torres, B., López, C. L., & Orellana, J. N. (2008b). Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: A study in healthy people and cardiac patients. *British Journal of Sports Medicine*, 42(9), 715–720. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.043646>

Flatt, A. A., Esco, M. R., Nakamura, F. Y., & Plews, D. J. (2017). Interpreting daily heart rate variability changes in collegiate female soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(6), 907–915. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06322-2>

Gallagher, D., Heymsfield, S. B., Heo, M., Jebb, S. A., Murgatroyd, P. R., & Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3), 694–701. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694>

Gasperín Rodríguez, E. I., Gutiérrez Vera, S. O., Castineyra Mendoza, S., Levet Rivera, L., & Roldán Cruz, C. A. (2024). Perfil Antropométrico en Jugadores de Voleibol de La Universidad Veracruzana. *International Journal of Kinanthropometry*, 4(1), 72–80. <https://doi.org/10.34256/ijk2419>

Gavotto-Nogales, O. I., Lopez-Mendez, J. A., Gavotto – Sanchez, L. E., & Vega – Orozco, S. I. (2021). Variabilidad de la frecuencia cardiaca en jugadores adultos de voleibol aficionado. 21, 246–261.

Goldberger, A. (1991). Is the Normal Heartbeat Chaotic or Homeostatic? *Physiology*, 6(2), 87–91. <https://doi.org/10.1152/physiologyonline.1991.6.2.87>

Goldberger, A. L., Rigney, D. R., & West, B. J. (1990). Chaos and fractals in human physiology. *Scientific American*, 262(2), 42–49. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0290-42>

Graham, B. L., Steenbruggen, I., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Miller, M. R., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., & Thompson, B. R. (2019). Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. In *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* (Vol. 200, Issue 8, pp. E70–E88). American Thoracic Society. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>

Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., & Thompson, B. R. (2019). Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 200(8), e70–e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>

Grontved, A., Ried-Larsen, M., Moller, N. C., Kristensen, P. L., & Froberg, K. (2013). La fuerza muscular en la juventud y el riesgo cardiovascular en la edad adulta temprana (Estudio europeo sobre el corazón en jóvenes).

Grontved, A., Ried-Larsen, M., Moller, N. C., Kristensen, P. L., Froberg, K., Brage, S., & Andersen, L. B. (2015). Muscle strength in youth and cardiovascular risk in young adulthood (the European Youth Heart Study). *British Journal of Sports Medicine*, 49(2), 90–94. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091907>

Interpretación De Los Resultados De La Medición – Omron HBF-514C Manual De Instrucciones. (2017, September). <https://www.manualslib.es/manual/13450/Omron-Hbf-514C.html?page=30>

- Kiss, O., Sydo, N., & Vargha, P. (2016). Análisis detallado de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en deportistas. *Res. Clínica Autonómica*. <https://doi.org/10.1007/s102860160360z>
- Lavie, C. J., Milani, R. V., & Ventura, H. O. (2009). Obesity and Cardiovascular Disease. Risk Factor, Paradox, and Impact of Weight Loss. In *Journal of the American College of Cardiology* (Vol. 53, Issue 21, pp. 1925–1932). <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.12.068>
- Lindholm, P., & Lundgren, C. E. (2009). HIGHLIGHTED TOPIC The Physiology and Pathophysiology of the Hyperbaric and Diving Environments The physiology and pathophysiology of human breath-hold diving. *J Appl Physiol*, 106, 284–292. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.90991.2008.-This>
- Lima, T. R. de, Martins, P. C., Guerra, P. H., & Silva, D. A. S. (2020). Muscular strength and cardiovascular risk factors in adults: systematic review. *Physician and Sportsmedicine*, 00(00), 1–13. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1796183>
- López-Jiménez, F., & Cortés-Bergoderi, M. (2011). Obesidad y corazón. *Revista Espanola de Cardiología*, 64(2), 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2010.10.010>
- Lucas, H. DE, Armesilla, C., López, M., Herrero de Lucas, A., & Ramón Cajal, P. (2004). Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. Composición corporal. In *72 Biomecánica* (Vol. 12, Issue 1).
- Malik, Dr. A., Malik, Dr. S., & Kumar, S. (2017). Sports Specific Influence on Force Vital Capacity in University Players. *IOSR Journal of Sports and Physical Education*, 04(02), 06–09. <https://doi.org/10.9790/6737-04020609>
- Malik, M. (1996). Heart Rate Variability. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 1(2), 151–181. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.1996.tb00275.x>
- Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). Heart rate variability: Standards of Measurement, Physiological. *European Heart Journal*, 17, 354–381.
- Malousaris, G. G., Bergeles, N. K., Barzouka, K. G., Bayios, I. A., Nassis, G. P., & Koskolou, M. D. (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(3), 337–344. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.11.008>
- Mazic, S., Lazovic, B., Djelic, M., Suzic-Lazic, J., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., Soldatovic, I., Zikic, D., Gluvic, Z., & Zugic, V. (2015a). 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>
- Mazic, S., Lazovic, B., Djelic, M., Suzic-Lazic, J., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., Soldatovic, I., Zikic, D., Gluvic, Z., & Zugic, V. (2015b). 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>
- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *International Journal of Obesity*, 30(4), 598–602. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803232>
- Mickleborough, T. D. (2008). A Nutritional Approach to Managing Exercise-Induced Asthma. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(3), 135–144. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31817be827>
- Millis, R. M., Austin, R. E., Hatcher, M. D., Bond, V., Faruque, M. U., Goring, K. L., Hickey, B. M., & DeMeersman, R. E. (2010). Association of body fat percentage and heart rate variability measures of sympathovagal balance. *Life Sciences*, 86(5–6), 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2009.11.018>
- Musumeci, G. (2017). Sarcopenia and exercise “the state of the art.” In *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* (Vol. 2, Issue 4). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/jfkmk2040040>
- Nakamura, Flavio; Flatt, A. (2020). To vary or not to vary? Interpreting heart rate variability in soccer players. *European Journal of Human Movement*. <https://doi.org/https://www.eurjhm.com/index.php/eurjhm/article/view/598/693>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
- Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, 8(8), 457–465. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.49>
- Schumann, M., Feuerbacher, J. F., Sünkeler, M., Freitag, N., Rønnestad, B. R., Doma, K., & Lundberg, T. R. (2022). Compatibility of Concurrent Aerobic and Strength Training for Skeletal Muscle Size and Function: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 52(3), 601–612. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01587-7>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5(September), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Stanley, J., Peake, J. M., & Buchheit, M. (2013). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sports Medicine*, 43(12), 1259–1277. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0083-4>
- Veloza, L., Jiménez, C., Quiñones, D., Polanía, F., Pachón-Valero, L. C., & Rodríguez-Triviño, C. Y. (2019). Heart rate variability as a predictive factor of cardiovascular diseases. In *Revista Colombiana de Cardiología* (Vol. 26, Issue 4, pp. 205–210). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.01.006>
- Vinicius Herdy, C., Moreira Nunes, R. D. A., Simão Junior, R. F., Rodríguez, F., Soares Mattos, D., Ramos, S., Teixeira, R., Costa E Silva, G., & Da Silva Novaes, J. (2016). PERFIL ANTROPOMÉTRICO, COMPOSIÇÃO CORPORAL Y SOMATOTIPO DE JÓVENES FÚTBOLISTAS BRASILEÑOS DE DIFERENTES CATEGORÍAS Y POSICIONES. *Educación Física y Deporte*, 34(2), 507–524. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.v34n2a09>