



RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO Y LA
FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN
ESTUDIANTES DE DEPORTE FORMATIVO DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

María Camila Araque Linares

Daniela Ramírez Moreno

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Licenciatura en educación física y deporte

Julio 29 de 2025



RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO Y LA
FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN
ESTUDIANTES DE DEPORTE FORMATIVO DEL LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

Maria Camila Araque Linares

Daniela Ramirez Moreno

Hugo Alejandro Carrillo Arango, PhD

Director(a) Trabajo de Grado

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Licenciatura en educación física y deporte

Julio 29 de 2025

Dedicatoria

A Dios, por ser nuestra fuente de fortaleza y refugio en los momentos difíciles.

A nuestras familias, por nunca dejarnos renunciar y siempre tener las palabras adecuadas en todo momento.

A todas aquellas personas que cruzaron nuestros caminos para dejarnos una enseñanza, su sabiduría o una experiencia enriquecedora.



Agradecimientos

A Dios, por concedernos la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa, guiando cada uno de mis pasos con propósito y esperanza.

A nuestras familias, por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe inquebrantable.

Al profesor Hugo Alejandro Carrillo Arango, por su acompañamiento como director de este trabajo. Su profundo conocimiento, sumado a su calidad humana, dejaron una huella significativa en nuestro proceso académico y personal. Fue un ejemplo de compromiso, ética y generosidad.

A la Universidad del Valle, por abrirnos sus puertas, brindarnos experiencias inolvidables y aprendizajes significativos que permanecerán con nosotras a lo largo de la vida.



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la relación entre el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) y los signos vitales de frecuencia cardiaca en reposo (FCr) y presión arterial (PA) en estudiantes universitarios vinculados a los grupos de deporte formativo de la Universidad del Valle. Se desarrolló una investigación observacional de tipo descriptivo y transversal, con una muestra de 452 estudiantes entre 18 y 39 años. Las variables fisiológicas se evaluaron mediante encuestas, antropometría y paraclínicos; además de la evaluación indirecta del VO₂máx con el test de UKK.

Los resultados indicaron diferencias significativas por sexo en los valores de VO₂máx y PA. Los hombres presentaron mayores niveles de capacidad cardiorrespiratoria (mediana de 37.05 ml·kg⁻¹·min⁻¹) en comparación con las mujeres (27.88 ml·kg⁻¹·min⁻¹); así como presiones arteriales más elevadas ($p < 0.001$). El modelo de regresión lineal múltiple reveló que el sexo y la PA media fueron predictores significativos del VO₂máx, explicando el 17% de su variabilidad (R^2 ajustado = 0.172): Cada incremento de 1 mmHg en la PA media se asoció con una disminución de 0.233 ml·kg⁻¹·min⁻¹ en el VO₂máx, mientras que la FC en reposo mostró una capacidad predictiva limitada.



En conclusión, se evidencio una relación inversa entre la PA media y el VO₂máx, así como diferencias fisiológicas importantes según el sexo. Estos hallazgos destacan la relevancia de los signos vitales como indicadores de capacidad aeróbica y salud cardiovascular, incluso en poblaciones jóvenes y físicamente activas.



Abstract

The present study aimed to determine the relationship between maximum oxygen uptake (VO₂max) and the vital signs of heart rate (HR) and blood pressure (BP) in university students enrolled in youth sports groups at Universidad del Valle. A descriptive, cross-sectional observational study was conducted with a sample of 452 students between the ages of 18 and 39. Physiological variables were assessed through surveys, anthropometry, and paraclinical tests, in addition to indirect assessment of VO₂max using the UKK test.

The results indicated significant gender differences in VO₂max and BP values. Men had higher levels of cardiorespiratory fitness (median 37.05 ml·kg⁻¹·min⁻¹) compared to women (median 27.88 ml·kg⁻¹·min⁻¹) and higher blood pressures ($p < 0.001$). The multiple linear regression model revealed that sex and mean BP were significant predictors of VO₂max, explaining 17% of its variability (adjusted $R^2 = 0.172$): Each 1 mmHg increase in mean BP was associated with a 0.233 ml·kg⁻¹·min⁻¹ decrease in VO₂max, while resting HR showed limited predictive capacity. In conclusion, an inverse relationship was found between mean BP and VO₂max, as well as significant physiological differences by sex. These findings highlight the importance of vital signs as indicators of aerobic capacity and cardiovascular health, even in young, physically active populations.



Keywords: VO₂máx, frecuencia cardíaca en reposo, presión arterial, estudiantes universitarios, deporte formativo, capacidad aeróbica.



Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	5
Abstract	7
Índice de tablas	11
Lista de símbolos y abreviaturas	12
Introducción	13
Descripción del problema	15
Justificación	19
Hipótesis	20
Objetivo general	21
Objetivos específicos	21
1. 251.1 Antecedentes	
2. Capítulo 2	
2.1 Marco conceptual	
definido.2.1.1	¡Error! Marcador no
definido.2.1.2	¡Error! Marcador no definido.2.1.2
Presión arterial	
32	
2.1.3 Volumen máximo de oxígeno	
37	
2.1.4 Deporte formativo	
45	
2.1.5 Estilos de vida saludable	
50	
2.1.6 Adherencia al ejercicio físico	53
3. 633.1	6359
3.2 ¡Error! Marcador no definido.61	
3.3 ¡Error! Marcador no definido.63	
4. 7167	
4.1 Tipo de estudio	67
4.2 Organización de la investigación:	67



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y
PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS -
UNIVALLE

10

4.2.1	Lugar de investigación	67
4.2.2	Población	67
4.2.3	Muestra	68
4.2.4	Criterios de inclusión	69
4.2.4.1	Instrumentación	70
4.2.4.2	Antropometría	70
4.2.5	Métodos de recolección de la información	70
4.2.5.1	Encuesta	70
4.2.5.2	Antropométrico y paraclino	71
4.2.5.3	Dimensiones corporales	71
4.2.5.3.1	Talla	71
4.2.5.3.2	Toma de la TA	71
4.2.5.3.3	Toma de la frecuencia cardíaca en reposo	72
4.2.5.3.4	Masa corporal	72
4.2.6	Pruebas físicas	72
4.2.7	Protocolo de seguridad y procedimientos	72
4.2.8	Análisis estadístico	76
5.	Resultados	76
6.	¡Error! Marcador no definido.	79
7.	Conclusiones	84
8.	Referencias	86

A. ¡Error! Marcador no definido. Consentimiento informado para participar en el estudio:
factores de riesgo cardiovascular asociado en estudiantes universitarios (estudio FRICAUN)



Índice de tablas

Pág.

Tabla 1 *Descripción de actividades y responsabilidades dentro del proyecto*

Tabla 2 *Descripción de los equipos discriminados.*

Tabla 3 *Caracterización de la muestra y comparación por sexo.*

Tabla 4 *Modelo de regresión lineal múltiple para VO₂máx.*



Lista de símbolos y abreviaturas.

<i>Abreviaturas</i>	<i>Significado</i>
<i>AF</i>	Actividad física
<i>AMPA</i>	Automedición domiciliaria de la presión arterial
<i>DF</i>	Deporte formativo
<i>DS</i>	Deporte y salud
<i>ECG</i>	Electrocardiogramas
<i>ECNT</i>	Enfermedades crónicas no transmisibles
<i>EVS</i>	Estilo de vida saludable
<i>FC</i>	Frecuencia cardiaca
<i>FC_{máx}</i>	Frecuencia cardiaca máxima
<i>FC_r</i>	Frecuencia cardiaca en reposo
<i>HTA</i>	Hipertensión
<i>Lpm</i>	Latidos por minuto
<i>MAPA</i>	Monitorización ambulatoria de la presión arterial
<i>mmHg</i>	Milímetros de mercurio
<i>PA</i>	Presión arterial
<i>PAD</i>	Presión arterial diastólica



<i>PAS</i>	Presión arterial sistólica
<i>PPG</i>	Sensores de fotopleletismografía
<i>SNA</i>	Sistema nervioso autónomo
<i>VCF</i>	Variabilidad de la frecuencia cardíaca
<i>VO₂máx</i>	Consumo máximo de oxígeno

Introducción

La capacidad cardiorrespiratoria, definida por el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx), es ampliamente reconocida como un predictor esencial de salud cardiovascular en adultos jóvenes, ya que integra la función pulmonar, circulatoria y muscular en única medida. (Bragada et al., 2022) (Xiang et al., 2022). Esta variable refleja de manera integral la capacidad del organismo para transportar y utilizar oxígeno durante el ejercicio intenso, siendo indicativa de una respuesta adaptativa favorable ante el estrés físico. (Montes-de-Oca-García et al., 2020).

En poblaciones universitarias, esta relación adquiere mayor relevancia, pues los hábitos y estilos de vida adquiridos en esta etapa, -como el sedentarismo o el estrés académico- pueden incrementar el riesgo de enfermedades cardiovasculares en la adultez (Elisa et al.2020; Rocano et al., 2024). Por ello, evaluar el VO₂ máx y su correlación con signos vitales en estudiantes se convierte en una herramienta clave para la prevención temprana.

Estudios recientes confirman que valores elevados de VO₂ máx se asocian inversamente con factores de riesgo cardiometabólico, como presión arterial alta (PA), triglicéridos elevados y obesidad abdominal, reduciendo así la incidencia de enfermedades cardiovasculares (Montes-de-Oca-García et al., 2020). No obstante, en poblaciones



universitarias particularmente en la Universidad del Valle, sede Meléndez, Cali son pocas las investigaciones que exploren la correlación entre el VO₂ máx. y signos vitales claves (frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial), a pesar de su utilidad para detectar alteraciones metabólicas tempranas. Este vacío es crítico, dado que los universitarios enfrentan altos niveles de sedentarismo y estrés académico, factor que, como se ha documentado (Elisa et al.2020), deterioran su perfil cardiovascular. Por ello, este estudio busca proporcionar datos concretos para futuras estrategias de prevención en dicha población.

El VO₂ máx., principal indicador de capacidad cardiorrespiratoria, muestra una relación inversa con la frecuencia cardíaca en reposo (FCr), pero una correlación directa durante el ejercicio. Estudios en atletas demuestran que, a intensidades submáximas, la FC aumenta linealmente con el VO₂ Reis et al. (2011). Esta relación ha permitido desarrollar ecuaciones predictivas que vinculan porcentajes de frecuencia cardiaca máxima (FCmáx) con porcentaje de VO₂máx Pavlovic et al. (2021), aunque en poblaciones no entrenadas esta correlación puede verse afectada por factores como la edad y el nivel de entrenamiento.

Respecto a la PA, individuos con mayor VO₂máx suelen presentar mayores valores de presión arterial sistólica (PAS) durante ejercicio máximo, producto de un mayor gasto cardíaco Carlén et al. (2022). Sin embargo, cuando se analiza la pendiente PAS/carga de trabajo (PAS/W), los atletas muestran una respuesta más atenuada que individuos sedentarios, reflejando su mayor eficiencia cardiovascular. Esto sugiere que, aunque el



VO₂máx se asocia a mayores presiones absolutas, también se correlaciona con una mejor regulación hemodinámica por unidad de esfuerzo.

La Universidad del Valle, como entorno académico con alta exigencia mental y física, requiere evidencia concreta sobre el perfil cardiorrespiratorio de sus estudiantes para fundamentar intervenciones en salud. Hasta ahora, la falta de datos locales sobre la correlación entre VO₂ máx y signos vitales ha impedido diseñar estrategias preventivas basadas en el fitness aeróbico. Este Trabajo busca superar esa limitación mediante protocolos accesibles (test de la caminata de 2 kilómetros y medición de PA), cuyos resultados podrían: (a) priorizar la inclusión de evaluaciones de capacidad física en los programas de DF, y (b) detectar precozmente alteraciones hemodinámicas asociadas al sedentarismo en esta población.

Desde la perspectiva teórica, los hallazgos enriquecen la comprensión de las adaptaciones cardiovasculares en jóvenes universitarios, un grupo poco representado en la literatura fisiológica frente a atletas. De confirmarse las hipótesis, se validará que incluso en poblaciones con actividad física (AF) moderada, el VO₂ máx mantiene un papel protector sobre la FA y PA, reforzando su uso como indicador clínico.



DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En las últimas décadas, la insuficiente actividad física y los hábitos de vida poco saludables se han convertido en determinantes centrales del aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) en poblaciones jóvenes y adultas. A nivel global, aproximadamente un tercio (31%) de los adultos en 2022 no alcanzaron los niveles recomendados de actividad física (150 minutos semanales de intensidad moderada o equivalente), y las tendencias recientes indican que la prevalencia de inactividad ha aumentado en muchas regiones (Guthold et al., 2024). Esto representa cerca de 1.8 mil millones de personas con un riesgo incrementado de padecer enfermedades cardiovasculares, metabólicas y otros problemas de salud, lo que constituye un desafío para la salud pública mundial. Además, dicha prevalencia ha aumentado en 5 puntos porcentuales en comparación con el 2010, cuando era más baja (World Health Organization, 2024).



En el continente americano las situaciones son particularmente preocupantes; en 2022 la prevalencia estandarizada por edad muestra que un 35,6% de los adultos presentan niveles insuficientes de actividad física, con una mayor prevalencia en mujeres (40,6%) frente a hombres (30,5%). En América Latina y el Caribe los incrementos de inactividad entre 2011 y 2016 han sido notables, lo que sugiere una tendencia creciente de factores de riesgos comportamentales asociados a ENT. Estas tendencias regionales elevan la probabilidad de encontrar alteraciones tempranas de signos vitales (por ejemplo, presión arterial elevada o frecuencia cardíaca en reposo aumentada) en población joven (Pan American Health Organization, 2024). En Colombia, las fuentes nacionales y perfiles de actividad física indican niveles subóptimos de cumplimiento de las recomendaciones de actividad física en la población adulta y juvenil. Los datos de perfil nacional indican que en 2016 una proporción importante de la población adulta (44% de la población) no cumplía con la suficiente cantidad de actividad física recomendada y que existen brechas por sexo y región. La persistencia de estos patrones en Colombia implica mayor riesgo de aparición temprana de factores de riesgo cardiovascular en jóvenes y adultos jóvenes. La prevalencia de hipertensión arterial entre mayores de 18 años fue de 19,2% en 2015 (World Health organization, 2022). En cuanto a la población joven escolar, se ha reportado que solo el 13,4% de los adolescentes de 13 a 17 años cumplían las recomendaciones de actividad física (González et al., 2018).

La obtención del VO₂máx permite estimar de manera objetiva el nivel de aptitud física cardiorrespiratoria de los estudiantes, y constituye una herramienta clave tanto en la

evaluación del rendimiento físico como la identificación de posibles riesgos para la salud. Un VO₂máx bajo puede estar asociado con una menor tolerancia al ejercicio, una recuperación fisiológica más lenta y un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares en etapas posteriores de la vida. Por el contrario, valores altos suelen corresponder a sujetos con buena condición física, eficiente regulación autonómica del sistema cardiovascular y menor FCr.

Respecto a la carga de la enfermedad cardiovascular en jóvenes, varios estudios y reportes internacionales señalan que la hipertensión y la elevación de la presión arterial (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2023) en rangos de prehipertensión están aumentando entre los adultos jóvenes (18-39 años) y que una fracción relevante de los afectados no está diagnosticada ni tratada, lo que agrava el riesgo a mediano y largo plazo. Por ejemplo, estimaciones en grandes series poblacionales muestran que una proporción de adultos jóvenes presenta hipertensión o niveles elevados de presión arterial, lo cual se relaciona con factores de riesgo modificables como la inactividad física, el sobrepeso y el consumo inadecuado de alimentos (Fryar et al., 2024). En general, si estas tendencias continúan, se proyecta que los niveles mundiales de inactividad física aumentarán al 35% para 2030 (38% de mujeres y 32% en hombres).

En la Universidad del Valle, sede Meléndez, el curso de deporte formativo agrupa a una población de 452 estudiantes (18-39 años, hombres y mujeres, procedentes de diversos programas académicos) que representan un grupo en el que pueden coexistir hábitos de vida



no saludables con actividad física puntual o insuficiente. Dada la edad y la exposición a factores de riesgo (sedentarismo, pautas alimentarias inadecuadas, estrés académico), es plausible que en este grupo se encuentran alteraciones tempranas en signos vitales (frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial) asociadas al Estado de capacidad aeróbica medido por el VO₂máx.

La problemática radica, en la necesidad de identificar y comprobar la relación entre los signos vitales de FCr y PA y el VO₂máx en esta población universitaria, la cual corre el riesgo de que aumente la detección tardía de condiciones comenzando en edades jóvenes (prehipertensión, hipertensión y alteraciones en respuesta cardiovascular), con implicaciones para la salud individual, el rendimiento académico y la carga sobre los servicios universitarios de salud. Por tanto, la identificación de una relación significativa entre el VO₂máx y los signos vitales permitirá fundamentar intervenciones de promoción de la salud (programas de entrenamiento, campañas de prevención, tamizajes periódicos) y políticas institucionales dirigidas a reducir el riesgo cardiovascular en estudiantes.

Existe evidencia global, regional y nacional que relaciona inactividad física y mayores riesgos cardiovasculares, y la literatura respaldan una asociación inversa entre VO₂máx. y signos vitales adversos. Sin embargo, faltan estudios específicos dirigidos a estudiantes matriculados en cursos de deporte formativo en universidades que cuantifiquen esta relación en la población local. Esto con el fin de informar y generar acciones y estrategias preventivas y de promoción de la salud universitaria.



JUSTIFICACIÓN

La medición del consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) representa un indicador fundamental para evaluar la capacidad cardiorrespiratoria y la condición física aeróbica, reflejando el nivel máximo de oxígeno que el organismo puede utilizar durante el ejercicio

intenso (García, Pérez, Rodríguez, 2022). Este parámetro es clave no solo en el ámbito deportivo, sino también como herramienta para la promoción y evaluación de la salud pública, ya que permite medir la eficiencia cardiovascular y pulmonar en diversas poblaciones, contribuyendo a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.

