Variabilidad de la frecuencia cardiaca, riesgo cardiovascular, composición corporal y niveles de flujo por espirometría en seleccionados universitarios de futbol y voleibol de la Universidad Mariana, Pasto, 2024

Alba Lorena García Chaves
Angelly Yuliet Portilla Reyes
Lissett Yajaira Quintero Paz

Universidad Mariana
Facultad Ciencias de la Salud
Programa Fisioterapia
San Juan de Pasto
2025

Variabilidad de la frecuencia cardiaca, riesgo cardiovascular, composición corporal y niveles de flujo por espirometría en seleccionados universitarios de futbol y voleibol de la Universidad Mariana, Pasto, 2024

Alba Lorena García Cháves
Angelly Yuliet Portilla Reyes
Lissett Yajaira Quintero Paz

Informe de investigación para optar al título de: Fisioterapeutas

Asesor
Mg. Eliana Camila Delgado Ramos

Universidad Mariana
Facultad Ciencias de la Salud
Programa Fisioterapia
San Juan de Pasto
2025

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007
Universidad Mariana

Agradecimientos

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este proyecto de investigación. En primer lugar, agradecemos a nuestra asesora de tesis Mg Eliana Camila Delgado Ramos y Mg Jhonatan Muñoz Luna, por su guía, apoyo y valiosos consejos a lo largo de este proceso. Su conocimiento y paciencia han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

También agradecemos a nuestra familia, quienes nos han brindado su apoyo incondicional y han compartido con nosotras momentos de inspiración y motivación, por su amor y comprensión, y por ser nuestra mayor fuente de fortaleza, les estamos eternamente agradecidas.

Finalmente, agradecemos a la Universidad Mariana y personas que contribuyeron con su conocimiento y recursos, haciendo posible la realización de esta investigación.

Dedicatoria

Dedico este proyecto de grado primeramente a Dios quien me brindo la sabiduría y las fuerzas para continuar con mi proyecto de grado, a mis padres, Amanda Lucia Isabel Paz Benavides, Wilson Fredy Quintero Astaiza y mi hermana Leidy Quintero paz, cuyo amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza para seguir adelante en cada paso de este camino. Su fe en mí y sus sacrificios han sido la luz que ha guiado mi formación académica. También quiero dedicarla a mis compañeras, quienes han compartido conmigo tanto los desafíos como las alegrías de esta travesía.

Lissett Quintero Paz

Dedicatoria

Dedico mi proyecto de grado principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta. A mis padres, Hernando y Miriam por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional, agradecerles por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante. A mi pareja quien me impulso a estudiar esta carrera y ha estado apoyándome a lo largo de esta; a mis hermanos, por brindarme su apoyo moral; a mis sobrinos, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr. También se la dedico a mi primer sobrino, que desde el cielo es la luz que me da fuerzas para continuar. Por último, a mis compañeras de tesis quienes me hacen recobrar la confianza cuando pensaba que no podía continuar.

Angelly Portilla Reyes

Dedicatoria

Primero, agradezco a Dios por darme la fortaleza y la sabiduría para enfrentar cada reto en este camino. A mi familia en especial a mi Mami Irma, gracias por su amor incondicional, por ser mi mayor apoyo y por estar siempre presente en los momentos difíciles. Y a mis amigos, principalmente a mi amiga Lissett Quintero, gracias por las risas, la compañía y por recordarme que siempre hay tiempo para un respiro. Este logro es tan suyo como mío, no habría sido posible sin ustedes.

Lorena García Chaves

Contenido

1. Resumen del proyecto 16
1.1. Descripción del problema 16
1.1.1. Formulación del problema 19
1.2. Justificación 19
1.3. Objetivos 21
1.3.1. Objetivo general 21
1.3.2. Objetivos específicos 21
1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos 22
1.4.1. Antecedentes 22
1.4.1.1. Antecedentes internacionales 22
1.4.1.2. Nacionales 25
1.4.1.3. Regionales 27
1.4.2. Marco teórico 27
1.4.3. Marco conceptual 32
1.4.4. Marco contextual 35
1.4.5. Marco legal 35
1.4.6. Marco ético 36
1.5. Metodología 37
1.5.1. Paradigma de investigación 37
1.5.2. Enfoque de investigación 37
1.5.3. Tipo de investigación 37
1.5.4. Población y muestra/ Unidad de trabajo y unidad de análisis 41
1.5.4.1. Muestra 41
1.5.5. Unidad de trabajo y unidad de análisis 41
1.5.6. Criterios de inclusión 41
1.5.7. Criterios de exclusión 41
1.5.8. Instrumentos y fuente de información 42
1.5.8.1. Instrumentos de investigación. 42
1.5.8.1.1. Para las variables de evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca 42

1.5.8.2. Variables de masa muscular y porcentaje grasa. 45
1.5.8.3. Variables de función pulmonar. 46
1.5.8.4. Sistema de clasificación de calidad de las espirometría 47
1.5.9. Plan de análisis estadístico 49
2. Presentación de los resultados 51
2.1. Procesamiento de la información 51
2.1.1. Análisis e interpretación de resultados 51
2.1.1.1. Análisis del primer objetivo 51
2.1.2. Análisis del segundo objetivo 52
2.1.3. Análisis del tercer objetivo 53
3. Conclusiones 64
4. Recomendaciones 65
Referencias bibliográficas 66
Anexos 78

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables 38
Tabla 2. Referencias de los parámetros estadísticos en reposo para el tiempo dominante, incluyendo la estratificación del nivel de riesgo 43
Tabla 3. Datos de 10,308 usuarios de Elite HRV que muestran ln (rMSSD) y Elite HRV Score presentados por rango de edad y sexo 43
Tabla 4. Valores de media de RR entre personas sedentarias y activas 44
Tabla 5. Criterios de aceptabilidad de la prueba 46
Tabla 6. Criterios de repetibilidad de la prueba 47
Tabla 7. Características sociodemográficas 53
Tabla 8. Variables de las medidas antropométricas 54
Tabla 9. Diferencias entre las variables antropométricas y de función pulmonar entre las disciplinas de voleibol y futbol 55

Índice de Figuras

Figura 1. Principales enfermedades relacionadas con la VFC 17
Figura 2. Requerimientos minimos de un espirometro 34

Índice de Anexos

Anexo A. Consentimiento informado 78
Anexo B. Aspectos administrativos 80

Introducción

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se refiere a la variación en el tiempo entre los intervalos R-R del electrocardiograma y refleja la actividad del sistema nervioso autónomo sobre la función cardíaca. Un aumento en la VFC se considera un factor protector para el corazón y su medición podría servir como una herramienta diagnóstica o predictiva temprana en enfermedades cardiovasculares. El sistema nervioso autónomo ejerce efectos inotrópicos y cronotrópicos en la función cardíaca, lo que puede incrementar o disminuir esta variabilidad.

La variabilidad de la frecuencia cardíaca está relacionada con la respuesta del sistema simpático y parasimpático; es decir, la variación en milisegundos entre latidos es resultado de la interacción del sistema nervioso autónomo con el sistema cardiovascular. Las enfermedades cardiovasculares comprenden diversas afecciones que afectan el corazón y los vasos sanguíneos, y existen varios factores de riesgo que determinan la predisposición a estas condiciones. Según la Sociedad Española de Cardiología Pediátrica y Cardiopatías Congénitas (SECPCC, 2021), se estima que 3 de cada 1000 jóvenes deportistas presentan algún tipo de enfermedad cardiovascular que podría poner en riesgo su vida, especialmente durante la práctica de deportes intensos. El Dr. Javier Pérez-Lescure, de la SECPCC (2021), "advierte que una persona que padece una cardiopatía sin saberlo y practica ejercicio físico de manera exigente puede estar poniendo en peligro su salud" (p. 1).

Por otro lado, dada la necesidad constante del deportista de superar la fatiga y la relación entre la sobrecarga y el equilibrio entre la oferta y demanda de oxígeno a nivel miocárdico, es fundamental considerar la función pulmonar, que juega un papel crucial en el desempeño físico y deportivo (Malik et al., 2017). Cuando un deportista presenta una función pulmonar deficiente, el sistema respiratorio no puede asegurar una adecuada adaptabilidad durante el ejercicio. Esto puede resultar en consecuencias que se traducen en limitaciones funcionales, como la aparición de fatiga significativa en los músculos respiratorios durante el entrenamiento. Esta situación genera una demanda excesiva de oxígeno por parte de los músculos respiratorios, lo que crea una competencia importante por el oxígeno con los músculos esqueléticos que participan activamente en el ejercicio.

La evaluación de la función pulmonar en deportistas es un área con escasa información, a pesar de su relevancia para el rendimiento atlético. Si bien se han realizado numerosas investigaciones sobre aspectos como la resistencia y la fuerza, la salud respiratoria a menudo queda relegada a un segundo plano. Esta falta de datos limita la comprensión de cómo la función pulmonar puede influir en el rendimiento, así como en la prevención de lesiones y enfermedades respiratorias en atletas. Además, la carencia de protocolos estandarizados para evaluar la función pulmonar en diversas disciplinas deportivas dificulta la implementación de estrategias adecuadas para optimizar el rendimiento y la salud respiratoria, lo que subraya la necesidad urgente de más estudios en esta área.

Por lo cual el objetivo de la presente investigación fue comparar el comportamiento de la VFC, riesgo cardiovascular, masa muscular y valores espirométricos entre los deportistas universitarios de los seleccionados de voleibol y fútbol de la Universidad Mariana. Se realizó un estudio descriptivo correlacional de tipo cuantitativo con 50 deportistas. Se aplicó una encuesta para las características sociodemográficas, la VFC se evaluó con el sensor Polar H10 y el riesgo cardiovascular con el software Elite HRV (2020), las variables porcentaje de masa muscular y porcentaje graso se cuantificaron con la báscula OMRON y la función pulmonar con el espirómetro CONTEC SP10. Se aplicó el estadístico t de Student y Rho de Spearman para comparar las disciplinas.

A pesar de los hallazgos significativos, este estudio presenta varias 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. Y, por último, la función pulmonar en deportistas ha sido poco investigada, lo que dificulta la realización de

comparaciones significativas con otros trabajos en el área. La escasez de datos sobre la función respiratoria específica de diferentes disciplinas deportivas limita la capacidad de contextualizar nuestros hallazgos en el marco de la literatura existente.

Una de las principales fortalezas de este estudio es que aborda variables que han sido poco investigadas en el ámbito deportivo. Al centrarnos en aspectos como la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la función pulmonar en deportistas, nuestro 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 nuestros 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.

1. Resumen del proyecto

1.1. Descripción del problema

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se define como la fluctuación en el tiempo entre los intervalos RR en un electrocardiograma, y refleja la actividad del sistema nervioso autónomo en relación con la función cardíaca. Un aumento en la VFC se considera un factor protector para el corazón, y su medición podría servir como una herramienta diagnóstica o predictiva temprana en enfermedades cardiovasculares. El sistema nervioso autónomo tiene efectos inotrópicos y cronotrópicos en la función cardíaca, que pueden incrementar o disminuir dicha variabilidad (Veloza et al., 2019).

La variación en la frecuencia cardíaca, tanto su aumento como su disminución, está vinculada a la respuesta de los sistemas simpático y parasimpático. En otras palabras, la fluctuación en milisegundos entre cada latido es resultado de la interacción del sistema nervioso autónomo con el sistema cardiovascular, según investigadores como Lakusic et al., (2015) y Ford et al., (2013). Como se ha documentado, durante el reposo, hay un predominio significativo del sistema parasimpático, lo que asegura una perfusión adecuada del ventrículo izquierdo y previene micro isquemias. Este fenómeno también se relaciona con una distensibilidad aórtica adecuada y una baja resistencia vascular sistémica (Sacha, 2014; Achten y Jeukendrup, 2003).

Las enfermedades cardiovasculares comprenden una serie de condiciones que afectan el corazón y los vasos sanguíneos, y están determinadas por diversos factores de riesgo que aumentan la predisposición a desarrollarlas (Baena et al., 2005). Las afecciones más comunes incluyen la cardiopatía coronaria, relacionada con la aterosclerosis, y la enfermedad cerebrovascular (Mariño, 2018). En las últimas dos décadas, la prevalencia de estas enfermedades ha aumentado en un 41%, lo que ha resultado en 17.3 millones de muertes anuales (Evans et al., 2016). Además, destacan las cardiopatías congénitas, que presentan una incidencia de 8 por cada 1.000 nacidos vivos al año (Clavería et al., 2013), así como la trombosis venosa profunda en las extremidades inferiores, que tiene una incidencia de 1 a 2 por cada 1.000 personas, según Flisfisch et al., (2014). Según la SECPCC (2021) se estima que:

> 3 de cada 1000 deportistas jóvenes tienen algún tipo de enfermedad cardiovascular que les puede poner en riesgo de padecer eventos cardiovasculares o incluso muerte súbita durante la práctica deportiva de competición. Una persona que padece una cardiopatía sin saberlo y practica ejercicio físico de manera exigente puede estar poniendo en peligro su salud. (p. 1)

La causa más frecuente de esas muertes en un 63% es la cardiopatía isquémica**;** es decir, infartos de miocardio o anginas de pecho. Afecta de forma notablemente más a hombres que a mujeres; y en concreto, tienen más riesgo de sufrirla aquellos menores de 35 años que practican fútbol, ciclismo y atletismo a partir de los 39 años (SECPCC, 2021). La VFC está relacionada con un amplio espectro de enfermedades o síntomas, como se ilustra en la figura 1.

