












# Masa muscular y control autonómico cardíaco en personas jóvenes en reposo y postejercicio

## Muscle mass and autonomic cardiac control in young people at rest and post-exercise

Claudia Yaneth Rodríguez-Triviño<sup>\*1,2</sup>  ; Camilo Alberto Jiménez<sup>3</sup>  ; Laura Katherine Veloza-Manchola<sup>3</sup>  ; Daniel Quiñónez-Bohórquez<sup>3</sup>  ; Juan Felipe Polania-Pérez<sup>3</sup>  

\*claudia.yaneth.rodriguez@correounivalle.edu.co

**Forma de citar:** Rodríguez Triviño CY, Jiménez CA, Veloza-Manchola LK, Quiñónez Bohórquez D, Polania Pérez JF. Masa muscular y control autonómico cardíaco en personas jóvenes en reposo y postejercicio Salud UIS. 2022; 54: e22050. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22050> 

### Resumen

**Introducción:** la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es usada en pacientes con riesgo de muerte súbita y en el entrenamiento de deportistas para el análisis del control autonómico cardíaco. **Objetivo:** correlacionar la composición corporal y la VFC en personas jóvenes no deportistas, sin evidencia de enfermedad cardiovascular establecida, en reposo y postejercicio. **Metodología:** este es un estudio descriptivo de corte transversal correlacional, con 24 hombres y 27 mujeres. Se analizó el porcentaje de grasa corporal, los kilogramos de masa muscular a través de bioimpedancia. La medición de la VFC se realizó con Powerlab® y con el software Labchart®. Los registros se exportaron a KUBIOS® para el análisis de la VFC. **Resultados:** la edad promedio de los participantes fue de 22 años, los hombres con 22,3 años (DE ± 1,5) y las mujeres con 22,1 años (DE ± 1,6). Se encontró que la masa muscular tuvo una correlación positiva moderada (0,4) con el rango alta frecuencia (HF) ( $p = 0,003$ ), HF aumenta cuando la masa muscular lo hace; la desviación estándar de los RR (SDNN), entre otras, tuvo una correlación positiva baja. **Conclusiones:** según los hallazgos de este estudio, la composición corporal y la VFC en adultos sanos en reposo están relacionadas; la masa muscular se correlacionó positivamente con la VFC, lo que podría mejorar el predominio parasimpático en personas con mayores masas musculares en comparación con personas con menos masa muscular.

**Palabras clave:** Sistema nervioso autónomo; Músculo estriado; Vías autónomas; Ejercicio físico; Variabilidad de la frecuencia cardíaca.

<sup>1</sup>Universidad del Valle. Cali, Colombia

<sup>2</sup>Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia

<sup>3</sup>Fundación Universitaria Navarra. Neiva, Colombia

## Abstract

**Introduction:** Heart rate variability (HRV) is used in patients at risk of sudden death and in the training of athletes for the analysis of cardiac autonomic control. **Objective:** To correlate body composition and HRV in young non-athletes, without evidence of established cardiovascular disease, at rest and post-exercise. **Methodology:** This is a descriptive cross-sectional correlational study, with 24 men and 27 women. The percentage of body fat, the kilograms of muscle mass were analyzed through bioimpedance. HRV measurement with Powerlab® and Labchart® software. Records are exported to KUBIOS® for HRV analysis. **Results:** The average age of the participants was 22 years, men 22,3 years (SD ± 1.5) and women 22,1 years (SD ± 1.6). Muscle mass was found to have a moderate (0,4) positive connection with High Frequency (HF) Range ( $p= 0,003$ ), HF increased when muscle mass increased; the standard deviation of the RRs (SDNN), among others, had a low positive connection. **Conclusions:** According to the findings of this study, body composition and HRV in healthy adults at rest are related; muscle mass was positively correlated with HRV which could improve parasympathetic dominance in people with higher muscle mass compared to people with less muscle mass.

**Keywords:** Autonomic Nervous System; Muscle; Striated; Autonomic Pathways; Exercise, heart rate variability.

## Introducción

El sistema nervioso autónomo (SNA) está relacionado con diversos procesos que incluyen la relación con el tejido adiposo<sup>1</sup>. Los adipocitos blancos sufren hipertrofia relacionada con el aumento del porcentaje de grasa, catalogada como causa de desequilibrio simpátovagal<sup>1,2</sup>. Las alteraciones del control autonómico cardíaco podrían estar relacionadas con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV)<sup>2</sup>.

Los procesos por los cuales el porcentaje muscular y grasa afectan al SNA no están del todo esclarecidos<sup>3</sup>. La composición corporal podría afectar la predominancia parasimpática sobre el corazón. Se ha encontrado en las personas con sobrepeso desequilibrio simpátovagal relacionado con el aumento de la actividad simpática asociada con la grasa visceral<sup>4,5,6</sup>. Sin embargo, otros autores no han encontrado alteraciones ni relación entre estas variables<sup>7</sup>. Adicionalmente, la influencia de la cantidad de masa muscular o agua corporal total podría ser un predictor de disfunción autonómica cardíaca o su modulación; no obstante, en algunos estudios no se han encontrado cambios significativos, los resultados son contradictorios o no se han reportado<sup>8</sup>.

Para el análisis del control autonómico cardíaco existen diversos métodos de valoración; la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es uno de estos, la cual mide la variación en el tiempo que transcurre entre latido y latido cardíaco<sup>2</sup>. El análisis de la VFC permite estimar si hay predominancia del sistema parasimpática o equilibrio, lo que ha resultado útil en el entrenamiento deportivo y podría llevarse al tamizaje para predecir el riesgo cardiovascular y la predicción temprana de la ECV<sup>9</sup>. Actualmente, la VFC solo es criterio clínico

para determinar riesgo de muerte súbita con ECV ya instaurada.

Aunque la relación entre la VFC con el porcentaje de grasa corporal y muscular se ha estudiado repetidamente, sigue arrojando resultados contradictorios, probablemente relacionados con la diversidad de las poblaciones incluidas en los estudios, la falta de reproductibilidad de las mediciones y los distintos diseños metodológicos, por lo cual se requieren estudios que aporten al conocimiento de los procesos fisiológicos y a la relación entre los porcentajes de grasa y músculo con el SNA y cómo pueden estos alterar su modulación<sup>10</sup>. Por tanto, en este estudio se correlacionó la composición corporal y la VFC en personas jóvenes no deportistas sin evidencia de enfermedad cardiovascular establecida en reposo y postejercicio<sup>11</sup>.