La frecuencia cardíaca en reposo y la presión arterial son signos vitales esenciales para monitorear el estado cardiovascular en la población general. Estudios han evidenciado una relación inversa significativa entre el VO₂máx y estos signos vitales: a mayor capacidad aeróbica, representada por un VO₂máx elevado, se presentan frecuencias cardíacas más bajas en reposo y niveles óptimos de presión arterial, indicadores de un sistema cardiovascular más eficiente y saludable (Brotons Cuixart et al., 2018; Orozco-Beltrán, 2022). Estas relaciones reflejan adaptaciones fisiológicas importantes que reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares, que constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial.

En el contexto de salud pública, la identificación y análisis de estas variables en jóvenes adultos, como estudiantes universitarios, es crucial para diseñar estrategias preventivas centradas en la promoción de estilos de vida saludables, la detección temprana de riesgos cardiovasculares y la reducción de la carga de enfermedades crónicas en la sociedad (García, Pérez, & Rodríguez, 2022). Además, este conocimiento facilita la planificación de intervenciones comunitarias que promuevan la actividad física y el



bienestar integral, fortaleciendo los programas de salud pública dirigidos a mejorar la calidad de vida de la población.

Por tanto, determinar la relación entre VO₂máx y signos vitales como la frecuencia cardíaca en reposo y la presión arterial en poblaciones jóvenes es una necesidad científica y sanitaria que aportará información valiosa para la promoción de la salud integral y la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares desde un enfoque de salud pública.

HIPÓTESIS

Nula (H₀): Los estudiantes con mayor consumo de oxígeno presentan valores similares o mayores en los signos vitales de frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial, sin que exista una relación significativa entre las variables.

Alternativa (H₁): A mayor consumo máximo de oxígeno (VO₂máx), se presentan valores más bajos de frecuencia cardíaca en reposo y de presión arterial en los estudiantes de deporte formativo de la Universidad del Valle.

OBJETIVO GENERAL



Determinar la relación entre los valores de VO₂máx y las variables fisiológicas de frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial en estudiantes universitarios vinculados a los grupos de deporte formativo de la Universidad del Valle.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- 1.** Describir los valores de consumo máximo de oxígeno (VO₂máx), frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial en estudiantes pertenecientes a los grupos de deporte formativo de la Universidad del Valle.
- 2.** Comparar los valores de VO₂máx en función de la frecuencia cardíaca en reposo y la presión arterial, considerando diferencias por sexo y nivel de actividad física.
- 3.** Establecer la relación entre el consumo máximo de oxígeno y las variables de frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial, identificando patrones de asociación que reflejen el grado de adaptación cardiovascular de los estudiantes.

1. Marco teórico

1.1 Antecedentes

La relación que se encuentra entre el VO₂ máx y la FC ha sido objeto de estudio en múltiples investigaciones, debido a su evidente influencia y relevancia en la evaluación del rendimiento físico, el estado de salud cardiovascular y los niveles de AF. Inferir cómo estos indicadores interactúan permite diseñar estrategias y herramientas más efectivas para la estructuración de actividades físicas orientadas al fortalecimiento de los espacios deportivos universitarios. Esto, a su vez, favorece el interés y la adherencia al ejercicio, contribuyendo así a prevenir ECNT.

En el 2022 Qiaojuan Liu realizó un estudio para analizar cómo se puede estimar el VO₂ máx a través de ejercicios de respiración y FC. Para ello, utilizó ecuaciones de regresión basadas en 2 indicadores clave: el umbral de ventilación y la FC. Los resultados mostraron que solo se podía aplicar antes o después del ejercicio, y en tales casos el valor estadístico era mayor a 0,05, lo que indica que no había una relación significativa. Sin embargo, al combinar los datos de ambos momentos y analizarlos nuevamente, se obtuvo una ecuación significativa, con un valor estadístico de 0,043, lo que indica que si existe una relación significativa.

Neshitov et al. (2023) desarrollaron un modelo predictivo para medir los valores de VO₂ máx, basado en datos registrados por dispositivos portátiles, usando únicamente el conteo de pasos y la frecuencia cardiaca en reposo. Este trabajo demuestra que la FC durante el ejercicio es un buen estimador de la aptitud cardiorrespiratoria: “el modelo propuesto estima el nivel de fitness en términos de Vo₂ máx usando la FC y pasos”.

En este contexto, la investigación titulada “Desempeño en una prueba de caminata y una prueba incremental en estudiantes de educación física: frecuencia cardíaca de recuperación y VO₂ máx” por Vásquez Gómez et al. (2015) tuvo como objetivo analizar la relación entre FC en recuperación tomando sus valores por medio de la prueba de caminata de Ebbeling y el VO₂ máx que se determinó por la prueba incremental de Bruce. Los resultados permitieron establecer una correlación significativa entre ambas variables, lo que respalda la utilidad de la FCr como un posible predictor del VO₂ máx.

Zhiheng et al. (2024) por medio del estudio reforzó que la planificación dosificada de programas de ejercicio aeróbico con resistencia produce reducciones significativas en la PAS y PAD a, asociadas a mejoras en VO₂max y disminución de FCr.

En población general, el VO₂ máx suele mostrar una correlación inversa con la PA. Esto implica que a medida que se incrementa los niveles de VO₂ máx, es esperable observar valores más bajos de PA, lo cual se asocia, a su vez, con un menor riesgo de desarrollar hipertensión. Por ejemplo, Harun et al. (2022) Observaron que hubo un aumento de VO₂ máx significativamente tras 12 semanas de caminata rápida, sin embargo, no fue el caso de la PA, ya que no presentó resultados significativos, aunque después existió tendencia



a la baja. Los resultados indican que incrementos de VO₂ agudos en programas breves elevan la condición aeróbica del sujeto, pero puede requerir más tiempo o intensidad para reflejarse en valores significativos de PA.

En 2023 Kermanjani et al. (2023), se realizó una investigación donde se evaluó el VO₂ máx. de 130 estudiantes universitarios, utilizando un ergómetro y protocolo de Astrand. Además, se recopilaron datos antropométricos y fisiológicos para analizar su asociación con la capacidad aeróbica. Entre las variables evaluadas, se identificó que el IIMC, la FC y la práctica habitual de ejercicio físico tenían una influencia significativa sobre la capacidad cardiorrespiratoria. A través de un modelo de regresión múltiple, los autores lograron predecir el Vo₂ máx con base en estos factores, proponiendo una ecuación útil para estimar el rendimiento aeróbico en poblaciones similares. Sin embargo, se señaló la necesidad de validar esta fórmula predictiva en muestras más amplias de estudiantes universitarios, con el fin de garantizar su aplicabilidad general y su utilidad como herramienta de evaluación.

Recientemente en un análisis se identificó que la relación de la adiposidad media, la condición cardiorrespiratoria (CCR) y la PA, implica efectos beneficiosos del estado físico, sin embargo, puede verse atenuada por una composición corporal no saludable. Los resultados obtenidos dicen que, aunque una mejor CCR se asocia con una reducción de riesgos cardiovasculares, este efecto puede verse limitado en individuos con porcentajes de grasa corporal altos. De igual manera se observó que la CRF se correlacionó positivamente

con la PAS cuando se controla por el porcentaje de grasa corporal. Los resultados mostraron que los estudiantes con mayor VO₂ máx tendían a presentar niveles más bajos de PA, lo que sugiere que un perfil aeróbico más desarrollado se relaciona con un estado se relaciona con un estado hemodinámico más saludable (Diez-Fernández et al; 2017).

El estudio de Díaz et al. (2023) a pesar de ser con población pediátrica respalda la relación entre la aptitud cardiorrespiratoria y la PA. En ella se encontró que los niños con mayor capacidad aeróbica presentaban significativamente niveles más bajos de PA y perfiles metabólicos mejores, en comparación con sus pares con menor condición física. Aunque los participantes eran menores de edad, los resultados son coherentes con estudios en adultos jóvenes, ya que sugieren que la aptitud cardiorrespiratoria actúa como un protector frente a enfermedades crónicas.

En 2024 Potosí-Moya et, al. evaluaron el efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre el VO₂ en estudiantes de fisioterapia. Los resultados mostraron un aumento en la capacidad aeróbica realizando entrenamiento en HIIT, lo cual demuestra una mejora en la CCR de la población joven. Este hallazgo es especialmente relevante si se considera que una mayor capacidad aeróbica se ha asociado con niveles más bajos de PA y una mejor regulación del tono vascular. Por tanto, aunque el estudio no midió directamente la PA, sus resultados permiten inferir beneficios potenciales sobre este parámetro, dada la relación ampliamente documentada entre el VO₂max y la salud cardiovascular.



2. Capítulo 2

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Frecuencia cardiaca en reposo

La frecuencia cardiaca en reposo se define en medicina como la cantidad de latidos del corazón que ocurren en un minuto, lo que permite evaluar tanto la actividad eléctrica como la mecánica del órgano, ya que se origina fundamentalmente en el nodo sinusal, considerado el marcapasos natural del corazón (Pérez et al., 2023) (Ramírez et al., 2017).

Cada contracción cardíaca produce una onda pulsátil en el sistema arterial, detectable mediante la palpación en puntos estratégicos (por ejemplo, la arteria radial o carotídea) o a través de dispositivos electrónicos, como los electrocardiogramas

(ECG) y sensores de fotopletimografía (PPG) (González et al., 2012). La cuantificación de la FC se basa en el recuento de pulsos por unidad de tiempo, generalmente expresada en latidos por minuto (lpm), y sirve como un indicador inmediato del estado de la circulación y del rendimiento cardíaco (Pérez et al., 2023). Por otro lado, el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se fundamenta en la medición de los intervalos RR, que corresponde al tiempo transcurrido entre los picos R consecutivos en un ECG, lo que ofrece información acerca del equilibrio entre el tono simpático y parasimpático (Ortiz, 2021). Esta dualidad en la evaluación tanto de la frecuencia como de su variabilidad es esencial para comprender la respuesta adaptativa del sistema cardiovascular a diversas situaciones, desde el reposo hasta el estrés físico y emocional.

Valores Normales de la frecuencia cardiaca

La determinación de estos valores varía en función de múltiples factores, incluidos la edad, la condición física, el estado emocional y la presencia o ausencia de patologías subyacentes (Ernesto, 2013). En términos generales, en adultos sanos se considera que la FCr está comprendida entre 60 y 100 lpm; sin embargo, este rango puede experimentar variaciones según el nivel de entrenamiento físico y la actividad autónoma (Ernesto, 2013). En individuos con buena condición física o deportistas de élite, es frecuente observar una FCr que se sitúa entre 40 y 60 lpm, reflejando un tono parasimpático más pronunciado y una mayor eficiencia

cardiovascular (Enríquez et al., 2022). Aunque estos rangos representan valores medios referenciales, la variabilidad individual puede ser considerable en función de factores como el estado de salud, la presencia de enfermedades y las condiciones ambientales en las que se efectúa la medición.

Factores que influyen en la frecuencia cardíaca en reposo

Diversos factores fisiológicos, ambientales y emocionales pueden modular la FCr y durante la AF. Entre estos, el SNA juega un rol preponderante al integrar los estímulos simpáticos, que tienden a acelerar el ritmo cardíaco, y parasimpáticos, que lo reducen, logrando así un equilibrio adaptativo en respuesta a las demandas del organismo (Ortiz, 2021a). Variables como la temperatura ambiental, altitud y las emociones pueden generar incrementos o disminución en la frecuencia, lo que se traduce en cambios en la demanda metabólica y en la regulación del gasto cardíaco (Enríquez et al., 2022). Asimismo, la práctica regular de ejercicio y el entrenamiento físico influyen notablemente en la modulación de la FC, ya que se asocian con una mayor reactivación de tono vagal y una reducción en la FCr, lo que es indicativo de una mejor condición cardiovascular (Tobar et al., 2020). En el contexto de enfermedades cardiovasculares, un aumento sostenido de la FCr se ha asociado con un riesgo mayor de eventos adversos, lo que destaca la importancia de mantenerla dentro de los rangos normales para preservar la salud del corazón (Díaz et al., 2013).

Métodos de medición directos e indirectos:

La medición de la FC se puede abordar mediante métodos directos, que capturan de forma inmediata la actividad cardíaca, e indirectos, que infieren la FC a partir de análisis secundarios o de respuestas fisiológicas complementarias. Cada enfoque presenta ventajas y limitaciones según el contexto clínico, deportivo o de investigación.

Los métodos directos implican la adquisición y detección del pulso cardíaco en sí. Uno de los métodos más precisos es la ECG, en el que se registran los complejos QRS para identificar de forma fiable cada latido. A partir de la detección de los intervalos RR se calcula la FC instantánea mediante la fórmula $FC \text{ (latidos/min)} = (1000 \times 60) / RR$, siendo fundamental contar con frecuencias de muestreo apropiadas, comúnmente de 100 Hz a 1kHz, para evitar errores en la detección (Luis, 2017). Además, el uso de dispositivos como Holter o monitores portátiles posibilita la medición continua del comportamiento cardíaco a lo largo de períodos de 10 minutos hasta 24 horas, lo que amplía su aplicabilidad tanto en estudios de VFC como en el seguimiento clínico (Luis, 2017).

Otra técnica directa es la auscultación, en la que se coloca la campana del estetoscopio sobre áreas específicas, típicamente el tercer espacio intercostal a la izquierda del esternón, para contar los latidos en intervalos de 30 a 60 segundos (Palacio & Trujillo, 2013). De forma similar, la palpación del pulso arterial en sitios como la carótida, braquial, radial o temporal permite una estimación inmediata de la

FC en condiciones de reposo o posturales, y constituye una medida directa empírica y ampliamente difundida. En entornos más críticos o en investigación, se pueden emplear métodos invasivos como la medición intraarterial mediante catéteres, aunque esta técnica se reserva para situaciones en las que se requiere una alta precisión en la monitorización, pese a su índole traumática (Davinia et al., 2018).

Por otra parte, los métodos indirectos no registran de forma inmediata el latido cardíaco, sino que derivan la FC a partir de otros parámetros o mediante análisis matemáticos. Un ejemplo prominente es el análisis de la VFC, en el cual se extraen los intervalos RR a partir de un ECG y se aplican algoritmos estadísticos y espectrales. El análisis en el dominio del tiempo utiliza parámetros como SDNN, rMSSD y pNN50 para reflejar la modulación parasimpática, mientras que el estudio en el dominio de la frecuencia, mediante técnicas como la transformada rápida de Fourier (FFT) o modelos autorregresivos, descompone la señal en componentes VLF, LF y HF que indican la influencia autonómica sobre la FC (Davinia et al., 2018).

Asimismo, la estimación indirecta de la FC es común en el ámbito deportivo. Se pueden utilizar las fórmulas basadas en la edad o análisis de regresión lineal a partir de datos obtenidos durante pruebas de esfuerzo progresivas, como el test de Course Navette o la técnica D-maz, para determinar la FC_{máx} y los umbrales metabólicos aeróbicos y anaeróbicos sin necesidad de realizar pruebas máximas invasivas. Estos

métodos implican el registro continuo de la FC mediante dispositivos de monitorización y la posterior interpretación de la relación entre el incremento de la FC y la carga de trabajo, permitiendo así una estimación indirecta y práctica en situaciones reales de competencia (Díaz et al., 2013).

Finalmente, los dispositivos electrónicos portátiles, tales como pulsómetros de muñeca o cintas pectorales, ofrecen una medición indirecta de la FC mediante sensores ópticos o eléctricos. Aunque no establecen un contacto directo con el potencial bioeléctrico del corazón como el ECG, estos equipos han sido validados y presentan altos niveles de correlación con métodos directos, facilitando la monitorización en entornos no clínicos y durante la AF (Palacio & Trujillo, 2013b).

En conclusión, los métodos directos -mediante ECG, auscultación, palpación y, en algunos casos, intervenciones invasivas- permiten la captura inmediata de la señal cardiaca, mientras que los métodos indirectos, basados en el procesamiento matemático de los intervalos RR, fórmulas de estimación o sensores de pulso, ofrecen alternativas prácticas para la monitorización continua y en condiciones dinámicas. La integración de ambos enfoques en función del objetivo del estudio contribuye a una evaluación más completa de la función cardiaca y el control autonómico.

2.1.2 Presión arterial

Se define como la fuerza ejercida por la sangre en movimiento contra las paredes de las arterias, la cual es medida generalmente en milímetros de mercurio (mmHg) y se expresa en dos componentes: la presión arterial sistólica (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD) (Perez et al., 2017) (Tagle & Acevedo, 2018). La PAS representa la presión máxima generada durante la contracción de los ventrículos, mientras que la PAD refleja la presión mínima durante la fase de relajación (diástole), siendo ambas fundamentales para evaluar el estado hemodinámico del individuo (Gijón-Conde et al., 2018) (Mazón et al., 2019). Desde una perspectiva fisiológica, estos valores permiten estimar la resistencia vascular periférica y el gasto cardíaco, aspectos críticos en el análisis del riesgo cardiovascular (Espinoza Brito, 2018).

La medición de la PA debe realizarse bajo condiciones estandarizadas para garantizar la reproducibilidad y exactitud de las lecturas; esto incluye la utilización de esfigmomanómetros baleados, la correcta elección de manguito, la posición adecuada del paciente y el descanso previo de al menos cinco minutos antes de la toma (Tagle & Acevedo, 2018) (Gijón-Conde et al., 2018). Además, se recomienda realizar al menos dos mediciones en visitas separadas para confirmar el diagnóstico de HTA, lo que contribuye a minimizar los errores asociados a condiciones transitorias o el llamado “efecto bata blanca” (Gijón-Conde et al., 2018).

Valores normales de la presión arterial en adultos:

La definición de los valores normales de la PA ha evolucionado en los últimos años, en paralelo con el aumento de la evidencia clínica y los cambios en los criterios de riesgo cardiovascular. De manera general, las guías internacionales han establecido que un PA normal en adultos es aquella que se sitúa por debajo de 120 mmHg para la PAS y por debajo de 80 mmHg para la diastólica, expresada como <120/80 mmHg (Gijón-Conde et al., 2018c). Este umbral, basado en estudios epidemiológicos y ensayos clínicos, se ha mantenido como un estándar de referencia para la población general, integrándose como base para identificar pre hipertensión o PA elevada cuando se encuentran valores superiores a dichos límites (Pallarés-Carratalá et al., 2019) (Mazón et al., 2019b).