Figura 1

Principales enfermedades relacionadas con la VFC

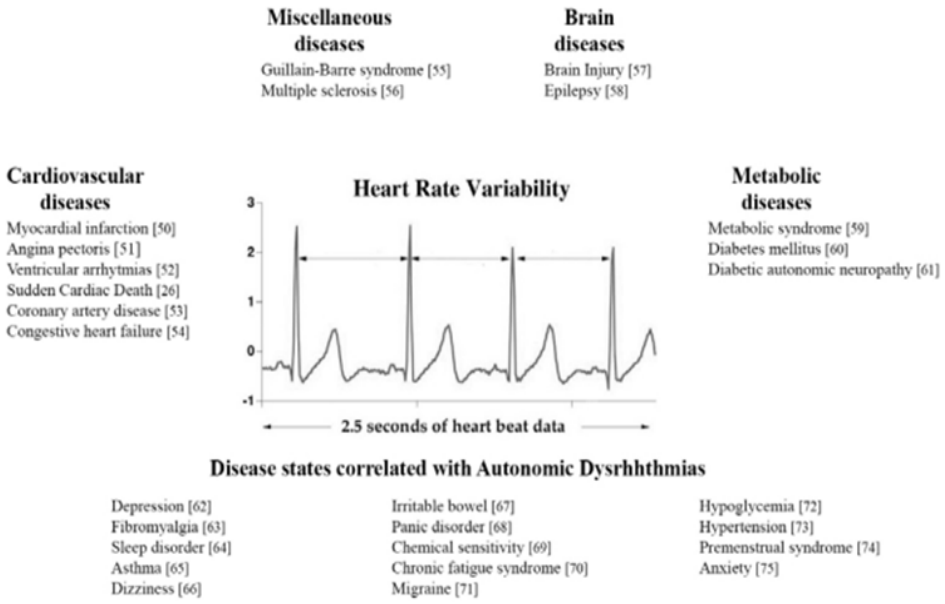

Figura 1. Principales enfermedades relacionadas con la VFC.

Fuente: Sessa et al., (2018)

Por otro lado, debido a la necesidad constante que se le presenta al deportista de sobreponerse a la fatiga y la relación que existe entre la sobrecarga que puede desestabilizar el equilibrio entre la oferta y la demanda de oxígeno a nivel miocárdico, es importante contemplar la función pulmonar, ya que esta juega un papel fundamental en el desempeño físico y deportivo (Malik et al., 2017).

Cuando un deportista tiene una función pulmonar deficiente, el sistema respiratorio no podrá asegurar una adecuada adaptación durante el ejercicio. Esto puede llevar a consecuencias que se traducen en limitaciones funcionales, como la aparición de fatiga significativa en los músculos respiratorios durante el entrenamiento. Ya que se produce una demanda excesiva por parte de estos músculos de consumo de oxígeno que tendrá como consecuencia una demanda competitiva importante con los músculos esqueléticos locomotores que participan activamente en el ejercicio (Núñez, 2017).

La función pulmonar según el Instituto Nacional de Cáncer de los Estados Unidos (2023), es un término que se usa para definir qué tan bien funcionan los pulmones al ayudar al ser humano a realizar el proceso de respiración. Durante la inspiración, el oxígeno ingresa a las vías respiratorias pasa a la sangre y se desplaza a hasta los tejidos del cuerpo, el dióxido de carbono; producto de desecho elaborado por los tejidos del cuerpo, se traslada desde estos hacia los pulmones desde donde se exhala.

En un estudio denominado “Efectos del entrenamiento físico en la espirometría” llevado a cabo por Tlatoa et al., (2014), se realizó una revisión de como los valores espirométricos se modifican en respuesta al entrenamiento teniendo en cuenta que la espirometría es un test fundamental en la valoración de la función pulmonar y que a partir de esta, se obtienen referencia de volúmenes y capacidades pulmonares, tal como la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y el flujo pico espiratorio (PEF).

Por tanto, en el ámbito deportivo el entrenamiento aumenta la resistencia y la fuerza de los músculos respiratorios, disminuye la resistencia de las vías respiratorias e incrementa la elasticidad pulmonar y la expansión alveolar demostrando mejorías de las capacidades y volúmenes

pulmonares, en donde la espirometría permite estimar de manera muy precisa dichas progresiones (Dancer y Thickett, 2014).

Por lo tanto, la función pulmonar en relación con el rendimiento deportivo adquiere cada vez más relevancia entre los investigadores del ejercicio (Mihailova y Kaminska, 2016). Según los conceptos ampliamente aceptados, se indica que la fatiga de los músculos respiratorios no impacta el rendimiento de los deportistas en ejercicios submáximos. Sin embargo, otros autores destacan la necesidad de entrenar la función respiratoria previamente para mejorar la tolerancia al ejercicio (Güell, 2021). La fatiga muscular es un síntoma común en los deportistas de alto rendimiento, que suele ser consecuencia de las exigencias del entrenamiento, los viajes a competiciones nacionales e internacionales, las alteraciones del ciclo del sueño y una alimentación inadecuada, entre otros factores. Por ello, es fundamental fortalecer los aspectos clínicos, especialmente en lo que respecta a la funcionalidad respiratoria (Sarille et al., 2017).

1.1.1. Formulación del problema

Para dar respuesta a esta necesidad se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo se comporta la variabilidad de la frecuencia cardiaca, la masa muscular y valores espirométricos entre seleccionados universitarios de las disciplinas de futbol y voleibol?

1.2. Justificación

La valoración de la VFC es una herramienta fundamental para identificar el estado de salud en la población de riesgo, como lo son los deportistas. El sistema cardiovascular está controlado principalmente por la regulación autonómica mediante la actividad de las vías simpáticas y parasimpáticas del sistema nervioso autónomo. El análisis de la VFC permite conocer este mecanismo de control (Makivić et al., 2018). Se considera la VFC como un instrumento de evaluación de las condiciones cardiacas autónomas capaz de predecir el riesgo cardiovascular (Sessa et al., 2018).

El diagnóstico temprano de las patologías cardiovasculares es crucial para reducir tanto la mortalidad como la morbilidad, así como para identificar factores de riesgo que permitan alertar de manera más efectiva a la población general. Diferentes niveles de inactividad física son responsables del aumento de enfermedades metabólicas, cardiovasculares y degenerativas. Sin embargo, esta detección también debería llevarse a cabo de manera preventiva en deportistas de diversas disciplinas y niveles de entrenamiento.

El análisis de la VFC es una herramienta fiable para valorar la salud de los deportistas durante el entrenamiento, les permite determinar variaciones en el ejercicio según la adaptación que tienen a la actividad física. De este modo, el análisis de la VFC puede ayudar a diagnosticar rápidamente y con facilidad los estados de estrés y fatiga, sobre-entrenamiento y agotamiento en los deportistas de resistencia (Capdevila et al., 2008). También, es importante evaluar la función pulmonar en esta población, ya que en ocasiones presenta fatiga muscular y la relación que hay entre la sobrecarga, que puede alterar el equilibrio entre la oferta y demanda de oxígeno, de tal forma, que es importante evaluar la función pulmonar para el adecuado manejo del entrenamiento y de esta manera evitar la continuidad de la fatiga muscular ya que este cumple un papel clave en el desempeño del deportista.

Este estudio es importante debido a que son escasas las investigaciones que evalúan en conjunto los valores de la VFC y nivel de la función pulmonar, además es novedoso frente a la literatura revisada, porque asocia variables como los cambios de la duración de los intervalos entre latido y latido del corazón en el tiempo, el funcionamiento del sistema nervioso autónomo enmarcados en el estudio de la VFC y variables de la función pulmonar como la CVF, VEF_1 y PFE. Metodológicamente se usó un software de última generación y mediciones con dispositivos electrónicos, este aplicativo a forma de software es el polar H10 el cual es factible y accesible, la evaluación que aporto es de fácil comprensión por parte de población como entrenadores y deportistas que deseen utilizarlo en las diferentes disciplinas deportivas, además, múltiples estudios sustentan las fuertes correlaciones estadísticas del uso, validez y fiabilidad de este dispositivo en el campo deportivo, actividad física y de la salud.

Además la literatura existente a nivel regional y específicamente en la universidad mariana es escasa, por lo cual el aporte fue generar nuevo conocimiento alrededor de la comunidad deportiva,

adicional a ello se obtuvo un indicador relevante que permitió prevenir futuras afectaciones a la salud del deportista, por lo cual la población objeto de este estudio se benefició al identificar tempranamente la posible presencia de enfermedades cardiacas silenciosas previniendo así la ocurrencia de estos eventos, por lo cual, este estudio puede ser utilizado como base para futuras investigaciones. El desarrollo de esta investigación fue factible, porque la población perteneció directamente a la Universidad Mariana, ya que son los estudiantes ligados a las selecciones deportivas de voleibol y de futbol que representan a nuestra institución y las evaluaciones se realizarán en las instalaciones del laboratorio del programa de fisioterapia.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las diferencias de la VFC, riesgo cardiovascular, masa muscular y valores espirométricos entre los deportistas universitarios de los seleccionados de voleibol y futbol de la Universidad Mariana

1.3.2. Objetivos específicos

- Medir la VFC y el riesgo cardiovascular global en los deportistas universitarios de los seleccionados de futbol y voleibol de la Universidad Mariana.
- Evaluar masa muscular y valores espirométricos en los deportistas universitarios de los seleccionados de futbol y voleibol de la Universidad Mariana.
- Comparar los niveles de VFC, masa muscular y función pulmonar entre las disciplinas deportivas de futbol, y voleibol.

1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos

1.4.1. Antecedentes

1.4.1.1. Antecedentes internacionales. Según el estudio de Garrido et al., (2009) la VFC se utiliza como un dato indicador del nivel de salud cardiovascular, por lo cual su análisis permite que sea un estudio no invasivo de la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) sobre el nodo sinusal. De alguna manera la VFC refleja el control del SNA sobre el sistema cardiovascular, un aumento de la VFC es señal de un buen funcionamiento y adaptabilidad del SNA, considerado como un estado saludable, mientras que una disminución de la VFC significa un funcionamiento anormal del SNA, lo que es un marcador de mala salud.

De la misma manera en otro estudio, De la Cruz et al., (2008) Analizaron la VFC en reposo de los deportistas juveniles durante un campeonato de bádminton de máximo nivel, para establecer la relación entre los cambios de la VFC y el trabajo físico, en donde se encontró que la realización de trabajo físico en un corto periodo de tiempo, se produce no solo una reducción de la VFC si no que algunos parámetros llegan a valores que una situación basal serían considerados un peligro para la salud cardiovascular.

Según el estudio de Rodas et al., (2011) sugieren que la VFC disminuye progresivamente a medida que avanza la competición y que se reducen los valores de los parámetros relacionados con el sistema parasimpático (indicativos de buena adaptabilidad psicofisiológica a las cargas de trabajo), los relacionados con el sistema simpático (sugestivos de fatiga, cansancio y mala adaptabilidad en general). Por tanto, la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) puede ser un indicador útil para monitorear el estado psicofisiológico y la adaptabilidad cardiovascular al esfuerzo en deportistas de élite que compiten a un ritmo elevado. No obstante, es fundamental llevar a cabo nuevos estudios para validar estos hallazgos y, sobre todo, para investigar indicadores más sensibles a las adaptaciones a la carga física, así como parámetros específicos que ayuden a diferenciar entre el estrés físico y el psicológico.

Por otro lado, Lázaro et al., (2011) encontró que el porcentaje de grasa corporal se asoció negativamente con la CVF en adultos, mientras que la masa libre de grasa y la fuerza muscular mostraron una asociación positiva. Esto se debe a que el exceso de masa grasa puede afectar la mecánica ventilatoria debido a la rigidez de la caja torácica por acumulación de grasa alrededor de las costillas, el abdomen y el diafragma o incluso debido a la inflamación sistémica que puede causar la inflamación de las vías respiratorias y por consiguiente alteración de la función pulmonar, en los casos de sedentarismo la posible asociación entre este comportamiento y la función pulmonar podría explicarse por este efecto mediador.

En el estudio realizado por Kocahan y Akınoğlu (2019), donde se investigó la correlación del peso y otros parámetros de composición corporal en la curva de volumen espiratorio forzado y ventilación voluntaria máxima, donde se incluyó 254 hombres y 144 mujeres atletas, los resultados determinaron que existía una relación importante entre las características demográficas, parámetros de composición corporal de los deportistas y los valores de las pruebas de función pulmonar. Se determinó que los predictores estadísticamente significativos de la CVF fueron la edad, el peso corporal, la talla, la circunferencia de cadera y el porcentaje de grasa corporal. Al finalizar los estudios, se pudo concluir, que los factores que influyen en la función pulmonar de atletas masculinos y femeninos no se restringen únicamente a la edad, el sexo y el peso corporal, sino que también abarcan parámetros de composición corporal como el porcentaje de grasa corporal, la masa grasa, la masa muscular, la masa corporal libre de grasa, la masa muscular del tronco, la masa grasa del tronco, así como la circunferencia de cintura y cadera.

En la Universidad de Cádiz, España. Se realizó una investigación titulada "Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento" estudio realizado por los autores González et al., (2012) mencionan el papel limitante que desempeña el sistema respiratorio en el rendimiento físico de los deportistas; es decir que una buena función pulmonar es el resultado de una musculatura respiratoria entrenada, que mejora significativamente el rendimiento físico de los deportistas. Un condicionante puede ser la fatiga muscular inspiratoria, puesto que disminuye reversiblemente la fuerza que el músculo puede desarrollar durante una contracción sostenida o repetida, llegando a mantener niveles deficientes de ventilación ante las necesidades requeridas. En esta revisión bibliográfica, en base a las evidencias científicas; concluyen que, si bien el

rendimiento físico puede estar limitado por factores respiratorios, tiene sentido proponer un entrenamiento específico de la musculatura respiratoria con la finalidad de mejorar la función pulmonar. En lo que respecta a la ventilación pulmonar, se observó una disminución en la máxima ventilación voluntaria (MVV) tras realizar ejercicios físicos aeróbicos de larga duración, junto con descensos significativos en las presiones tanto inspiratorias como espiratorias.

McConnell y Sharp (2005) evaluaron de manera indirecta la fuerza de los músculos respiratorios mediante mediciones estáticas de la presión inspiratoria en la boca durante esfuerzos inspiratorios con oclusión. Se evaluó el pico de presión y presión máxima promediada, tras realizar un ejercicio de esfuerzo máximo, alcanzando el agotamiento en 10-15 minutos y un descenso significativo en las dos mediciones. Distintos estudios indicaron que al tener disminuida la función pulmonar, el ejercicio induce a la fatiga muscular respiratoria, limitando el rendimiento físico. Se evidencia que el entrenamiento de la resistencia de la MR mejora el rendimiento en el ejercicio de resistencia. Por otro lado, el estudio realizado por los autores Gething (2004) evidenció los efectos de 10 semanas de entrenamiento de los músculos inspiratorios en el rendimiento de los deportistas, notando que al finalizar el periodo de entrenamiento se reducían la frecuencia cardíaca, la ventilación pulmonar y la percepción subjetiva del esfuerzo, además de mejorar el tiempo hasta el agotamiento.