## Metodología

Este estudio descriptivo de corte transversal correlacional incluyó 27 mujeres y 24 hombres (51 participantes), durante el 2021, los cuales se seleccionaron aleatoriamente. La muestra se calculó usando el software Epidat 4.0, según el coeficiente de correlación encontrado por Millis *et al.*<sup>12</sup> (0,53), con un nivel de confianza del 95 % y una potencia del 80 %, para un análisis bilateral por sexo a través de muestreo aleatorio simple.

Los sujetos incluidos en este estudio cumplieron con los criterios de inclusión: hombres y mujeres entre 21 y 39 años, sin patologías diagnosticadas; el rango de edad fue seleccionado con base en los hallazgos de Karavidas *et al.*<sup>13</sup>, dado que a partir de los 40 años hay disminución de distensibilidad cardíaca, hay cambios

de la respuesta fisiológica del corazón al ejercicio y puede haber deterioro de la función del SNA sobre el corazón que se refleja en la disminución de la VFC en reposo<sup>13,14</sup>. Los criterios de exclusión fueron mujeres en periodo de gestación, fumadores actuales o personas que hayan consumido cigarrillos en los últimos dos años, consumidores de sustancias psicoactivas, personas con índice de masa corporal (IMC) menor de 18,5 kg/m<sup>2</sup> y mujeres con alteraciones del ciclo menstrual.

Se utilizó el instrumento del método progresivo (STEPS) validado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la recolección de la información referente al tipo de actividad física y su intensidad, así como hábitos de vida<sup>15</sup>, con previa firma del consentimiento informado. Todos los datos se codificaron para preservar la confidencialidad y el anonimato del participante; las mediciones se realizaron en el laboratorio de fisiología con aval del Comité de Ética de la Fundación Universitaria Navarra.

Para la determinación del porcentaje de grasa corporal, masa muscular y el peso, se utilizó una balanza validada por el estudio de Escartín *et al.* (XIAOMI My Scale Body Composition 2)<sup>16</sup>, a través de impedancia bioeléctrica a una frecuencia de 50 KHz. Las personas se midieron con electrodos en pies y manos, se les pidió que se retiraran los zapatos y, con ropa cómoda, se posicionaron en el centro de la balanza en posición erguida<sup>17</sup>; también se les pidió no realizar ejercicio demandante durante las últimas 12 horas, orinar 30 minutos antes de las mediciones, entre otras<sup>17</sup>. Para determinar la talla se pidió a los voluntarios que se pusieran de pie de manera erguida contra la pared mientras un miembro del equipo desplazaba el tallímetro hasta la cabeza, según validación realizada por Savane *et al.*<sup>18</sup>. Se calculó el IMC según los criterios del Ministerio de Salud y Protección Social Colombiano<sup>19</sup>.

La medición de la VFC se realizó según la guía *Task Force* y el *Manual del laboratorio* de ADInstruments®<sup>20,21</sup>. Previo al registro, los sujetos estuvieron en estado basal, en un ambiente tranquilo, con temperatura de 21 °C a 24 °C, humedad entre 40 y 60 %, sin haber consumido bebidas estimulantes con cafeína, y a todas las mujeres se les realizó el registro durante el periodo folicular de su ciclo menstrual. Se colocaron dos electrodos positivos, dos negativos y uno

indiferente con cloruro de plata, los cuales se aislaron evitando dispersión o entradas de corriente, adheridos a la piel sin vellos sobre planos óseos, y los extremos a cable terminal conectado al *hardware* Powerlab®<sup>22</sup>; con el *software* Labchart® se colectaron los registros de los datos. El registro electrocardiográfico fue de 10 minutos de la derivación DII con el voluntario en reposo, posteriormente, se le indicó que debía realizar 5 minutos de actividad física, ejercicios cardiovasculares con un aumento del 80 % de la frecuencia cardiaca máxima, y nuevamente se tomó registro electrocardiográfico de 10 minutos de la derivación DII. Posteriormente, estos datos se exportaron a KUBIOS® para el análisis de la VFC en su dominio de tiempo, frecuencia y no lineal.

El procesamiento de datos y el análisis estadístico fueron realizados con el paquete Stata® licenciado por la Universidad Surcolombiana. Los datos recolectados se almacenaron en Microsoft Excel 2015. Las variables discretas o nominales se expresaron en frecuencias y proporciones. A las variables continuas se les realizaron medidas de tendencia central y dispersión, se realizaron pruebas de normalidad y se aplicaron medidas paramétricas y no paramétricas según el comportamiento de las variables: prueba de U de Mann Whitney, prueba t Student, test de Welch, para variables cuantitativas; y prueba de Fisher, Chi<sup>2</sup> para variables cualitativas. Finalmente, se correlacionó con el coeficiente de Spearman las variables continuas. Todos los análisis se realizaron con intervalos de confianza del 95 % y un nivel de significancia del % ( $\alpha = 0,05$ ).

### Resultados

Se observaron las características corporales de 24 hombres con edad promedio de 22,3 años (DE  $\pm$  1,5) y 27 mujeres de 22,1 años (DE  $\pm$  1,6), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la comparación de edad y sexo; no obstante, la talla, el porcentaje de grasa y masa muscular tuvo diferencias estadísticamente significativas entre sexos ( $p < 0,0001$ ). El IMC del grupo de mujeres (81 %) estaba dentro del rango de parámetros normales en comparación con el grupo de los hombres, donde 37,5 % tenía sobrepeso y el 4,17 %, obesidad grado I (**Tabla 1**). No hubo diferencias estadísticamente significativas respecto a la cantidad de actividad física realizada por los participantes del estudio.