En contraste, la redefinición promovida por la guía ACC/AHA en 2017 establece umbrales más estrictos para el diagnóstico de HTA, clasificando la PA en la siguiente forma: -Presión arterial normal: <120/80 mmHg -Presión arterial elevada: 120-129 mmHg de PAS y <80 mmHg de PAD -Hipertensión estadio 1: 130-139 mmHg de PAS o 80-89 mmHg de PAD -Hipertensión estadio 2: >140 mmHg de PAS o >90 mmHg de PAD (Gijón-Conde et al., 2018d) (Espinoza Brito, 2018b).

Esta clasificación ha sido implementada con el fin de iniciar intervenciones tempranas y reducir la incidencia de eventos cardiovasculares, aunque ha generado debates debido a posibles incrementos en la prevalencia de diagnóstico de HTA y el

riesgo de sobrediagnóstico (Pallarés-Carratalá et al., 2019b)(Espinoza Brito, 2018c).

Por otra parte, las guías europeas, en particular las recomendaciones establecidas por el ESC/ESH, han mantenido tradicionalmente el umbral para la definición de HTA en valores de >140/90 mmHg, resaltando la importancia de considerar el riesgo cardiovascular global y el daño orgánico en la toma de decisiones terapéuticas (Gopar-Nieto et al., 2021).

Clasificación y comparación entre guías:

La discrepancia en la definición de los valores normales y los umbrales para la HTA se debe fundamentalmente a las diferentes metodologías de medición y a la interpretación del riesgo cardiovascular. Por ejemplo, mientras la guía ACC/AHA 2017 propone que la HTA se diagnostique a partir de 130/80 mmHg, basada en evidencia que demuestra beneficios a la reducción de eventos adversos al tratar a pacientes con cifras más bajas, la guía ESC/ESH 2018 mantiene el umbral clásico de 140/90 mmHg, enfatizando la necesidad de un enfoque individual y una evaluación del riesgo global (Gopar-Nieto et al., 2021b)(Gijón-Conde et al., 2018e). Estas diferencias reflejan la interpretación de estudios como SPRINT, que sugieren que una red intensiva de la PAS puede disminuir la morbimortalidad, pero también se asocia a un aumento en eventos adversos como la hipotensión y el daño renal (Pico-Pico et al., 2020b) (Gijón-Conde et al., 2018f).

Además, algunas guías recomiendan la confirmación del diagnóstico mediante métodos de medición fuera del consultorio, como la automedición domiciliaria (AMPA) o la monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA), ya que estos métodos aportan información adicional sobre el comportamiento de la PA en distintos contextos y ayudan a identificar fenómenos como la HTA enmascarada o la HTA de bata blanca (Pallarés-Carratalá et al., 2019c) (Gijón-Conde et al., 2018g). En este sentido, los valores umbral para el diagnóstico mediante AMPA y MAPA son generalmente más bajos que los obtenidos en consulta, estableciendo cifras de 135/85 mmHg para AMPA y unos promedios de 130/80 mmHg para MAPA de 24 horas. (Pérez Caballero, M. D et al., 2017).

La clasificación de la PA en adultos según las diferentes guías se resume a continuación: (1) Los valores considerados como “normales” se sitúan por debajo de los 120/80 mmHg. (2) Los valores “elevados” o “normal-alta” se definen, según la guía ACC/AHA, como 120-129/<80 mmHg, mientras que algunas guías europeas ubican esta categoría en rangos ligeramente diferentes (Gopar-Nieto et al., 2021c)(Gijón-Conde et al., 2018g). (3) La HTA estadio 1 se define en la guía americana como valores entre 130-139/80-89 mmHg, mientras que en la práctica europea se reserva el tratamiento farmacológico para aquellos pacientes con HTA estadio 1 que presentan además un riesgo cardiovascular elevado o daño en órgano blanco, manteniendo en general un umbral de 140/90 mmHg (Mazón et al., 2019)(Ramos, 2019). (4) Finalmente, la HTA estadio 2 se define de manera similar

en ambas directrices con valores iguales o superiores a 140/90 mmHg (Gijón-Conde et al., 2018).

Esta diferencia en la definición de valores de HTA refleja no solo divergencias en la interpretación de la evidencia clínica, sino también en la valoración de los beneficios y riesgos derivados del tratamiento intensivo en diferentes subgrupos poblaciones (Pallarés-Carratalá et al., 2019) (Espinoza Brito, 2018).

Consideraciones en la medición y factores que afectan la PA:

Es fundamental destacar que la precisión en la medición de la PA depende de múltiples factores relacionados con la técnica y el ambiente en el que se realiza la toma. La correcta selección y calibración del esfigmomanómetro, la elección del tamaño adecuado del manguito, el reposo previo del paciente y la posición en la que se mide la PA (generalmente sentado, con el brazo apoyado a nivel del corazón) son elementos imprescindibles para evitar resultados erróneos (Tagle & Acevedo, 2018b)(Gijón-Conde et al., 2018). Por ello, las guías clínicas recomiendan que la toma se realice en condiciones estandarizadas y que se efectúen al menos tres mediciones con intervalos de uno o dos minutos, siendo el promedio de las dos últimas el valor representativo (Tagle, 2018).

La variabilidad de la PA también se ve influida por condiciones específicas del entorno de medición. En el consultorio, la presencia de personal sanitario puede

inducir una respuesta ansiosa en el paciente, conocida como el “efecto bata blanca”, lo cual puede llevar a lecturas más elevadas que las obtenidas mediante la AMPA o la MAPA (Tagle, 2018b)(Gijón-Conde et al., 2018j). Por otro lado, la HTA enmascarada se caracteriza por lecturas normales en la consulta, pero elevadas en entornos cotidianos, lo que subraya la importancia de complementar la evaluación clínica con mediciones en diferentes contextos (Gopar-Nieto et al., 2021d) (Pallarés-Carratalá et al., 2019).

Adicionalmente, el control de la PA en poblaciones especiales, como en adultos mayores, pacientes con diabetes o enfermedad renal crónica, requiere un enfoque particular. Por ejemplo, en adultos mayores se recomienda a menudo un manejo de la PA con objetivos específicos que puedan diferir de los establecidos para población general, considerando la tolerancia y la vulnerabilidad a efectos adversos del tratamiento intensivo (Tagle & Acevedo, 2018). Así, mientras que en adultos jóvenes y de mediana edad la meta terapéutica puede ser mantener la PA por debajo de 140/90 mmHg, en poblaciones de mayor edad o con comorbilidades se pueden establecer objetivos ligeramente superiores para minimizar el riesgo de hipotensión ortostática o de otros eventos adversos.

2.2.3 Volumen máximo de oxígeno

Se define como la máxima cantidad de oxígeno que un individuo puede extraer del aire inspirado, transportar a través del sistema circulatorio y utilizar en la

mitocondria de las células musculares durante un ejercicio de intensidad progresiva hasta el límite de fatiga. Desde una perspectiva fisiológica, este parámetro refleja la integración de varios sistemas: el sistema respiratorio, el cardiovascular y el metabólico. Es decir, depende del funcionamiento conjunto de los pulmones (que permiten la ventilación y el intercambio gaseoso) y de la capacidad de los tejidos, en particular el muscular, para captar y utilizar el oxígeno en la producción de energía. (Florez. M. A, 2021). Además, la medida del VO₂ máximo incorpora la influencia de variables individuales como la masa muscular, la densidad capilar y la capacidad mitocondrial en los tejidos, de modo que es un reflejo integral del estado fisiológico y del potencial de rendimiento en actividades que requieren resistencia (Giovanna, 2017). El VO₂ máximo se obtiene generalmente a través de pruebas de pruebas de esfuerzo realizadas en un laboratorio, en las que se incrementa progresivamente la intensidad del ejercicio (usualmente usando cintas rodantes, ergómetros o protocolos de field test) hasta que el sujeto alcanza el agotamiento. Se utilizan analizadores de gases para medir directamente la inhalación y exhalación de oxígeno y dióxido de carbono, lo que permite determinar la cantidad de oxígeno consumido por minuto (Ospina & Trujillo, 2013) (Chávez, 2012). Alternativamente, existen métodos indirectos basados en diversas pruebas de campo, tales como el Test de Rockport, la prueba Course Navette y otros protocolos estandarizados. Estos métodos, aunque menos precisos que la calorimetría directa, son útiles para estimar el VO₂ máximo en contextos clínicos y deportivos. (Gómez, 2017).

Metodologías de medición y estimación del VO₂ máximo:

Existen dos grandes categorías de métodos para medir el VO₂ máximo: los métodos directos y los indirectos. En los métodos directos se utiliza la calorimetría indirecta con analizadores de gases durante pruebas de esfuerzo incremental en laboratorio, lo que proporciona una medición precisa de la cantidad de oxígeno utilizado por minuto (en L/min) o en relación al peso corporal (ml/kg/min) (Ospina & Trujillo, 2013b). Por otro lado, los métodos indirectos se basan en protocolos de field test o pruebas submáximas que, mediante fórmulas predictivas, estiman el VO₂ máximo a partir del rendimiento (por ejemplo, la distancia recorrida en el Tests Test de Course Navette)(Giovanna, 2017). Estos métodos permiten evaluar grandes muestras en contextos donde la instrumentación de laboratorio resulta poco práctica, sin embargo, su validez y confiabilidad puede variar según el protocolo y la fórmula utilizada (Gómez, 2017).

La elección del método depende del objetivo de la evaluación, el nivel de entrenamiento del individuo y los recursos disponibles. Por ejemplo, en deportistas de élite o en estudios clínicos, se prefiere la medición directa mediante analizadores de gases, mientras que, en evaluaciones de población general, las pruebas de campo son una alternativa adecuada para obtener estimaciones razonables sin requerir equipamiento costoso (Giovanna, 2017).

Valores normales del VO₂ máximo en adultos sanos

Para adultos sanos no entrenados, diversos estudios han reportado rangos de VO₂ máximo que oscilan en torno a 25-45 ml/kg/min. Específicamente, en hombres no deportistas de entre 20 y 29 años se mencionan en rangos normales de aproximadamente 43 a 52 ml/kg/min, mientras que en mujeres de la misma edad se ubican alrededor de 33 a 42 ml/kg/min (Giovanna, 2017). Además, otros estudios han señalado que en adultos no entrenados de entre 25 y 30 años los valores normales se encuentran alrededor de 45 ml/kg/min, lo cual concuerda con la magnitud observada en poblaciones sedentarias (Chávez, 2012). Estas cifras destacan las diferencias inherentes entre géneros, atribuibles en parte a variaciones en la masa corporal magra, el tamaño del corazón y los niveles hormonales (Rodríguez et al., 2018).

Asimismo, en evaluaciones basadas en test de campo, como es Test de Course Navette, se han reportado valores medios en hombres entre 39,2 y 52,6 ml/kg/min y en mujeres entre 34,1 y 46,4 ml/kg/min, valores que reflejan las variaciones introducidas por el protocolo y la fórmula utilizada para la estimación del VO₂ máximo (Gómez, 2017d).

Valores en adultos activos y deportistas amateurs

En individuos que realizan AF de forma regular, pero sin alcanzar niveles de entrenamiento elite, los valores de VO₂ máx suelen ser mayores en comparación con los sedentarios, aunque se sitúan en rangos intermedios. Por ejemplo, algunos

estudios han demostrado que los valores normales para hombres activos pueden alcanzar alrededor de 48-50 ml/kg/min, mientras que en mujeres se sitúan en torno a 37 ml/kg/min, valores que han sido propuestos incluso por organismos como el American College of Sports Medicine (ACSM) (Vergara et al., 2018). En poblaciones universitarias, se han observado promedios de 43 ml/kg/min en varones y 34 ml/kg/min en mujeres, lo que implica que los individuos con actividad regular podrían presentar cifras ligeramente superiores a la de los sedentarios, aunque estas diferencias pueden ser modestas. (Vergara et al., 2018).

Estudios que emplean metodología indirecta y utilizan herramientas como el “Fitness calculator” han evidenciado que, en sujetos no sedentarios, los valores promedio pueden situarse en torno a 56-57 ml/kg/min en hombres y 45-46 ml/kg/min, en mujeres, en contraste con valores menores en sujetos sedentarios (aproximadamente 47-51 ml/kg/min en varones y 38-39 ml/kg/min en mujeres) (Vergara et al., 2018). Estos resultados subrayan la influencia positiva de la AF regular sobre la capacidad aeróbica.

Valores en deportistas de resistencia y élite

Los deportistas de resistencia y los atletas de alto rendimiento presentan cifras de VO₂ máximo considerablemente superiores a las observadas en la población general. En deportes de endurance, los hombres pueden alcanzar valores entre 60 y 80 ml/kg/min, mientras que en mujeres estos valores suelen oscilar entre 50 y 70

ml/kg/min (Giovanna, 2017). En el ámbito competitivo, por ejemplo, en corredores de fondo o en deportes de resistencia como el esquí de fondo, los atletas de élite presentan a menudo valores aún mayores, con rasgos reportados de 71 a 84 ml/kg/min en hombres y de 61 a 73 ml/kg/min en mujeres (Giovanna, 2017).

La discrepancia entre los valores normales en la población general y los observados en atletas de alto rendimiento puede alcanzar incrementos relativos de hasta un 30-50% atribuibles al entrenamiento específico y a adaptaciones fisiológicas que optimizan el transporte y la utilización de oxígeno en el músculo (Giovanna, 2017). No obstante, es importante señalar que, si bien estos valores elevados se asocian con un rendimiento deportivo óptimo, los rangos de referencia para adultos sanos se centran en individuos sin un entrenamiento especializado intensivo.

Consideraciones según el método y la prueba utilizada

La variabilidad en los rangos de VO₂ máximo no solo depende del perfil del individuo (edad, sexo, nivel de entrenamiento), sino también del método de evaluación empleado. Por ejemplo, las pruebas realizadas en cinta rodante mediante protocolos como el Test de Bruce tienden arrojar valores más altos (en hombres entre 46,6 y 61,0 ml/kg/min, y en mujeres entre 38,7 y 48,8 ml/kg/min) en comparación con las pruebas de campo como el Test de Course Navette, en donde los valores estimados se encuentran algo inferiores (aproximadamente 39,2-51,6 ml/kg/min en

hombres y 34,1-46,4 ml/kg/min en mujeres) (Gómez, 2017e). La diferencia se debe a que la modalidad en cinta rodante permite una evaluación más controlada y un incremento progresivo de la carga, lo que favorece la consecución de un verdadero máximo fisiológico, en contraposición a algunos test de campo que dependen en gran medida de la motivación y la ejecución técnica del sujeto (Vergara et al., 2018).

Además, se ha documentado que test submáximos, como la Prueba de Caminata de Seis minutos (PC&M), pueden subestimar el VO₂ máximo, presentando valores alrededor de 25-26 ml/kg/min, lo cual ocurre por la naturaleza moderada de la carga de trabajo utilizada en dichas pruebas (Gómez, 2017f). Por tanto, la selección del protocolo y la fórmula de estimación son elementos críticos para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos, siendo fundamental comparar los resultados con tablas normativas específicas para cada método.

Influencia de la edad y el declive en el VO₂ máximo

La edad es uno de los factores determinantes en la variabilidad de VO₂ máximos en adultos sanos. Se ha observado que el VO₂ máximo alcanza su pico máximo entre los 18 y 25 años, para posteriormente declinar progresivamente. Estudios han evidenciado que a partir de los 25 años se puede observar una disminución aproximada de un 10% por década en los valores del VO₂ máximo, lo que ajusta los rangos normales para individuos de 30 a 39 años a cifras ligeramente inferiores a las de los jóvenes (por ejemplo, de 39 a 48 ml/kg/min en varones y de

30 a 38 ml/kg/min en mujeres). Este declive está relacionado con cambios en la composición corporal (disminución de la masa muscular magra) y con la reducción progresiva de la capacidad cardiovascular, lo cual subraya la importancia de la AF regular para mitigar este efecto del envejecimiento (Vergara et al., 2018).

Factores que influyen en el VO₂ máximo

El valor del VO₂ máximo es el resultado de la interacción de múltiples factores fisiológicos y metodológicos. Entre los principales se incluye:

Nivel de entrenamiento y condición física. El entrenamiento aeróbico intensivo puede incrementar el VO₂ máximo en torno a un 10-25% respecto a los valores basales en sujetos no entrenados, lo que se debe a adaptaciones en el sistema cardiovascular, la eficiencia mitocondrial y la capacidad de los músculos para utilizar oxígeno (Bernal & Signey, 2021).

Sexo. Las diferencias biológicas, como la mayor masa muscular magra y la mayor concentración de hemoglobina en los hombres, contribuyen a que estos representen valores de VO₂ máximo superiores en promedio a los de las mujeres (Ospina & Trujillo, 2013).

Edad. Además del declive natural que se produce a partir de los 25 años, la edad influye en la capacidad de adaptación del sistema cardiovascular y en la densidad capilar del tejido muscular (Vergara et al., 2018).

Modalidad y método de medición. Como se ha señalado, los valores estimados del VO₂ máximo pueden variar según el protocolo utilizado (cinta rodante, ergómetro, test de campo) y la fórmula de cálculo empleada, lo que implica que la comparación de resultados debe realizarse utilizando tablas normativas específicas (Gómez, 2017).

Estos factores interrelacionados hacen que la interpretación del VO₂ máximo deba ser individualizada y contextualizada, considerando no el valor numérico sino también las características del sujeto y las condiciones bajo las cuales se realizó la medición (Vergara et al., 2018) (Rodríguez et al., 2018).

2.2.4 Deporte formativo

El **deporte formativo** es una práctica orientada al desarrollo integral de niños, jóvenes y adultos a través de la AF, con el propósito de generar cambios positivos en los hábitos de vida y fomentar EVS. Este enfoque concibe el deporte no únicamente como competencia o alto rendimiento, sino como una herramienta pedagógica que contribuye a la formación del individuo en múltiples dimensiones.