Los futbolistas son una de las poblaciones más estudiadas en las ciencias del deporte, requiere de la evaluación de las características antropométricas como el peso y la talla; y de las variables asociadas al rendimiento físico que están relacionadas con la composición corporal (CC). La impedancia bioeléctrica (BIA) es una de las técnicas más utilizadas para evaluar la CC, es ampliamente usada en el área clínica y deportiva porque es una técnica segura, no invasiva, económica y rápida con alta fiabilidad y reproducibilidad; que evalúa las propiedades bioeléctricas de los tejidos para estimar variables como el agua corporal total (TBW), la masa grasa (FM), la masa libre de grasa (FFM) y el tejido blando magro (LST). Según el estudio de Di Matteo et al., (2022) las características de la CC son cruciales para el rendimiento del futbolista, con menor masa grasa y mayor masa libre de grasa asociadas a un mejor desempeño físico. En deportes masculinos de alto nivel, la evaluación de la masa muscular es especialmente relevante para el rendimiento deportivo.

En el fútbol, la evaluación de la composición corporal a través de BIA es fundamental para comprender la distribución de tejidos blandos en los jugadores y su impacto en el rendimiento deportivo. La masa muscular y la grasa corporal juegan un papel crucial en la capacidad física y la resistencia de los futbolistas de alto nivel.

1.4.1.2. Nacionales. En el artículo titulado "Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares", los autores Veloza et al., (2019) indican que la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se define como la fluctuación en el tiempo entre los intervalos RR en el electrocardiograma, reflejando la actividad del sistema nervioso autónomo en relación con la función cardíaca. Un aumento en la VFC se considera un factor protector para el corazón, y su medición puede ser una herramienta diagnóstica o predictiva temprana en enfermedades cardiovasculares. El sistema nervioso autónomo tiene efectos inotrópicos y cronotrópicos en la función cardíaca, lo que puede influir en esta variabilidad. Existen varios métodos para medir la VFC, siendo el más común el Holter, seguido por el sistema POLAR. Además, se han desarrollado programas de software clínico que han demostrado ser válidos para estas mediciones. La VFC puede utilizarse como un indicador predictivo de eventos coronarios, accidentes cerebrovasculares y muerte súbita, entre otros.

En la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se realizó una investigación denominada¨" La variabilidad de la frecuencia cardíaca y su evaluación en deportes de resistencia, una mirada bibliográfica" de Torres (2021) menciona que el deporte es una actividad física que se puede practicar de manera individual o en equipo, ya sea como un juego, pasatiempo o competición en todo el mundo. Cada disciplina deportiva se distingue por tener objetivos específicos; por ejemplo, existen deportes de resistencia que pueden ser de larga, media o corta duración. Cuando un deportista comienza a realizar una actividad deportiva, su cuerpo experimenta un aumento significativo en la temperatura corporal. El sistema nervioso autónomo (SNA) se encarga de regular automáticamente los latidos del corazón, la respiración y la sudoración. Tanto el sistema nervioso simpático como el parasimpático controlan los órganos, y en algunas ocasiones pueden tener efectos opuestos en el mismo órgano.

"El sistema simpático aumenta la presión arterial, mientras que el parasimpático la disminuye, trabajan juntos para garantizar que el cuerpo responda adecuadamente a las diferentes situaciones" (Muñoz, 2013, p. 16). También, para evaluar las variables fisiológicas relacionadas con la respuesta al ejercicio en los deportistas, hay diversas pruebas que permiten medir con precisión sin afectar el rendimiento físico. Por ejemplo, la VFC es la variación de tiempo en milisegundos entre latido y latido cardíaco, refleja la respuesta del SNA sobre el sistema cardiovascular; la VFC se puede medir antes, durante y después del ejercicio, por medio de monitores como el polar Rs800cx6, analizado mediante el software kubios HRV. "Los resultados de las muestras obtenidas a través de los métodos de dominio, tiempo y frecuencia, utilizando la modelo matemática transformada rápida de Fourier (TRF) y modelo autorregresivo (AR)" (Porras, 2019, p. 54).

En relación con el deporte, y específicamente con los deportes de resistencia, es importante mencionar que hay distintas modalidades: deportes de resistencia aeróbica y anaeróbica; algunos ejemplos incluyen atletismo, tenis, natación, fútbol, gimnasia artística, levantamiento de pesas, triatlón y ciclismo (Enciclopedia de Ejemplos, 2019). Los deportes de resistencia son aquellos que permiten realizar un esfuerzo, ya sea de baja, media o alta intensidad, durante un tiempo determinado, evaluando la capacidad física de un deportista para soportar la fatiga en actividades de larga duración (Renato, 1991). Además, la resistencia es una capacidad crucial para el éxito de los deportistas. "La resistencia es la aptitud predominante en las carreras de fondo" (Bompa, 2016, p. 11). Existen diferentes tipos o subdivisiones de resistencia aplicadas a cada deporte, como la resistencia de larga, media y corta duración. La resistencia de larga duración, según Torres et al., (2001),

> Se refiere a cubrir una distancia en un tiempo que varía de 10 a 60 minutos o más, sin experimentar una reducción significativa en el ritmo, y está relacionada con el volumen de oxígeno consumido por unidad de tiempo. (Torres, 2021, p. 2)

Por otra parte, el entrenamiento mejora la resistencia y la fuerza de los músculos respiratorios en atletas, reduce la resistencia de los canales respiratorios, incrementa la elasticidad pulmonar y la expansión alveolar (Clavería et al., 2014). Según Arboleda et al., (2022) los deportistas de alto rendimiento realizan la ventilación a gran volumen corriente y menor frecuencia respiratoria,

debido al constante estímulo a que someten el centro respiratorio y al desarrollo de los músculos respiratorios aumentando la elasticidad tóracopulmonar mejorando la mecánica ventilatoria, favoreciendo por tanto la ventilación alveolar. Por tanto, es esencial incorporar ejercicios respiratorios en el entrenamiento físico y de acondicionamiento. Esto ayuda a los deportistas a lograr una mayor profundidad en la respiración y mejora el proceso ventilatorio pulmonar, especialmente la ventilación alveolar. Los músculos respiratorios, en particular el diafragma, desempeñan un papel crucial durante la actividad física al mantener y suministrar el oxígeno que el organismo necesita.

1.4.1.3. Regionales. No se identificaron estudios previos relacionados con este tema en este nivel de análisis.

1.4.2. Marco teórico

A continuación, se encuentran los conceptos de los autores del tema en investigación:

Teoría del Movimiento Continuo: Según Cott et al., (2013) Esta teoría se presenta desde una perspectiva que se aparta de la anormalidad y concibe el movimiento corporal humano a través de tres principios fundamentales: primero, el movimiento es esencial para la existencia humana; segundo, se produce en un continuo que abarca desde el nivel microscópico hasta el nivel del individuo en su contexto social; y tercero, los distintos niveles de movimiento en este continuo están afectados por factores físicos, psicológicos, sociales y ambientales. Al considerarse como un proceso continuo, el movimiento corporal se desarrolla desde una perspectiva microscópica, a nivel molecular, hasta una visión macroscópica, que incluye el entorno, reconociendo la influencia de factores externos y sociales en el desarrollo del movimiento humano.

Según la física de Aristóteles (como se citó en Hernández, 1992), el movimiento implica que, en su interacción, los cuerpos pueden ser activos en algunos momentos y pasivos en otros. Es el cuerpo que se mueve el que proporciona la forma, actuando como principio y causa del movimiento, ya sea en términos de sustancia, cualidad, cantidad o desplazamiento. El filósofo aborda la cuestión conceptual de si el movimiento debe atribuirse al cuerpo que realiza el

movimiento o al que es movido. Al diferenciar entre la actualización del cuerpo que se mueve (una actividad) y la actualización del cuerpo que es movido (una pasividad), concluye que el movimiento representa la relación entre ambos.

Según el autor Da Silva et al., (2021). La actividad física se asocia con cambios hemodinámicos y altera las condiciones de carga del corazón. Las respuestas cardiovasculares a la actividad física dependen del tipo y la intensidad del ejercicio. La principal diferencia, a nivel del corazón es el aumento de la carga de volumen durante el ejercicio de resistencia en contraste con la carga de presión durante los ejercicios de fuerza. Estas diferencias en la carga provocarán varias respuestas cardiovasculares a la actividad física. Después de un entrenamiento atlético a largo plazo, aumentarán las dimensiones de la cavidad diastólica del ventrículo izquierdo, el grosor de la pared y la masa.

De igual manera, la carga de volumen durante el entrenamiento de resistencia, da como resultado cambios adaptativos en muchos aspectos de la función cardiovascular. El corazón mejora su capacidad para bombear sangre, principalmente al aumentar su volumen sistólico, lo que ocurre debido a un aumento en el volumen diastólico final y un pequeño aumento en la masa del ventrículo izquierdo. Por el contrario, el entrenamiento de fuerza, da como resultado mayores aumentos en la masa del ventrículo izquierdo; hay poco o ningún cambio en el volumen ventricular. El ejercicio de resistencia también disminuye la carga metabólica del corazón en reposo y en cualquier ejercicio de intensidad submáximo, lo hace aumentando el volumen sistólico y disminuyendo la frecuencia cardíaca (Da Silva et.al., 2021).

En cuanto a la respiración, el ejercicio aumenta tanto la frecuencia como la profundidad de la respiración (polipnea e hiperpnea), a menudo incluso antes de comenzar la actividad física, debido a estímulos del sistema nervioso central que provocan hiperventilación. Se intenta suplir la demanda aumentada de oxígeno durante la actividad física y para ello el entrenamiento produce adaptaciones en el sistema respiratorio aumentando el volumen pulmonar, la capacidad inspiratoria y reduciendo el volumen pulmonar residual (Belman y Mittman, 1980; Robinson y Kjeldgaard, 1982). Una mayor ventilación máxima resulta de incrementos en el volumen corriente y en la frecuencia respiratoria, lo que lleva a una economía ventilatoria: una persona entrenada respira de

forma más eficiente que una sedentaria. En reposo, la frecuencia respiratoria (FR) de un adulto oscila entre 12 y 20 respiraciones por minuto (rpm), pero durante el ejercicio intenso puede llegar a 35-45 rpm, alcanzando hasta 60-70 rpm en atletas de élite. El volumen minuto respiratorio (VMR), que es el producto del volumen corriente y la frecuencia respiratoria, también se eleva. La frecuencia cardíaca aumenta notablemente durante actividades intensas, ya que tanto la frecuencia como el volumen corriente se elevan. Realizar ejercicios que exigen un alto porcentaje del consumo máximo de oxígeno (O2max) conlleva un aumento en la ventilación y en los volúmenes respiratorios para mantener las concentraciones adecuadas de O2 y CO2, dado que se incrementan los requerimientos de O2 y se debe eliminar el exceso de CO2 a través de la ventilación alveolar. (Colacilli y Bazán, 2012).

Mecanismos fisiológicos que regulan el ritmo cardiaco: El ritmo cardíaco (RC) está controlado principalmente por el sistema nervioso autónomo (SNA), que también regula diversos órganos, sistemas y funciones en el cuerpo. En el ámbito cardiovascular, el SNA influye en la función cardíaca (contractilidad y frecuencia), en la distribución del flujo sanguíneo y en el control de la presión arterial (García, 2012).

El SNA se divide en dos ramas con funciones opuestas pero complementarias: el sistema simpático y el parasimpático (o vagal). Ambos afectan la despolarización del músculo cardíaco mediante efectos cronotrópicos, dromotrópicos e inotrópicos, lo que influye directamente en la función del nodo sinoauricular (SA). El sistema simpático, a través de la noradrenalina, aumenta la frecuencia cardíaca y reduce la VFC, mientras que el sistema parasimpático, mediante la acetilcolina, disminuye la frecuencia cardíaca y aumenta la VFC. Ambas ramas están interconectadas por una extensa red de neuronas y ganglios, que a veces se denomina el "cerebro cardiovascular" o sistema nervioso intrínseco cardíaco.

La VRC refleja la habilidad del corazón para adaptarse rápidamente a cambios impredecibles, ajustando su funcionamiento ante variaciones en el equilibrio simpático-vagal. Este balance depende de diversos factores internos y externos que, mediante retroalimentación, regulan el ritmo cardíaco. Entre estos factores se incluyen la información de barorreceptores, quimiorreceptores, receptores atriales y ventriculares, así como variaciones en el sistema respiratorio, vasomotor, el

sistema renina-angiotensina-aldosterona y los mecanismos de termorregulación. Además, señales nerviosas del cerebro (comando central), el arco aórtico y el seno carotideo (barorreflejo arterial) y los músculos esqueléticos activos (reflejo presor durante el ejercicio) modulan la actividad vegetativa tanto en reposo como durante el ejercicio, lo que provoca cambios en la frecuencia cardíaca, la contractilidad del músculo cardíaco, el diámetro de los vasos sanguíneos (resistencia y capacitancia en los tejidos vasculares periféricos) y la liberación de adrenalina desde la médula suprarrenal.

Este ajuste constante en el ritmo cardíaco (RC), el volumen sistólico y la resistencia vascular sistémica modifica la presión arterial media, permitiendo que se adapte a la intensidad y el tipo de actividad que esté realizando la persona. Sin embargo, esta regulación puede alterarse por diversas patologías o actividades, ya sean comunes, ocasionales o extraordinarias en la vida diaria. En el primer caso, destacan enfermedades como la diabetes, la hipertensión, problemas cardiacos, depresión, patologías renales o el sobrepeso. En el segundo caso, factores como el estrés mental o psicológico, así como el ejercicio físico, tienen un impacto relevante. Además, otros mecanismos, como la temperatura corporal y los cambios en el sistema renina-angiotensina, también juegan un papel importante (Ortigosa et al., 2018).