**Tabla 1.** Características antropométricas de los participantes (n = 51).

	Hombres (n = 24)	Mujeres (n = 27)	p
Edad en años (media ± D. E.)	22,3 (1,5 años)	22,1 (1,6)	0,7*
Talla cm (media ± D. E.)	174 (6,5)	163,3 (5,14)	0,0001**
Peso kg (media ± D. E.)	75 (12,6)	61 (9,0)	0,0001**
IMC (%)			
Normal	14 (58)	22 (81,4)	
Sobrepeso	9 (37,5)	5 (18,5)	0,12 †
Obesidad grado I	1 (4,17)	0 (0)	
Porcentaje grasa (media ± D. E.)	22,9 (6,17)	30,2 (5,7)	0,0001**
Kilogramos de masa muscular (media ± D. E.)	53,4 (6,5)	39,2 (4,1)	0,00001***
Deporte o ejercicio físico de baja intensidad (%)			
Sí	9 (37,5)	7 (25,9)	
No	15 (62,5)	20 (74,0)	0,3¥
Deporte o ejercicio físico de alta intensidad (%)			
Sí	13 (54,17)	13 (54,1)	
No	11 (45, 8)	11 (45,8)	0,6¥

Pruebas de hipótesis para determinar la diferencia entre grupos: \* U de Mann Whitney, \*\* prueba t Student, \*\*\*test de Welch, † prueba de Fisher, ¥ Chi2; en todas las pruebas se aceptó un nivel de significación del 5 % ( $\alpha = 0,05$ )

Para el análisis de la VFC se midieron las dimensiones del dominio de tiempo, de frecuencia y las no lineales. Para el análisis del dominio de tiempo se tuvieron en cuenta variables como la desviación estándar de los RR (SDNN), la raíz cuadrada del promedio de las diferencias entre intervalos sucesivos (RMSSD), 50 dividido por el número de RR sucesivos expresado en % (pNN50). Para el análisis del dominio de frecuencia se analizó el rango baja frecuencia (LF), el rango alta frecuencia (HF) y la relación rango baja frecuencia/rango alta frecuencia (LF/HF). Y para el análisis no lineal se midió la VFC a corto plazo o modulación parasimpática en ms (SD1) y la VFC a largo plazo o modulación simpática en ms (SD2).

En la **Tabla 2** se observan las diferencias entre la VFC antes y después de hacer ejercicio por sexo; hay diferencias estadísticamente significativas en todas las variables del dominio de tiempo. La SDNN para el grupo masculino en estado de reposo fue de 47,0 ms, en estado postejercicio fue en promedio de 32,4 ms; para las mujeres, la SDNN fue de 22,1 postejercicio y 36,3 ms en reposo. La RMSSD, en el grupo de los hombres, tuvo una media de 41,4 ms en estado de reposo y de 26,9 ms en postejercicio; para las mujeres, la media en reposo fue

de 29,9 ms y en postejercicio, de 20 ms. Para el PNN50, la media reportada en reposo en hombres fue de 17,16 % y de 6,2 % en postejercicio, y en mujeres fue de 2,9 % en postejercicio y 7,47 % en reposo (**Tabla 2**).

Los análisis del dominio de frecuencia, LF y LF/HF no tuvieron cambios estadísticamente significativos en hombres o mujeres ni antes ni después de la actividad física realizada ( $p > 0,5$ ). Sin embargo, la media de HF en hombres fue de 958 en reposo y 856 ms<sup>2</sup> postejercicio; en mujeres fue de 414 ms<sup>2</sup> en reposo y 452 ms<sup>2</sup> postejercicio, estas diferencias fueron estadísticamente significativas. Para el análisis no lineal SD1 y SD2 existieron cambios estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) antes y después de haber realizado actividad física (**Tabla 2**).

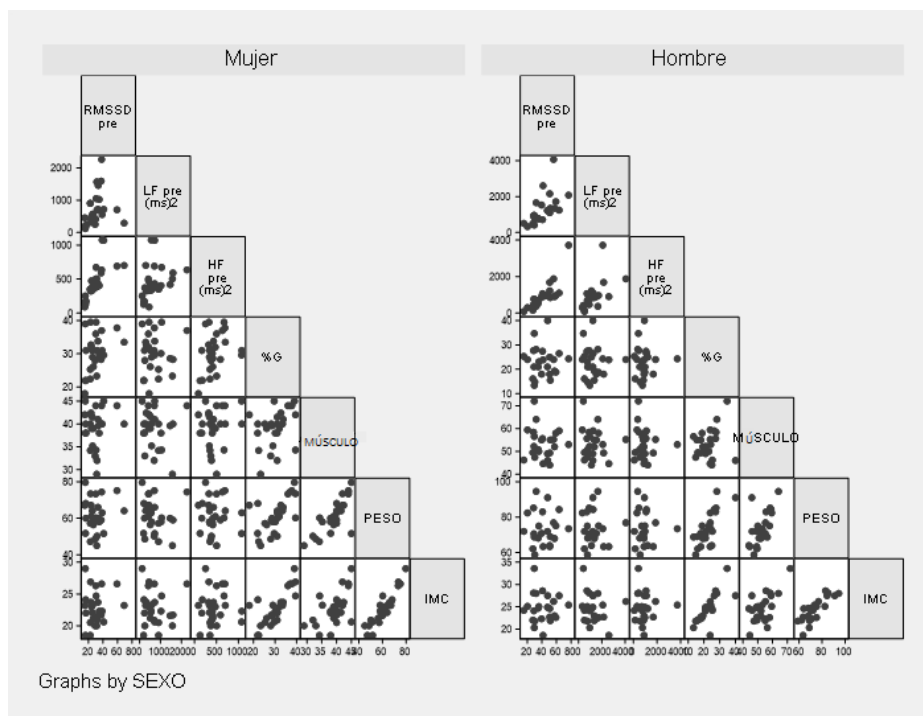
Se analizó la recuperación postejercicio o las disminuciones de la actividad simpática, se observó que fue más rápida en hombres que en mujeres, como se ve en la **Figura 1**, la cual muestra la VFC en reposo para ambos sexos; la **Figura 2** muestra la VFC postejercicio y se ve cómo en la gráfica de los hombres se retorna a un comportamiento no lineal con mayor velocidad, asociado a predominio parasimpático.

## Masa muscular y control autonómico cardiaco en personas jóvenes en reposo y postejercicio

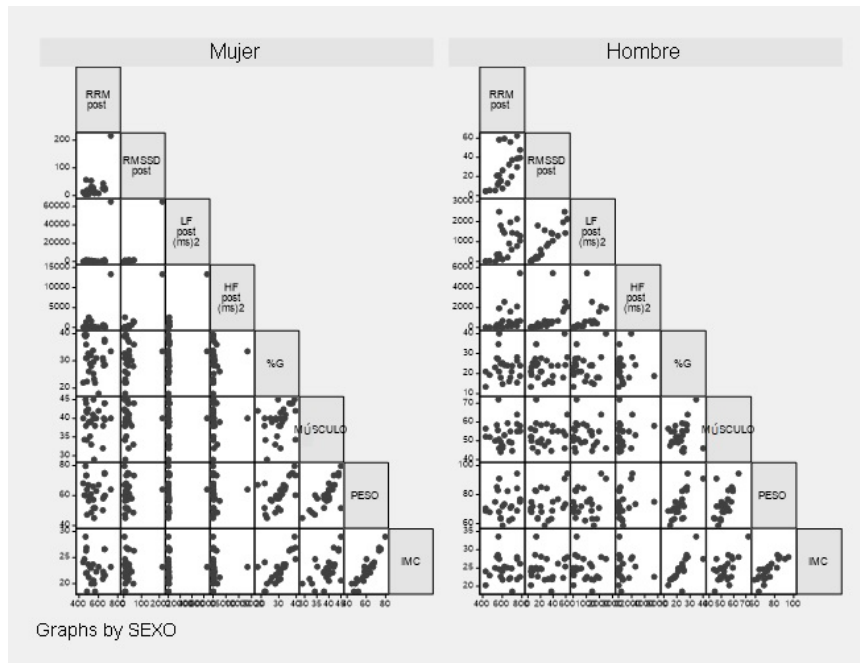
**Tabla 2.** Variabilidad de la frecuencia cardiaca en reposo y postejercicio (n = 51).