En el contexto colombiano, el **Ministerio del Deporte** lo define como:

“El conjunto de prácticas y procesos sistemáticos organizados con el propósito de contribuir al desarrollo integral del individuo mediante procesos de iniciación,

fundamentación y perfeccionamiento deportivos” (Ministerio del Deporte, 2010, p. 15).

Complementando esta definición, la **Secretaría del Deporte** considera que el deporte formativo tiene la responsabilidad de ofrecer una formación integral en diversos ámbitos:

“El encargado de brindar una formación integral, en diferentes ámbitos: físico, intelectual, socioafectivo y competitivo, con el fin de desarrollar destrezas, habilidades y capacidades a través del movimiento” (Secretaría del Deporte, s.f.).

A través de este tipo de programas, los participantes no solo adquieren capacidades físicas y técnicas, sino también habilidades emocionales y sociales que potencian su crecimiento personal y su bienestar general.

El DF se desarrolla en entornos educativos, clubes deportivos, organizaciones comunitarias y programas institucionales. Su finalidad es construir una base sólida para la futura práctica deportiva, sin perder de vista la salud física y mental, el desarrollo emocional y la integración social del individuo.

Desde una perspectiva teórica, diversos autores han enfatizado el carácter educativo del DF. **Blázquez (1995)** lo analiza desde un enfoque humanista y no competitivo. En su visión, el DF debe concebirse como un medio educativo integral:

“La educación deportiva debe promover el desarrollo integral del niño, abordando aspectos motrices, afectivos, cognitivos y sociales” (Blázquez, 1995, p. 87).

En la misma línea, **Gutiérrez (1995)** sostiene que el deporte debe contribuir activamente a la formación en valores y no limitarse a la instrucción técnica o táctica. Él afirma:

“El deporte escolar es uno de los espacios más fértiles para educar en valores como la cooperación, el respeto y la solidaridad” (Gutiérrez, 1995, p. 42).

Ambas posturas refuerzan la idea de que el DF va más allá del desempeño físico: su función principal es contribuir a la formación de ciudadanos activos, críticos y socialmente comprometidos, mediante la vivencia del deporte como una experiencia educativa integral.

Componentes claves del deporte formativo

El DF, especialmente cuando se implementa en contextos sociales vulnerables, ha demostrado tener impactos significativos en distintas dimensiones del desarrollo humano. En su tesis de grado, **Sánchez Álzate (2023)** identifica tres áreas clave en las que el DF incide positivamente: la dimensión físico-motora, la socioemocional y la cognitiva.

En primer lugar, desde el componente **físico-motor**, el deporte favorece el desarrollo de habilidades básicas como la coordinación, el equilibrio y la fuerza, que son fundamentales no solo para la AF sino para el bienestar corporal general. En segundo lugar, en el plano **socioemocional**, se evidencian mejoras en la autoestima, la autorregulación emocional y el respeto por las normas, aspectos cruciales para la sana convivencia y la construcción de relaciones sociales positivas. Por último, desde la dimensión **cognitiva**, el DF contribuye al fortalecimiento de habilidades como la atención, la planificación y la toma de decisiones, lo cual repercute directamente en el desempeño académico y la resolución de problemas cotidianos.

Al respecto, Sánchez Álzate (2023) afirma: “Los procesos de formación deportiva han tenido un impacto positivo en la integración social, la disciplina y el desempeño académico de niños y adolescentes” (p. 38).

Este enfoque multidimensional demuestra que el DF no solo actúa como medio de desarrollo físico, sino como una estrategia pedagógica integral que contribuye a la transformación personal y social de los participantes, especialmente en comunidades donde existen limitaciones económicas, educativas o afectivas.

Deporte formativo en el contexto universitario de Colombia.

En muchas universidades colombianas, el **Deporte Formativo** se concibe como un programa de bienestar universitario con objetivos de desarrollo integral, dirigido a estudiantes (y en algunos casos profesores o administrativos), mediante

créditos o cursos electivos que fortalecen habilidades técnicas deportivas, físicas y valores sociales.

Diversas universidades han incorporado el DF como parte de sus programas académicos, con el propósito de fomentar el interés estudiantil hacia la AF y propiciar un acercamiento significativo a esta práctica. Esta inclusión tiene como finalidad brindar a los estudiantes conocimientos y herramientas que contribuyan a la mejora de la salud, a la disminución del riesgo de desarrollar enfermedades, y al fortalecimiento de la calidad de vida, permitiéndoles enfrentar de mejor manera los retos cotidianos. Asimismo, el DF promueve la generación de nuevos espacios de convivencia, la orientación hacia un uso adecuado del tiempo libre y un posible acercamiento a EVS, lo que, a largo plazo, puede favorecer la adherencia sostenida al ejercicio físico. Todo ello se logra mediante una estructura pedagógica basada en actividades físicas, rutinas de ejercicio y el aprendizaje vivencial de gestos técnicos deportivos (Clark et al., 2011; Cook et al., 2014a, 2014b; González, 1992).

Tal es el caso del objetivo que plantea la Universidad del Valle, quien enfatiza que el curso Deporte Formativo contribuye al desarrollo de un EVS en los estudiantes, al tiempo que mejora su autoestima, promueve competencias relacionadas con la planificación de sus actividades diarias y optimiza el uso de su tiempo libre (Universidad del Valle, 2021).

Estas experiencias deportivas no solo permiten a los estudiantes fortalecer sus habilidades técnicas y físicas, sino que también fomentan valores fundamentales como el respeto, solidaridad y corresponsabilidad; lo cuales son insignia para la Universidad de Antioquia, que brinda en sus cursos “promover el aprendizaje y mejoramiento técnico en diferentes disciplinas deportivas teniendo como propósito, generar espacios para el acercamiento y adaptación a la vida universitaria, explorando nuevas alternativas para la práctica del deporte” (UdeA, 2020).

Pese a que el principal objetivo del DF es promover el acercamiento a un EVS, no puede ignorarse el hecho de que esta práctica también puede dar lugar al desarrollo de niveles de AF que deriven en el deporte competitivo e incluso en el alto rendimiento. Si bien este no es el propósito central de la estructura del DF, en Colombia ha servido como base para la identificación y proyección de numerosos talentos deportivos. En este sentido, instituciones de educación superior como la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá), la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle y la Universidad Tecnológica de Pereira, entre otras, han logrado detectar y orientar a jóvenes con habilidades destacadas en el ámbito deportivo, fortaleciendo así tanto su formación integral como su potencial competitivo.

2.2.5 Estilos de vida saludable

En las últimas décadas de optar por un estilo de vida saludable, cobrando una importancia en aumento en los campos de la salud, la educación y la promoción del bienestar individual; además de promover que la medicina ya no se enfoque únicamente en la curación de enfermedad sino en la prevención de las mismas. El incremento exponencial de ECNT como la diabetes, hipertensión, obesidad y los trastornos y riesgos cardiovasculares, ha puesto en convicción la urgente necesidad de adoptar comportamientos cotidianos que favorezcan no solo la salud física, sino también la mental y social (Organización Mundial de la Salud, 1998).

Tavera lo define como “el patrón de conducta en la vida diaria conformado por la alimentación, actividad física, consumo de drogas, manejo del estrés, relaciones personales y hábitos de sueño”.

Continuando la misma línea, González-Cutre, Sicilia y Fernández (2010) lo relacionan con “patrones de comportamiento orientados al mantenimiento y promoción del bienestar físico y psicológico, como la actividad física habitual, una alimentación adecuada y relaciones sociales satisfactorias” (p. 245).

Se considera que adentrarse y mantenerse bajo los criterios de una vida saludable puede ser complejo para algunas personas, puesto a que la vida diaria que hoy se lleva puede estar rodeado de múltiples factores distractores, lo cual hace que un gran número de individuos renuncien a esta práctica. Es por lo que Gonzales L (2002) indica que “un estilo de vida saludable es un conjunto de comportamientos que las

personas adoptan de forma voluntaria y habitual, dirigidos a mantener o mejorar su salud''

Los hábitos como estructura del estilo de vida saludable: Adopción de hábitos saludables como base de un estilo de vida sano

En la estructura del EVS se menciona numerosas veces el concepto de hábitos, a lo que se refieren en términos generales como “una rutina o comportamiento que se realiza regularmente y, a menudo, de forma automática.” Clear, J. (2018).

Desde un punto de vista psicológico, William James (1914) afirma que “cualquier secuencia de actos mentales que se repite con frecuencia tiende a perpetuarse” por ende a convertirse a un funcionamiento automático de la conducta de modo que actuamos o pensamos según lo acostumbrado.

Stephen R. Covey en su libro “Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva” define el hábito en términos de poder transformador del carácter. Lo describe como “pautas consistentes, a menudo inconscientes, de modo constante y cotidiano que expresan el carácter y generan nuestra efectividad o inclusive la ineffectividad”. Covey sugiere que para que un hábito sea sólido debe estrechar una relación entre el conocimiento del que hacer, la habilidad para desempeñar el hacer y el deseo de querer realizar.

Formar un hábito requiere constancia y repetición. Según Llally es al.(2010), el tiempo medio para consolidar un nuevo hábito es de aproximadamente 66 días, aunque puede variar dependiendo del sujeto, el contexto y el tipo de conducta. Factores como la motivación, el entorno y la facilidad de ejecución del comportamiento influyen significativamente en el proceso de formación.

El ser humano estructura gran parte de su comportamiento a través de los hábitos pequeños, pero que se realizan con frecuencia y en gran número que al final suman y se generan en grandes hábitos y automáticos (James, 1914).

Establecer hábitos aporta significativamente cambios en diferentes ámbitos propios de un individuo, es un papel determinante en la productividad, el bienestar general y emocional de las personas y también influye en la salud. Hábitos positivos como dormir adecuadamente, realizar ejercicio o AF, alimentarse balanceadamente o mantener rutinas de estudio eficaces, contribuyen a mejorar no solo la calidad de vida sino también a prevenir enfermedades y episodios emocionales críticos (Ouellette & Wood, 1998).

Aunque la ausencia de una enfermedad de base es un factor a favor de una buena calidad de vida, no es la representación de un EVS; este implica una forma de vivir en pro al constante crecimiento del bienestar integral. Pender, (1996) y González, (2002) mencionan que “prácticas como la alimentación balanceada, la actividad física regular, el descanso adecuado, el manejo del estrés y la eliminación de hábitos

nocivos como el tabaquismo o el consumo excesivo de alcohol'' son prácticas de un EVS.

2.2.6 Adherencia al ejercicio físico

Se define fundamentalmente como el grado en que una persona sigue el régimen prescrito de AF o ejercicios terapéuticos, abarcando tanto la realización cuantitativa como cualitativa de las pautas indicadas por el profesional de la salud (Ara. G, 2021)(De Catalunya et al., 2020). Desde esta perspectiva, la adherencia no se limita a la mera asistencia a las sesiones, sino que incluye la ejecución correcta de la dosis recomendada -es decir, la combinación óptima de frecuencia, intensidad, duración y tipo de actividad- además del mantenimiento a lo largo del tiempo del comportamiento saludables (Elicio et al., 2022). En estudios recientes se han empleado definiciones operativas que cuantifican la adherencia en términos de la proporción de sesiones completadas o de la cantidad de minutos de ejercicio realizados en comparación con lo prescrito, como en el caso de programas que requieren cumplir 150 minutos semanales o alcanzar un porcentaje específico de asistencia (Farinatti et al., 2022)(Bond et al., 2012).

Además, la adherencia al ejercicio es considerables un fenómeno multifactorial y dinámico: involucra no solo aspectos medibles de comportamiento, sino también dimensiones psicológicas, motivacionales y de autoeficacia que determinan la persistencia y el compromiso del individuo con su plan de actividad física (Torres.

A, 2020). Algunos autores han sugerido que la adherencia puede conceptualizarse en diferentes niveles, como la adherencia activa (que incluye componentes complementarios como la autogestión y la modificación de conductas de salud) (Ara. G, 2021). En el contexto de rehabilitación cardíaca, por ejemplo, la adherencia se entiende también como la continuidad a largo plazo del ejercicio realizado inicialmente en fases supervisadas, lo que es crucial para la prevención secundaria y el mantenimiento de la salud cardiovascular (Carballo Espinoza RR et. al.,2017). Por consiguiente, la definición de adherencia al ejercicio ha evolucionado para incluir tanto el aspecto cuantitativo -la realización de la dosis completa de ejercicio- como el compromiso cualitativo del paciente, enfatizando la interacción entre factores individuales, sociales y del entorno (Ara. G, 2021).

Métodos de medición de la adherencia:

La medición de la adherencia al ejercicio es un reto significativo debido a la heterogeneidad de definiciones y la diversidad de herramientas disponibles para su evaluación. Históricamente, en muchos estudios se ha considerado la asistencia a sesiones o la realización de ejercicio autogestionados como indicadores principales de adherencia (Ara. G, 2021d)(Elicio et al., 2022). En intervenciones supervisadas, se suele calcular la adherencia como el porcentaje de sesiones cumplidas respecto al total prescrito, tal como se ejemplifica en un estudio en que la adherencia se

determinó dividiendo el número de sesiones realizadas entre 36 sesiones planificadas en un programa de 12 semanas (Farinatti et al., 2022).

Por otra parte, en programas autogestionados o domiciliarios se emplean métodos basados en el auto-reporte, tales como diarios de ejercicio, entrevistas estructuradas y escalas diseñadas para evaluar la adherencia. Un ejemplo de ello es el uso de la Exercise Adherence Rating Scale (ESRS), un cuestionario de 6 ítems con escala Likert que permite cuantificar la frecuencia y consistencia con que los pacientes realizan el régimen prescrito, obteniendo un puntaje que se correlaciona directamente con el nivel de adherencia (Pelletier-Visa et al., 2025)(Room et al., 2022). Otra alternativa para la medición es el uso de dispositivos electrónicos como acelerómetros, podómetros o plataformas digitales, que permiten registrar objetivamente la cantidad de AF realizada, los minutos de ejercicio, o incluso el número total de pasos diarios, proporcionando datos cuantitativos que complementan los auto-reportes (María, 2024).

Dentro de la literatura se ha destacado que la medición puede abarcar diferentes dimensiones del ejercicio prescrito: la frecuencia (número de días o sesiones por semana), la duración (minutos por sesión o minutos totales semanales), la intensidad (según métricas basadas en el esfuerzo) y la calidad o correcta ejecución del ejercicio (María, 2024)(Elicio et al., 2022). Algunos estudios han combinado estos parámetros en índices compuestos que permiten evaluar de manera más

holística la actividad, mientras que otros se concentran unívocamente en el cumplimiento de la “dosis” mínima recomendada, como en el caso de la prescripción de 150 minutos semanales de actividad moderada a vigorosa (Ara. G, 2021). Esta diversidad metodológica refleja tanto las limitaciones inherentes de cada técnica como la necesidad de desarrollar protocolos estandarizados que integren mediciones objetivas y subjetivas para una evaluación confiable y comparativa (María, 2024).

Factores influyentes en la adherencia:

Esta es influenciada por un entramado complejo de factores personales, sociales, ambientales y relacionados con el propio diseño del programa de ejercicio. En primer lugar, a nivel individual, variables como la motivación intrínseca y extrínseca, la autoeficacia, la percepción del beneficio y la presencia de síntomas (por ejemplo, dolor crónico) son determinantes críticos. Estudios han señalado que una alta autoeficacia y la motivación autodeterminada favorecen el compromiso sostenido con el ejercicio, mientras que factores como la baja autoestima, la depresión o la ansiedad pueden obstaculizar la adherencia (María, 2024)(Torres. A, 2020). De igual forma, aspectos como la inactividad en el tiempo libre o hábitos poco saludables (por ejemplo, el tabaquismo) se han relacionado negativamente con la probabilidad de mantener un régimen regular de actividad física (Andrade Mendez, B, 2016) (Torres. A, 2020).

A nivel del diseño del programa, se ha demostrado que la planificación, la individualización de los ejercicios y la supervisión directa influyen significativamente en la adherencia. La implementación de estrategias de modificación de conducta, tales como la fijación de metas, la educación y el uso de recordatorios electrónicos o mensajes de seguimiento, ha permitido mejorar la adherencia al ejercicio, especialmente en intervenciones autogestionadas y domiciliarias (Ara. G, 2021). En este sentido, la integración de tecnologías de la información -por ejemplo, aplicaciones móviles, plataformas web y dispositivos portátiles de monitoreo- ha mostrado resultados prometedores para mantener el compromiso del paciente a lo largo del tiempo (Cohen-Mansfield & Sommerstein, 2018)(Chan et al., 2022).

En el ámbito social, el apoyo familiar, la cohesión grupal y la existencia de una red de soporte también son elementos fundamentales. Estudios comparativos han evidenciado que la interacción social, ya sea en programas grupales o mediante sistemas de apoyo entre pares, puede mejorar significativamente la adherencia, aunque existen hallazgos que sugieren que, en ciertos contextos, la realización de ejercicios en casa puede resultar en una adherencia superior y más sostenida a largo plazo (Torres. A, 2020). No obstante, la influencia del entorno social es variable y depende tanto de las características del grupo como de las preferencias individuales de cada paciente; la cohesión grupal puede potenciar la motivación, pero la falta de

interacción social no necesariamente disminuye la adherencia si se compensan otros factores facilitadores (Torres. A, 2020).

Finalmente, factores externos como la disponibilidad de tiempo, el costo, la accesibilidad a instalaciones adecuadas y las condiciones climáticas también afectan la capacidad del individuo para mantener la actividad física prescrita (Torres. A, 2020)(Ara. G, 2021). La interacción de estos determinantes, que abarcan desde barreras personales (por ejemplo, la fatiga, la incomodidad al ejercitarse) hasta limitaciones ambientales y organizativas, subraya la naturaleza multifacéticas de la adherencia y la necesidad de abordar el problema a través de intervenciones integrales y adaptadas a las condiciones específicas de cada población (Ara. G, 2021) (Torres, A, 2020).