En cuanto al ejercicio físico, el equilibrio entre el sistema simpático y parasimpático depende de la intensidad y duración de la actividad. Algunos estudios sugieren que, hasta un 50% del VO2max, los cambios en la VRC se deben principalmente a una reducción en la actividad parasimpática, acompañada de un aumento gradual de la influencia simpática. Por encima de esta intensidad, la frecuencia cardíaca y sus fluctuaciones se ven principalmente reguladas por la actividad simpática. En estas condiciones, las oscilaciones del ritmo cardíaco dependen de dos procesos oscilatorios que funcionan como mecanismos de retroalimentación: la respiración (arritmia sinorespiratoria) y la presión arterial (influencia del barorreflejo). Estos, a su vez, se ven modificados por las características mecánicas de la actividad física realizada (Ortigosa et al., 2018).

Principales variables que afectan los registros de VRC en reposo:

La Respiración: El ritmo irregular que muestra el ritmo cardíaco debido al ritmo de la respiración se llama arritmia sinusal respiratoria (ASR). La relación entre el ritmo cardíaco y las fases de la respiración depende de la cantidad de aire que se respira y la frecuencia de las respiraciones. Durante la inspiración, la frecuencia cardíaca aumenta y la variabilidad disminuye, mientras que en la espiración la variabilidad aumenta y la frecuencia cardíaca disminuye. Este fenómeno ocurre porque la respiración afecta el flujo sanguíneo al corazón, lo que a su vez influye en la actividad del nodo sinusal (este es un reflejo llamado "reflejo de Bainbridge"). Aunque no se comprenden completamente los mecanismos fisiológicos detrás de la ASR, existen varias teorías que intentan explicarlo, como la regulación central, los reflejos en los pulmones, en las aurículas, el control local del nodo sinusal, la influencia de los barorreceptores arteriales y las oscilaciones de los quimiorreceptores que detectan CO2, O2 y H+ (Estañol et al., 2011).

Posición del cuerpo: La FC, VFC y la presión arterial pueden verse afectadas por la posición en la que se encuentra la persona. Para obtener un registro adecuado de la VFC, lo ideal es que la persona esté acostada en posición supina (boca arriba). Si no es posible, se puede hacer el registro sentado, pero asegurándose de que la persona esté completamente en reposo. Esta última posición (sentado) es probablemente la que los entrenadores usarán con más frecuencia durante el control del entrenamiento. En cambio, no se recomienda hacer el registro con la persona de pie (García, 2012).

Presión arterial: La presión arterial (PA) refleja la resistencia que las paredes de los vasos sanguíneos, especialmente en los capilares, ofrecen al paso de la sangre. Esta resistencia está directamente relacionada con el gasto cardíaco y la resistencia periférica total. Esto es particularmente importante en estudios con deportistas, ya que cualquier actividad física provoca cambios en la hemodinámica, lo que altera las condiciones de carga del corazón y el flujo sanguíneo por todo el cuerpo. Estos cambios afectan las resistencias periféricas, lo que influye en el flujo sanguíneo hacia los tejidos (García, 2012).

Durante el ejercicio, el aumento de la presión arterial se debe a varios mecanismos. La tensión muscular generada por el esfuerzo provoca vasoconstricción, lo que obliga al sistema cardiovascular a aumentar la presión para asegurar que la sangre fluya hacia la zona afectada. Este

incremento en la presión se refleja en el corazón, modificando la mecánica de su contracción y activando receptores específicos (como el barorreceptores y los receptores de baja presión). Estos receptores son mecanorreceptores que responden al estiramiento en las zonas donde están ubicados, como el arco aórtico y la bifurcación carotidea. Desde estas áreas, se envían señales al bulbo raquídeo, que a su vez inerva núcleos involucrados en el control cardiovascular, como el núcleo del tracto solitario, el núcleo dorsal del nervio vago y el centro vasomotor. Desde ahí, se activan las vías eferentes que regulan la respuesta.

1.4.3. Marco conceptual

Para profundizar en el tema a tratar, se tomarán diferentes conceptos detallados a continuación:

Según Ibarra (2015) **el deporte** se define: como cualquier actividad física que sigue un conjunto de reglas o normas y se realiza en un espacio específico, como un campo de juego, una cancha o una pista. Generalmente, esta actividad está relacionada con la competitividad deportiva.

Trastornos cardiovasculares – Cardiopatía según McKelvie (2022) en su artículo: El corazón del deportista, menciona que

> Es un conjunto de cambios estructurales y funcionales en el corazón de personas que entrenan de manera prolongada (por ejemplo, más de una hora casi todos los días) y/o a altas intensidades. Estos cambios suelen ser asintomáticos y pueden incluir bradicardia, soplo sistólico y ruidos cardíacos adicionales. Además, las alteraciones electrocardiográficas (ECG) son comunes. El diagnóstico se realiza mediante evaluación clínica o ecocardiografía, y no requiere tratamiento. El corazón del deportista es relevante para el diagnóstico diferencial de enfermedades cardíacas graves. (p. 1)

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se define como la variación en el tiempo entre los latidos del corazón. El tiempo que transcurre entre dos latidos se denomina intervalo R-R, medido en milisegundos (ms). Este método es bastante útil y se utiliza como un índice de la capacidad de respuesta del sistema autónomo (Achten y Jeukendrup, 2003).

Función pulmonar: Es un término que se usa para definir qué tan bien funcionan los pulmones al ayudar al ser humano a realizar el proceso de respiración. Durante la inspiración, el oxígeno ingresa a las vías respiratorias, pasa a la sangre y se desplaza a hasta los tejidos del cuerpo; el dióxido de carbono, producto de desecho elaborado por los tejidos del cuerpo, se traslada hacia los pulmones, desde donde se exhala (Instituto Nacional del Cáncer, 2023).

Espirometría: La espirometría es una prueba que mide el volumen de aire que los pulmones pueden movilizar en función del tiempo. La representación gráfica puede ser entre las variables de volumen/tiempo, o entre sus derivadas de flujo/volumen (Anta, 2012).

Espirómetros de volumen: son dispositivos cerrados que cuentan con una campana conectada a las vías aéreas y selladas con un recipiente de agua. La campana se vincula a un quimógrafo, montado sobre un sistema de inscripción que se desplaza a una velocidad conocida, lo que permite calcular el flujo a partir de la señal de volumen obtenida. Con el tiempo, estos equipos fueron reemplazados por sistemas de pistón o fuelle (espirómetros secos), que eliminaron la necesidad del recipiente de agua, haciendo el equipo más sencillo y portátil. Muchos de estos dispositivos utilizan un potenciómetro para generar una señal analógica proporcional al volumen desplazado, que luego se puede almacenar en un ordenador mediante un convertidor analógico-digital (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica [SEPAR], 2011).

Espirómetros de flujo (neumotacómetros): Miden inicialmente el flujo utilizando una resistencia conocida que genera una diferencia de presión entre ambos lados del paso de aire (neumotacómetros tipo Fleish). Este tipo es actualmente el más común y habitual en los sistemas utilizados. Sin embargo, también hay otros tipos de tacómetros disponibles en el mercado, que se utilizan en diversos espirómetros, como los de turbina, pistón, alambre caliente y ultrasonido, entre otros. Los espirómetros necesitan tener unos requerimientos mínimos, son los siguientes:

Figura 2

Requerimientos minimos de un espirometro

Márgenes de lectura:	0.5-8 litros
Exactitud:	5% o 100 ml
Precisión:	3% o 50 ml
Linealidad:	3%
Resolución:	25-50 ml
Resistencia:	< 1.5 $cmH_2O/l/s$ entre 0-14 l
Volumen mínimo detectable:	30 ml
Tiempo cero:	Extrapolación retrógrada
Tiempo de lectura:	15 s
Señal de prueba:	Jeringa de 3 l y señal eléctrica de 24 curvas flujo/volumen

Fuente: SEPAR (2013).

Volumen inspiratorio forzado (VEF1): volumen de gas espirado del primer segundo de la capacidad vital forzada (Martínez et al., 2018).

Capacidad vital forzada (CVF): volumen máximo espirado en el menor tiempo posible después de una inspiración máxima hasta una espiración máxima (Martínez et al., 2018).

Flujo espiratorio Máximo (FEM): es el mayor flujo que se alcanza durante una maniobra de espiración forzada (Martínez et al., 2018).

Bioimpedancia: es una técnica utilizada para medir la composición corporal del ser humano, basada en la capacidad del cuerpo para conducir corriente eléctrica. Esta técnica permite evaluar los parámetros bioeléctricas en sistemas biológicos (Quesada et al., 2016).

Masa muscular: es el volumen que presentan los tejidos totales del cuerpo que corresponden al músculo. Viéndolo desde la perspectiva de la composición corporal, la masa muscular corresponde a la masa magra, siendo los otros dos elementos que la componen la grasa corporal y el agua (Definición ABC, 2023).

Porcentaje de grasa corporal: es una medida que indica si una persona tiene sobrepeso o bajo peso, y ayuda a diferenciar entre la masa muscular y la grasa presente en la composición corporal. Este porcentaje varía según la edad, el sexo, el peso y el estilo de vida (ClinicaIMIF, 2019).

1.4.4. Marco contextual

La investigación se desarrollará en la Universidad Mariana, esta se encuentra localizada en la ciudad de San Juan de Pasto, dirigida por las hermanas franciscanas de María Inmaculada. La Universidad Mariana es una Institución Católica de carácter privado la cual posee las siguientes facultades: Ciencias de la Salud, Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, Educación, Humanidades y Ciencias Sociales e Ingeniería. Dentro de su campus universitario cuenta con un polideportivo donde se lleva acabo torneos y prácticas de diferentes disciplinas deportivas como el futbol y voleibol, donde se aplicará la investigación a 20 deportistas de voleibol y 30 deportistas de futbol masculino.

1.4.5. Marco legal

La investigación se rige por las leyes colombianas con respecto a la actividad física se menciona la Ley 181 (1995), que manifiesta mediante su artículo 1 que los objetivos generales de esta ley son promover, fomentar, masificar y difundir la práctica del deporte, la recreación y el uso del tiempo libre, así como impulsar la educación extraescolar de la niñez y juventud en todos los niveles y sectores sociales del país. Esto se enmarca en el derecho de todas las personas a acceder a una formación física y espiritual adecuada. También se busca implementar y fomentar la educación física para contribuir a la formación integral de las personas en todas las etapas de la vida y facilitar su cumplimiento eficaz de las obligaciones como miembros de la sociedad.

Artículo 2. El objetivo específico de esta ley es establecer un sistema nacional de deporte, recreación, uso del tiempo libre, educación extraescolar y educación física. Artículo 3Se persigue garantizar el acceso de individuos y comunidades al conocimiento y práctica del deporte, la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre. Para ello, el Estado tendrá en cuenta los siguientes objetivos rectores: 1. Integrar la educación y las actividades físicas, deportivas y

recreativas en el sistema educativo general en todos sus niveles. 2. Fomentar, proteger, apoyar y regular la asociación deportiva en todas sus formas como un marco adecuado para la práctica del deporte y la recreación (Ley 181, 1995).

De acuerdo a la Ley 528 (1999), en su Artículo 1°, la fisioterapia se define como una profesión liberal dentro del área de la salud, con formación universitaria. Su enfoque abarca al individuo, la familia y la comunidad, considerando el contexto en el que se desarrollan. Su objetivo es estudiar, comprender y gestionar el movimiento corporal humano, reconociéndolo como fundamental para la salud y el bienestar. Las acciones de la fisioterapia se orientan hacia el mantenimiento, optimización y potenciación del movimiento, así como a la prevención y recuperación de sus alteraciones, y a la habilitación y rehabilitación integral de las personas, con el propósito de mejorar su calidad de vida y contribuir al desarrollo social. Esta ley aporta a esta investigación al establecer un marco legal que define la fisioterapia como una profesión esencial en el ámbito de la salud. Al definir claramente los objetivos y el alcance de la fisioterapia, la ley subraya la importancia del movimiento corporal para la salud y el bienestar, lo que puede ser relevante para el enfoque de la investigación. Asimismo, la ley resalta la importancia de fundamentar la práctica de la fisioterapia en conocimientos científicos, lo que puede respaldar la necesidad de basar la investigación en evidencia y en principios científicos, mejorando la calidad de las intervenciones y su efectividad.

1.4.6. Marco ético

De acuerdo con los principios establecidos en la Ley 528 (1999) en el Artículo 2°: Se considera que la participación del fisioterapeuta en cualquier investigación científica que involucre seres humanos debe adherirse a principios metodológicos y éticos que garanticen el desarrollo de la ciencia sin vulnerar los derechos de los individuos. Este estudio priorizará el respeto por la dignidad y la protección de los derechos y el bienestar de los deportistas, independientemente de que la investigación implique un riesgo mínimo. Como investigadores, se evaluarán cuidadosamente los posibles riesgos o daños para la salud de los deportistas, fundamentándonos en los cuatro principios de la Declaración de Helsinki, asegurando el respeto hacia todos los seres humanos y protegiendo su salud y derechos individuales.

Asimismo, nos comprometemos a llevar a cabo la investigación con rigor científico y metodológico. Según la Resolución 8430 (1993), que establece normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, el Título II, Capítulo I, Artículo 11 clasifica este estudio como de riesgo mínimo, ya que se trata de un estudio prospectivo que utiliza registros de evaluaciones en seres humanos sanos y activos, como los deportistas.

1.5. Metodología

1.5.1. Paradigma de investigación

En la investigación se adoptó el paradigma del enfoque empírico-analítico. Este enfoque es empírico porque los datos recolectados se basan en la experiencia, lo que permitió realizar deducciones a partir del análisis de los datos obtenidos mediante la observación. El método empírico-analítico se centra en la realidad de hechos que son observables, cuantificables y medibles.

1.5.2. Enfoque de investigación

La investigación fue de un enfoque cuantitativo, ya que se hizo la obtención de información a partir de la cuantificación de los datos de las variables. En este estudio se determinó la información recolectada respecto a los datos obtenidos y así tener una interpretación exacta de acuerdo a los objetivos planteados.

