



## Evaluación de la modulación autonómica cardiovascular durante la sentadilla isométrica de pared en personas post revascularización miocárdica o percutánea

*Evaluation of cardiovascular autonomic modulation during isometric wall squat in subjects after myocardial or percutaneous revascularization*

### Autores

Zully Rocío Rincón-Rueda<sup>1</sup>  
 Angie Julieth Galvis-Barrios<sup>1</sup>  
 Lucy Yarid Garzón-Jaramillo<sup>1</sup>  
 Angie Gabriela Jaimes-Flórez<sup>1</sup>  
 Adriana Marcela Jácome-Hortúa<sup>1</sup>  
 Juan Carlos Sánchez-Delgado<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Santander,

<sup>2</sup> Universidad Santo Tomás-Bucaramanga, Santander, Colombia

Autor de correspondencia:  
 Zully Rocío Rincón-Rueda  
 zullyrociort@gmail.com

### Cómo citar en APA

Rincón Rueda, Z. R., Galvis Barrios, A. J., Garzón Jaramillo, L. Y., Jaimes Flórez, A. G., Jácome Hortúa, A. M., & Sánchez Delgado, J. C. (2025). Evaluación de la modulación autonómica cardiovascular durante la sentadilla isométrica de pared en personas post revascularización miocárdica o percutánea. *Retos*, 69, 1419-1426. <https://doi.org/10.47197/retos.v69.115349>

### Resumen

**Introducción:** La modulación autonómica cardiovascular refleja la interacción entre el sistema nervioso autónomo y el sistema cardiovascular. Se puede evaluar mediante la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), la cual es un marcador de salud cardiovascular; una VFC baja indica una menor capacidad adaptativa del corazón.

**Objetivo:** Comparar la VFC en reposo y durante el ejercicio en personas post revascularización miocárdica (RVM) y percutánea (PTCA).

**Método:** Estudio transversal analítico con 37 participantes. Se evaluó la VFC mediante electrocardiograma, primero en decúbito supino durante 10 minutos y luego durante una sentadilla isométrica de pared (SIP) de 2 minutos.

**Resultados:** La edad promedio fue 64,6±9,3 años. El intervalo RR disminuyó significativamente ( $p<0,001$ ) durante la SIP, reflejando mayor activación simpática. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en LF (baja frecuencia), HF (alta frecuencia) ni en la relación LF/HF entre reposo y ejercicio.

**Discusión:** Se evidenció una disminución de la VFC durante la SIP, hallazgo que coincide con Brockmann et al. (2023), quienes observaron una reducción progresiva de la VFC con la intensidad del ejercicio en cinta rodante. A diferencia de estudios previos que utilizaron presión palmar (Leite et al., 2010), esta investigación empleó SIP durante 2 minutos, mostrando su viabilidad como herramienta para evaluar la modulación autonómica durante esfuerzos estáticos en población cardiovascular.

**Conclusión:** La SIP se presenta como una herramienta segura, accesible y útil para evaluar la modulación autonómica durante el ejercicio en personas tras procedimientos de revascularización.

### Palabras clave

Ejercicio isométrico; revascularización miocárdica; síndrome coronario agudo; sistema nervioso autónomo.

### Abstract

**Introduction:** Cardiovascular autonomic modulation reflects the interaction between the autonomic nervous system and the cardiovascular system. It can be assessed through heart rate variability (HRV), a key marker of cardiovascular health; low HRV indicates reduced adaptive capacity.

**Objective:** To compare HRV at rest and during exercise in people post myocardial revascularization (RVM) and percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA).

**Method:** An analytical cross-sectional study was conducted with 37 participants. HRV was assessed using electrocardiogram recordings first in the supine position for 10 minutes, then during a 2-minute wall sit isometric exercise (WSIE).

**Results:** The average age was 64.6±9.3 years. The RR interval significantly decreased ( $p<0.001$ ) during the WSIE, indicating increased sympathetic activation. However, no statistically significant differences were found in LF (low frequency), HF (high frequency), or the LF/HF ratio between rest and exercise.

**Discussion:** A reduction in HRV during the WSIE was observed, consistent with Brockmann et al. (2023), who reported a progressive decline in HRV with increased exercise intensity on a treadmill. Unlike previous studies that used handgrip tests (Leite et al., 2010), this study employed a 2-minute WSIE protocol, demonstrating its potential as a tool for assessing autonomic modulation during static exertion in cardiovascular populations.