3. Capítulo 3

3.1 Relación de la frecuencia cardiaca en reposo y el consumo máximo de oxígeno

Se fundamenta en la ecuación de Fick, en la que el VO₂ depende del gasto cardiaco -producto de la FC y el volumen sistólico- multiplicado por la diferencia arteriovenosa de oxígeno. Este vínculo fisiológico establece que, para un mayor VO₂ máx, se requiere un incremento en la capacidad del corazón para bombear sangre y entregar oxígeno a los tejidos (Vásquez Gomez, 2013).

Durante el ejercicio, la FC aumenta de manera casi lineal en respuesta a la demanda energética, lo que permite utilizarla como un indicador práctico para cuantificar la intensidad del esfuerzo. En condiciones de ejercicio submáximo y máximo, se ha observado que incrementos en la FC se corre con mayores requerimientos de oxígeno, evidenciando una relación directa entre estas variables en situaciones de estado estacionario (Vásquez Gomez, 2013).

Asimismo, la prescripción de ejercicio basada en la FC se ha validado en estudios que comparan diferentes métodos -ya sean basados en el (VO₂ máx), en la reserva de FC o en la percepción del esfuerzo-, demostrando que mantener la FC por encima de ciertos umbrales (por ejemplo, el 70% o el 90-95% de FCmáx) es suficiente para inducir

adaptaciones que mejoran la capacidad aeróbica (Foster et al., 2015). Estudios comparativos han demostrado que los métodos de prescripción que utilizan la FC, el VO₂ máx o la percepción del esfuerzo general son estímulos fisiológicos similares (Policarpo et al., 2019).

Una característica importante de esta relación es la correspondencia entre los porcentajes de VO₂ máx y los de FCmáx. Por ejemplo, en ciertos estudios se ha documentado que intensidades equivalentes a aproximadamente el 35%, 62% y 80% del VO₂ máx se corresponden con un 57%, 77% y 90% de la FCmáx, respectivamente. Esta proporción permite personalizar y ajustar los programas de entrenamiento en función de las capacidades individuales, aprovechando la facilidad que ofrece la medición de la FC para estimar el esfuerzo relativo (Vásquez Gómez, 2013).

Otro aspecto fundamental es la FC de recuperación post-ejercicio, la cual se utiliza como un marcador indirecto del estado cardiopulmonar y de la capacidad aeróbica. Una rápida disminución de la FC tras el ejercicio indica una reactivación eficiente del sistema parasimpático, y se ha demostrado que sujetos con mayor VO₂ máx presentan una recuperación más rápida, lo que a su vez valida la utilidad de la FC de recuperación para predecir la condición física (Vásquez Gómez, 2013).

La aplicación práctica de la relación entre FC y VO₂ máx se extiende tanto a contextos deportivos como clínicos. En poblaciones sanas, una respuesta moderada de FC durante ejercicios submáximos suele reflejar una mayor eficiencia cardiovascular, mientras que en sujetos con patologías (como en pacientes con EPOC, post-síndrome coronario o post-ictus) alcanzar umbrales de FC elevados mediante entrenamientos interválicos de alta

intensidad se asocia con mejoras en el VO₂ peak y en la función cardiopulmonar (Gjellesvik et al., 2020).

Además, investigaciones recientes han incorporado tecnologías emergentes, como aplicaciones de smartphone, para estimar el VO₂ máximo mediante la medición de la FCr y durante el ejercicio. Estas innovaciones refuerzan la utilidad de la FC como herramienta práctica y accesible para evaluar la capacidad aeróbica, especialmente en entornos donde los análisis directos de gasometría no son factibles (Policarpo et al., 2019).

En resumen, la FC es un indicador esencial para la monitorización y prescripción del ejercicio, ya que su relación directa con el VO₂máx permite evaluar la intensidad y la respuesta adaptativa del sistema cardiovascular. Tanto la respuesta durante el ejercicio como las FC de recuperación ofrecen información valiosa sobre la capacidad aeróbica y la eficiencia del entrenamiento, consolidándose como parámetros clave en la evaluación y mejora de la condición física.

3.2 Relación de frecuencia cardiaca en reposo y presión arterial

La interacción entre la FC y la PA se fundamenta en una compleja regulación neurovegetativa y hemodinámica. Ambos parámetros son modulados primordialmente por el sistema nervioso autónomo (SNA), en el que el equilibrio entre las ramas simpática y parasimpática determina tanto la VFC como los niveles de PA (Veloza et al., 2019). Esta interrelación es esencial para mantener la homeostasis cardiovascular y responder a estímulos fisiológicos y ambientales.

Los barorreceptores arteriales desempeñan un rol crucial al detectar variaciones en la PA y desencadenar respuestas reflejas que ajustan la FC. Mediante mecanismos de retroalimentación, un incremento en la PA activa una respuesta parasimpática que reduce la FC (Trejo et al., 2017) (Hernández et al., 2016). Este ajuste fino permite una regulación rápida y eficaz de la hemodinámica, preservando el equilibrio arterial.

Factores externos, como el ejercicio físico y la exposición a ruidos ambientales, influyen significativamente en esta relación. Por ejemplo, la realización de AF de intensidad moderada incrementa la VFC y reduce la PA, lo que refleja una mayor modulación parasimpática y un estado cardiovascular adaptativo y protector (Veloza et al., 2019)(Pérez et al., 2023b). Por otro lado, la exposición a niveles elevados de ruido activa el eje hipotálamo-pituitaria-adrenal, elevando los niveles de cortisol y catecolaminas, lo que se traduce en aumentos simultáneos tanto en la FC como en la PA, incrementando el riesgo de hipertensión arterial (González-Calderón et al., 2022).

En el ámbito hormonal, se han observado diferencias que afectan a la relación entre FC y PA. En mujeres premenopáusicas, la acción del estrógeno, especialmente del estradiol, ejerce un efecto cardioprotector al inhibir la liberación de catecolaminas, lo que se asocia con niveles más bajos de FC y PA. En contraste, en hombres y en individuos de mayor edad, la disminución de los niveles de estrógenos y un predominio del tono simpático contribuyen a una elevada FC y PA correlacionando con un mayor riesgo cardiovascular (Veloza et al., 2019).

Desde una perspectiva hemodinámica, la relación entre FC y PA también se explica por la influencia de la FC en el gasto cardíaco. El gasto cardíaco, que se determina por la FC y el volumen sistólico, es un factor determinante de la PA. Un aumento en la FC, en ausencia de cambios compensatorios en la resistencia periférica, puede elevar el gasto cardíaco y, por tanto, la PA (Veloza et al., 2019). Además, una disminución en la VFC se ha relacionado con una menor elasticidad arterial, lo que potencia el riesgo de hipertensión y eventos cardiovasculares (Veloza et al., 2019).

La monitorización simultánea de la FC y la PA es fundamental en la práctica clínica. Los dispositivos automáticos que permiten la medición conjunta de estos parámetros han demostrado ser útiles en la toma de decisiones terapéuticas, incluso en situaciones complejas como la fibrilación auricular (Pérez et al., 2023). Además, los patrones circadianos de la PA, como el fenómeno “dipper” durante el sueño, se asocian con una disminución paralela de la FC, reflejando una adecuada modulación autonómica; en contraste, la ausencia de esta reducción se vincula a un mayor riesgo de complicaciones cardiovasculares (Hernández et al., 2016).

En síntesis, la FC y la PA están íntimamente ligadas por mecanismos regulatorios que involucran tanto la actividad del SNA como respuestas hemodinámicas intrínsecas. Las variaciones en la FC, inducidas por factores como el ejercicio, el estrés ambiental o cambios hormonales, inciden directamente en la PA mediante modificaciones en el gasto cardíaco y la resistencia vascular. Este complejo entramado neurocardiovascular subraya la importancia de evaluar de manera conjunta ambos parámetros para optimizar la prevención,

el diagnóstico y el manejo de enfermedades cardiovasculares (Veloza et al., 2019)(Trejo et al., 2017).

3.3 Relación del consumo máximo de oxígeno y la presión arterial

El (VO₂ máx) es un parámetro fundamental para evaluar la capacidad cardiorrespiratoria y la eficiencia del sistema cardiovascular durante el ejercicio. Este valor representa la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar e intercambiar en condiciones de esfuerzo máximo, integrando funciones metabólicas, circulatorias y ventilatorias (Arana Sabogal & Álvarez Ramírez, 2017). Un VO₂ máx elevado indica un sistema cardiovascular en óptimas condiciones, lo cual resulta crucial para satisfacer la elevada demanda metabólica de los músculos en actividad.

Durante el ejercicio, se observa un incremento progresivo de la PA, principalmente en su componente sistólico, debido al aumento del gasto cardíaco y la solicitud de oxígeno por parte del tejido muscular (Ruben Oviedo et al., 2017). Este incremento es un mecanismo fisiológico que permite optimizar la perfusión y la entrega de oxígeno a nivel muscular. Sin embargo, tras la sesión de ejercicio se produce un fenómeno de hipotensión post-ejercicio, caracterizado por una reducción prolongada en los valores de presión arterial en reposo, lo cual se asocia a una disminución en la resistencia vascular de presión arterial en reposo, lo cual se asocia a una disminución en la resistencia vascular periférica y constituye un efecto protector, especialmente en individuos hipertensos (Aguilar, 2020).

La prescripción de ejercicio aeróbico, basada en porcentajes específicos del VO₂ máx (usualmente entre 40% y el 60%), permite modular la intensidad de la actividad de forma

segura, favoreciendo así una mejora en la capacidad aeróbica y en la regulación de la PA (Aguilar, 2020). Estos programas de entrenamiento, al inducir adaptaciones tanto cardiovasculares como vasculares, reducen la presión arterial en reposo y durante el ejercicio, lo que repercute positivamente en el perfil de riesgo coronario y en la calidad de vida de los pacientes hipertensos.

En el contexto de la rehabilitación cardíaca, la mejora del VO₂ máx se asocia a reducciones significativas en la PA y en la frecuencia cardíaca basal, reafirmando la importancia del ejercicio físico controlado en el tratamiento y prevención de enfermedades cardiovasculares. La utilización de métodos de evaluación, como las pruebas de esfuerzo submáximas y máximas, permite estimar de forma indirecta el VO₂ máx y diseñar programas de entrenamiento personalizados que optimicen la respuesta cardiovascular (Arana Sabogal & Álvarez Ramírez, 2017)(Alfredo & Daniel, 2024b).

La regulación autonómica desempeña un papel esencial en la relación entre el VO₂ max y la PA. Durante el ejercicio se activa el sistema simpático para aumentar la FC y el gasto cardíaco, mientras que el reflejo barorreflejo y la actividad parasimpática intervienen en la modulación de estos parámetros para mantener la homeostasis cardiovascular (Espinoza-Salinas et al., 2016). Esta interacción garantiza que, a pesar del elevado consumo de oxígeno durante el ejercicio, la PA se ajusta de manera que se satisfacen las demandas metabólicas sin comprometer la integridad del sistema circulatorio.

Factores externos, como la altitud, también influyen en la relación entre VO₂ máx y PA. A medida que aumenta la altitud, la disponibilidad de oxígeno disminuye y se observa

una reducción en el VO₂ máx, lo que conlleva ajustes cardiovasculares; por ejemplo, se incrementa la PAS en respuesta al aumento del gasto cardíaco (Espinoza-Salinas et al., 2016). Estos ajustes reflejan la capacidad del sistema cardiovascular para adaptarse a variaciones ambientales, subrayando la necesidad de considerar estas variables en la prescripción del ejercicio.

En conclusión, la relación entre el VO₂máx y la PA es compleja y multifactorial, involucrando respuestas agudas y crónicas del sistema cardiovascular ante diferentes estímulos del ejercicio. Un VO₂ máx elevado no solo refleja una excelente capacidad aeróbica, sino que también se asocia a una regulación más eficiente de la PA, lo que resulta determinante para la prevención y el tratamiento de la hipertensión. Por ello, la aplicación de programas de ejercicio basados en el VO₂ máx constituye una estrategia clave para mejorar la salud cardiovascular y optimizar el rendimiento físico (Alfredo & Daniel, 2024).

4. Metodología

4.1 Tipo de estudio: La investigación adopta un enfoque observacional-descriptivo con corte transversal, basado en la recolección puntual de datos para examinar las variables en un periodo definido. Según Polit y Hungler (1997), este diseño es útil para caracterizar a sujetos que comparten un contexto a han sido expuestos a una intervención específica, sin realizar seguimiento longitudinal.

Se realizó un consentimiento informado donde se explicó los objetivos, el tipo de estudio y qué implicaciones tuvieron los participantes.

4.2 Organización de la investigación:

4.2.1 Lugar de investigación: la recolección de información de esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad del Valle, sede Meléndez.

4.2.2 Población: La investigación contó con una muestra de 452 estudiantes en la Universidad del Valle, cuyas edades oscilaban entre 18 y 39 años. Todos los participantes se encontraban matriculados en la asignatura Deporte Formativo al momento del estudio. La participación fue completamente voluntaria, y para ser incluidos en la investigación, los sujetos aceptaron someterse a todas las evaluaciones programadas y cumplieron con los criterios de inclusión predefinidos.

Reclutamiento de los participantes: Tras obtener la autorización de Bienestar Universitario, se realizó una convocatoria general a los estudiantes matriculados en Deporte Formativo durante el periodo 2022 I-II, organizando reuniones informativas por grupos de clase donde se explicaron los objetivos del estudio, la metodología de recolección de datos y el cronograma establecido. El personal capacitado (docentes-investigadores) se encargó de aplicar los instrumentos, gestionar la participación voluntaria mediante consentimientos informados escritos y coordinar las jornadas programadas para la toma de muestras.

4.2.3 Muestra: La investigación se enfocó en evaluar múltiples variables relacionadas con el rendimiento físico, el estado de salud y los perfiles genéticos. Para el diseño muestral, se tomó como variable central la capacidad aeróbica de los participantes, la cual se determinó mediante el VO₂máx. El propósito fue calcular la media poblacional utilizando un intervalo de confianza del 95% y un margen de error de 0.50 ml/kg/min.

Previamente, se llevó a cabo un estudio piloto con el objetivo de obtener estimaciones preliminares para el diseño del muestreo. En esta fase exploratoria, se identificó una desviación estándar (σ) de 39.25. Con estos datos, se determinó el tamaño de la muestra requerido mediante un enfoque de muestreo aleatorio simple.

$$\left(\frac{\sigma Z_{\alpha/2}}{\delta}\right)^2 = n \quad \bullet \quad \frac{39,27461883(1.96)}{(0.50)^2} = n = 604$$

El valor (n) representa el tamaño muestral teórico necesario para una población infinita. En nuestra investigación, trabajamos con una población estimada de 1,800 alumnos



participantes en el programa de deporte formativo. Tras aplicar el ajuste por población finita, el tamaño de la muestra final quedó establecido en 452 estudiantes.

Para la selección de la muestra, se consideró la distribución etaria de los estudiantes, cuyo rango se extendía entre los 18 y 39 años.

Consecuentemente, los 452 sujetos de estudio fueron distribuidos en tres grupos de edad: 18-24.9 años, 25-31.9 años y 32-39 años. Esta distribución se efectuó mediante un método de asignación proporcional, basado en los siguientes pesos demográficos:

$$W_1 = 0.80$$

$$W_2 = 0.11$$

$$W_3 = 0.09$$

De acuerdo con esta asignación, los tamaños de muestra para cada subgrupo de edad serán:

$$18 - 25 \rightarrow 362 \text{ estudiantes}$$

$$25 - 32 \rightarrow 50$$

$$32 - 39 \rightarrow 41$$

4.2.4 Criterios de inclusión: La selección de participantes se realizó mediante un muestreo intencional con convocatoria abierta. Se invitó voluntariamente a estudiantes de 18 a 39 años matriculados en Deporte Formativo durante el periodo 2022 I-II, que cumplieran con los siguientes requisitos: (a) Clasificados como saludables según una evaluación médica abreviada. (b) Sin consultas médicas por enfermedades físicas o mentales en los tres meses previos al estudio.

Criterios de exclusión: participantes que presentaran: limitaciones físicas para realizar actividad deportiva, enfermedades crónicas como insuficiencia hepática/renal, trastornos tiroideos, diabetes (tipo I/II) o enfermedades autoinmunes, obesidad mórbida ($IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$), antecedentes de cáncer, cardiopatías, patologías respiratorias graves o infecciones sistémicas y embarazo confirmado.

4.2.4.1 Instrumentación: Para llevar a cabo satisfactoriamente esta investigación se utilizó la siguiente instrumentación.

4.2.4.2 Antropometría:

- (2) Tensiómetros marca Welch Allyn manovacuometro digital Aschroft Modelo AQS-2 serie AQS-3400, rango de medición 15 a 30 psi
- (2) Báscula Tanita BC558 0,1 kg de precisión. (Masa corporal y porcentaje de grasa)

Biomecánico:

- (1) Computador portátil Toshiba Satellite A305-s6916

Metrología: Los equipos biomédicos han sido recientemente adquiridos por el plan de Educación Física y Deportes (Último semestre de 2019 y primer del 2020) y se usarán por primera vez en la investigación, los cuales el proveedor entregó con la información de la calibración y el cronograma de mantenimiento de acorde a las disposiciones vigentes según la articulación con el esquema de control metrológico legal establecido para Colombia por el Decreto 2269 de 19932 y posteriormente el Decreto 1471 de 20143, dentro de la clasificación de los equipos biomédicos en el grupo I-II.



En este contexto, el control metrológico legal, definido por el Decreto 2269 de 1993 y posteriormente el Decreto 1471 de 2014, se aplica únicamente al primer grupo (medición, pesaje o conteos, los cuales serán estipulados para su control por parte del Programa de Educación Física.

4.2.5 Métodos de recolección de la información: En el proceso de recolección de los datos se realizarán las siguientes mediciones:

4.2.5.1 Encuesta:

Los estudiantes fueron convocados a participar en la investigación mediante una sesión informativa grupal. Durante este encuentro, se les solicitó completar un formulario digital de Google Forms que recopila información sobre sus antecedentes familiares, personales, médicos y datos sociodemográficos. Este instrumento, previamente descrito en los cuestionarios de la investigación, fue distribuido a través de un enlace enviado por correo electrónico. El objetivo de este proceso fue identificar los factores de riesgo cardiovascular, tanto modificables como no modificables, presentes en la población estudiantil inscrita en la asignatura de Deporte Formativo.