1.5.3. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptivo, de corte transversal con intención analítica.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición operativa	Naturaleza	Nivel de medición	Codificación
Sexo	Características biológicas que definen a un ser humano como masculino o femenino (Lozano et al., 2020).	Cualitativa	Nominal dicotómica	0: Hombre 1: Mujer
Edad	Es un concepto lineal y que implica cambios continuos en las personas (Castellanos et al., 2022)	Cuantitativo	Razón	Abierto
Disciplina deportiva	Es la conducta humana específica que se manifiesta a través de una actitud lúdica y un deseo competitivo, expresada mediante el ejercicio corporal y mental. Esto ocurre dentro de disciplinas y normas preestablecidas, con el objetivo de fomentar valores morales, cívicos y sociales (Col Deportes, Ley 181, 1995)	Cualitativos	Nominal Politómica	Voleibol Fútbol
Riesgo según VFC	Son valores de corte sugeridos para	Cualitativa	Ordinal Politómica	Riesgo cardiovascular

	determinar el riesgo, estos establecen parámetros que según los resultados pueden dar un riesgo alto, moderado o bajo (García, 2012).			por RR interválico e la VFC RR<750ms Alto RR 750-900msModerado RR >900MS Bajo
Variabilidad la frecuencia cardiaca	La VFC se conoce como la variación en el tiempo que transcurre entre los intervalos RR del electrocardiograma y refleja la actividad del sistema nervioso autónomo sobre la función cardiaca (Veloza et al., 2019).	Cuantitativo	Continua	Rango total de VFC de 0 a 100
Capacidad Vital forzada CVF	Cantidad máxima de aire exhalado forzadamente partiendo de una inhalación total (Veloza et al., 2019).	Cuantitativa	Continua	Abierto
Volumen espiratorio forzado en el primer segundo VEF1	Volumen exhalado en el primer segundo que debe corresponder con el 80% de la capacidad vital forzada (Veloza et al., 2019).	Cuantitativa	Continua	Abierto
Pico Flujo	Es el mayor flujo que se alcanza durante una	Cuantitativa	Continua	Abierta

	maniobra de espiración forzada (Veloza et al., 2019).			
Masa muscular	Se define como Masa Muscular al volumen de masa magra que corresponden al músculo. (Definición ABC, 2023).	Cuantitativa	Continua	Abierta
Porcentaje de Grasa corporal	Es una medida que indica si una persona tiene sobrepeso o bajo peso, y ayuda a diferenciar entre la masa muscular y la grasa presente en la composición corporal (ClinicaIMIF, 2019)	Cuantitativa	Continua	Abierta
Peso	Cantidad de masa que alberga el cuerpo de una persona, medido en kilogramos	Cuantitativa	Continua	Abierta
Talla	Estatura de una persona, medida desde la planta del pie hasta el vértice de la cabeza medida en centímetros	Cuantitativa	Continua	Abierta

1.5.4. Población y muestra/ Unidad de trabajo y unidad de análisis

La población fue conformada por todos los estudiantes de los ocho seleccionados de la universidad mariana quienes están matriculados activamente en la universidad en el primer periodo de 2024.

1.5.4.1. Muestra. Estudio tipo censo de todos los deportistas de seleccionados de voleibol y futbol de la universidad mariana matriculados en el primer periodo de 2024.

1.5.5. Unidad de trabajo y unidad de análisis

La unidad de trabajo correspondió a 50 deportistas de género masculino que pertenecieron a las selecciones de voleibol y futbol de la universidad mariana que cumplieron con los criterios de inclusión

1.5.6. Criterios de inclusión

- Deportistas estudiantes de la universidad Mariana que estuvieron activos en las selecciones de futbol y voleibol durante el primer semestre del año 2024.
- Deportistas estudiantes que firmaron el consentimiento informado.

1.5.7. Criterios de exclusión

- Deportistas estudiantes que tuvieran diagnósticos médicos previos de enfermedades cardiometabólicas y respiratorias de base.
- Deportistas estudiantes que no lograran realizar la prueba de espirometría.
- Deportistas estudiantes que a pesar del esfuerzo del técnico no consiguieron realizar una espirometría de calidad A, B o C

1.5.8. Instrumentos y fuente de información

La fuente de información del presente estudio fue de tipo primaria, que se obtuvo de las evaluaciones de los deportistas de la Universidad Mariana.

1.5.8.1. Instrumentos de investigación. A continuación se describen los instrumento de la investigación.

1.5.8.1.1. Para las variables de evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca. El sensor Polar H10 se utilizó para medir los intervalos R-R, se inició configurando el sensor con los datos propios de la persona que va a realizar la prueba y se inició la grabación de los datos, asegurándose que esté conectado al software (Elite HRV) y se esté recibiendo la información enviada por la banda.

Para su análisis se usó el software Elite HRV versión 5.5.8, para la adquisición de datos de series de tiempo de intervalos entre-latido, y los parámetros de VFC calculados a partir de los intervalos R-R interpretados en los parámetros y realizar posteriormente el análisis de VFC en posición supina.

El protocolo se aplicó con el deportista en bípedo; la banda de transmisión se humedeció con agua o alcohol y luego se la coloco sobre el pecho del deportista. Luego para la muestra se ubicó al deportista en posición supino sobre una colchoneta, con el fin de que el deportista descanse por 5 minutos y se estabilice su ritmo cardiaco. Se preparó la aplicación y posteriormente de 1 a 3 minutos se monitorizo en la posición antes mencionada; el deportista no debe moverse, bostezar durante la medición y se toman mediciones de 1- 5 minutos para poder medir y analizar la actividad del nervio vago. La medición se realizó antes y de la práctica deportiva del entrenamiento en los deportistas de las selecciones de voleibol y futbol. Estos datos se cargaron posteriormente al software del Elite HRV y todos los datos arrojados y la gráfica que muestra el comportamiento de la VFC.

Para analizar los datos obtenidos, es necesario comparar los valores encontrados con algunos parámetros de referencia que muestren valores normales. Para ello, De la Cruz et al. (2008) proponen los siguientes parámetros:

Tabla 2

Referencias de los parámetros estadísticos en reposo para el tiempo dominante, incluyendo la estratificación del nivel de riesgo

Parámetros estadísticos en reposo para el tiempo dominante		
Intervalo RR promedio	RR<750 MS	Alto
	RR 750-900 MS	Moderado
	RR >900MS	Bajo

Fuente: De la Cruz Torres et al., (2008).

Se han sugerido algunos valores de corte para determinar el riesgo, estableciendo parámetros basados en los resultados obtenidos, pueden dar un riesgo alto, moderado o bajo: Intervalo RR < 750 ms riesgo alto, RR 750–900 ms riesgo moderado, RR. > 900 ms riesgo bajo. Para la clasificación total de la VFC dada por la HRV Elite y que se mide en una escala de 1 a 100, se tomó como referencia el puntaje de media HRV para los usuarios Elite HRV por rango de edad y sexo biológico.

Tabla 3

Datos de 10,308 usuarios de Elite HRV que muestran ln (rMSSD) y Elite HRV Score presentados por rango de edad y sexo

Rango de edad	**Genero**	**In(RMSSD)**	**HRV S puntaje**
18-25	Masculino	4.46±0.55	68.68±8.52
	Femenino	4.23±0.65	65.09±9.99
25-35	Masculino	4.19±0.63	64.48±9.69

	Femenino	4.02±0.69	61.83±10.59
35-45	Masculino	3.92±0.64	60.26±9.92
	Femenino	3.82±0.68	58.72±10.45
45-55	Masculino	3.68±0.65	56.65±9.94
	Femenino	3.73±0.69	57.35±10.57
55-65	Masculino	3.46±0.72	53.27±11.07
	Femenino	3.48±0.68	53.50±10.44
65-75	Masculino	3.42±0.83	52.66±12.70
	Femenino	3.21±0.72	49.35±11.10
75+	Masculino	3.50±0.98	53.88±15.09
	Femenino	3.24±1.09	49.85±16.79

Nota. Para mencionar sobre valores de referencia de la HRV en Gente sedentaria vs. Activa, los estudios evidencian que hay una diferencia significativa en los valores de HRV entre las poblaciones sedentarias y activas para hombres y mujeres en diferentes rangos de edad. Fuente: Melo et al., (2005).

Tabla 4

Valores de media de RR entre personas sedentarias y activas

	Grupo joven		**Grupo mayor**	
HR/HRV Métrica	Sedentario	Activo	Sedentario	Activo
HR(bpm)	70±9.3	59±5.6	68±6.7	56±8.9
RR(ms)	874±123.8	1034±100.3	893±93.8	1109±186.3

RMSSD index (ms)	34±14.6	63±19.9	27±9.2	48±22.4
In(RMSSD index)(ms)	3.5	4.1	3.3	3.9
LFnu(ms2)	35±16.9	27±12.2	46±7.4	43±9.9
HFnu(ms2)	65±16.9	72±12.2	54±7.4	56±9.9
LF/HF	0.65±0.6	0.41±0.3	0.87±0.2	0.81±0.3
Relación Exhalar/Inhalar (RSA)	1.38±0.11	1.40±0.15	1.16±0.04	1.38±0.11
Inspiracion-Expiracion (RSA)(bmp)	22±2.7	21±7.0	10±2.1	18±5.9

Fuente: Melo et al. (2005)

N=41Masculino: YS=9, YA=16, OS= 8,0A=8

Cabe mencionar que las diferentes variables y mediciones que se abordan en la variabilidad de la frecuencia cardiaca hay un rango para calificar a las personas, entendiendo que esta se puede encontrarse en un rango de 0 a 100 y que su uso e interpretación son para personas tanto no entrenadas y deportistas que quieren entender cómo su salud se ve afectada respecto al entrenamiento o actividad física (Bellod et al., 2021).

1.5.8.2. Variables de masa muscular y porcentaje grasa. Se midió por medio de la Báscula digital corporal OMRON HBF-514C, la cual es una herramienta completa para medir y analizar la composición corporal de manera precisa. Permitió obtener información valiosa sobre el índice de masa corporal, metabolismo basal, porcentaje de grasa corporal, nivel de grasa visceral, porcentaje de musculo esquelético, las variables de interés a medir son: porcentajes de grasa corporal y porcentaje de masa muscular. Para la obtención de estas 2 variables, se ingresó en la báscula datos como peso y talla para mayor precisión de la masa muscular y porcentaje de grasa (Amazon, 2024).

Para la medición, el usuario debía estar descalzo sobre la báscula, con los pies posicionados sobre las almohadillas conductoras, que pueden no ser visibles a simple vista, y permanecer quieto

durante unos segundos mientras se aplicaba una corriente a través del cuerpo de un pie a otro. A través de este proceso, el dispositivo puede detectar la resistencia eléctrica entre ambos extremos y, junto con la altura ingresada en la aplicación asociada, es capaz de determinar la composición del cuerpo (Viñas, 2021). Se realizó la clasificación del porcentaje muscular de dos formas: Según la fórmula de Ross Guimaraes y con la clasificación de Omron, para la clasificación del porcentaje graso con la fórmula de Yugasz.

1.5.8.3. Variables de función pulmonar. La evaluación se realizó con el espirómetro portátil CONTEC SP10. Es un espirómetro de mano para la comprobación de la función pulmonar, el sistema de medición está basado en la interrupción infrarroja (Lilis, 2024). Dentro de sus funciones mide los siguientes parámetros:

FVC (Capacidad Vital Forzada)
FEV1 (Volumen espirado forzado en un segundo)
FEV1% (relación entre FEV1 y FVC o índice de Tiffeneau)
PEF (flujo espiratorio máximo)

Las espirometría se realizarán de acuerdo con los protocolos de la American Thoracic Society. (ATS).

Tabla 5

Criterios de aceptabilidad de la prueba

Aceptabilidad	**VEF1**	**CVF**
Debe Tener un BEV (volumen extrapolado hacia atrás) < 5% de FVC o 0,100 L, lo que sea mayor.	Si	Si
No debe tener evidencia de una configuración de flujo cero defectuosa.	Si	Si
No debe tener tos en el primer en el primer segundo de espiración*.	Si	No
No debe tener cierre glótico en el primer segundo de espiración.	Si	Si
No debe tener cierre glótico después de 1 segundo de espiración.	No	Si
Debe alcanzar uno de estos 3 indicadores EOFE:	No	Si

1. Meseta espiratoria (<0,025L en el último segundo de espiración) 2. Tiempo espiratorio >15 segundos 3. La FVC está dentro de la tolerancia de repetibilidad o es mayor que la FVC más grande observada anteriormente.		
No debe haber evidencia de boquilla o espirómetro obstruido.	Si	Si
No debe haber una evidencia de una fuga.	Si	Si
Si la inspiración máxima después de (EOFE) es mayor que la FVC, entonces FIVC2 la FVC debe ser <0,100L 0 5% de la FVC, lo que sea mayor +/-	Si	Si

Fuente: Graham et al., (2019)

Tabla 6

Criterios de repetibilidad de la prueba

Repetibilidad (aplicado a FVC y FEV valores aceptables)
Edad 0-6 años: la diferencia entre los 2 valores más altos de FVC debe ser <0,150L y la diferencia entre los 2 valores más altos de FEV, valores debe ser <0.150L.
Edad < 6 años: la diferencia entre los 2 valores más altos de FVC debe ser <0,100L 0 10% del valor más alto, el que sea mayor, y la diferencia entre los 2 FEV más grandes. Los valores deben ser <0.100L o 10% del valor más alto, el que sea mayor.
BEV: volumen extrapolado hacia atrás**, EOFE:** fin de la espiración forzada**, VEF:** volumen espirado forzado en los primeros 0,75 segundos, **FIVC: VC:** inspiratoria forzada).

Fuente: Graham et al., (2019)

1.5.8.4. Sistema de clasificación de calidad de la espirometría. Según Graham et al. (2019) este sistema de clasificación indica al intérprete el nivel de confianza en que los resultados de la espirometría reflejan lo mejor que el paciente pudo lograr durante la prueba.

Es posible que algunos pacientes no cumplan con los criterios de aceptabilidad y repetitividad requeridos para el grado A; sin embargo, sus resultados aún pueden ser clínicamente relevantes.