	Hombres (n = 24) Reposo	Hombres (n = 24) Postejercicio	P	Mujeres (n =27) Reposo	Mujeres (n =27) Postejercicio	P
RR media (ms)	768,3 (118,6)	636,7 (130,8)	0,0007**	638 (109,4)	551,6 (80,2)	0,0018**
SDNN (media ± D. E.) (ms)	47,0 (12,7)	32,4 (18,8)	0,003**	36,3 (11,3)	22,1 (12,7)	0,003*
RMSSD (media ± D. E.) (ms)	41,4 (14,8)	26,9 (18,9)	0,005**	29,9 (12,4)	20,0 (14,3)	0,004*
pNN50 (media ± D. E.) (%)	17,16 (12,2)	6,2 (7,0)	0,0005***	7,47 (7,45)	2,9 (4,3)	0,001*
LF (ms <sup>2</sup> ) (media ± D. E.)	1288 (826,1)	899,9 (733,0)	0,07*	741,3 (1269,2)	707,8 (512,3)	0,06*
HF (ms <sup>2</sup> ) (media ± D. E.)	958 (707,4)	856,7 (1195,6)	0,01*	414,4 (614,4)	452,7 (241,8)	0,006*
LF/HF (ratio) (media ± D. E.)	1,5 (0,89)	1,7 (1,2)	0,6**	3,3 (3,6)	1,7 (1,1)	0,1*
SD1 (ms) (media ± D. E.)	29,3 (10,5)	19,0 (13,4)	0,004**	21,8 (8,7)	14,0 (10,2)	0,002*
SD2 (ms) (media ± D. E.)	59,4 (15,4)	41,6 (23,2)	0,003***	46,6 (14,1)	30,9 (16,7)	0,8***

SDNN: desviación estándar de los RR (o llamados NN); RMSSD: raíz cuadrada del promedio de las diferencias entre intervalos sucesivos; pNN50 dividido por el número de RR sucesivos, expresado en %; LF: rango baja frecuencia 0,04-0,15 Hz; HF: rango alta frecuencia 0,15-0,4 Hz; LF/HF: relación LF/HF; SD1: VFC a corto plazo (modulación parasimpática) ms; SD2: VFC a largo plazo (modulación simpática) ms. Pruebas de hipótesis para determinar la diferencia entre grupos: \*U de Mann Whitney, \*\* prueba t Student, \*\*\*test de Welch; todas las pruebas se realizaron con un 95 % y se aceptó un nivel de significación del 5 % ( $\alpha = 0,05$ ).



**Figura 1.** Matriz de la variabilidad de la frecuencia cardiaca y composición corporal según sexo en reposo. Esta gráfica relaciona la variabilidad de la frecuencia cardiaca contra la composición corporal según sexo en reposo; se observa comportamiento lineal de algunas variables como el músculo y el peso, el porcentaje de grasa y HF.



**Figura 2.** Matriz de la variabilidad de la frecuencia cardiaca y composición corporal según sexo postejercicio. Esta gráfica relaciona la variabilidad de la frecuencia cardiaca contra la composición corporal según sexo en postejercicio; se observan diferencias entre las gráficas de hombres y mujeres, dado el músculo y el peso, el porcentaje de grasa y HF y la recuperación hacia el comportamiento no lineal en hombres versus mujeres, lo cual muestra más rapidez en retornar al predominio parasimpático postejercicio.

Las dimensiones de la VFC se correlacionaron con la composición corporal de los participantes en estado de reposo (Tabla 3). Se encontró que la masa muscular medida en kilogramos tuvo correlación positiva moderada con la HF (Figura 3); el HF se eleva cuando la

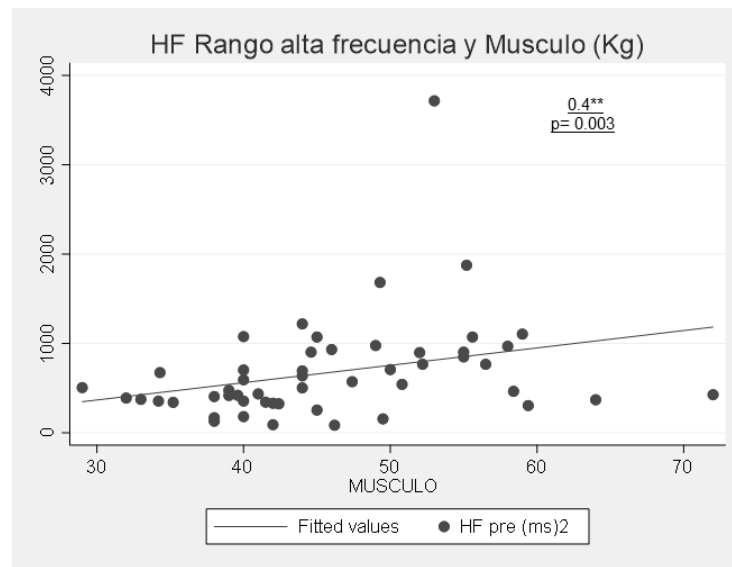
masa muscular aumenta. Para SDNN, pNN50, RMSSD, SD1, SD2 y LF las correlaciones fueron positivas pero bajas. La correlación entre LF fue negativamente baja respecto al porcentaje de grasa.