4.2.5.2 Antropométrico y Paraclínicos: Se dividió en dimensiones del cuerpo y composición corporal. Hoja de registro: A cada unidad se le tomó los datos relevantes para la caracterización sociodemográfica, además de algunos datos antropométricos referidos a continuación.

4.2.5.3 Dimensiones corporales:

4.2.5.3.1 Talla: Para la toma de medidas antropométricas, los participantes permanecieron de pie sin calzado, manteniendo una postura erguida según el protocolo establecido (Sillero, 2005). La posición requerida incluyó: alineación de los pies en posición paralela, con los talones en contacto y apoyados en el borde posterior del equipo de medición; separación moderada de las puntas de los pies; contacto simultáneo de glúteos, región dorsal y región occipital con el plano vertical del tallímetro.

4.2.5.3.2 Toma de la TA: Los participantes fueron instruidos para permanecer sentados durante cinco minutos en posición de reposo, con la espalda apoyada contra el respaldo de la silla, pies apoyados en el suelo sin cruzar las piernas, y el brazo relajado a nivel cardíaco. Se enfatizó que debían mantener una postura relajada, evitando contracciones musculares, y se verificó que no hubieran consumido sustancias estimulantes o tabaco previamente. (ADA, 2017).

Para la medición, se seleccionó un manguito de tamaño apropiado según el diámetro braquial (pequeño, mediano o grande). Una vez colocado y ajustado correctamente, se activó el tensiómetro automático mientras se mantenía un ambiente de silencio. Este protocolo estandarizado se aplicó en ambos brazos, registrando para el análisis el valor más elevado obtenido entre las dos mediciones.

4.2.5.3.3 Toma de la frecuencia cardíaca en reposo: Para la toma de FCr, calorías y distancia del individuo durante la AF mediante el uso de un Polar H10.

4.2.5.3.4 Masa Corporal: Se determinó poniéndose de pies sobre la báscula BC558 en posición anatómica y con la menor cantidad de ropa posible. IMC: El índice de masa corporal (IMC) es la medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo.

4.2.6 Pruebas físicas:

Caminata de 2 kilómetros: Test de 2 km. Es un test submaximal que se realiza caminando sobre una superficie plana, utilizando su estilo habitual, con el objetivo de determinar el VO₂máx de manera indirecta. Riesgo: Enfermedad cardiovascular severa y obesidad mórbida.

4.2.7 Protocolo de seguridad y procedimientos: Como medida preventiva, el equipo investigativo conocía detalladamente los protocolos institucionales de atención a emergencias. Esta preparación permitió responder adecuadamente ante cualquier eventualidad durante las evaluaciones funcionales o motoras, incluyendo la coordinación con los servicios de salud cuando fue necesario. En dichos casos, se garantizó el traslado del participante con su documentación académica y médica, notificando inmediatamente a sus representantes legales o familiares.

Procedimiento de evaluación: Las mediciones fueron realizadas por el personal calificado, capacitado específicamente en: aplicación de técnicas antropométricas estandarizadas, uso correcto de los instrumentos de medición, registro sistemático de datos. Cada evaluación se condujo de forma individual en un espacio privado, asegurando así la confiabilidad de los resultados y el respeto por la intimidad de los participantes.

Confidencialidad de los participantes: El equipo de investigación capacitó previamente a personal auxiliar en protocolos estandarizados para mediciones antropométricas, evaluación de aptitud física (batería Alpha-Fit para adultos) y monitoreo de PA, refiriendo a los participantes con valores anómalos a valoración médica especializada. Todos los datos recolectados -incluyendo cuestionarios digitales- se codificaron para garantizar el anonimato, almacenándose de forma segura en las instalaciones del programa de Educación Física bajo la supervisión del investigador principal, previa entrega del consentimiento informado firmado a cada voluntario.

Riesgos Potenciales: Este estudio, clasificado como investigación de riesgo mínimo tipo B, no generó riesgos físicos, psicológicos, sociales ni legales para los participantes. Los resultados proporcionaron a los estudiantes información valiosa sobre su estado de salud, incluyendo una evaluación predictiva de riesgo cardiovascular y posibles condiciones cardiometabólicas asociadas a sedentarismo, hábitos alimenticios inadecuados y estrés, lo que permitió generar conciencia sobre medidas preventivas. Como apoyo adicional, los cuestionarios digitales incluyeron los contactos del servicio psicológico universitario (teléfono: 3212374 ext. 19, correos: maria.correa@correounivalle.edu.co e institutopsicologia@correounivalle.edu.co) para atender cualquier eventualidad durante el proceso.

Tabla 1: Actividades y responsabilidades del estudio.

ACTIVIDAD	PRUEBAS	TIEMPO (min) x Usuario	RESPONSABLES	ESPACIO
ENCUESTA	Cuestionarios via internet	30 min	Profesores	Universidad del Valle
ANTROPOMETRIA	Talla	10	Docente	
	Peso			
	Perímetros	N/A		
	IMC			
PARACLINICAS	Presión arterial	4	Profesores	
CLINICAS ADN	Raspado bucal ADN	5	Biólogo, Maestría en Ciencias Grupo Genética Molecular	
PRUEBAS FÍSICAS	Prueba de Alphafit Adultos	30	Docente	
Análisis estadístico y comité de publicación	Pruebas estadísticas, escritura de documento final	5	Profesores	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Instrumentos y equipamiento para el desarrollo del estudio.

EQUIPO	MARCA-REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
Bandas frecuencia cardiaca	Polar H10	Toma de frecuencia cardiaca, calorías y distancia del individuo durante la actividad física
IPAD	Apple 32Gb	Control de las bandas de frecuencia cardiaca
Bascula de composición corporal	Tanita BC 558	Brinda un estimado por biompedancia, la composición corporal del sujeto
Cronómetros	Casio Hs - 3w 1/100	Toma del tiempo
Tensiómetros digitales	Welch Allyn Probp 3400	Presion arterial del sujeto

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8 Análisis estadístico: El procesamiento de datos se realiza mediante herramientas estadísticas especializadas, incluye Excel 2013 para la organización inicial para la organización inicial de la información, seguido de Epi-info 2005 y SPSS (versión 21) para la aplicación de pruebas estadísticas y generación de resultados.

El análisis estadístico se desarrolló en tres etapas principales orientadas a establecer la relación entre la capacidad aeróbica (VO₂máx) y las variables fisiológicas de presión arterial. En primer lugar, se efectuó una **caracterización descriptiva de la muestra**, identificando medidas de tendencia central y dispersión para cada variable. Posteriormente, se aplicaron **pruebas de comparación por sexo**, utilizando pruebas t de Student o U de Mann–Whitney según la distribución de los datos, con el fin de determinar si existían diferencias significativas en las variables cardiovasculares y de rendimiento cardiorrespiratorio entre hombres y mujeres.

En la segunda fase, se implementó un **modelo de regresión lineal múltiple** para evaluar la influencia conjunta de la presión arterial media y el sexo sobre el VO₂máx. Este procedimiento permitió estimar el grado de asociación entre las variables, controlar posibles efectos de confusión y cuantificar el aporte individual de cada predictor al modelo. La validación se realizó mediante los coeficientes de determinación (R^2 y R^2 ajustado), el error estándar de la estimación y la prueba F global, asegurando la significancia estadística y la coherencia de los resultados con los supuestos de regresión lineal.

5. Resultados

La presente sección expone los hallazgos derivados del análisis estadístico llevado a cabo para explorar la relación entre el VO₂máx y los signos vitales de presión arterial en estudiantes de deporte formativo de la Universidad del Valle. Se describen, en texto corrido y sin viñetas, los datos contenidos en cada una de las tablas generadas durante el estudio, resaltando las diferencias por sexo y la contribución de la PA media a la predicción del VO₂max.

Tabla 2. Modelo de regresión lineal múltiple para VO₂max. Presenta el modelo de regresión lineal múltiple elaborado para explicar el VO₂max a partir de la PA media y el sexo. El modelo, cuya ecuación quedó definida como $VO_2max = 57.290 + (-8.708 \times Sexo_Femenino) + (-0.233 \times Presión\ Arterial\ Media)$, alcanzó un R² de 0.177 y un R² ajustado de 0.172, con un error estándar de la estimación de 8.84 ml·kg⁻¹·min⁻¹. Estos valores indican que aproximadamente el 17% de la variabilidad del VO₂max se explica por las dos variables incluidas. El coeficiente negativo asociado al término Sexo_Femenino (-8.708; p < 0.001) confirma que, manteniendo constante la PA media, las mujeres presentan un VO₂max en promedio 8.71 ml·kg⁻¹·min⁻¹ menor que los hombres. Por su parte, cada

incremento de 1 mmHg en la PA media se asoció con una reducción de 0.233 ml·kg⁻¹·min⁻¹ en el VO₂max ($p < 0.001$), subrayando el impacto adverso de valores tensionales más altos sobre la capacidad aeróbica. La prueba global de significancia arrojó un estadístico $F = 36.736$ con $p < 0.001$, lo que respalda la validez global del modelo para la población estudiada.

Tabla 3. Características de la población. Resume las características demográficas y fisiológicas de los 350 participantes, con una distribución ligeramente predominante de mujeres (184, 52.6%) frente a hombres (166, 47.4%). La edad mediana fue 21 [19–23] años en los varones y 20 [18–22] años en las mujeres, diferencia que resultó estadísticamente significativa ($p = 0.026$). En cuanto a los signos vitales, los hombres mostraron una PAS promedio de 128.95 ± 11.32 mmHg, claramente mayor que la de las mujeres (115.49 ± 11.02 mmHg; $p < 0.001$). La PAD siguió la misma tendencia con valores de 73.59 ± 9.71 mmHg para hombres frente a 70.83 ± 8.65 mmHg en mujeres ($p = 0.005$). La PA media resultante fue 92.04 ± 8.73 mmHg en el grupo masculino y 85.72 ± 8.59 mmHg en el femenino, diferencia altamente significativa ($p < 0.001$). Finalmente, los hombres alcanzaron un VO₂max mediano de 37.05 [31.44–41.86] ml·kg⁻¹·min⁻¹, mientras que las mujeres obtuvieron 27.88 [24.63–31.79] ml·kg⁻¹·min⁻¹ ($p < 0.001$), lo que confirma una mayor capacidad cardiorrespiratoria en los varones

Tabla 3. *Caracterización de la muestra y comparación por sexo.*

Características	Masculino	Femenino	p
<i>Sexo</i>	166 (47.4%)	184 (52.6%)	
<i>Edad (Años)</i>	21.00 [19.00, 23.00]	20.00 [18.00, 22.00]	0.026
<i>Presión Arterial Sistólica (mmHg)</i>	128.95 (11.32)	115.49 (11.02)	<0.001
<i>Presión Arterial Diastólica (mmHg)</i>	73.59 (9.71)	70.83 (8.65)	0.005
<i>Presión Arterial Media (mmHg)</i>	92.04 (8.73)	85.72 (8.59)	<0.001
<i>VO₂Max (ml/kg/min)</i>	37.05 [31.44, 41.86]	27.88 [24.63, 31.79]	<0.001

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, los resultados de la Tabla 3 demuestran claras diferencias de sexo en la PA y en la capacidad aeróbica, mientras que los parámetros de la Tabla 4 confirman que tanto el sexo como la PA media son predictores estadísticamente significativos del VO₂max. Estos hallazgos apoyan el objetivo general de la investigación al evidenciar la relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y los signos vitales de PA en estudiantes de DF.

Tabla 4. Modelo de regresión lineal múltiple para VO₂máx.

	B	Beta	p
<i>(Constante)</i>	57.290		0.000
Modelo de regresión lineal múltiple <i>Sexo_Femenino = 1</i>	-8.708	-0.448	0.000
<i>Presión Arterial Media (mmHg)</i>	-0.233	-0.216	0.000

a. Variable dependiente: VO₂Max

Estadísticas del modelo	
<i>R Cuadrado</i>	0.177
<i>R Cuadrado ajustado</i>	0.172
<i>Error estándar de la estimación</i>	8.83713
<i>F</i>	36.736
<i>Valor p</i>	>0.001

Fuente: Elaboración propia.



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y
PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS -
UNIVALLE

6. Discusión

El objetivo principal del estudio era determinar la relación entre los valores de VO₂máx y las variables fisiológicas de FCr y PA en los estudiantes universitarios pertenecientes a los cursos de deporte formativo de la Universidad del Valle. Los resultados obtenidos nos permitieron establecer asociaciones fisiológicas relevantes que respaldan y fundamentan los objetivos planteados.

Los resultados arrojaron diferencias significativas entre hombre y mujeres en los valores de PAS, PAD y presión arterial media (PAM) y en la capacidad cardiorrespiratoria estimada mediante el VO₂máx. Por un lado, los hombres presentaron valores más elevados de PAS de 128.95 ± 11.32 mmHg, una PAD DE 73.59 ± 9.71 mmHg y una PAM de 92.04 ± 8.73 mmHg, mientras que las mujeres mostraron valores significativamente menores (115.49 ± 11.02 mmHg, 70.83 ± 8.65 mmHg y 85.72 ± 8.59 mmHg, respectivamente; $p < 0.001$ para las 3 variables). En cuanto a la capacidad aeróbica, el VO₂máx estimado fue también significativamente superior en los hombres ($37.05 [31.44-41.86]$ ml·kg⁻¹·min⁻¹) en comparación con las mujeres ($27.88 [24.63-31.79]$ ml·kg⁻¹·min⁻¹, $p < 0.001$). De forma similar, un estudio del año 2022 realizado a miembros relativamente nuevos de gimnasios,

se encontró que los niveles de actividad física total y la actividad moderada-vigorosa se correlacionaron positivamente con el VO₂máx, aunque dichas asociaciones disminuyeron al ajustar por edad y porcentaje de grasa corporal. En dicho estudio, los valores promedio de VO₂máx fueron de 40.5 ± 7.2 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ para hombres y 35.1 ± 6.0 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ para mujeres, lo que refuerza la tendencia observada en la presente investigación, donde los hombres presentan valores superiores de capacidad cardiorrespiratoria. Este hallazgo coincide con estudios previos como el de Vásquez, Godoy y Gajardo (2018), quienes reportaron que el sexo, el peso corporal y otros parámetros fisiológicos influyen significativamente en la predicción del VO₂máx en población universitaria.

Asimismo, se evidenció que el sexo es un predictor significativo del VO₂máx, observándose una diferencia promedio de -8.71 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ en mujeres respecto a los hombres, tras ajustar por PA media ($p < 0.001$). Este patrón podría atribuirse tanto a factores fisiológicos como hormonales, así como a diferencias en la masa muscular y el volumen sistólico, tal como ha sido documentado en la literatura científica (Shin & Ha, 2016).

La relación inversa identificada entre la PA media y el VO₂máx es especialmente relevante. El modelo de regresión lineal múltiple elaborado mostró que por cada incremento de 1 mmHg en la PA media, el VO₂máx disminuye en 0.233 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($p < 0.001$), lo que sugiere un impacto adverso de valores tensionales elevados sobre la capacidad aeróbica, incluso en sujetos jóvenes y físicamente activos. En ese sentido, los hallazgos se alinean con los resultados publicados en la Revista Española de Cardiología (2020), donde se

encontró que una menor frecuencia cardíaca en reposo y una PA óptima se relacionaban significativamente con un mayor VO₂máx y menor riesgo cardiovascular en adultos jóvenes físicamente activos. Este estudio respalda la relación inversa entre presión arterial y capacidad cardiorrespiratoria, enfatizando la importancia de mantener niveles adecuados de condición física para preservar la salud cardiovascular. Esta observación se alinea con los hallazgos de Zanoletti-Mannello et al. (2019), quienes también reportaron que niveles más altos de PA en reposo pueden relacionarse con una menor eficiencia cardiovascular durante el esfuerzo máximo.

Por otro lado, aunque el presente análisis incluyó la FCr como una variable fisiológica relevante, su poder predictivo sobre el VO₂máx fue limitado en este modelo. Esto podría explicarse por la relativa homogeneidad de la muestra estudiada en términos de edad y nivel de AF, lo que restringe la variabilidad necesaria para establecer asociaciones estadísticamente más robustas. La edad promedio fue de 21.00 [19.00 - 23.00] años en los hombres y 20.00 [18.00 - 22.00] años en las mujeres ($p = 0.026$), lo que indica una población joven y con características similares en ambos grupos.

El modelo propuesto alcanzó un R^2 ajustado de 0.172, indicando que aproximadamente el 17% de variabilidad del VO₂máx fue explicada por las variables sexo y PA media. El modelo presentó además un $F = 36.736$, error estándar = 8.83713 y un nivel de significancia de $p < 0.001$, lo cual confirma la validez estadística del ajuste. Aunque este valor de R^2 ajustado es modesto, resulta consistente con investigaciones similares en

población joven, donde la multifactorialidad de la capacidad aeróbica dificulta su predicción precisa mediante un número reducido de variables (Vásquez et al; 2018).

En conjunto, los hallazgos de este estudio refuerzan la estrecha interrelación entre la función cardiovascular y la capacidad cardiorrespiratoria, subrayando el papel determinante del sexo y la presión arterial media en el rendimiento aeróbico de jóvenes universitarios. La evidencia obtenida confirma que, aun en poblaciones jóvenes y aparentemente saludables, valores tensionales elevados pueden comprometer la eficiencia del transporte y aprovechamiento del oxígeno, afectando negativamente el VO₂máx. Estos resultados no solo respaldan la necesidad de promover estilos de vida activos y el control temprano de la presión arterial, sino que también destacan la utilidad del VO₂máx como un marcador integral de salud cardiovascular. En definitiva, el estudio aporta evidencia sólida que invita a considerar la capacidad aeróbica y la regulación hemodinámica como componentes esenciales en la prevención y promoción de la salud en contextos universitarios.

Entre las fortalezas de este estudio se destaca el tamaño muestral amplio (n=452) y la participación de sujetos activos pertenecientes a programas de DF, lo cual aporta representatividad a los hallazgos. Sin embargo, deben considerarse algunas limitaciones, como el carácter transversal del diseño, que impide establecer relaciones causales, y la falta de control de otros factores que pueden influir en el VO₂máx, como la composición corporal, el tipo de entrenamiento o la genética.