Figura 3

Sistema de clasificación de calidad de las espirometría

Tabla 10.Sistema de calificación para FEV_1 y FVC (calificados por separado)

Calificación	Número de mediciones	Repetibilidad: Edad >6 años	Repetibilidad: Edad <6 años*
A	> 3 aceptables	Dentro de 0,150 litros	Dentro de 0,100 L*
B	2 aceptable	Dentro de 0,150 litros	Dentro de 0,100 L*
C	> 2 aceptable	Dentro de 0,200 litros	Dentro de 0,150 L*
D	> 2 aceptable	Dentro de 0,250 litros	Dentro de 0,200 L*
mi	> 2 aceptable	. 0,250 litros	. 0,200 litros*
	O 1 aceptable	N / A	N / A
Ud.	0 aceptable Y >1 utilizable 0	N / A	N / A
F	aceptable y 0 utilizable	N / A	N / A

Definición de abreviatura:N/A= no aplicable.
El grado de repetibilidad se determina para el conjunto de maniobras prebroncodilatadoras y el conjunto de maniobras posbroncodilatadoras por separado. Los criterios de repetibilidad se aplican a las diferencias entre los dos valores FVC más grandes y los dos FEV más grandes.1valores. La calificación U indica que solo se obtuvieron mediciones utilizables pero no aceptables.Aunque algunas maniobras pueden ser aceptables o utilizables en niveles de clasificación inferiores a A, el objetivo primordial del operador debe ser lograr siempre la mejor calidad de prueba posible para cada paciente.Adaptado de la Referencia 114.
* O el 10% del valor más alto, el que sea mayor; Aplica solo para niños de 6 años o menos.

Fuente: SEPAR (2013)

Preparación del equipo:

• Tener el espirómetro perfectamente preparado y calibrado.
• Disponer de una silla cómoda con el respaldo vertical para sentar al paciente.
• Tener las pinzas nasales al alcance de la mano.
• Disponer de la báscula y tallímetro para efectuar las determinaciones antropométricas.
• Disponer de un filtro adecuado para utilizar si el paciente lo requiere.
• Anotar las variables atmosféricas necesarias para la correcta determinación de la espirometría: presión atmosférica (mmhg), temperatura ambiente (°C), humedad relativa (%). (SEPAR, 2013, p. 8)

Preparación del paciente:

Para la toma de la espirometría se seguirán los siguientes pasos, como lo determina la guía de la ATS

1. Registrar la edad (en años), la altura (en cm) y el peso (en kg) de cada paciente.
2. La altura se medirá con un tallímetro, con el paciente descalzo, el cuerpo estirado y la cabeza erguida.
3. El peso se obtendrá utilizando una báscula adecuada, también sin zapatos y con ropa ligera.

4. El paciente deberá estar sentado y relajado durante al menos 5-10 minutos antes de la prueba.
5. Durante este tiempo, se le proporcionarán las explicaciones necesarias sobre el procedimiento y cómo debe colaborar.
6. Realizar una breve historia clínica del paciente, prestando especial atención al diagnóstico y motivo del estudio, la medicación, y preguntar sobre la existencia de enfermedades infecciosas (TBS, VIH+, hepatitis). (SEPAR, 2013, p. 8)

Procedimiento. El procedimiento se realizó en el laboratorio de mecanoterapia de la Universidad Mariana, se instruyó adecuadamente al paciente sobre las maniobras a realizar y qué se espera de su colaboración. Posterior se ubicó al paciente cómodamente sentado y situado frente al espirómetro; se solicitó que se desabroche el cinturón o la faja o cualquier cosa que pueda dificultar su respiración (SEPAR, 2013)

Maniobra correcta y criterios de aceptación:

1. Colocar las pinzas nasales.
2. Realizar una maniobra inspiratoria máxima, de manera lenta y progresiva, sin forzar (la pausa en capacidad pulmonar total TLC debe ser menor a 1 segundo).
3. Colocar la boquilla (indeformable) en la boca, asegurándose de que los labios estén alrededor.
4. Realizar una maniobra espiratoria máxima, de forma rápida y forzada, hasta completar el vaciado de los pulmones.
5. Repetir las instrucciones tantas veces como sea necesario, logrando un mínimo de tres maniobras (con un máximo de 8 intentos) que sean técnicamente satisfactorias, de las cuales al menos dos deben ser reproducibles.
6. Verificar la corrección de los trazados y obtener los registros. (SEPAR, 2013, pp. 8-9)

1.5.9. Plan de análisis estadístico

Para el análisis de los datos se usará el software estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 27.

Análisis Univariado. Para determinar la distribución de los datos de variables cuantitativas se realizó la prueba de Kolmogorov Smirnov. Para las variables cuantitativas, se tomó en cuenta las medidas de dispersión y tendencia central, se tuvo en cuenta la distribución de los datos; se siguió la distribución normal informando media y desviación estándar; para las variables que no siguieron distribución normal se informó mediana, rango intercuartílico y número mínimo y máximo. Las variables cualitativas se expresaron en términos de frecuencias absolutas y porcentajes.

Análisis Bivariado. Para comparar las variables de VFC, masa muscular, masa grasa, masa ósea, CVF, VEF1, PFE entre los grupos, se realizó la prueba de Levene determinando la homogeneidad de varianzas, y Kolmogorov Smirnov determinando la distribución de los datos, siguió distribución normal y varianzas homogéneas se aplicó el estadístico de t de Student; para las variables que no siguieron la distribución normal y tienen varianzas heterogéneas se aplicó la prueba U de Mann-Whitney, el nivel de significancia estadística se determinara con un valor de $p < a\ 0{,}05$.

Se realizó análisis de correlación entre las variables de composición corporal y función pulmonar, mediante el estadístico de Rho de Spearman, para la interpretación de los datos se utilizó los coeficientes de correlación propuestos por Hernández et al. (2014).

2. Presentación de los resultados

2.1. Procesamiento de la información

El análisis de los datos obtenidos se realizó en el programa estadístico SPSS, se realizó la prueba de Shapiro wilk para evaluar la normalidad en la distribución de los datos, las variables cuantitativas se expresan en medidas de tendencia central y dispersión y las variables cualitativas en frecuencias y porcentajes.

2.1.1. Análisis e interpretación de resultados

2.1.1.1. Análisis del primer objetivo. En la presente investigación posterior al trabajo de campo realizado a las selecciones de futbol y voleibol de la Universidad Mariana, se evaluó a 50 deportistas. Se encontró que el 100% de la población son hombres. Para seleccionados de futbol, se evidencio una media de edad de 20 años y una DE 2,31; para seleccionados de voleibol, una media de edad de 21 años y una DE 3,72.

Para el primer objetivo que fue medir la VFC y el riesgo cardiovascular global en los deportistas universitarios de la selección de futbol y voleibol se registró para la VFC, en seleccionados de futbol; una media de 53 Ms y una DE 11,64; en seleccionados de voleibol, una media de 60 Ms y una DE 11,61. De igual forma, se registró el intervalo R-R en los seleccionados de futbol, indicando una media de 785 y DE 151,35; así como en los seleccionados de voleibol se indicó una media de 840 y una DE 141,65. En la Clasificación del riesgo cardiovascular en se evidenció que en el seleccionados de futbol, el 56% presentan riesgo cardiovascular alto, el 24% presentan riesgo moderado y el otro 20% presentan riesgo bajo. Así mismo para voleibol, el 24% presentan riesgo cardiovascular alto, el 36% presentan riesgo moderado y el otro 40% presentan riesgo bajo. Los resultados se muestran en la tabla 7.

2.1.2. Análisis del segundo objetivo

Para el segundo objetivo que fue evaluar la masa muscular, grasa corporal y valores espirométricos en los deportistas; en el porcentaje de masa muscular del seleccionado futbol, se encontró una media de 40,28% y una DE 4,44; y en el seleccionado de voleibol una media de 42,48% y DE 3,38. Se clasifico el porcentaje de masa muscular de 2 maneras; la primera según la ecuación de Ross Guimaraes, constatando que en los seleccionados de futbol el 64% y en seleccionados de voleibol el 72 % presentan riesgo de sarcopenia. La segunda clasificación se interpretó de acuerdo a los criterios que propone Omron Healthcare que son basados en los estudios de McCarthy et al., (2006) y Gallader et al., (2000); donde el 100% de los deportistas están dentro del rango de edad entre 18-39 años; encontrando que en los seleccionados de futbol el 48% presentan alto porcentaje de masa muscular y 32% porcentaje muscular muy alto. Por otro parte, en los seleccionados de voleibol el 40% presentan un porcentaje muscular alto y 20% porcentaje muscular muy alto.

Para la grasa corporal se encontró una media de 19,71% y una DE 6,68 en seleccionados de futbol; una media de 16,81% y una DE 5,36 en seleccionados de voleibol. Se clasifico el porcentaje de grasa corporal, teniendo como resultado que en los seleccionados de futbol el 20% presentan porcentaje de grasa excelente, el 32% buen porcentaje de grasa, el 40% porcentaje de grasa normal, el 4% presentan obesidad y el otro 4% presentan sobrepeso. Por el contrario, en seleccionados de voleibol el 20% presentan porcentaje de grasa excelente, el 24% buen porcentaje de grasa, el 36% porcentaje de grasa normal, el 8% presentan obesidad y el 12% presentan sobrepeso.

En la valoración de la función pulmonar se realizó espirometria a los deportistas, se utilizó el espirómetro CONTEC, cada paciente tuvo 8 intentos para realizar 3 pruebas aceptables y repetibles y los valores reportados corresponden al valor más alto de las 3 pruebas. Para la relación CVF/FEV1: para seleccionados de futbol, se encontró una media de 87,60% y una DE 3,44. En los seleccionados de voleibol se encontró una media de 87,58% y DE 4,40. Para la FEV1: en los seleccionados de futbol, se encontró una media de 4,48 litros y una DE 0,58 y en los seleccionados de voleibol, se evidencio una media de 4,46 litros y una DE 0,61. En la PEF: en los seleccionados de futbol, se reflejó una media de 9,84 litros y una DE 1,68 y en los seleccionados de voleibol, la prueba revelo una media de 9,90 litros y una DE 1,86. Los resultados se muestran en la tabla 8.

2.1.3. Análisis del tercer objetivo

Para el tercer objetivo; se comparó los niveles de VFC, masa muscular y función pulmonar entre las disciplinas de futbol y voleibol. No obstante, solo se evidencia diferencia significativa para el porcentaje de masa muscular p = 0,05 y para la VFC p = 0,04. Los resultados se muestran en la tabla 9.

Tabla 7

Características sociodemográficas

	Futbol		**Voleibol**	
Sexo	**n**	**%**	**n**	**%**
Masculino	25	100%	25	100%
Edad	**Media**	**DE**	**Media**	**DE**
	20,44	2,31	21,36	3,72
Talla	**Media**	**DE**	**Media**	**DE**
	1,73	0,05	1,72	0,07
	Variables cardiovasculares			
	Media	**DE**	**Media**	**DE**
VFC	53,84	11,64	60,48	11,61
Intervalo r-r				
	Media	**DE**	**Media**	**DE**
	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 cardiaca*

Tabla 8

Variables de las medidas antropométricas

Futbol										**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	**n**	**Bajo**				**Normal**				**Alto**				**Muy alto**					
18-39	**50**	**n**		**%**		**n**		**%**		**n**		**%**		**n**		**%**			
Futbol																			
	25	0		0		5		20		12		48		8		32			
Voleibol																			
	25	1		4		9		36		10		40		5		20			
% Grasa corporal																			
					Media			**DE**					**Media**				**DE**		
					19,71			6,68					16,81				5,36		
Clasificación % grasa corporal																			
					n			**%**					**n**				**%**		
Excelente					5			20					5				20		
Buena					8			32					6				24		
Normal					10			40					9				36		
Obesidad					1			4					2				8		
Sobrepeso					1			4					3				12		
Total					25			100					24				100		
Variables espirométricas																			

	Media	**DE**	**Media**	**DE**
CVF/FEV1	87,60	3,44	87,58	4,40
FEV1	4,48	0,58	4,46	0,61
PEF	9,84	1,68	9,90	1,86

DE: desviación estándar, **CVF/FEV1**: relación capacidad vital forzada volumen espiratorio forzado en el primer segundo, **PEF**: pico flujo espiratorio

Tabla 9

Diferencias entre las variables antropométricas y de función pulmonar entre las disciplinas de voleibol y futbol

	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	fútbol	53,84	11,64	0,449	**0,04***
	voleibol	60,48	11,61		
Intervalo RR	fútbol	785,64	151,35	0,488	0,19
	voleibol	840,45	141,65		
VEF1/CVF %	fútbol	87,60	3,44	0,146	0,98
	voleibol	87,58	4,40		
CVF	fútbol	5,10	0,66	0,711	0,92

	voleibol	5,09	0,64		
VEF1	fútbol	4,48	0,58	0,465	0,90
	voleibol	4,46	0,61		
FEP	fútbol	9,84	1,68	0,310	0,91
	voleibol	9,90	1,86		

DE: desviación estándar, **VFC**: Variabilidad de la Frecuencia cardiaca **CVF/FEV1**: relación capacidad vital forzada volumen espiratorio forzado en el primer segundo, **PEF**: pico flujo espiratorio

2.3. Discusión

En el presente estudio, se evaluaron 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 encontraron diferencias significativas en las variables evaluadas 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 (Goldberger et al., 1990; Goldberger, 1991). 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 estimulo 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 futbol y 840 para voleibol, la mayoría de los deportistas de futbol 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 et al., (2021), quien encontró 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 nuestro 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 B de la Cruz et al., (2010) 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 et al., (2021) menciona 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, B De la Cruz 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 futbol.

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 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, podemos relacionar que la población evaluada presenta un porcentaje bajo de masa muscular comparado con el estudio de Herrero 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 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 optima 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.

Al analizar el porcentaje de grasa en los futbolistas, se obtuvo una media de 19,71%, la cual resulta superior a la reportada en estudios previos, como el de Gómez y Verdoy (2011), en el que se reportó un porcentaje de grasa promedio de 14,92% en una muestra de 29 futbolistas universitarios de la Universidad Jaume I en España. Esta diferencia puede explicarse por diversos factores, tales como el nivel de competición, las metodologías de evaluación, o las características individuales de los jugadores, incluyendo diferencias en el régimen de entrenamiento, dieta y hábitos de vida.

Además, en los 2 estudios se constató que las edades de los deportistas se sitúan en un mismo rango de edad (18 a 30 años). Así mismo, se aplicó la fórmula de Yugasz para hacer el cálculo del porcentaje graso. Aunque la media del porcentaje de grasa corporal es mayor que la encontrada en estudios anteriores, la variabilidad de los factores mencionados sugiere que se debe considerar cada

aspecto en el análisis del perfil físico de los jugadores, para contribuir a una mejor toma de decisiones en su entrenamiento y control físico.