**Conclusion:** The wall sit isometric exercise appears to be a safe, accessible, and valuable method for evaluating autonomic modulation during exercise in people with post-revascularization procedures.

### Keywords

Acute coronary syndrome; autonomic nervous system; isometric exercise; myocardial revascularization.

## Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen la principal causa de morbimortalidad a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud, 2021). Dentro de este grupo, el síndrome coronario agudo (SCA) representa un conjunto de trastornos caracterizados por una disminución crítica del flujo sanguíneo al miocardio, y afecta aproximadamente a 32 millones de personas en el mundo cada año (Virani et al., 2020). En Colombia, las estadísticas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) indican que las enfermedades cardíacas presentan una incidencia de 97,5 muertes por cada 100.000 habitantes, subrayando su impacto significativo en la salud pública (Nieto et al., 2023).

A pesar de los avances en los tratamientos médicos y quirúrgicos, las complicaciones asociadas al SCA continúan siendo un desafío clínico. Por ello, se han explorado herramientas que permitan predecir el riesgo de estos eventos. En este contexto, la evaluación de la modulación autonómica cardiovascular (MAC) se ha propuesto como un indicador clave de la interacción entre los sistemas nerviosos simpático y parasimpático y el sistema cardiovascular. Este equilibrio es fundamental para la regulación de la actividad cardíaca, y su disfunción se asocia con un peor pronóstico en pacientes con ECV (Ardell et al., 2017). Dentro de las herramientas utilizadas para el monitoreo de la MAC, la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se ha consolidado como un método confiable y eficaz para evaluar el equilibrio autonómico (Michael et al., 2017). La VFC refleja de manera precisa la interacción entre los sistemas nerviosos simpático y parasimpático (Bohn et al., 2025). En el contexto de las ECV, una baja VFC indica una menor capacidad de adaptación, asociada con un mayor riesgo de arritmias, infarto y muerte súbita. Este fenómeno suele deberse a la predominancia simpática o a una reducción de la actividad vagal, lo que limita la capacidad de recuperación del sistema cardiovascular (Shaffer & Ginsberg, 2017).

La VFC puede medirse tanto en reposo como durante pruebas de esfuerzo mediante equipos de monitoreo electrocardiográfico. Las pruebas más comunes incluyen ejercicios en cinta rodante y bicicleta ergométrica, que permiten evaluar la respuesta del sistema nervioso autónomo en situaciones demandantes (Porrás-Alvarez & Bernal-Calderón, 2019).

En línea con lo anterior, el ejercicio isométrico de resistencia (EIR), ha mostrado beneficios en el control de la presión arterial (Tebar et al., 2020) y podría tener un impacto positivo en la MAC. Sin embargo, la literatura es limitada en cuanto a la evaluación de la VFC en este tipo de ejercicios. En busca de estrategias accesibles y seguras para valorar la MAC en pacientes postrevascularización miocárdica, este estudio planteó como objetivo analizar el comportamiento de la VFC tanto en reposo como durante el ejercicio utilizando la sentadilla isométrica de pared (SIP).

## Método

Se realizó un estudio cuantitativo, analítico, de corte transversal.

### *Participantes*

Adultos remitidos a un programa de rehabilitación cardíaca (PRC) fase 2 en Bucaramanga, sometidos a Revascularización miocárdica mediante bypass coronario (RVM) o angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP) en etapa subaguda, tras un primer evento coronario. Se excluyeron personas con trastornos neurológicos severos, limitaciones físicas, mentales o emocionales, lesiones musculoesqueléticas en la rodilla, marcapasos, enfermedades que afecten el ritmo cardíaco y mujeres embarazadas.

### *Procedimiento*

La VFC se midió utilizando un electrocardiógrafo marca Edan, con análisis de resultados a través del software SE-1515. En reposo, el paciente permanecía acostado en decúbito supino durante 10 minutos. Las derivaciones electrocardiográficas se colocaron siguiendo el método del “ángulo de Louis” para asegurar precisión (Sattar & Chhabra, 2023).