**Tabla 3.** Correlación entre variabilidad de la frecuencia cardiaca y la composición corporal en reposo (n = 51).

Reposo	Peso kg (media ± D. E.)	IMC	Kilogramos de masa muscular (media ± D. E.)	Porcentaje graso (media ± D. E.)
RR media (ms)	0,36* p = 0,01	0,17* p = 0,22	0,4* p = 0,01	-0,24 * p = 0,07
SDNN (media ± D.E.)	0,22* p = 0,1206	0,06* p = 0,64	0,2* p = 0,03	-0,11* p = 0,4
RMSSD (media ± D. E.)	0,27** p = 0,05	0,15** p = 0,2	0,3** p = 0,01	-0,25** p = 0,07
pNN50 (media ± D. E.)	0,23** p = 0,09	0,14** p = 0,3	0,3** p = 0,005	-0,13** p = 0,35
LF (media ± D. E.)	0,18** p = 0,19	-0,01** p = 0,91	0,3** p = 0,02	-0,3** p = 0,03
HF (media ± D. E.)	0,26** p = 0,06	0,14** p = 0,30	0,4** p = 0,003	-0,15** p = 0,28
LF/HF (media ± D. E.)	-0,009** p = 0,94	-0,10** p = 0,44	-0,04** p = 0,7	-0,15** p = 0,27
SD1 (media ± D. E.)	0,30* p = 0,0303	0,21* p = 0,12	0,3* p = 0,02	-0,009* p = 0,9
SD2 (media ± D.E.)	0,20* p = 0,16	0,03* p = 0,79	0,2 P=0,04	-0,13* p = 0,3

SDNN: desviación estándar de los RR (o llamados NN); RMSSD: raíz cuadrada del promedio de las diferencias entre intervalos sucesivos; pNN50: NN50 dividido por el número de RR sucesivos, expresado en %; LF: rango baja frecuencia 0,04-0,15 Hz; HF: rango alta frecuencia 0,15-0,4 Hz; LF/HF: relación LF/HF; SD1: VFC a corto plazo (modulación parasimpática) ms; SD2: VFC a largo plazo (modulación simpática) ms. \*Coefficient de Pearson, \*\*Coefficient de spearman





**Figura 3.** Relación entre rango de alta frecuencia (HF) y kilogramo de masa muscular en los sujetos en reposo; se observa una correlación positiva realizada a través de la correlación de Spearman ( $p = 0,003$ ). Los sujetos con mayor cantidad de masa muscular tuvieron mayor HF asociada a predominio parasimpático.

No se encontraron cambios estadísticamente significativos en la correlación de la VFC respecto a la composición corporal en estado de postejercicio versus

en reposo, a excepción de la variable LF que mostró correlación negativa baja respecto al porcentaje de grasa corporal (Tabla 4).

**Tabla 4.** Correlación entre variabilidad de la frecuencia cardiaca y la composición corporal en reposo

Reposo	Peso kg (media ± D. E.)	IMC	Kilogramos de masa muscular (media ± D. E.)	Porcentaje graso (media ± D. E.)
RR media	0,36* p = 0,01	0,17* p = 0,22	0,4* p = 0,01	-0,24 * p = 0,07
SDNN (media ± D. E.)	0,22* p = 0,1206	0,06* p = 0,64	0,2* p = 0,03	-0,11* p = 0,4
RMSSD (media ± D. E.)	0,27** p = 0,05	0,15** p = 0,2	0,3** p = 0,01	-0,25** p = 0,07
pNN50 (media ± D. E.)	0,23** p = 0,09	0,14** p = 0,3	0,3** p = 0,005	-0,13** p = 0,35
LF ms <sup>2</sup> (media ± D. E.)	0,18** p = 0,19	-0,01** p = 0,91	0,3** p = 0,02	-0,3** p = 0,03
HF ms <sup>2</sup> (media ± D. E.)	0,26** p = 0,06	0,14** p = 0,30	0,4** p = 0,003	-0,15** p = 0,28
LF/HF (media ± D. E.)	-0,009** p = 0,94	-0,10** p = 0,44	-0,04** p = 0,7	-0,15** p = 0,27
SD1 (media ± D. E.)	0,30* p = 0,0303	0,21* p = 0,12	0,3* p = 0,02	-0,009* p = 0,9
SD2 (media ± D. E.)	0,20* p = 0,16	0,03* p = 0,79	0,2 p=0,04	-0,13* p = 0,3

\*Coeficiente de Pearson, \*\*Coeficiente de Spearman, SDNN: desviación estándar de los RR (o llamados NN); RMSSD: raíz cuadrada del promedio de las diferencias entre intervalos sucesivos; pNN50: NN50 dividido por el número de RR sucesivos, expresado en %; LF: rango baja frecuencia 0,04-0,15 Hz; HF: rango alta frecuencia 0,15-0,4 Hz; LF/HF: relación LF/HF; SD1: VFC a corto plazo (modulación parasimpática) ms; SD2: VFC a largo plazo (modulación simpática) ms.

### Discusión

En este estudio de corte transversal se incluyeron 24 hombres y 27 mujeres, con el objetivo de analizar la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), en reposo y postejercicio, y su relación con la composición corporal en adultos jóvenes con edades promedio de 22 años, los cuales no eran deportistas de alto rendimiento; además,

se evaluó la composición corporal según el sexo, así como otras variables fisiológicas.

Las mujeres tuvieron mayor porcentaje de grasa corporal, esto relacionado con diferencias ya descritas en la literatura sobre la distribución de tejido adiposo<sup>23</sup> y con el estudio de Xue He, MD *et al.*, quienes evaluaron la composición corporal en personas saludables de 18

a 30 años agrupados por edad y sexo; en este estudio se encontró un porcentaje graso y de masa muscular en hombres de  $21,91\% \pm 5,80$  y en mujeres de  $29,58 \pm 5,68$  y de  $36,44\text{ kg} \pm 3,12$  respectivamente<sup>24</sup>. El grupo valorado en este estudio tuvo valores promedio que concuerdan con la literatura según su edad y sexo.

En el grupo de hombres analizados se observó tendencia al sobrepeso y algunos casos de obesidad según el IMC, no obstante, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas; esto se relaciona con cantidades más altas de tejido adiposo visceral, así como inter- e intramuscular, según lo describe Bredella *et al.*, donde los hombres demostraron un IMC mayor, que estuvo relacionado proporcionalmente con el riesgo cardiometabólico<sup>25</sup>. En este estudio, las mujeres tuvieron IMC menor y tejido adiposo subcutáneo mayor<sup>24</sup>.