Estos resultados destacan las implicaciones significativas para el estado de salud, ya que valores más saludables de porcentaje de masa muscular y porcentaje de grasa 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 y Cortés (2011).

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 et al., (2022), quienes, en un estudio realizado con futbolistas en Pereira, encontraron una VEF1/CVF del 104%, un parámetro similar al observado en nuestros deportistas, el cual se considera normal al sobrepasar el 80% del valor predicho.

En el estudio realizado por Mazic et al. (2014), 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 de nuestros deportistas, se observa una ligera disminución en los parámetros espirométricos en ambos deportes. En nuestros 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.

(2014), los valores obtenidos siguen estando dentro de los rangos considerados normales para la función pulmonar.

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., (2014). 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., (2014).

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.

Por otro lado, González et al., (2020) evaluaron la función pulmonar y la masa muscular en atletas de fondo, midiendo la masa muscular esquelética, la masa muscular del tronco y la masa muscular de las extremidades inferiores. Sus resultados mostraron una VEF1/CVF del 91%, un PEF de 3,56 litros y una FEV1 del 93%. En su estudio, la masa muscular mostró una correlación positiva significativa con las variables espirométricas, especialmente con el PEF y la VEF, como también indicaron Mañana y Magallanes (2017). En contraste, en nuestro estudio se realizó una valoración global de la masa muscular; González et al., (2020) hicieron evaluaciones más específicas en tronco y extremidades inferiores, lo que permitió observar asociaciones positivas más detalladas.

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. La literatura 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 futbol 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 cardiaca y porcentaje del musculo, lo que sugiere que individuos con mayor porcentaje de masa muscular experimentan una mayor VFC según Kjaer y Bager (2017). Por el contrario, en los hallazgos de la presente investigación la mayoría de 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, para los autores Rodríguez et al., (2024); menciona 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 encontró 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 varias 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 centrarnos en aspectos como la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la función pulmonar en deportistas, nuestro 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 nuestros 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.

3. Conclusiones

La VFC es una herramienta útil, eficaz y viable que proporciona información sobre el estado de recuperación y la fatiga de los deportistas y es un indicador de la salud cardiovascular. La mayor parte de los deportistas evaluados en la presente investigación presentan VFC baja y riesgo cardiovascular alto, lo cual podría asociarse con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. En las disciplinas de voleibol y futbol, la VFC representa características distintas debido a las demandas específicas de cada deporte.

Por otro lado, la investigación permitió establecer según la ecuación de Ross que la mayoría de los deportistas tienen riesgo de padecer sarcopenia exponiéndose a la pérdida de fuerza y potencia durante el entrenamiento. A diferencia de la clasificación de Omron clasificando a la mayoría de los deportistas dentro de un porcentaje de masa muscular normal. De igual forma la disminución de masa muscular está relacionada con una mayor prevalencia de enfermedades cardiovasculares.

Los deportistas de ambas disciplinas tienen valores de espirometría normales indicando buena capacidad pulmonar. Únicamente se encontró diferencias estadísticamente significativas entre la masa muscular $p < (0,05)$ y la VFC $p < (0,04)$ lo cual sugiere que a menor masa muscular menor variabilidad de la frecuencia cardiaca, además, es necesario más estudios que puedan corroborar esta hipótesis. Los atletas de ambas disciplinas tienen valores de espirometría normales indicando buena capacidad pulmonar. Únicamente se encontró diferencias estadísticamente significativas entre la masa muscular $p < (0,05)$ y la VFC $p < (0,04)$ entre disciplinas lo cual sugiere que a menor masa muscular menor variabilidad de la frecuencia cardiaca, sin embargo, es necesario más estudios que puedan corroborar esta hipótesis.

Y, por último, la función pulmonar en deportistas ha sido poco investigada, lo que dificulta la realización de comparaciones significativas con otros trabajos en el área. La escasez de datos sobre la función respiratoria específica de diferentes disciplinas deportivas limita la capacidad de contextualizar nuestros hallazgos en el marco de la literatura existente.

4. Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda implementar la valoración de la VFC en el campo deportivo antes, durante y después del entrenamiento para mayor monitorización de la VFC y que esta se realice en deportistas de diferentes disciplinas para entender el comportamiento de esta. Por ende, se aconseja ampliar la muestra lo cual permitirá mejorar la representatividad y la generalización de los resultados obtenidos. Se recomienda realizar valoraciones pulmonares en los deportistas mediante espirometría, lo que ayudará a comprender cómo el sistema respiratorio de cada atleta responde al ejercicio intenso.

Esto permitirá ajustar los entrenamientos para optimizar el desempeño pulmonar y el rendimiento físico, proporcionando una visión más completa del estado de cada deportista y facilitando un enfoque de entrenamiento más efectivo. Además, se sugiere que los entrenadores de la Universidad Mariana implementen un plan nutricional adecuado, con un alto contenido de proteínas, que contribuya a mejorar el rendimiento y la recuperación de los atletas. Para obtener resultados más precisos sobre la masa muscular, sería beneficioso implementar el uso de balanzas de bioimpedancia eléctrica más avanzadas, las cuales permiten una medición más exacta de la masa muscular y medir el porcentaje de masa muscular en segmentos específicos como tronco y miembros para buscar asociaciones más específicas.

Referencias bibliográficas

Achten, J., y Jeukendrup, A. (2003). Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 33*(7), 517–538. https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004

Amazon. (2024). OMRON Báscula Digital Corporal HBF-514C, Báscula de composición corporal con 7 indicadores, 1 unidad : Amazon.com.mx: Salud y Cuidado Personal. https://www.amazon.com.mx/OMRON-Balanza-control-corporal-HBF-514C/dp/B07BYPSCVJ

Anta, Z. (2012). *Metodologías diagnósticas en neumología pediátrica. Función pulmonar.* https://www.pediatriaintegral.es/numeros-anteriores/publicacion-2012-01/metodologias-diagnosticas-en-neumologia-pediatrica-funcion-pulmonar/

Arboleda, G., Blanco, A. M., Hernández, S., y Botero Ceballos, L. (2022). Análisis de función pulmonar en deportistas de alto rendimiento división sub 20 en la ciudad de Pereira. *J. health med. Sci. (Print)*, 21-27. https://revistas.uta.cl/pdf/22/8.04-johamsc-arboleda-005-22.pdf

Aubertin, M., Lord, C., Goulet, É., Khalil, A., y Dionne, I. J. (2006). 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, J., García, J, Pelegrina, J., Martínez, J., Peñacoba, R., González, I., Raidó, E., Pomares, M., Altés A., Álvarez, B., Piñol, P., Rovira, M., y Oller, M. (2005). Epidemiología de las enfermedades cardiovasculares y factores de riesgo en atención primaria. *Revista espanola de cardiologia, 58*(4), 367–373. https://doi.org/10.1157/13073893

Bellod, H. Buendía, V., Carballeira, E., y Guzmán, J. (2021). Análisis del estrés y el compromiso académico-deportivo mediante Redes Neuronales Artificiales Auto-organizativas. *Retos*, *42*, 136–144. https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86983

Belman, M., y Mittman, C. (1980). Ventilatory muscle training improves exercise capacity in chronic obstructive pulmonary disease patients. *PubMed*, *121*(2), 273-280. https://doi.org/10.1164/arrd.1980.121.2.273

Billman, G. E. (2011). Heart rate variability ? A historical perspective. *Frontiers In Physiology*, *2*. https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00086

Capdevila, O., Kheirandish, L., Dayyat, E., y Gozal, D. (2008). Pediatric Obstructive Sleep Apnea: Complications, Management, and Long-term Outcomes. *Proceedings of the American Thoracic Society*, *5*(2), 274-282. https://doi.org/10.1513/pats.200708-138mg

Castellanos, E., Vega, I., y Fajardo, C. (2022). Envejecimiento y la transición de la estructura poblacional por edades en Colombia. *Tendencias*, *23*(1), 29–57. https://doi.org/10.22267/rtend.222301.197

Clavería, C., Cerda, J., Becker, P., Schiele, C., Barreno, B., Urcelay, G., ... y Springmüller, D. (2014). Mortalidad operatoria y estratificación de riesgo en pacientes pediátricos operados de cardiopatía congénita: experiencia de 10 años. *Revista chilena de cardiología, 33*(1), 11-19. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-85602014000100001

ClinicaIMIF. (2019). Porcentaje de grasa corporal. ¿Qué es y cómo calcularlo? https://clinicaimif.com/porcentaje-de-grasa-corporal-que-es-y-como-calcularlo/

Colacilli, M., y Bazán, N. (2020). Adaptaciones-respiratorias al ejercicio. Fisiología Respiratoria. https://www.studocu.com/ec/u/83435129?sid=01729902311

Congreso de Colombia (1995) Ley 181 de 1995. (1995, 18 de enero). Diario Oficial No. 41.679: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0181_1995.html

Congreso de la República (199) Ley 528 de 1999 . (1999, 14 de septiembre). Diario Oficial No. 43.711: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105013_archivo_pdf.pdf

Cott, C., Finch, E., Gasner, D., Yoshida, K., Thomas, S., y Verrier, M. (1995). The movement continuum theory of physical therapy. *Physiotherapy Canada. 47*(2):87-96. https://www.researchgate.net/publication/284671257_The_movement_continuum_theory_of_physical_therapy

Cruz, A., Baeyens, J., Bauer, J., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F., Michel, J., Rolland, Y., Schneider, S., Topinková, E., Vandewoude, M., y Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age And Ageing*, *39*(4), 412-423. https://doi.org/10.1093/ageing/afq034

Da Silva, J., De Lima E., Silva, L., Nunes, R., Lopes, G., De Mello, D., Lima, V., y De Souza Vale, R. (2021). Evaluation methods and objectives for neuromuscular and hemodynamic responses subsequent to different rest intervals in resistance training: a systematic review. *Archivos de Medicina del Deporte, 38*(3), 180-184. https://doi.org/10.18176/archmeddeporte.00041

Dancer R., y Thickett D. (2012). Pulmonary function tests. Medicine 40(4): 186-189. https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2012.01.009

De La Cruz, B., López, C., y Orellana, J. (2008). 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://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18199627/

Definición ABC. (2023). Masa muscular. https://www.abc.es/bienestar/fitness/abci-hipertrofia-202010280923_noticia.html

Di Matteo, A., Smerilli, G., Cipolletta, E., Wakefield, R., De Angelis, R., Risa, A., Salaffi, F., Farah, S., Villota, C., Maccarrone, V., Filippucci, E., y Grassi, W. (2022). Muscle involvement in systemic lupus erythematosus: multimodal ultrasound assessment and relationship with physical performance. *Rheumatology*, *61*(12), 4775-4785. https://doi.org/10.1093/rheumatology/keac196

Elite HRV. (2020). How To Take a Morning Readiness Reading. https://help.elitehrv.com/article/98-how-to-take-a-morning-readiness-reading

Esquivel, A. G., de la Cruz Torres, B., Salazar, M. G., Corrales, M. M., & Orellana, J. N. (2009). Variabilidad de la frecuencia cardiaca en un deportista juvenil durante una competición de bádminton de máximo nivel. Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 2(2), 70-74.

Estañol, B., Porras, M., Padilla, M., y Sentíes. H. (2011). Breve historia del reflejo barorreceptor: de Claude Bernard a Arthur C. Guyton. Ilustrada con algunos experimentos clásicos. Archivos de cardiología de México, 81(4). 330-336. https://www.scielo.org.mx/pdf/acm/v81n4/v81n4a10.pdf

Evans, R., Pérez, J., y Bonilla, R. (2016). Análisis de la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares en Costa Rica entre los años 1920-2009. Archivos de cardiología de México, 86(4), 358–366. https://doi.org/10.1016/j.acmx.2016.05.009

Flisfisch, H., Aguiló, J., y Lillo, D. (2014). Trombosis venosa profunda. Revista Medicina y Humanidades, 6(1), 46-50. https://revistademedicinayhumanidadesmedicas.cl/ediciones/2014/numero_unico/08_trombosis%20venosa%20profund.pdf

Ford, C., Slining. M., Popkin, B. (2013). Trends in Dietary Intake among US 2- to 6-Year-Old Children, 1989-2008. Journal of the Academy of Nutrition And Dietetics, 113(1), 35-42. https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.08.022

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

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

García, J. (2012). Aplicación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca al control del entrenamiento deportivo: análisis en modo frecuencia. Arch Med Deporte, 30(1), 43-51. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/REV_02_Variabilidad_153.pdf

Garrido, A., De la Cruz, B., Garrido, M., Medina, M., y Naranjo, J. (2009). Variabilidad de la frecuencia cardiaca en un deportista juvenil durante una competición de bádminton de máximo nivel. Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 2(2), 70-74. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323327658006

Gavottos, O., López, J., Gavotto, L. y Vega, S. (2021). Variabilidad de la frecuencia cardiaca en jugadores adultos de voleibol aficionado. Arrancada, 21(39), 246–261. https://revistarrancada.cujae.edu.cu/index.php/arrancada/article/view/406

Gething, A. (2004). Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: a placebo controlled trial. British Journal of Sports Medicine, 38(6), 730-736. https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.007518

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.., Rigney, D., y West, B. (1990). Science in Pictures: Chaos and Fractals in Human Physiology. Scientific American, 262(2), 42-49. https://doi.org/10.1038/scientificamerican0290-42

Gómez, J., y Verdoy, P. (2011). Caracterización de deportistas universitarios de fútbol y baloncesto: Antropometría y composición corporal. E-balonmano Com Journal Sports Science, 7(1), 39-51. https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/6588/1/1885-7019_7_1_39.pdf

González, J., Barrios, C., Flores, K., Oyarzabal, A., Morgado, J., Molina, L., y Jiménez, J. (2020). Masa muscular y valores espirométricos en el equipo de atletismo de fondo de la BUAP. Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, 9(3), 143-152. https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i3.10091

Graham, B., Steenbruggen, I., Miller, M., Barjaktarevic, I.., Cooper, B., Hall, G., Hallstrand, T., Kaminsky, D., McCarthy, K., McCormack, M., Oropez, C., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M., y Thompson, B. (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), 70-e8. https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590st

Güell, M. (2021). Rehabilitación respiratoria: del arte a la evidencia. Open Respiratory Archives, 4(1), 100143. https://doi.org/10.1016/j.opresp.2021.100143

Hernández, M. (1992). Aristóteles: la física. Historia de la geometría griega. Actas. Seminario "Orotava" Historia de la Ciencia. Seminario "Orotava" Historia de la Ciencia. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9539118

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). McGrawHill Education.

Herrero de Lucas, M., Cabañas, I., y Maestre, M. (2004). Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. Composición corporal. Biomecánica, 12(1), 72-77. https://upcommons.upc.edu/handle/2099/6822

Ibarra, C. (2015). El deporte. Vida científica boletín científico de la escuela preparatoria. 3(5). 1-3. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/1970

Instituto Nacional de Cáncer de los Estados Unidos. (2023). Definición de cardiopatía. https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/cardiopatia

Instituto Nacional del Cáncer. (2023). Funcionamiento pulmonar. https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/funcionamiento-pulmonar

Kiss, O., Sydó, N., Vargha, P., Vágó, H., Czimbalmos, C., Édes, E., Zima, E., Apponyi, G., Merkely, G., Sydó, T., Becker, D., Allison, T., y Merkely, B. (2016). Detailed heart rate variability analysis in athletes. Clinical Autonomic Research, 26(4), 245-252. https://doi.org/10.1007/s10286-016-0360-z

Kjaer, M., y Bager, M. (2017). The role of muscle mass and fat mass in the relationship between body composition and heart rate variability. European Journal of Applied Physiology, 117(3), 517-525. https://doi.org/10.1007/s00421-016-3518-7

Kocahan, T., y Akınoğlu, B. (2019). The effect of body composition on pulmonary function in elite athletes. Progress in Nutrition. 21(3). 542-551. https://doi.org/10.23751/pn.v21i3.8238

Lakusic, N., Mahovic, D., Kruzliak, P., Habek, J., Novak, M., y Cerovec, D. (2015). Changes in heart rate variability after coronary artery bypass grafting and clinical importance of these findings. BioMed Research International, 2015(1), 1-7. https://doi.org/10.1155/2015/680515

Lavie, C., Milani, R.. y Ventura, H. (2009). Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. Journal of the American College of Cardiology, 53, 1925–1932. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19460605/

Lázaro, A., Blasco, S., y Lagranja, A. (2010). La integración sensorial en el aula multisensorial y de relajación: estudio de dos casos. REIFOP, 13(4). 1-15. https://www.redalyc.org/pdf/2170/217015570027.pdf

Lilis. (2024). Espirometro CONTEC SP 10. Instrumental Médico. https://www.lilis.com.ar/espirometro-contec-sp-10

López, F. y Cortés, M. (2011). Obesidad y corazón. Revista Española de Cardiología, 64(2), 140-149. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2010.10.01

Lozano, M., Pérez, A., Brito, N., Valera, D., Soares, P., Martínez, J., Baladia, E., Martínez, R., Gamero, A., Fernández, T., Almendra, R., y Navarrete, E. (2020). Nueva política sobre sexo y género de la Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. Análisis del estado actual. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 24(4), 289-291. https://doi.org/10.14306/renhyd.24.4.1169

Makivić B., Nikić, M., y Willis M. (2013). Heart Rate Variability (HRV) as a tool for diagnostic and monitoring performance in sport and physical activities. J. Exerc. Physiol. 16, 103–131. https://www.researchgate.net/publication/285968540_Heart_Rate_Variability_HRV_as_a_Tool_for_Diagnostic_and_Monitoring_Performance_in_Sport_and_Physical_Activities

Malik, A., Malik, S., y Kumar, S. (2017). Sports Specific Influence on Force Vital Capacity in University Players. IOSR Journal of Sports and Physical Education, 4(2), 6-9. http://dx.doi.org/10.9790/6737-04020609

Mañana, M., y Magallanes, C. (2017). Perfil antropométrico y de rendimiento de corredores de fondo uruguayos de elite. Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte. 10(10):38-47. http://dx.doi.org/10.28997/ruefd.v0i10.110

Mariño, J. (2018). Correlación entre calcio coronario por tomografía y la Escala de Framingham, en estadificación del riesgo cardiovascular. Hospital José Carrasco Arteaga. Cuenca, 2016-2017.

[Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio Ucuenca. https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30508

Martínez, P., Vázquez, I., y Sosa, L. (2018). Mecánica de la ventilación pulmonar. Espirometría. https://fisiologia.facmed.unam.mx/index.php/mecanica-de-la-ventilacion-pulmonar-espirometria/

Mazic, S., Lazovic, B., Djelic, M., Suzic, J., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., Soldatovic, I., Zikic, D., Gluvic, Z., y 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

McCarthy, H., Cole, T., Fry, T., Jebb, S., y Prentice, A. (2006). Body fat reference curves for children. International Journal Of Obesity, 30(4), 598-602. https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803232

McConnell, A., y Sharpe, G. (2005). The effect of inspiratory muscle training upon maximum lactate steady-state and blood lactate concentration. European Journal of Applied Physiology, 94(3), 277-284. https://doi.org/10.1007/s00421-004-1282-3

McKelvie, R. (2022). Corazón de deportista. Manual MSD versión para profesionales. https://www.msdmanuals.com/es/professional/trastornos-cardiovasculares/los-deportes-y-el-coraz%C3%B3n/coraz%C3%B3n-de-deportista?ruleredirectid=752

Melo, R., Santos, M., Silva, E., Quitério, R., Moreno, M.., Reis, M. S., y Catai, A. (2005). Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. Brazilian journal of medical and biological research, 38(9), 1331-1338. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16138216/

Mihailova, A., y Kaminska, I. (2016). Lung volumes related to physical activity, physical fitness, aerobic capacity and body mass index in students. SHS Web of Conferences 30, 1-17. https://www.sciepub.com/reference/285358

Muñoz, S. (2019). El sistema nervioso autónomo: sistema simpático y parasimpático. Pearson.

Musumeci, G. (2017). Sarcopenia and exercise "The State of the Art". Journal Of Functional Morphology And Kinesiology, 2(4), 40. https://doi.org/10.3390/jfmk2040040

Núñez, M. (2017). Valores espirométricos en hombres sanos físicamente activos. [Tesis doctoral, Universidad de Alcalá] Repositorio UAH. https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/41267

Ortigosa, J., Reigal, R., Carranque, G., Hernández, A. (2018). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: investigación y aplicaciones prácticas para el control de los procesos adaptativos en el deporte. Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte, 13(1), 121-130. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=311153534012

Porras, A. (2019). Evaluación del análisis de variables extrínsecas de la frecuencia cardíaca de "Codesna HRV" durante estados dinámicos. Ustasalud, 17(1-S), 53-60. https://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/ustasalud_odontologia/article/view/2274

Quesada, L., León, C., Betancourt, J., y Nicolau, E. (2016). Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. Revista Archivo Médico de Camagüey, 20(5), 565-578. http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v20n5/amc140516.pdf

Resolución 8430 de 1993. (1993, 4 de octubre). Obtenido de Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. D. O. 49.427: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF

Robinson, E., y Kjeldgaard, J. (1982). Improvement in ventilatory muscle function with running. Journal of Applied Physiology, 52(6), 1400-1406. https://doi.org/10.1152/jappl.1982.52.6.1400

Rodas, G., Yanguas, X., Pedreta, C., Ramos, J., y Capdevila, L. (2011). Cambios en la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) en jugadores de hockey hierba durante el Campeonato del Mundo de 2006. Apuntas. Medicina de L'esport, 46(171), 117–123. https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.04.001

Rodríguez, E., Vera, S., Mendoza, S., Rivera, L., y Cruz, C. (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

Sacha, J. (2014). Interaction between heart rate and heart rate variability. Annals of Noninvasive Electrocardiology, 19(3), 207-216. https://doi.org/10.1111/anec.12148

Sarillee, M., Hariharan, M., Anas, M., Omar, M., Aishah, M., Yogesh, C., y Oung, Q. (2015). Classification of muscle fatigue condition using multi-sensors. EEE International Conference on Control System, Computing And Engineering (ICCSCE). https://doi.org/10.1109/iccsce.2015.7482184

Sessa, F., Anna, V., Messina, G., Cibelli, G., Monda, V., Marsala, G., Ruberto, M., Biondi, A., Cascio, O., Bertozzi, G., Pisanelli, D., Maglietta, F., Messina, A., Mollica, M. P., y Salerno, M. (2018). Heart rate variability as predictive factor for sudden cardiac death. Aging, 10(2), 166-177. https://doi.org/10.18632/aging.101386

Sociedad Española de Cardiología Pediátrica y Cardiopatías Congénitas [SECPCC]. (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

Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica [SEPAR]. (2011). Manual de Procedimientos. https://issuu.com/separ/docs/procedimientos3

Tlatoa, H., Ocaña, H., y Morales, F. (2014). Efecto del entrenamiento físico en la espirometría. Revista de medicina e investigación, 2(2), 128-131. https://doi.org/10.1016/s2214-3106(15)30009-1

Torres, 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. https://doi.org/10.31910/rdafd.v7.n1.2021.1617

Universidad Mariana. (2023). Historia, Historia de la Universidad Mariana-Pasto-Nariño-Colombia-Programas-Académicos de Pregrado. https://www.umariana.edu.co/historia-umariana.html

Veloza, L., Jiménez, C., Quiñones, D., Polanía, F., Pachón, L., y Rodríguez, C. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardiaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares. Revista Colombiana de Cardiología, 26(4), 205–210. https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.01.006

Viñas, S. (2021). Cómo funcionan las básculas inteligentes y cuáles son sus debilidades. Business Insider España. https://www.businessinsider.es/como-funcionan-basculas-inteligentes-cuales-son-debilidades-946155#

Anexos

Anexo A. Consentimiento informado

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE FISIOTERAPIA

Variabilidad de la frecuencia cardiaca, riesgo cardiovascular y niveles de flujo por espirometría en seleccionados universitarios de futbol y voleibol de Universidad Mariana, Pasto, 2024.

Informe de consentimiento informado para participar en una investigación científica Yo Alba Lorena Garcia Chaves, Angelly Yuliet Portilla Reyes y Lissett Yajaira Quintero Paz. Manifiesto que he sido invitado(a) a participar dentro de la investigación arriba mencionada y que se me ha dado la siguiente información:

Estimado deportista:

Ha sido usted seleccionado y elegido para poder participar en la presente investigación. Este documento se le entrega para ayudarle a comprender las características de la investigación, de tal forma que usted pueda decidir voluntariamente si desea participar o no. Si luego de leer este documento tiene alguna duda, pida al personal de la investigación que le aclare sus dudas. Ellos le proporcionarán toda la información que necesite para que usted tenga un buen entendimiento de la investigación.

Importancia de la investigación:

El estudio realiza un aporte significativo, ya que busca beneficiar a la población universitaria, específicamente de las disciplinas deportivas de los seleccionados universitarios de la Universidad Mariana, teniendo en cuenta las bases teóricas de la espirometría valoración de la masa muscular y Variabilidad de la Frecuencia cardiaca y valoración de la masa muscular , pruebas que se aplicarán de manera sistemática y ordenada, que brinden la información necesaria para determinar el riesgo cardiovascular y el nivel de flujo pulmonar .

Objetivo y descripción de la investigación:

La investigación buscará brindar información del riesgo cardiovascular y el nivel de flujo pulmonar en los deportistas universitarios de la Universidad a fin de contribuir, por medio de

la fisioterapia, a evitar posibles afectaciones que interfieran en la calidad de vida de los mismos.

Como objetivo general de la investigación es describir la Variabilidad de la frecuencia cardiaca, riesgo cardiovascular, masa muscular y valores espirométricos en los deportistas universitarios de los seleccionados de la Universidad Mariana

Para poder cumplir con el objetivo principal de esta investigación, se emplearán pruebas , en los que se necesita que usted esté en total disposición para lo que el investigador requiera en la aplicación de las pruebas, de lo contrario impedirá la realización de estos, generando un sesgo, que dificultará el cumplimiento de la presente investigación.

Responsables de la investigación:

El estudio será dirigido y desarrollado por las estudiantes del Programa de fisioterapia de la Universidad Mariana, Pasto – Nariño, Alba Lorena Garcia Chaves, Angelly Yuliet Portilla Reyes y Lissett Yajaira Quintero Paz, asesoradas por la fisioterapeuta y magíster Jonathan Muñoz y la Fisioterapeuta y Mg. Eliana Camila Delgado Ramos.

Para cualquier inquietud que surja, puede comunicarse con cualquiera de ellos al teléfono celular 3127847276 – 304441220 o a los correos electrónicos: lisquintero@umariana.edu.co y albagarcia@umariana.edu.co

Riesgos y Beneficios:

El desarrollo de esta investigación beneficiará en este caso a las disciplinas deportivas de los seleccionados universitarios de la Universidad Mariana, al conocer el riesgo cardiovascular medido por VFC y el nivel de flujo pulmonar con el fin de implementar adecuadamente un programa de reentrenamiento, en caso de encontrarse alguna alteración, para así evitar cualquier tipo de afectaciones en su salud, esto permitirá la participación de competencias con una condición física óptima. La obtención de información sobre su condición física no implica riesgo alguno para usted

Anexo B. Aspectos administrativos

Cronograma de Actividades

Actividades	**2024**				**2025**										
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Construcción de la propuesta	X	X	X	X											
Socialización de propuesta				X											
Correcciones o ajustes del documento					X	X									
Prueba Piloto						X									
Trabajo de campo								X	X						
Procesamiento de datos									X	X					

Análisis de resultados					X						
Socialización de avance					X						
Discusión						X	X		X		
Conclusiones y recomendaciones									X	X	
Construcción RAI										X	
Construcción del articulo									X	X	X
Socialización final											X

Presupuesto

Detalle	**Cantidad**	**Valor unitario**	**Valor total**
Recurso humano (3 estudiantes)	132 horas	15.000*	1.980.000
Recurso humano (1 Asesor)	44 horas	36000	1.295.800
Equipo de computo	1	1.000.000	1.000.000
Papelería		100.000	100.000
Boquillas de espirometría	50 Unidades	1.500	75.000

SUBTOTAL	**4.888.000**
Imprevistos 10%	**488.000**
TOTAL	**4.888.000**

*Valor hora estudiante.