Para el registro durante ejercicio, se utilizó la misma ubicación de electrodos y se realizó una SIP con 125° de flexión de rodilla, medida mediante un goniómetro universal y sostenido durante 2 minutos. Se registraron los intervalos RR, los componentes de alta frecuencia (HF 0,15 a 0,04 Hz), baja frecuencia (LF 0,04 a 0,15 Hz) y la relación LF/HF.



## Análisis de datos

Los datos se procesaron con el software Stata 14.1. Se evaluó la normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk; para analizar las diferencias entre la VFC de reposo y durante el ejercicio isométrico se utilizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para datos pareados. Para determinar las diferencias de VFC por sexo y tipo de procedimiento se utilizó U de Mann-Whitney para datos independientes, se estableció un nivel de significancia de  $p \leq 0,05$ .

## Consideraciones éticas

El estudio cumplió con los principios de la Declaración de Helsinki se clasificó como un estudio de bajo riesgo según la resolución 8430 de 1993 y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás (concepto 02152023-3528112023). Todos los participantes firmaron el consentimiento informado y se aseguró la protección de sus datos personales según la Ley 1581 de 2012.

## Resultados

El estudio incluyó 37 participantes evaluados entre marzo y noviembre de 2024, con una edad promedio de  $64.6 \pm 9.3$  años. Se observó un predominio masculino en la muestra (76%). El índice de masa corporal promedio fue de  $25 \pm 3.9$  kg/m<sup>2</sup>, clasificando a los participantes en la categoría de sobrepeso. Las características demográficas y clínicas de la población se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Información sociodemográfica, antropométrica y clínica de los participantes (n=37)

Variables	n (%)	
Edad (años) *	66 (61-71)	
Sexo masculino	31 (83)	
Procedencia Urbana	32 (86)	
Estado Civil	Soltero	4 (10)
	Casado	24 (64)
	Divorciado	4 (10)
	Viudo	3 (8)
	Unión libre	2 (5)
Estrato socioeconómico	0	7 (18)
	1	7 (18)
	2	14 (37)
	3	6 (16)
	4	1 (2)
	5	1 (2)
Escolaridad	6	1 (2)
	Básica primaria	6 (16)
	Básica Secundaria	14 (37)
	Educación media	2 (5)
	Técnico	3 (8)
	Tecnológico	2 (5)
IMC (Kg/m2) *	Profesional	6 (16)
	Postgrado	4 (10)
% grasa corporal *		24.9 (22-26)
Perímetro de cintura (cm) *		24 (20-28)
Tipo de intervención		91.5 (85-96)
	RVM	19 (51)
Factores de riesgo cardiovascular	ACTP	18 (48)
	HTA	27 (72)
	DM	16 (44)
	Dislipidemia	16 (43)
	Extabaquismo	14 (37)
	Obesidad	6 (16)

\* Datos presentados en medianas y rangos intercuartílicos, IMC: índice de masa corporal, RVM: Cirugía de revascularización miocárdica, ACTP: Angioplastia coronaria transluminal percutánea, HTA: Hipertensión arterial, DM: Diabetes Mellitus.

Durante la ejecución de la SIP, el intervalo RR mostró una reducción significativa ( $p < 0.001$ ), mientras que los componentes de LF, HF y la relación LF/HF no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones en reposo y durante el ejercicio (Tabla 2).

Tabla 2. Comportamiento de la VFC Durante el Reposo y la Sentadilla Isométrica (n=37)

Variable	Reposo Mediana (RIC)	Isométrico Mediana (RIC)	valor p
----------	-------------------------	-----------------------------	---------



RR (ms)	909 (800-972)	731.5 (635-817.5)	<0,00
LF (Hz)	41.4 (21.7-73)	36 (11.4-97.1)	0.44
HF (Hz)	56.7 (19.9-132.8)	27.27(15.4-76.9)	0.
LF/HF	1.6 (0.7- 3.13)	0.9 (0.5-4.75)	0.97

VFC: Variabilidad de la frecuencia cardiaca, RR: Intervalo RR, LF: Baja frecuencia, HF: Alta frecuencia, LF/HF: Relación entre la frecuencia baja y alta frecuencia.