En conjunto, estos resultados respaldan el objetivo general del estudio al demostrar una relación significativa entre el VO₂máx y la PA en reposo, e identificar diferencias fisiológicas relevantes según el sexo. A partir de estos hallazgos, se recomienda realizar investigaciones longitudinales que permitan evaluar la evolución de estos parámetros en función de la carga de entrenamiento y otros EVS.

La investigación aporta al campo de la educación física una caracterización precisa de la relación entre el VO₂máx y variables fisiológicas como la PA y la FC en estudiantes universitarios vinculados a programas de DF.

Los hallazgos permiten comprender de manera más profunda el perfil fisiológico de esta población, lo que resulta valioso para la evaluación y el seguimiento del rendimiento físico en contextos educativos y deportivos.

Asimismo, al identificar una asociación inversa entre la PA media y el VO₂máx, incluso en sujetos jóvenes y activos, el estudio refuerza el papel de la educación física como agente clave en la promoción de la salud cardiovascular y la prevención de factores de riesgo desde etapas tempranas de la vida adulta. Además, el modelo de regresión propuesto ofrece una herramienta práctica para estimar la capacidad aeróbica con base en variables accesibles, facilitando su aplicación en entornos académicos sin necesidad de pruebas costosas o invasivas.

Finalmente, este trabajo promueve una educación física basada en evidencia, que integra el rendimiento físico con el cuidado de la salud, y fortalece el enfoque integral en la



formación de los estudiantes. De este modo, contribuye no solo al cuerpo de conocimiento científico en el área, sino también a la mejora de la práctica docente y la toma de decisiones informadas en el ámbito universitario.

7. Conclusiones

La investigación realizada permitió profundizar en la relación entre el VO₂máx y los signos vitales de frecuencia cardíaca en reposo y presión arterial en estudiantes universitarios vinculados al deporte formativo de la Universidad del Valle. El estudio, de corte observacional, transversal y cuantitativo, involucró participantes de diversas carreras que realizaron el test de caminata de 2 kilómetros para estimar VO₂máx, mientras que la FC se midió con dispositivos Polar H10 y la PA con tensiómetros digitales para captar un panorama fisiológico completo.

Con base en el primer objetivo específico, se describieron claramente los valores de VO₂máx, FCr y PA en la muestra, encontrando diferencias significativas según el sexo. Los hombres mostraron niveles superiores de VO₂máx (mediana 37.05 ml·kg⁻¹·min⁻¹) frente a las mujeres (mediana 27.88 ml·kg⁻¹·min⁻¹, $p < 0.001$), junto con presiones arteriales sistólica, diastólica y media más elevadas. La FCr exhibió escasa variabilidad, probablemente por la homogeneidad en edad y AF del grupo, delineando un perfil fisiológico diferenciado por sexo en esta población activa.

Respecto al segundo objetivo, el análisis comparativo evidenció que la PA media se relaciona inversamente y con significancia estadística con el VO₂máx, mientras que la FCr tuvo un poder predictivo limitado. Las diferencias observadas entre hombres y mujeres pueden atribuirse a factores fisiológicos y hormonales, así como a variaciones morfofuncionales como la masa muscular y el volumen sistólico, acorde con estudios



previos (Shin & Ha, 2016). Esto confirma la compleja interacción entre estas variables y la influencia del sexo en la capacidad cardiorrespiratoria y su seguimiento en el ámbito deportivo.

Finalmente, conforme al tercer objetivo, el modelo de regresión lineal múltiple identificó que la PA media y el sexo son predictores estadísticamente significativos del VO₂máx, explicando cerca del 17% de su variabilidad (R^2 ajustado = 0.172; $p < 0.001$). Se observó que cada aumento de 1 mmHg en la PA media se asocia con una reducción de 0.233 ml·kg⁻¹·min⁻¹ en VO₂máx, enfatizando el impacto negativo de presiones arteriales elevadas sobre la capacidad aeróbica incluso en jóvenes físicamente activos. La limitada asociación de la FCr con el VO₂máx dentro del modelo puede responder a la relativa homogeneidad del grupo estudiado. Estos hallazgos refuerzan la relevancia de la PA como un indicador fundamental de salud cardiovascular y rendimiento en poblaciones deportivas universitaria



8. Referencias

Aguilar, P. Á. (2020). Efectos agudos del ejercicio en la presión arterial. Implicaciones terapéuticas en pacientes hipertensos. *Acta Médica Costarricense*, 57(4). <https://doi.org/10.51481/amc.v57i4.897>

Alfredo, C. o. L., & Daniel, P. V. F. (2024b, enero 15). Determinación del consumo máximo de oxígeno mediante la aplicación del Test de Course Navette en estudiantes de la carrera de Medicina de la Universidad de Cuenca, período marzo-agosto 2023. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/43691>

Andrade Mendez, B. (2016). Validez de constructo y confiabilidad del “cuestionario para medir la adherencia al tratamiento de los pacientes con enfermedad cardiovascular”.

Andrés, T. A. L. (2020). Comparación del efecto de un programa de ejercicio grupal o individual sobre la adherencia y el disfrute del ejercicio en personas con obesidad. <https://hdl.handle.net/10669/81653>

Ara Gimeo, A. G. S. (2021). Evaluación de la adherencia a conductas de salud en patologías crónicas desde una perspectiva multidisciplinar: revisión sistemática [Trabajo fin de grado, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/107533/files/TAZ-TFG-2021-2961.pdf>

Arana Sabogal, A. S. D. L., & Álvarez Ramírez, E. A. R. (2017). Correlación entre la voz y los niveles de tensión arterial en el adulto mayor [Trabajo de grado de pregrado, : Unidad Central del Valle del Cauca]. <https://repositorio.uceva.edu.co/bitstream/handle/20.500.12993/971/T0026944.pdf?sequence=1>

Arango-Paternina, C. M., Lobelo, F., Páez-Rubiano, D. C., Petro-Petro, J. A., Llano-García, M., & Duperly-Sánchez, J. (2020). Presión arterial alta asociada con condición física y adiposidad en adolescentes. *Revista de la Facultad de Medicina*, 68(3), 383-390. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n3.7755>



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Blázquez, D. (1995). La iniciación deportiva y el deporte escolar. Barcelona: INDE.

Bond, D. S., Raynor, H. A., Phelan, S., Steeves, J., Daniello, R., & Wing, R. R. (2012). The Relationship between Physical Activity Variety and Objectively Measured Moderate-to-Vigorous Physical Activity Levels in Weight Loss Maintainers and Normal-Weight Individuals. *Journal Of Obesity*, 2012, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2012/812414>

Bragada, J. A., Bartolomeu, R. F., Rodrigues, P. M., Magalhães, P. M., Bragada, J. P., & Morais, J. E. (2022). Validation of StepTest4all for Assessing Cardiovascular Capacity in Young Adults. *International journal of environmental research and public health*, 19(18), 11274. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811274>

Brotons Cuixart, C., Alemán Sánchez, J. J., & Colaboradores. (2018). Recomendaciones preventivas cardiovasculares. Actualización PAPPS 2018. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 10(1), 4-28.

B.P. Hungler, & Denise Polit. (2000). *Investigacion cientifica en Ciencias de la Salud* (6.^a ed.). <https://es.scribd.com/document/376904738/Polit-y-Hungler>

Carballo Espinosa RR, Téllez Díaz Z, García Higuera LR, Massip Nicot J. Adherencia al ejercicio físico de los pacientes incorporados al Programa de prevención y rehabilitación cardiaca. RCMFR [Internet]. 29 de junio de 2017 [citado 21 de julio de 2025];7(1).

Cardozo Pacheco, L. Á., & Cortina Núñez, M. de J. (2013, octubre). Capacidad aeróbica (VO₂max), sobrepeso y obesidad en trabajadores de una universidad de la ciudad de Cartagena, Colombia. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 18(185).

Carlén, A., Eklund, G., Andersson, A., Carlhäll, C.-J., Ekström, M., & Hedman, K. (2022). Systolic Blood Pressure Response to Exercise in Endurance Athletes in Relation to Oxygen Uptake, Work Rate and Normative Values. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 9(7), 227. <https://doi.org/10.3390/jcdd9070227>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2023, 12 de mayo). Cascada de la hipertensión: estimaciones de prevalencia, tratamiento y control de la hipertensión en



adultos estadounidenses mayores de 18 años, aplicando los criterios de la Guía de Hipertensión de 2017 (NHANES 2017–2020). Million Hearts.

Chan, N. P. T., Lai, A. y. K., Choy, H. K., Cheung, D. y. T., Wan, A. N. T., Cheng, V. y. H., Chan, K. Y., Lau, Y. K., Yung, C. Y., Cheung, G. o. C., & Lam, T. H. (2022). Feasibility and Potential Effectiveness of a Smartphone Zero-Time Exercise Intervention for Promoting Physical Activity and Fitness in Patients With Coronary Heart Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Frontiers In Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.865712>

Chávez, G. M. (2012). Medición de VO₂MAX con la prueba Course Navette como valor predictivo de rendimiento aeróbico en futbolistas de la universidad La Salle campus Morelia, ciclo 2011-2012. <http://dspace.uvaq.edu.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1197>

CLARK, Micheal & LUCETT, Scoot. *NASM's Essentials of Corrective Exercise Training*. 2011. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.

Clear, J. (2018). *Atomic habits: An easy & proven way to build good habits & break bad ones*. Avery.

Cohen-Mansfield, J., & Sommerstein, M. (2018). Motivating Inactive Seniors to Participate in Physical Activity: A Pilot RCT. *American Journal Of Health Behavior*, 43(1), 195-206. <https://doi.org/10.5993/ajhb.43.1.16>

Covey, S. R (2013). *Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva: Lecciones poderosas para el cambio personal*. Nueva York, NY: Simon & Schuster.

Davinia, V. C., López-López, D., & De Bengoa Vallejo Ricardo, B. (2018). Reproducibilidad y validación de la aplicación móvil qardioarm para la valoración de la presión arterial y la frecuencia cardíaca. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=229985>

De Catalunya, I. N. D. F., False, & Vicente, J. S. (2020, 23 septiembre). Influencia del uso de la tecnología en la adherencia de la práctica física sobre los usuarios de centros de fitness. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*. <https://www.tdx.cat/handle/10803/670079#page=1>



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Diaz EC, Weber JL, Adams SH, Young CG, Bai S, Børsheim E. Cardiorespiratory Fitness Associates with Blood Pressure and Metabolic Health of Children-The Arkansas Active Kids Study. *Med Sci Sports Exerc.* 2021 Nov 1;53(11):2225-2232. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002701>. PMID: 34280939; PMCID: PMC8516679.

Díaz, B. B., Sánchez, J. J. A., & De León, A. C. (2013). Frecuencia cardiaca en reposo y enfermedad cardiovascular. *Medicina Clínica*, 143(1), 34-38. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2013.05.034>

Díez-Fernández A, Sánchez-López M, Nieto JA, González-García A, Miota-Ibarra J, Ortiz-Galeano I, Martínez-Vizcaíno V. Relationship between cardiorespiratory fitness and blood pressure in young adults: a mediation analysis of body composition. *Hypertens Res.* 2017 May;40(5):511-515. <https://doi.org/10.1038/hr.2016.177>. Epub 2017 Jan 12. PMID: 28077856.

Elicio, H. X. J., Javier, C. H., & Fisioterapia, G. E. (2022). Factores de la adherencia en tratamientos a largo plazo en fisioterapia y métodos de estudio: una revisión bibliográfica. Universidad de la Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/27134>

Elisa, S. V. M., De Jesús, N. A. M., Rocío, C. R. D., Vanessa, L. M. L., Carolina, R. B. A., (2020). Estilos de vida relacionados con factores de riesgo cardiovascular en estudiantes Ciencias de la Salud.

Espinosa Brito, A. (2018). Hipertensión arterial: cifras para definirla al comenzar 2018. *Finlay*, 8(1), 66–74. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2221-24342018000100008&script=sci_arttext&tlng=en

Espinoza-Salinas, A. E. S., Acuña Vera, S. A. V., Sanchez Aguilera, P. S. A., & Zafra Santos, E. O. Z. S. (2016). Revisión bibliográfica: efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en el balance autonómico y la cinética del consumo de oxígeno en sujetos obesos. *Revista Horizonte: Ciencias de la Actividad Física*, Vol 7(N 2), ISSN-e 0718-8188.

Farinatti, P., Pescatello, L. S., Crisafulli, A., Taiar, R., & Fernandez, A. B. (2022). Editorial: Post-Exercise Hypotension: Clinical Applications and Potential Mechanisms. *Frontiers In Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.899497>



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Florez. M. A Repositorio de Tesis DGBSDI: Consumo máximo de oxígeno en adolescentes con fibrosis quística del Hospital General Gaudencio González Garza Centro Médico Nacional La Raza, IMSS. (2021). Unam.mx. Recuperado el 21 de julio de 2025, de <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000808536>

Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., Tuuri, A., Doberstein, S. T., & Porcari, J. P. (2015, 24 noviembre). The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4657417/>

Fryar CD, Kit B, Carroll MD, & Afful J. (2024). Prevalencia, conocimiento, tratamiento y control de la hipertensión en adultos mayores de 18 años: Estados Unidos, agosto de 2021–agosto de 2023. NCHS Data Brief, (511). Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics. <https://dx.doi.org/10.15620/cdc/164016>

García, M., Pérez, H., & Rodríguez, A. (2022). Validez y reproducibilidad de un método para estimar la capacidad cardiorrespiratoria en adultos universitarios. PMC, 41(29), 1-10. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9801683/>

Gijón-Conde, T., Gorostidi, M., Camafort, M., Abad-Cardiel, M., Martín-Rioboo, E., Morales-Olivas, F., Vinyoles, E., Armario, P., Banegas, J., Coca, A., De la Sierra, A., Martell-Claros, N., Redón, J., Ruilope, L., & Segura, J. (2018). Documento de la Sociedad Española de Hipertensión-Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA) sobre las guías ACC/AHA 2017 de hipertensión arterial. Hipertensión y Riesgo Vascular, 35(3), 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2018.04.001>

Giovanna, Z. M. E. (2017, 1 febrero). El consumo máximo de oxígeno (VO₂ MAX) y la condición física de los atletas de la Federación Deportiva de Tungurahua de la ciudad de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24771>

Gjellesvik, T. I., Becker, F., Tjønnå, A. E., Indredavik, B., Nilsen, H., Brurok, B., Tørhaug, T., Busuladzic, M., Lydersen, S., & Askim, T. (2020). Effects of High-Intensity Interval Training After Stroke (the HIIT-Stroke Study): A Multicenter Randomized Controlled Trial. Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation, 101(6), 939-947.



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Gonzáles-Cutre, D., Sicilia, Á., & Fernández, A. (2010). Motivación y actividad física en la adolescencia. *Revista de Psicología del Deporte*, 19(2), 245-261..

González, J. V., Arenas, O. A. V., & González, V. V. (2012). Semiología de los signos vitales: Una mirada novedosa a un problema vigente:/Vitals sign semiology: the new look to an actual problem. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 12(2), 221-240. <https://doi.org/10.30554/archmed.12.2.10.2012>

González, L. I. (2002). Estilos de vida y promoción de la salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 28(3), 215-223.

González-Calderón, J. D., Trejos-Zapata, N., Cañizarez-Sanguino, S. J., Diaz-Ruiz, L. V., & Zuluaga-Viscaya, J. N. (2022). La exposición al ruido y su efecto sobre la frecuencia cardíaca, la presión arterial y los niveles de cortisol: una revisión de tema. *IATREIA*. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.209>

Gopar-Nieto, R., Ezquerra-Osorio, A., Chávez-Gómez, N. L., Manzur-Sandoval, D., & Raymundo-Martínez, G. I. M. (2021). ¿Cómo tratar la hipertensión arterial sistémica? Estrategias de tratamiento actuales. *Archivos de Cardiología de México*, 91(4).

Gómez, J. V. (2017, 30 diciembre). Validación de la frecuencia cardíaca de recuperación para estimar el consumo máximo de oxígeno en la prueba de caminata de seis minutos.

González S, Triana C, Abaunza C, Aldana L, Arias Gomez LF, Bermúdez J, Camargo Lemos D, Cuya J, Cohen D, Correa-Bautista J, Escobar I, Fajardo K, Garcia Ruiz J, Gamez R, Gómez-Montero J, Herazo Beltrán Y, Lizarazo Jimenez M, Lozano O, Martínez P, & Sarmiento O. (2018). Results from Colombia's 2018 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health*, 15. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0507>

Guthold R, Stevens GA, Riley LM, & Bull FC. (2024). National, regional, and global trends in insufficient physical activity. *Lancet Glob Health*.

Gutiérrez, M. (1995). Valores sociales y deporte. Madrid: Gymnos.



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Hansen, B. H., Borch, K., Kolle, E., Anderssen, S. A., & Holme, I. (2022). Is there an association between total physical activity level and VO₂max among fitness club members? A cross-section

Harun, I., Riyadi, H., Briawan, D., & Khomsan, A. (2022). The effect of 12-weeks brisk walking exercise duration on blood pressure and VO₂max on overweight and obese female students in Indonesia. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 42(4), 79–85.

Hernández, D. H. V. [Veliz], Díaz Landeir, J. D. L., Aguiar, J. E. A. P., Betancourt, I. B., Álvarez, N. E. A., & Flores Sánchez., A. F. S. (2016). Importancia de la variabilidad de la presión arterial. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*, Volumen 22(No 1 ((2016))), ISSN: 1561-2937. <https://www.medigraphic.com/pdfs/cubcar/ccc-2016/ccc161i.pdf>

Hidalgo-Parra, H. P. E. A. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, UCSG. Guayaquil, Ecuador. (2019). Factores de riesgo y manifestaciones clínicas de la hipertensión arterial: Artículo de revisión bibliográfica. *Revista Científica Arbitrada En Investigaciones de la Salud GESTAR*, Vol.2(Número 4), ISSN: 2737-6273. <https://journalgestar.org/index.php/gestar/article/view/7>

Home Exercise Adherence in Physical Therapy | MedPath. (2016). MedPath.