La modulación del SNA sobre el sistema cardiovascular y las diferencias entre sexos aún son controversiales. O'Brien *et al.* evaluaron la función autonómica y concluyeron que el comportamiento de la VFC fue similar entre sexos y que había una relación negativa respecto a la edad<sup>26</sup>. Estos resultados, en parte, son equivalentes a los de este trabajo, donde las variables LF y LF/HF no tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre sexos antes y después de hacer ejercicio; por el contrario, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la SDNN, RMSSD, pNN50 y HF antes y después de haber realizado actividad física y entre sexos, por lo cual se interpreta que, aunque la modulación del SNA sobre el sistema cardiovascular es similar entre sexos, en mujeres la VFC fue significativamente menor. Koeing *et al.* también estudiaron diferencias entre sexos y evidenciaron que en mujeres adolescentes la frecuencia cardíaca media era mayor, con intervalos RR más bajos respecto a los hombres; esto concuerda con los hallazgos de este estudio donde las mujeres tuvieron RR promedio menor<sup>27</sup>.

En la gráfica de las mujeres en estado postejercicio (**Figura 1**) se observa una agrupación de nube de puntos, que está relacionada con el tiempo adicional que toma recuperar el estado basal de equilibrio simpático-vagal después del ejercicio, en comparación con la gráfica del sexo masculino; esto podría estar ligado a la cantidad de masa muscular y al aumento de HF (predominio parasimpático) en hombres. Samora *et al.* compararon la recuperación de la frecuencia cardíaca (FC) entre sexos, a través de ejercicios isométricos que incluían empuñadura de resistencia con una posterior recuperación; concluyeron que la recuperación más

lenta se observó en mujeres, esto asociado a una menor actividad simpátovagal en este grupo, sin embargo, los autores relacionaron este hallazgo con cambios en el nivel de la sensibilidad de los baroreceptores en el sexo femenino<sup>28</sup>. Koenig *et al.* revisaron 13 estudios similares, y en todos encontraron una actividad vagal disminuida en mujeres; aunque no son claras las vías fisiológicas, la hipótesis más aceptada se relaciona con el papel de los estrógenos y los progestágenos en la modulación autonómica cardíaca, lo cual aumenta la actividad colinérgica y muscarínica. Los cambios en los niveles de estrógenos en las mujeres en su pubertad podrían tener un efecto de modulación negativo en el sistema nervioso simpático (SNS) lo cual podría explicar este fenómeno<sup>29</sup>.

Respecto a la valoración de la VFC como marcador del estado simpátovagal y su relación con la composición corporal, Andrew *et al.* observaron 360 agentes de policía; encontraron que a altos niveles de actividad física, existen niveles más bajos de marcadores de adiposidad central y más masa magra en las extremidades, lo que estuvo asociado con VFC más altas en esta población, hecho que coincide con lo encontrado en este estudio, donde se evidencia predominio parasimpático en pacientes con mayor masa muscular<sup>30</sup>. La masa muscular (kg) se correlacionó con la predominancia del sistema nervioso parasimpático en comparación con el porcentaje de grasa corporal hallado en ambos sexos; este hallazgo es relevante dado que en este estudio la grasa corporal tuvo una asociación más leve que la cantidad de músculo medido; esto refuerza la hipótesis de la importancia de la masa muscular, pese a la cantidad de grasa corporal, para la mejoría de la salud cardiovascular. Fonseca *et al.* evaluaron pacientes con falla cardíaca y sarcopenia contra pacientes sin sarcopenia, y demostraron que las personas con sarcopenia tenían una actividad simpática y parasimpática disminuida en comparación con el grupo sin sarcopenia, en especial durante los periodos de recuperación postejercicio<sup>31</sup>, esto explicaría los hallazgos encontrados en este estudio. Adicionalmente, se ha descrito que la actividad del SNA medida a través de VFC podría verse modificada en respuesta a la acumulación de microtraumatismos en el tejido somático; no obstante, las vías fisiológicas aún no son claras<sup>32</sup>.

La LF y el porcentaje de grasa corporal fueron inversamente proporcionales tanto en estado de reposo como en estado postejercicio; por el contrario, la relación entre LF y la cantidad de masa muscular fue directamente proporcional tanto pre- como postejercicio, lo cual determina que la grasa corporal y el músculo influyen de manera similar sobre el equilibrio simpátovagal.



Estos hallazgos coinciden con estudios similares como el de Salamonuy *et al.*, en el que se concluye que un incremento del porcentaje de grasa corporal refuerza la predominancia simpática y disminuye la actividad parasimpática, además, el tejido adiposo estimula la producción de catecolaminas; no obstante, no se reportó la relación con la masa muscular<sup>33</sup>. Por su parte, Von Känel *et al.* encontraron asociación entre la cantidad de grasa corporal y una sobreproducción de adipocinas<sup>35</sup>, y su relación con la masa muscular en presencia o no de sobrepeso.

Por otro lado, Smoljo *et al.* estudiaron la regulación del SNA sobre la regulación cardiovascular observando la respuesta a maniobras de Valsalva y los cambios de la presión arterial comparado con la composición corporal; encontraron que los participantes con un IMC <25 kg/m<sup>2</sup> tenían valores medios significativamente más bajos de intervalos R-R y presiones arteriales bajas, además la alta actividad simpática se correlacionó con una alta proporción de tejido adiposo en personas jóvenes sanas, resultados en parte contradictorios con los de este estudio, sin embargo, el porcentaje de agua corporal fue un predictor negativo independiente de la presión arterial sistólica, lo que estaría relacionado con mayor masa muscular<sup>36</sup>. Por último, Behera *et al.* valoraron 77 personas para determinar la relación entre el SNA y la composición corporal; evidenciaron que existe una disminución de las actividades simpáticas y parasimpáticas en aquellos pacientes con IMC elevado, y registraron una relación negativa entre el SNA y el porcentaje de grasa corporal, y una estrecha relación entre el SNA y el porcentaje de masa muscular<sup>37</sup>. También se ha descrito el desequilibrio simpátovagal en personas con obesidad y bajos niveles de adiponectina, hormona que participa en la modulación vagal cardiovascular como protectora del sistema cardiovascular<sup>38</sup>, ya que la leptina producida por el tejido adiposo, cuando aumenta, tiene influencia sobre la actividad noradrenérgica<sup>39</sup>.

Respecto a la influencia de la masa muscular sobre el sistema nervioso parasimpático, estudios como el de Andrew *et al.* también asociaron mayor cantidad de masa muscular con mayor amplitud de la VFC<sup>40</sup>; por su parte Ellen M Dixon *et al.* evaluaron 24 atletas de alto rendimiento, en los cuales encontraron mayor modulación vagal y reducción de la actividad de los receptores  $\beta$ -adrenérgicos como el mecanismo fisiológico por el cual el ejercicio físico logra generar en estos individuos una bradicardia sinusal en reposo, además de una recuperación más rápida del equilibrio simpático-vagal posterior al ejercicio, en comparación

con personas sedentarias<sup>41</sup>. No obstante, estudios como el de Katona *et al.* sugieren que la bradicardia sinusal podría no deberse a una mayor modulación vagal, sino a una disminución del tono simpático o a la disminución de la frecuencia cardíaca intrínseca, generada por escapes de acetilcolina desde las terminales parasimpáticas<sup>42</sup>; este último hallazgo está pobremente descrito en personas no deportistas.

Durante el desarrollo de este estudio se presentaron fortalezas y debilidades, por ejemplo, la medición de estas variables ha sido escasa en jóvenes sanos no deportistas, lo cual puede aportar parámetros fisiológicos interesantes, así como una fuerte correlación de la masa muscular con o sin sobrepeso u obesidad que aún no es clara. Las limitaciones del estudio estuvieron relacionadas con el tamaño de la muestra, la cual se vio reducida debido a la pandemia por COVID-19.

## Conclusiones

Se encontró una relación entre la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la composición corporal en adultos sanos en estado de reposo; las personas con más kilogramos de masa muscular tuvieron VFC más altas y mejor predominio parasimpático en comparación con personas con menos masa muscular, independientemente de la cantidad de grasa corporal.

La VFC en reposo, en ambos sexos, y su relación con la composición corporal es similar; la influencia ejercida por la masa muscular sobre el sistema nervioso parasimpático y por la grasa corporal sobre el simpático se evidenció en ambos grupos.

## Referencias

1. Manolis AJ, Poulimenos LE, Kallistratos MS, Gavras I, Gavras H. Sympathetic overactivity in hypertension and cardiovascular disease. *Curr Vasc Pharmacol* [Internet]. 2014;12(1):4-15. doi: <https://doi.org/10.2174/15701611113119990140>
2. Veloza L, Jiménez C, Quiñones D, Polanía F, Pachón-Valero LC, Rodríguez-Triviño CY. Variabilidad de la frecuencia cardíaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares. *Rev Colomb Cardiol* [Internet]. 2019;26(4):205-210. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.01.006>
3. Oliveira R, Barker AR, Debras F, O'Doherty A, Williams CA. Mechanisms of blood pressure control following acute exercise in adolescents: Effects of exercise intensity on haemodynamics and baroreflex sensitivity. *Exp Physiol* [Internet].

- 2018;103(8):1056-1066. doi: <https://doi.org/10.1113/ep086999>
4. Chintala KK, Krishna BH, N MR. Heart Rate Variability in Overweight Health Care Students: Correlation with Visceral Fat. *J Clin Diagn Res* [Internet]. 2015;9(1):CC06-CC08. doi: <https://doi.org/10.7860%2FJCDR%2F2015%2F12145.5434>
  5. Chen GY, Hsiao TJ, Lo HM, Kuo CD. Abdominal obesity is associated with autonomic nervous derangement in healthy Asian obese subjects. *Clin Nutr* [Internet]. 2008;27(2):212-217. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2007.11.004>
  6. Millis RM, Austin RE, Hatcher MD, Bond V, Faruque MU, Goring KL, et al. Association of body fat percentage and heart rate variability measures of sympathovagal balance. *Life Sci* [Internet]. 2010;86(5-6):153-157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2009.11.018>
  7. Fagard RH, Pardaens K, Staessen JA. Influence of demographic, anthropometric and lifestyle characteristics on heart rate and its variability in the population. *J Hypertens* [Internet]. 1999;17(11):1589-1599. doi: <https://doi.org/10.1097/00004872-199917110-00013>
  8. Liao D, Rodríguez-Colón SM, He F, Bixler EO. Childhood Obesity and autonomic dysfunction: Risk for cardiac morbidity and mortality. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* [Internet]. 2014;16(10):342. doi: <https://doi.org/10.1007/s11936-014-0342-1>
  9. Gómez LA. Las enfermedades cardiovasculares: un problema de salud pública y un reto global. *Biomédica* [Internet]. 2011;31(4):469-473. doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i4.626>
  10. Iglesias Alfonso J, Estévez Báez M. Regulación del Sistema Cardiovascular por el Sistema Nervioso Autónomo. 2008. Disponible en: [http://fbio.uh.cu/ginvest/mesna/vfc\\_docs/RegulacionAutonomicaCardiovascular.pdf](http://fbio.uh.cu/ginvest/mesna/vfc_docs/RegulacionAutonomicaCardiovascular.pdf)
  11. López Sánchez GF, López Sánchez L, Díaz Suárez A. Composición corporal y variabilidad de la frecuencia cardíaca: relaciones con edad, sexo, obesidad y actividad física. *SPORT TK-Rev Euroam Cienc Deporte* [Internet]. 2015;4(2):33-40. doi: <https://doi.org/10.6018/242921>
  12. Millis RM, Austin RE, Hatcher MD, et al. Association of body fat percentage and heart rate variability measures of sympathovagal balance. *Life Sci*. 2010;86(5-6):153-157. doi: [10.1016/j.lfs.2009.11.018](https://doi.org/10.1016/j.lfs.2009.11.018)
  13. Karavidas A, Lazaros G, Tsiachris D, Pyrgakis V. Aging and the cardiovascular system. *Hellenic J Cardiol*. 2010;51(5):421-427.
  14. Salech MF, Jara LF, Luis Michea AL. Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *Rev Med Clin Condes* [Internet]. 2012;23(1):19-29. doi: [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70269-9](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70269-9)
  15. Organización Panamericana de la Salud. PanamSTEPS. Organización Panamericana de la Salud. Disponible en: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13250:panamsteps&Itemid=42364&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=13250:panamsteps&Itemid=42364&lang=es)
  16. Parra-Escartín B, Villalobos F. Evaluación de los hábitos dietéticos y niveles de actividad física en adolescentes escolares: un estudio transversal. *Rev Esp Nutr Humana Dietética* [Internet]. 2020;24(4):357-365. doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.24.4.1045>
  17. Alvero-Cruz JR, Armesilla-Cabañas MD, Herrero-de Lucas A. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo: Documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte*. 2009;16(131):166-179.
  18. Savane Fatoumauta Rosita, Navarrete-Muñoz Eva M.<sup>a</sup>, García de la Hera Manuela, Gimenez-Monzo Daniel, Gonzalez-Palacios Sandra, Valera-Gran Desirée, et al. Validez del peso y talla auto-referido en población universitaria y factores asociados a las discrepancias entre valores declarados y medidos. *Nutr. Hosp*. 2013;28(5):1633-1638.
  19. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Evalúe su peso. MinSalud. 2021. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/HS/Paginas/Evalue-su-peso.aspx>
  20. Camm AJ, Malik M, Bigger JT, Breithardt G, Cerutti S, Cohen RJ, et al. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043-1065.
  21. ADInstruments. 2021. Disponible en: <https://www.adinstruments.com/>
  22. Palma Gámiz JL, Arribas Jiménez A, González Juanatey JR, Marín Huerta E, Martín Ambrosio ES. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en la monitorización ambulatoria del electrocardiograma y presión arterial. *Rev Esp Cardiol*. 2000;53(1):91-109.
  23. Velásquez N. El papel de los esteroides sexuales en la distribución de la grasa corporal y su relación con la obesidad del síndrome de ovario poliquístico. *Rev Obstet Ginecol Venezuela*. 2011;71(1):49-64.
  24. He X, Li Z, Tang X, Zhang L, Wang L, He Y,

- et al. Age- and sex-related differences in body composition in healthy subjects aged 18 to 82 years. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2018;97(25). doi: <https://doi.org/10.1097/md.00000000000011152>
25. Bredella MA. Sex Differences in Body Composition. *Adv Exp Med Biol* [Internet]. 2017;1043:9-27. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-70178-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70178-3_2)
  26. O'Brien IA, O'Hare P, Corral RJ. Heart rate variability in healthy subjects: effect of age and the derivation of normal ranges for tests of autonomic function. *Br Heart J*. [Internet]. 1986;55(4):348-354. doi: <https://doi.org/10.1136/hrt.55.4.348>
  27. Koenig J, Thayer JF. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*. [Internet]. 2016;64:288-310. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.007>
  28. Samora M, Teixeira AL, Sabino-Carvalho JL, Vianna LC. Sex differences in cardiac vagal reactivation from the end of isometric handgrip exercise and at the onset of muscle metaboreflex isolation. *Auton Neurosci* [Internet]. 2020;228:102714. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2020.102714>
  29. Koenig J, Rash JA, Campbell TS, Thayer JF, Kaess M. A Meta-Analysis on Sex Differences in Resting-State Vagal Activity in Children and Adolescents. *Front Physiol* [Internet]. 2017;8:582. doi: <https://doi.org/10.3389%2Ffphys.2017.00582>
  30. Andrew ME, Shengqiao L, Wactawski-Wende J, Dorn JP, Mnatsakanova A, Charles LE, et al. Adiposity, muscle, and physical activity: predictors of perturbations in heart rate variability. *Am J Hum Biol* [Internet]. 2013;25(3):370-377. doi: <https://doi.org/10.1002/ajhb.22379>
  31. Fonseca GWPD, Santos MRD, Souza FR, Costa MJAD, Haehling SV, Takayama L, et al. Sympatho-Vagal Imbalance is Associated with Sarcopenia in Male Patients with Heart Failure. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2019;112(6):739-746. doi: <https://doi.org/10.5935/abc.20190061>
  32. Gisselman AS, Baxter GD, Wright A, Hegedus E, Tumilty S. Musculoskeletal overuse injuries and heart rate variability: Is there a link? *Med Hypotheses* [Internet]. 2016;87:1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2015.12.003>
  33. El-Salamony GI, El-Agaty SM, Zawawi BM. The Impact of Body Mass Index and Body Composition on Cardiac Autonomic Function in Young Adult Saudi Females. *JKAU: Med. Sci.* [Internet]. 2014;21(1):31-50. doi: <https://doi.org/10.4197/Med.21-1.3>
  34. Dart AM, Du XJ, Kingwell BA. Gender, sex hormones and autonomic nervous control of the cardiovascular system. *Cardiovasc Res* [Internet]. 2002;53(3):678-687. doi: [https://doi.org/10.1016/s0008-6363\(01\)00508-9](https://doi.org/10.1016/s0008-6363(01)00508-9)
  35. von Känel R, Nelesen RA, Ziegler MG, Mausbach BT, Mills PJ, Dimsdale JE. Relation of autonomic activity to plasminogen activator inhibitor-1 plasma concentration and the role of body mass index. *Blood Coagul Fibrinolysis* [Internet]. 2007;18(4):353-359. doi: <https://doi.org/10.1097/mbc.0b013e3281139c67>
  36. Smoljo T, Stanić I, Sila S, Kovačić U, Crnošija L, Junaković A. et al. The Relationship between Autonomic Regulation of Cardiovascular Function and Body Composition. *J Obes Metab Syndr* [Internet]. 2020;29(3):188-197. doi: <https://doi.org/10.7570%2Fjomes20041>
  37. Behera S, Das D. Correlation of Body Mass Index, Body Fat percentage and Fat Free Mass Index with Autonomic Nervous Function. *Int. J. Contemp. Med.* 2017;4(1):105-107.
  38. Wakabayashi S, Aso Y. Adiponectin concentrations in sera from patients with type 2 diabetes are negatively associated with sympathovagal balance as evaluated by power spectral analysis of heart rate variation. *Diabetes Care* [Internet]. 2004;27(10):2392-2397. doi: <https://doi.org/10.2337/diacare.27.10.2392>
  39. Kaufman CL, Kaiser DR, Steinberger J, Kelly AS, Dengel DR. Relationships of cardiac autonomic function with metabolic abnormalities in childhood obesity. *Obesity (Silver Spring)* [Internet]. 2007;15(5):1164-1171. doi: <https://doi.org/10.1038/oby.2007.619>
  40. Andrew ME, Shengqiao LI, Wactawski-Wende J, et al. Adiposity, muscle, and physical activity: Predictors of perturbations in heart rate variability. *Am J Hum Biol.* 2013;25(3):370-377. doi: [10.1002/ajhb.22379](https://doi.org/10.1002/ajhb.22379)
  41. Dixon EM, Kamath MV, McCartney N, Fallen EL. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. *Cardiovasc Res* [Internet]. 1992;26(7):713-719. doi: <https://doi.org/10.1093/cvr/26.7.713>
  42. Katona PG, McLean M, Dighton DH, Guz A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. *J Appl Physiol* [Internet]. 1982;52(6):1652-1657. doi: <https://doi.org/10.1152/jappl.1982.52.6.1652>