El análisis de la VFC por sexo no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres durante la SIP (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca por sexo y tipo de procedimiento

Variable	RR (ms) Mediana (RIC)	LF (Hz) Mediana (RIC)	HF (Hz) Mediana (RIC)	LF/HF Mediana (RIC)
Mujer	717 (656-767)	40 (11.7-57.6)	47.55 (11.7-67)	0.77 (0.5-1.3)
Hombre	731.5 (631-820)	53.4 (31.3-72.8)	52.2 (25.9-69.7)	1.2 (0.4-7.1)
p	0.93	0.34	0.74	0.42
ACTP	752.5 (689-847)	47.4 (40.4-72.8)	52.5 (25.9-59.5)	0.85 (0.64-2.7)
RVM	672 (628-772)	53.4 (30.2-72.1)	46.5 (20.3-69.7)	1.3 (0.4-35.4)
p	0.03	0.85	0.69	0.46

RIC: Rango intercuartílico, RR: Intervalo RR, LF: Baja frecuencia, HF: Alta frecuencia, LF/HF: Relación entre baja frecuencia y alta frecuencia. ACPT: Angioplastia coronaria transluminal percutánea, RVM: Cirugía de revascularización miocárdica.

Por último, al comparar la VFC entre los participantes sometidos a RVM y aquellos tratados con ACTP, se encontró que el intervalo RR fue significativamente mayor en el grupo sometido a angioplastia (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de la VFC Según el Tipo de Procedimiento

Variable	PTCA Mediana (RIC)	RVM Mediana (RIC)	valor p
RR (ms)	752.5 (689-847)	672 (628-772)	0,03
LF (Hz)	47.4 (40.4-72.8)	53.4 (30.2-72.1)	0,85
HF (Hz)	52.5 (25.9-59.5)	46.5 (20.3-69.7)	0,69
LF/HF	0.85 (.64-2.7)	1.3 (.4-35.4)	0,46

VFC: Variabilidad de la frecuencia cardiaca, PTCA: Angioplastia coronaria transluminal percutánea, RVM: Cirugía de revascularización miocárdica, RR: Intervalo RR, LF: Baja frecuencia, HF: Alta frecuencia, LF/HF: Relación entre la frecuencia baja y alta frecuencia.

## Discusión

La MAC, medida a través de la VFC en reposo y durante el ejercicio, permite comprender el estado del sistema nervioso autónomo y la capacidad del organismo para adaptarse a las demandas físicas en individuos que han sido sometidos a intervenciones para mejorar el flujo coronario. Basado en esta premisa, el presente estudio identificó que los participantes con esta condición presentan una disminución de la VFC durante el ejercicio isométrico. Asimismo, al comparar según el tipo de procedimiento, se observó que aquellos sometidos a RVM presentan una VFC menor en comparación con quienes recibieron intervención percutánea

Nuestra investigación utilizó para la medición durante el ejercicio la SIP, la cual, es un ejercicio en el que participa principalmente el cuádriceps que puede generar un esfuerzo significativo sin la necesidad de movimientos dinámicos, es útil para evaluar la capacidad del sistema cardiovascular para responder ante cargas de esfuerzo de tipo estático (Decaux et al., 2022), lo que podría ser relevante en condiciones como hipertensión, insuficiencia cardíaca o en programas de rehabilitación sin embargo la literatura consultada no muestra evidencia de la evaluación de la VFC a través de la SIP.

Adicionalmente, se evidenció una disminución de los intervalos RR durante la SIP, lo cual coincide con lo reportado por Brockmann y Hunt (2023), quienes evaluaron el comportamiento de la VFC durante el trote en cinta rodante y encontraron que la VFC disminuye con el tiempo y la intensidad del ejercicio. Este hallazgo es consistente con la respuesta fisiológica esperada durante el ejercicio, donde se observa una reducción de la VFC como resultado de la modulación simpática (Porrás-Álvarez & Bernal-Calderón, 2019; Veloza et al., 2019).



Como se ha señalado previamente, la evidencia sobre el uso de ejercicios isométricos para evaluar la MAC en pruebas de esfuerzo es limitada. Sin embargo, estos ejercicios han sido empleados como intervenciones para mejorar la salud cardiovascular, tal y como lo muestra el estudio de Baffour et al. (2023), quienes señalan que el entrenamiento con sentadillas isométricas en individuos con hipertensión arterial y enfermedad coronaria puede mejorar la VFC al influir en el control autonómico. Estos efectos parecen estar influenciados por factores como la intensidad y la duración de las contracciones isométricas. Los hallazgos sugieren que, si bien el ejercicio isométrico puede generar beneficios, también induce un aumento en la actividad simpática y una disminución en la actividad parasimpática.

En este contexto, y considerando que durante el ejercicio la VFC tiende a disminuir como consecuencia del aumento en el tono simpático, el uso de la SIP como prueba para evaluar la VFC en condiciones de esfuerzo exige tener en cuenta tanto la intensidad como la duración de la contracción muscular. Se ha evidenciado que los ejercicios isométricos pueden inducir una activación significativa del sistema nervioso simpático y una reducción del tono parasimpático, lo cual se manifiesta en una disminución de la VFC (Taylor et al., 2017). Por tanto, la medición de la VFC durante la SIP podría proporcionar información valiosa sobre la respuesta autonómica frente al estrés físico y la activación del sistema nervioso autónomo.

En línea con lo anterior, el estudio de Leite et al. (2010), que evaluó la VFC mediante un ejercicio isométrico de presión palmar con duraciones de 5 y 10 segundos, encontró una disminución del RMSSD, lo que indica menor modulación parasimpática, especialmente en la contracción de 10 segundos. Estos resultados sugieren que existe una mayor VFC en este intervalo de tiempo, lo que llevó a los autores a recomendar investigaciones adicionales sobre las respuestas cardiovasculares durante contracciones isométricas de distintas intensidades y duraciones. Estas investigaciones son clave para seleccionar pruebas adecuadas, especialmente considerando que los ejercicios isométricos han mostrado ser seguros en condiciones controladas.

En contraste, nuestro estudio optó por un período de 2 minutos a un ángulo de 125°, una postura descrita por Cohen et al. (2023) como parte del nivel 1 de entrenamiento isométrico, recomendada específicamente para el manejo de la hipertensión arterial. Esta elección busca explorar el impacto de un protocolo prolongado, alineado con las prácticas actuales en el tratamiento de condiciones cardiovasculares.

Sin embargo, la literatura señala que las pruebas de esfuerzo que incluyen ejercicios de mayor duración, como sesiones prolongadas de ejercicio aeróbico o de resistencia, son preferidas para obtener mediciones más precisas de la VFC. Esto se debe a que el ejercicio prolongado facilita una reactivación más efectiva del sistema parasimpático, lo que mejora la recuperación postejercicio y permite una evaluación más integral de la salud cardiovascular (Brockmann & Hunt 2023; El-Malahi et al. 2024). Por lo tanto, aunque los ejercicios isométricos ofrecen una alternativa práctica y segura, es fundamental seguir explorando su utilidad y compararlos con los beneficios del ejercicio prolongado en la evaluación de la VFC.

En resumen, aunque la SIP se ha utilizado previamente como intervención para mejorar la salud cardiovascular y se está investigando su impacto en la MAC, la evidencia sobre su aplicación específica como prueba para evaluar la VFC durante el esfuerzo sigue siendo limitada. Esto resalta la necesidad de más estudios que validen su efectividad y precisión en este contexto.

Por otro lado, al analizar posibles diferencias por edad, la literatura ha reportado que en sujetos sanos se observa una diferencia en la modulación autonómica entre hombres y mujeres, siendo mayor en los hombres en casi todos los grupos de edad (Geovanini et al., 2020). Sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias por sexo en la muestra, lo que podría atribuirse a la ya mencionada disminución de la VFC tras un evento o procedimiento cardiovascular. La falta de significancia estadística en estas variables resalta la necesidad de investigar otros factores moduladores de la VFC más allá del sexo.

Se ha documentado que eventos coronarios, como el infarto agudo de miocardio, y las intervenciones quirúrgicas cardíacas producen una reducción de los principales parámetros de la VFC, acompañada de un aumento en la frecuencia cardíaca posterior al alta (Suwalski & Suwalski, 2018). En nuestro estudio, al analizar las variables de tiempo y frecuencia relacionadas con la MAC entre los pacientes sometidos a RVM y aquellos tratados con angioplastia, se observó que los pacientes que recibieron ACTP mostraron una mayor VFC. Este hallazgo sugiere que este procedimiento tiene un impacto menor sobre la MAC, lo



cual es un aspecto relevante para considerar durante la prescripción de ejercicio en la rehabilitación cardíaca para esta población.

A pesar de este hallazgo, la literatura señala que, aunque la VFC suele disminuir tras una intervención cardiovascular, es posible que se recupere a niveles similares a los preoperatorios en un período aproximado de seis meses. Este proceso de recuperación puede verse afectado negativamente por la presencia de comorbilidades, como la insuficiencia cardíaca o la diabetes tipo II, mientras que actividades como la rehabilitación cardíaca han demostrado ser eficaces para favorecer y acelerar la restauración de la MAC (Matusik et al., 2024).

Entre las limitaciones de este estudio, se destaca el reducido tamaño muestral, lo cual podría comprometer la capacidad de generalizar los resultados. Investigaciones futuras podrían centrarse en analizar la VFC después de un programa de rehabilitación cardíaca o seis meses después del procedimiento, período en el que la literatura sugiere un restablecimiento de este parámetro; adicionalmente, la intensidad del ejercicio isométrico puede variar según la condición física del individuo, lo que puede complicar la interpretación uniforme de los resultados.

Una fortaleza relevante de este estudio es que es el primero en evaluar la MAC durante ejercicio utilizando la SIP. Otras investigaciones podrían explorar el impacto de distintos ángulos de flexión de rodilla, variaciones en la duración de la ejecución y la incorporación de repeticiones para identificar el enfoque más adecuado para medir la VFC.

## Conclusiones

En conclusión, La SIP se presenta como una herramienta segura, bien tolerada y accesible para la evaluación de la VFC en pacientes con enfermedad coronaria tras RVM o ACTP durante el ejercicio, especialmente como un medio para observar la MAC frente a esfuerzos estáticos. Sin embargo, su efectividad dependerá de la correcta estandarización del protocolo y de la interpretación de los resultados en relación con la intensidad y duración del esfuerzo. También es importante considerar la variabilidad entre individuos y los posibles efectos de fatiga.

## Agradecimientos

Agradecimiento a la Universidad de Santander y la Universidad Santo Tomás por el financiamiento de este proyecto.

## Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## Referencias

- Ardell, J. L., Nier, H., Hammer, M., Southerland, E. M., Ardell, C. L., Beaumont, E., ... & Armour, J. A. (2017). Defining the neural fulcrum for chronic vagus nerve stimulation: implications for integrated cardiac control. *The Journal of physiology*, 595(22), 6887-6903. Doi: 10.1113/JP274678
- Baffour-Awuah, B., Pearson, M. J., Dieberg, G., Wiles, J. D., & Smart, N. A. (2023). An evidence-based guide to the efficacy and safety of isometric resistance training in hypertension and clinical implications. *Clinical Hypertension*, 29(1), 9. Doi: 10.1186/s40885-022-00232-3
- Bohn, L., Soto-Rodríguez, F. J., Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2025). Association between objectively measured physical activity and heart rate variability in healthy adults receiving primary health care. *Retos*, 63, 50-62. <https://doi.org/10.47197/retos.v63.109724>
- Brockmann, L., & Hunt, K. J. (2023). Heart rate variability changes with respect to time and exercise intensity during heart-rate-controlled steady-state treadmill running. *Scientific Reports*, 13(1), 8515.



- Cohen, D. D., Aroca-Martinez, G., Carreño-Robayo, J., Castañeda-Hernández, A., Herazo-Beltran, Y., Camacho, P. A., Otero, J., Martinez-Bello, D., Lopez-Lopez, J. P., & Lopez-Jaramillo, P. (2023). Reductions in systolic blood pressure achieved by hypertensives with three isometric training sessions per week are maintained with a single session per week. *Journal of clinical hypertension (Greenwich, Conn.)*, 25(4), 380–387. <https://doi.org/10.1111/jch.14621>
- Decaux, A., Edwards, J. J., Swift, H. T., Hurst, P., Hopkins, J., Wiles, J. D., & O'Driscoll, J. M. (2022). Blood pressure and cardiac autonomic adaptations to isometric exercise training: A randomized sham-controlled study. *Physiological Reports*, 10(2), e15112. Doi: 10.14814/phy2.15112
- El-Malahi, O., Mohajeri, D., Mincu, R., Bäuerle, A., Rothenaicher, K., Knuschke, R., ... & Lortz, J. (2024). Beneficial impacts of physical activity on heart rate variability: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 19(4), e0299793. Doi: 10.1371/journal.pone.0299793
- Geovanini, G. R., Vasques, E. R., de Oliveira Alvim, R., Mill, J. G., Andreão, R. V., Vasques, B. K., ... & Krieger, J. E. (2020). Age and sex differences in heart rate variability and vagal specific patterns—Baependi heart study. *Global heart*, 15(1), 71. Doi: 10.5334/gh.873
- Leite, P. H., Melo, R. C., Mello, M. F., Silva, E. D., Borghi-Silva, A., & Catai, A. M. (2010). Heart rate responses during isometric exercises in patients undergoing a phase III cardiac rehabilitation program. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 14, 383-389. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000500006>
- Matusik, P. S., Alomar, O., Hussain, M. R., Akrmah, M., Matusik, P. T., Chen, D. M., ... & Stein, P. K. (2024). Heart rate variability and coronary artery bypass grafting: A systematic review. *Reviews in cardiovascular medicine*, 25(1), 36. Doi: 10.31083/j.rcm2501036
- Michael, S., Graham, K. S., & Davis, G. M. (2017). Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals—a review. *Frontiers in physiology*, 8, 301. Doi: 10.3389/fphys.2017.00301
- Nieto, K. H. A., Ramirez, A. P., & Mendoza, A. R. (2023). Burden of Disease Attributable to Ischemic Heart Disease in Colombia (2015 - 2020). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3236473/v1>
- Organización Mundial de la Salud. 2021. Enfermedades Cardiovasculares. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
- Porras-Alvarez, Javier, and María Olinda Bernal-Calderón. 2019. Variabilidad de La Frecuencia Cardiaca: Evaluación Del Entrenamiento Deportivo. *Revisión de Tema. Duazary* 16(2):259–69. Doi: 10.21676/2389783X.2750
- Sattar, Y., & Chhabra, L. (2023). Electrocardiogram. In *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing.
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in public health*, 5, 258. Doi: 10.3389/fpubh.2017.00258
- Suwalski, G., & Suwalski, P. (2018). Successful surgical ablation of atrial fibrillation does not disturb long-term sinus rhythm variability. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 27(4), 520-524. Doi: 10.1093/icvts/ivy117
- Taylor, K. A., Wiles, J. D., Coleman, D. D., Sharma, R., & O'driscoll, J. M. (2017). Continuous Cardiac Autonomic and Hemodynamic Responses to Isometric Exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(8), 1511-1519.
- Tebar, W. R., Ritti-Dias, R. M., Mota, J., Farah, B. Q., Saraiva, B. T., Damato, T. M., ... & Christofaro, D. G. (2020). Relationship between domains of physical activity and cardiac autonomic modulation in adults: a cross-sectional study. *Scientific reports*, 10(1), 15510. Doi: 10.1038/s41598-020-72663-7
- Veloza, L., Jiménez, C., Quiñones, D., Polanía, F., Pachón-Valero, L. C., & Rodríguez-Triviño, C. Y. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardiaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares. *Revista Colombiana de Cardiología*, 26(4), 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.01.006>
- Virani, S. S., Alonso, A., Benjamin, E. J., Bittencourt, M. S., Callaway, C. W., Carson, A. P., Chamberlain, A. M., Chang, A. R., Cheng, S., Delling, F. N., Djousse, L., Elkind, M. S. V., Ferguson, J. F., Fornage, M., Khan, S. S., Kissela, B. M., Knutson, K. L., Kwan, T. W., Lackland, D. T., Tsao, C. W. (2020). Heart disease and stroke statistics—2020 update a report from the American Heart Association. *Circulation*, 141(9), E139–E596. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000757>



## Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Zully Rocío Rincón-Rueda  
Angie Julieth Galvis-Barrios  
Lucy Yarid Garzón-Jaramillo  
Angie Gabriela Jaimes-Flórez  
Adriana Marcela Jácome-Hortua  
Juan Carlos Sánchez-Delgado

zullyrocior@gmail.com  
juliethgalvis10@gmail.com  
buc19142028@mail.udes.edu.co  
gabrielajaimes456@gmail.com  
ad.jacome@mail.udes.edu.co  
juansanchez@ustabuca.edu.co

Autor/a  
Autor/a  
Autor/a  
Autor/a  
Autor/a  
Autor/a