James, W. (1914). *Habit*. H. Holt and Company. Disponible en Thomas Fisher Rare Book Library, University of Toronto.

Kermanjani, B., Allahyari, T., Mohebbi, I., & Khalkhali, H. (2023). Estimation of aerobic capacity among university students and determination of its related factors. *Health Science Monitor*, 2(3), 167–173.

Lally, P., van Jaarsveld, C. H., Potts, H. W., & Wardle, J. (2010). How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. *European Journal of Social Psychology*, 40 (6), 998-1009.



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Li, Z., Lv, M., Li, Z., Gao, W., & Li, M. (2024). Physiological characteristics of blood pressure responses after combined exercise in elderly hypertensive patients: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 11, 1404127.

Liu, Q. (2022). Recognition and multimedia monitoring of respiration and heart rate VO₂max in physical training based on regression equation. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022, Article 9023144.

Luis, M. G. J. (2017). Cambios en la presión arterial, frecuencia cardíaca y variabilidad de la frecuencia cardíaca tras la realización de la maniobra hemodinámica abdominal. Universidad Católica San Antonio de Murcia. <http://hdl.handle.net/10952/3287>

María, C. A. A. (2024). Adherencia a la prescripción del ejercicio en adultos: revisión Sombrilla de metaanálisis. <http://hdl.handle.net/11056/28009>

Martínez-Gómez, D., Migueles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Chillón, P., Ortega, F. B., & Ruiz, J. R. (2020). Association between maximal oxygen consumption and physical activity and sedentary lifestyle in metabolic syndrome: Usefulness of questio

Mazón, P., Marín, F., Cosín-Sales, J., Cordero, A., Roldán, I., García-Moll, X., Suárez, C., Coca, A., Escobar, C., Barrios, V., Vidal, R., Díez-Villanueva, P., Bonanad, C., Esteban, A., Zuazola, P., Bertomeu, V., Abeytua, M., Zuazola, P., Alfonso, F., . . . Viana-Tejedor, A. (2019). Comentarios a la guía ESC/ESH 2018 sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial. *Revista Española de Cardiología*, 72(2), 104-108. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.11.022>

Ministerio del Deporte. (2010). Glosario temático del Sistema Nacional del Deporte. Bogotá: Mindeporte. Recuperado de <https://www.mindeporte.gov.co/>

Montes-de-Oca-García, A., Perez-Bey, A., Corral-Pérez, J., Velázquez-Díaz, D., Opazo-Díaz, E., Fernandez-Santos, J. R., Rebollo-Ramos, M., Amaro-Gahete, F. J., Cuenca-García, M., & Ponce-González, J. G. (2021). Maximal fat oxidation capacity is associated with cardiometabolic risk factors in healthy young adults. *European journal of sport science*, 21(6), 907–917. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1788650>



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Neshitov, A., Tyapochkin, K., Kovaleva, M. et al. Estimación de la aptitud cardiorrespiratoria mediante datos de frecuencia cardíaca y conteo de pasos. *Sci Rep* 13 , 15808 (2023).

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1998). *Glosario de Promoción de la Salud*. Ginebra: OMS.

Orozco-Beltrán, D. (2022). Recomendaciones preventivas cardiovasculares. Actualización PAPPS 2022. *PMC*, 10(9), 1-15. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9705225/>

Organización Mundial de la Salud. (2010). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>

Ortiz, J. F. T. (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). <https://doi.org/10.31910/rdafd.v7.n1.2021.1617>

Ospina, S. M. D., & Trujillo, J. o. J. (2013). Efectos de un plan de entrenamiento basado en el Método Interválico Extensivo Medio sobre el máximo consumo de oxígeno y el índice de recuperación en jugadores de Rugby subacuático de la Universidad de Antioquia. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/18801>

Ouellette, J. A., & Wood, W. (1998). Habit and intention in everyday life: The multiple processes by which past behavior predicts future behavior. *Psychological Bulletin*, 124(1), 54–74.

Palacio, J. E. G., & Trujillo, J. o. J. (2013). Efectos de un plan de entrenamiento de resistencia sobre el VO₂ máximo, la frecuencia cardíaca de reposo y los índices de recuperación en futbolistas juveniles. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/18800>

Pallarés-Carratalá, V., Garrote, J. D., Díaz, M. P., Matarín, L. G., Vicente, M. S., Escribano, F. M., Zancada, S. V., Aldana, D. R., Sanjurjo, S. C., Altozano, C. S., Górriz, J., Moreno, F. A., García, J. P., García, A. B., Fernández, P. B., Cervantes, C. E., Sibai, A. A., Moreno, F. A., Márquez, L. A., . . . Molinero, A. V. (2019). Posicionamiento para el manejo de la hipertensión arterial en atención primaria a partir del análisis crítico de las guías americana



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

((2017)). y europea (2018). Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Medicina de Familia SEMERGEN, 45(4), 251-272. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2019.02.003>

Pan American Health Organization. (2024). Prevalence of insufficient physical activity in the Americas, 2000–2022. PAHO.

Pavlovic, R., Mihajlović, I., Radulović, N., & Gutić, U. (2021, 25 septiembre). Functional capabilities of runners: estimation of maximal oxygen consumption (VO₂max) and heart rate percentage (%HRmax) based on running results. <https://www.turkishkinesiology.com/index.php/ahe/article/view/1>

Pelletier-Visa, M., Dobija, L., Bonhomme, A., Lanhers, C., Pereira, B., & Coudeyre, E. (2025). Effectiveness of the ARTHE-e app for exercise adherence in people with knee osteoarthritis: protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 15(1), e088860. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-088860>

Pender, N. J. (1996). *Health Promotion in Nursing Practice* (3rd ed.). Appleton & Lange.

Policarpo, F., Valdivia-Moral, P., Luna-Cruz, M. D. S., Véliz-Burgos, A., Mansilla-Sepulveda, J., & Estay-Sepulveda, J. G. (2019). Comparison between Different Prescription Methods for Aerobic Training in Young Adults. *Sustainability*, 11(22), 6420. <https://doi.org/10.3390/su11226420>

Potosí-Moya, V., Paredes-Gómez, R., & Durango-Sánchez, X. (2024). HIIT y su influencia sobre el VO₂max en estudiantes de fisioterapia (HIIT and its influence on VO₂max in physiotherapy students). *Retos*, 54, 616–624.

Pérez Caballero, M. D., León Álvarez, J. L., Dueñas Herrera, A., Alfonzo Guerra, J. P., Navarro Despaigne, D. A., de la Noval García, R., del Pozo Jerez, H. A., Pérez Moreno, R. R., Llapur Milián, J. R., González Sánchez, R., Betancourt Torres, I., Valdés González, Y., Armas Rojas, N. B., Zayas Somoza, E. M., Jesús, Revueltas Agüero, M., Rivas Estany, E., Deschappelles Himely, E., Landrove Rodríguez, O., ... Morales Salinas, A. (2017). Guía cubana de diagnóstico, evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial. *Revista cubana de*



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

medicina, 56(4), 242–321. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0034-75232017000400001&script=sci_arttext

Pérez, J. J. V., Beas, O. N. C., De Luna Velasco, L. E., & Ortiz, L. G. (2023). Frecuencia cardiaca: una revisión sistemática. *Publicación Científica de la Asociación Española En Enfermería En Cardiología*, XXX(90), 71-86. <https://doi.org/10.59322/90.7186.lr5>

Pérez, J. J. V., Beas, O. N. C., De Luna Velasco, L. E., & Ortiz, L. G. (2023b). Frecuencia cardiaca: una revisión sistemática. *Publicación Científica de la Asociación Española En Enfermería En Cardiología*, XXX(90), 71-86. <https://doi.org/10.59322/90.7186.lr5>

Ramos, M. V. (2019, 19 noviembre). Hipertensión arterial: novedades de las guías 2018. <https://ruc.suc.org.uy/RUC/article/view/48>

Reis, V. M., den Tillaar, R. V., & Marques, M. C. (2011). Higher Precision of Heart Rate Compared with VO₂ to Predict Exercise Intensity in Endurance-Trained Runners. *Journal of sports science & medicine*, 10(1), 164–168.

Rocano, P. F. F., De los Ángeles Cuenca León, K., Ramírez, J. E. P., & Pinos, J. E. L. (2024). Factores de Riesgo Cardiovascular en Adultos Jóvenes. *Salud & Vida Sipanense*, 10(2), 1-11. <https://doi.org/10.26495/svs.v10i2.2726>

Rodríguez Milián, A., Moré Estupiñán, M., & Gutiérrez Pairol, M. (2019). La Educación Física y la educación para la salud en función de la mejora del rendimiento físico de los estudiantes. *Universidad y Sociedad*, 11(1), 410-415. Recuperado de.

Rodríguez, J. A. F., Ramos, H. S., Santamaría, O. M., & Bermúdez, S. R. (2018). Relación entre consumo de oxígeno, porcentaje de grasa e índice de masa corporal en universitarios. *Deleted Journal*, 23(2), 79-89. <https://doi.org/10.17151/hpsal.2018.23.2.6>

Room, J., Dawes, H., Boulton, M., & Barker, K. (2022). The AERO study: A feasibility randomised controlled trial of individually tailored exercise adherence strategies based on a brief behavioural assessment for older people with musculoskeletal conditions. *Physiotherapy*, 118, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2022.08.006>



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Ruben Oviedo, G. R. O., Garcés, C. J. G., & Universidad Oberta de Catalunya. (2017). Fisiología del ejercicio (PID_00246947). <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/8d937e0e-ad19-4e15-8357-fb41cf2f7325/content>

Sánchez Alzate, A. (2023). Aportes del deporte formativo a la educación inclusiva en contextos vulnerables [Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia]. Biblioteca Digital Universidad de Antioquia.

Tagle, R. (2018). DIAGNÓSTICO DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL. Revista Médica Clínica las Condes, 29(1), 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2017.12.005>

Tagle, R., & Acevedo, M. (2018). OBJETIVOS TERAPÉUTICOS EN HIPERTENSIÓN ARTERIAL: METAS DE PRESIÓN ARTERIAL EN LOS DIVERSOS SUBGRUPOS DE HIPERTENSOS. Revista Médica Clínica las Condes, 29(1), 21-32. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2017.12.006>

Tiwari R, Kumar, R, Malik S, Raj T, Kumar P. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability. Current cardiology reviews. [Internet] 2021; 17(5), e160721189770. Disponible en: <https://doi.org/10.2174/1573403X16999201231203854>

Tobar, K. D. L., Bonilla, J. A. M., & Acosta, W. C. (2020). Análisis de la frecuencia cardíaca: un estudio con estudiantes universitarios que practican actividad física regular. Ciencia Digital, 4(1.1.), 21-31. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i1.1.1161>

Trejo, M. S., Alva, G. L., Sosa, V. R. A., & Choreño, J. D. R. (2017). Relación entre el incremento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la regulación del comportamiento alimentario en niños con obesidad. Revisión teórica. Revista Mexicana de Investigación En Psicología, 4(monográfico), 34-44. <https://doi.org/10.32870/rmip.vi.530>

Universidad de Antioquia. (2020). Trámites y servicios – Deporte Formativo UdeA (Código FB-015, versión 01). Dirección de Bienestar Universitario, Departamento de Deportes.



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Universidad del Valle. (2021). Deporte Formativo (404032C). Departamento de Educación Física y Deporte, Facultad de Educación y Pedagogía.

Veloza, L., Jiménez, C., Quiñones, D., Polanía, F., Pachón-Valero, L. C., & Rodríguez-Triviño, C. Y. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares. *Revista Colombiana de Cardiología*, 26(4), 205-210.

Vergara, M. B., Ozímica, J. O., Fernandez, L. L., Fuentealba, C. O., Costagliola, V. G., & Sacomori, C. (2018). VO₂ máximo indirecto y edad fitness de sedentarios y no sedentarios. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6676084>

Vásquez Gomez, V.-G., J. (2013). PREDICCIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA a TRAVÉS DE PRUEBAS DE MODERADA INTENSIDAD: FRECUENCIA CARDÍACA DE RECUPERACIÓN y CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO. *Revista Horizonte: Ciencias de la Actividad Física*, Año 4(pp. 118-131 ISSN: 0718-817X). .

Vásquez Gómez, J. A., Castillo Retamal, M. E., Faundez Casanova, C. P., Souza de Carvalho, R., & Valdés Badilla, P. (2018). El peso corporal, la estatura, variables del estilo de vida y cardiovasculares predicen el VO₂ máx. en estudiantes universitarios. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 38(3), 174–178. Shin JY, Ha CH. Relationships between blood pressure and health and fitness-related variables in obese women. *J Phys Ther Sci*. 2016 Oct;28(10):2933-2937. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2933>. Epub 2016 Oct 28. PMID: 27821965; PMCID: PMC5088156.

Vásquez Gómez, J., Godoy Cumillaf, A., Gündel Pinto, I., & Rodríguez Toledo, E. (2015). Desempeño en una prueba de caminata y una prueba incremental en estudiantes de educación física: Frecuencia cardíaca de recuperación y VO₂ máx. *Revista de Ciencias de la Actividad Física*, 16(2), 27–35.

World Health Organization. (2020). Healthy diet.

World Health Organization. (2022). Physical activity: Colombia country profile. WHO.



RELACIÓN VO₂MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

World Health Organization. (2024, June 26). Nearly 1.8 billion adults at risk of disease from not doing enough physical activity. Recuperado de <https://www.who.int/news/item/26-06-2024-nearly-1.8-billion-adults-at-risk-of-disease-from-not-doing-enough-physical-activity>

Xiang, L., Deng, K., Mei, Q., Gao, Z., Yang, T., Wang, A., Fernandez, J., & Gu, Y. (2022). Population and Age-Based Cardiorespiratory Fitness Level Investigation and Automatic Prediction. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 8, 758589. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.758589>

Zanoletti-Mannello, M., Cárdenas-Arciniegas, J. C., Alonso-Ramírez, A., Serrano-Giraldo, J., López, S., Bermúdez-Muñoz, J. C., & Cárdenas-Romero, M. A. (2019). Respuesta de presión arterial al ejercicio máximo: Asociación con parámetros en reposo en adultos jóvenes sanos [Maximal exercise blood pressure response: Association with resting parameters in healthy young adults]. *CES Medicina, Edición Especial*, 33(4), 292. Recuperado de <https://bd.univalle.edu.co/scholarly-journals/respuesta-de-presión-arterial-al-ejercicio-máximo/docview/2553860422/se-2>



a. Anexos

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO: FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR ASOCIADO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS (ESTUDIO FRICAUN)

El propósito de este formato de consentimiento informado es proveer a usted como invitado a participar de este estudio una clara explicación de la investigación y de su papel en ella como participante. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el objetivo del estudio y si usted desea participar, se le pedirá que firme esta forma de consentimiento de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

1. Justificación Del Estudio.

La enfermedad cardiovascular (ECV) es ocasionada por la combinación de factores de tipo genético y estilos de vida inadecuados. La sobre ingesta calórica, la baja condición física causada por un estilo de vida sedentario y la predisposición genética son generadores de la aparición temprana de la obesidad, diabetes mellitus tipo II (DM-II), hipertensión arterial (HTA) y dislipidemias (DLP) causantes de la creciente pandemia de mortalidad cardiovascular. El objetivo primario de este grupo de investigación es determinar por separado y en conjunto la red de factores de riesgo asociados a la **enfermedad cardiovascular** (ECV) en la población objeto de estudio, debido al aumento de la morbilidad de adolescentes y adultos jóvenes que ingresa a la Universidad constantemente en diferentes carreras y facultades.

2. Procedimientos del Estudio.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá en la primera parte, responder cinco cuestionarios cortos de autovaloración **On Line**; con ellos se pretende determinar el nivel de actividad física, calidad de sueño, Adherencia a dieta mediterránea y calidad de vida. Estas encuestas serán complementadas con información adicional para conocer algunos antecedentes y datos sociodemográficos. En la segunda parte de la valoración, los evaluadores tomarán un raspado bucal para una muestra de ADN relacionado con genes que predisponen a enfermedad cardiovascular, la presión arterial y la frecuencia cardiaca de reposo; en la última fase, se tomarán las medidas antropométricas de (talla, peso, perímetro de cintura, cadera y se aplicarán ocho test físicos de intensidad baja- moderada (test de seat and reach, prueba de fuerza prensil con dinámometro, Flexo extensión de brazos, abdominales, salto largo, salto alto, test de agilidad); para finalizar se realizará el test de caminata de 2 km. Que permitirá determinar el consumo máximo de oxígeno en personas sedentarias. Todas las pruebas están contenidas en la Batería Alpha Fitness para Adultos. Tiempo total por estudiante 75 minutos durante una clase.

Cabe resaltar que es responsabilidad del sujeto responder los cuestionarios de una manera responsable y veraz; dando fe de que la información es verídica. Para las pruebas físicas se le pide acatar las recomendaciones de los evaluadores y realizar su mayor esfuerzo durante las mismas., Su decisión de participar en esta investigación es completamente voluntaria, No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación o decidir retirarse sin terminar la totalidad de las pruebas por alguna causa que usted considere valedera o necesaria y No recibirá ningún pago por su participación.

En caso de alguna duda o sugerencia comunicarse con:



RELACIÓN VO2MAX, FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO Y PRESIÓN
ARTERIAL EN ESTUDIANTES DEPORTIVOS - UNIVALLE

Mg. Miguel Alejandro Atencio y/o Hugo Alejandro Carrillo Arango

Profesores del programa de Educación Física y Deporte
IEP, Universidad del Valle Teléfono: 3308822

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ con cc # _____ de _____ He sido informado

y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos
Con fines académicos y científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

_____	_____
Participante	Fecha

_____	_____
Testigo	Fecha

_____	_____
Testigo	Fecha

He explicado al Sr(a).

La naturaleza, beneficios y los propósitos de la participación en la investigación. He contestado las preguntas generadas por el participante.

Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apegó a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Autorizo la utilización de muestras y datos en futuros estudios, previa aprobación del CIREH:

Sí ____ No ____

_____	_____
Investigador	fecha: