



Artículo de investigación científica y tecnológica

Efectividad del entrenamiento de biorretroalimentación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca: ensayo controlado aleatorizado

Effectiveness of heart rate variability biofeedback training: Randomized controlled trial

Arturo Enrique Orozco-Vargas¹ * Georgina Isabel García-López² * Arturo Venebra-Muñoz³

Para citar este artículo: Orozco-Vargas AE, García-López GI, Venebra-Muñoz A. Efectividad del entrenamiento de biorretroalimentación la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Duazary. 2025;22:e6927. <https://doi.org/10.21676/2389783X.6927>

Recibido en noviembre 09 de 2025

Aceptado en diciembre 08 de 2025

Publicado en línea en diciembre 19 de 2025

RESUMEN

Introducción: la biorretroalimentación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es una técnica prometedora en el control de los síntomas de ansiedad, estrés y otros síntomas psicofisiológicos. **Objetivo:** analizar la efectividad de un protocolo personalizado de biorretroalimentación en la disminución de síntomas asociados a la depresión, ansiedad y estrés mediante la asignación aleatoria de los participantes a tres condiciones: entrenamiento de biorretroalimentación, Entrenamiento de biorretroalimentación con práctica en casa y Control. **Método:** se realizó un estudio con un diseño controlado aleatorizado con una muestra de 113 estudiantes universitarios. **Resultados:** se identificó una disminución significativa en los niveles de estrés [$F = 9,88$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,18$], ansiedad [$F = 10,43$; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,21$], y depresión [$F = 8,20$; $p < 0,01$; $\eta^2 = 0,15$], en ambos grupos experimentales. **Conclusiones:** el entrenamiento de biorretroalimentación de la VFC disminuye significativamente los niveles de estrés, ansiedad y depresión; los participantes que recibieron el entrenamiento de biorretroalimentación con práctica en casa quienes reportaron los mejores resultados.

Palabras clave: biorretroalimentación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca; estrés; ansiedad; depresión.

ABSTRACT

Introduction: Heart rate variability (HRV) biofeedback is one of the most promising techniques for managing symptoms of anxiety, stress, and other psychophysiological disorders. **Objective:** To analyze the effectiveness of a personalized biofeedback protocol in reducing symptoms associated with depression, anxiety, and stress by randomly assigning participants to three conditions: Biofeedback training, Biofeedback training with home practice, and Control. **Method:** A study was conducted with a randomized controlled design with a sample of 113 university students. **Results:** A significant decrease in stress [$F = 9,88$, $p = <0,01$, $\eta^2 = 0,18$], anxiety [$F = 10,43$, $p = <0,01$, $\eta^2 = 0,21$], and depression levels [$F = 8,20$, $p = <0,01$, $\eta^2 = 0,15$] was identified in both experimental groups. **Conclusions:** HRV biofeedback training significantly decreases stress, anxiety, and depression levels. Participants who received biofeedback training with home practice reported the best results.

Keywords: Heart rate variability biofeedback; Stress; Anxiety; Depression.

1. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Correo: aeorozcov@uaemex.mx - <https://orcid.org/0000-0002-2241-4234>
2. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Correo: gigarcial@uaemex.mx - <https://orcid.org/0000-0002-3370-0981>
3. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Correo: avenebtram@uaemex.mx - <https://orcid.org/0000-0002-5406-1146>

INTRODUCCIÓN

La técnica de biorretroalimentación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es un procedimiento científico que permite incrementar la autorregulación y controlar los síntomas de ansiedad, estrés y otros desórdenes psicofisiológicos.¹ Por medio del entrenamiento en biorretroalimentación, las personas aprenden a respirar con la finalidad de lograr una frecuencia respiratoria óptima que les permitirá incrementar al máximo su VFC. Asimismo, la biorretroalimentación mejora la homeostasis del sistema nervioso autónomo principalmente por medio de la estimulación de la actividad parasimpática. De esta manera, la VFC refleja el balance dinámico que se establece entre la actividad del sistema nervioso simpático y del sistema nervioso parasimpático al permitir una estimación del desempeño del sistema cognitivo, afectivo y de regulación emocional.^{2,3} La VFC es una medida de la variación en los intervalos de tiempo entre latidos cardíacos y sus métricas se consideran índices confiables de estas interacciones. Se ha documentado que una mayor VFC en reposo está asociada con un mejor bienestar emocional.^{4,5} Asimismo, contribuye a una mejor adaptación a los cambios ambientales y psicológicos que se gestan alrededor de cada persona.⁶ Por el contrario, una menor VFC está relacionada con una salud mental deficiente.^{7,8}

La biorretroalimentación de la VFC es una técnica diseñada originalmente para reducir el estrés. A pesar de ser relativamente nueva, cada año se suman más publicaciones que documentan su alta efectividad.⁹⁻¹¹ El entrenamiento les enseña a las personas a respirar lentamente a una tasa promedio de 0,10 Hz, lo cual corresponde a realizar aproximadamente seis respiraciones por minuto, al conseguirlo la disminución de los síntomas de estrés y ansiedad es notable.^{12,13} Los resultados han sido concluyentes al mostrar los efectos de la práctica de la biorretroalimentación de la VFC en la disminución del estrés, ansiedad y depresión.¹⁴⁻¹⁶ Uno de los mecanismos de la biorretroalimentación de la VFC se fundamenta en la relación fisiológica que se establece entre los sistemas cardiovascular y respiratorio, donde la frecuencia cardíaca se incrementa durante la inhalación y disminuye en la exhalación generando mayores oscilaciones en la frecuencia cardíaca.¹⁷ Por otra parte, el segundo mecanismo se basa en la estimulación del barorreflejo responsable de la homeostasis de la presión arterial ajustando la actividad del sistema parasimpático y simpático. De esta manera, al respirar a la frecuencia de resonancia se estimula la actividad parasimpática mejorando la función autónoma.¹⁸ Durante la década de los 90, Lehrer *et al.*¹⁹ comenzaron a desarrollar una nueva intervención a la cual nombraron biorretroalimentación de la VFC, también llamada biorretroalimentación de arritmia sinusal respiratoria o retroalimentación de frecuencia de resonancia. El objetivo es realimentar la información que proviene de la frecuencia cardíaca latido a latido mientras la persona se ejercita en lograr una respiración lenta. Resultado de ello, se consigue maximizar la VFC, crear una curva sinusoidal y ajustar la VFC a los patrones de frecuencia cardíaca.

Estas investigaciones han documentado que el entrenamiento de biorretroalimentación de la VFC es considerado una intervención novedosa, breve, portátil, sostenible y efectiva en el tratamiento del estrés, ansiedad, depresión y otras patologías mentales y físicas. Igualmente, la posibilidad de combinar información proveniente de biomarcadores fisiológicos y autorreportes psicométricos ha permitido un estudio más profundo de la presencia de diversos trastornos mentales.^{20,21} Aunque la biorretroalimentación de la VFC ha demostrado ser un procedimiento científico exitoso, surge el problema de investigar algunas interrogantes que se han planteado en los últimos años. La primera de ellas es referente a la diversidad de protocolos. Aun cuando estos protocolos comparten algunos componentes, cada uno tiene sus propias peculiaridades. Analizar estas particularidades es imprescindible para conocer los efectos específicos de cada mecanismo. Asimismo, es importante examinar la cantidad de sesiones. En un meta-análisis, Goessel *et al.*²² identificaron estudios que habían empleado entre 1 y 50 sesiones de biorretroalimentación. De igual modo, es necesario

estudiar los efectos de la biorretroalimentación cuando se combina con otras técnicas; por ejemplo, mindfulness, yoga, técnicas de relajación o ejercicio físico versus el recibir únicamente sesiones de biorretroalimentación. Por otra parte, mientras que en Europa y en los Estados Unidos el número de investigaciones de biorretroalimentación es basta, en Latinoamérica dista mucho para igualarse. Finalmente, es esencial examinar también los cambios que se logran cuando se les pide a los participantes que además de asistir a las sesiones presenciales dediquen un tiempo para practicar en sus casas lo aprendido en las sesiones. En conjunto, llevar a cabo investigaciones de estos aspectos permitirá gradualmente tener un mayor y mejor conocimiento de la efectividad de esta técnica.

En la presente investigación, el objetivo fue analizar la efectividad de un protocolo personalizado de biorretroalimentación en la disminución de síntomas asociados a la depresión, ansiedad y estrés. Para lograr tal fin, se diseñó un estudio que incluyó una medición pre-prueba, post-prueba y de seguimiento al asignar aleatoriamente a los participantes a tres condiciones: Entrenamiento de biorretroalimentación, Entrenamiento de biorretroalimentación con práctica en casa y Control. Como un segundo objetivo, nos propusimos investigar la adherencia a la práctica diaria de los participantes y sus efectos en la depresión, ansiedad y estrés. Las hipótesis señalan que el entrenamiento de biorretroalimentación de la VFC reducirá los niveles de depresión, ansiedad y estrés. A su vez, al comparar ambos grupos experimentales, el grupo de participantes que recibirá el entrenamiento y que además realizará la práctica en casa reportará los efectos más significativos en esta disminución. De la misma manera, se hipotetizó que un modelo que combine mediciones fisiológicas y psicométricas proveerá información más completa del estado de salud mental de los participantes.

MÉTODO

Tipo de estudio y área de estudio y población

La presente investigación empleó un diseño controlado aleatorizado con mediciones repetidas. Fue un estudio experimental, comparativo. El estudio se llevó a cabo en una universidad pública localizada en el Estado de México la cual cuenta con una matrícula de 70.000 estudiantes universitarios.

Participantes

En este estudio, un total de 113 universitarios fueron asignados aleatoriamente a uno de los tres grupos (Entrenamiento de biorretroalimentación, Entrenamiento de biorretroalimentación con práctica en casa y Control). Los participantes fueron reclutados de una universidad pública localizada en el centro del país. Los participantes estudiaban las licenciaturas de derecho, ciencias económico-administrativas, ingeniería y ciencias de la salud. El tamaño de la muestra fue estimado con el programa G*Power 3,10 al considerar un nivel alfa de 0,05, un tamaño del efecto de 0,20, una potencia ($1 - \beta$) de 0,80, tres grupos y dos puntos de medida en el tiempo. La estimación ideal del tamaño de la muestra fue de 102 participantes. Ver tabla 1.²³ El único criterio de inclusión fue ser un estudiante inscrito oficialmente en el semestre en el cual se llevó a cabo el estudio. Los criterios de exclusión fueron reportar incapacidad auto informada o negativa de abstenerse de alcohol, drogas no recetadas, tabaco, vapeo y cafeína en los días previos a la medición de la intervención (antes y después de la prueba), embarazo, plan o intención de hacerse daño a sí mismo o a otros, trastorno convulsivo, diabetes no controlada, antecedentes de accidente cerebrovascular, enfermedad cardíaca, enfermedad pulmonar, o participación previa en un entrenamiento de biorretroalimentación. El único criterio de eliminación fue el ausentarse en más de dos sesiones de entrenamiento.

Tabla 1. Características demográficas de la muestra.

Variable	%
<i>Sexo</i>	
Mujer	54,90
Hombre	45,10
<i>Estado civil</i>	
Soltero	95
Casado	4
Divorciado	1
<i>Hijos</i>	
Sí	8,60
No	91,40
<i>Lugar de residencia</i>	
Urbana	78,10
Semi-urbana	17,10
Rural	4,80

Instrumentos

La medición de la depresión, ansiedad y estrés se llevó a cabo con las Escalas de Depresión, Ansiedad y Estrés (DASS-42) (*Depression, Anxiety, and Stress Scales-42*).²⁴ La DASS-42 consta de tres subescalas de 14 ítems cada una: (a) depresión, (b) ansiedad y (c) estrés. Los ítems se calificaron en una escala Likert de cuatro puntos, con opciones de respuesta que iban de 0 (no me aplica en absoluto) a 3 (me aplica mucho o la mayor parte del tiempo). Las puntuaciones más altas indicaron niveles más altos de síntomas depresivos, ansiedad o estrés. Para esta investigación se empleó la versión en español propuesta por Bodos et al.²⁵ La consistencia interna fue muy adecuada (α de Cronbach de 0,91 para depresión; 0,84, para ansiedad; y 0,90, para estrés).²⁴

Procedimiento y recolección de la información

Los participantes potenciales fueron asignados aleatoriamente a los tres grupos en una proporción de 1:1:1 inmediatamente después de su registro. Posteriormente, recibieron información referente a la condición en la cual fueron asignados. En la primera y en la última sesión, así como dos meses posteriores a la conclusión del programa, todos los instrumentos se aplicaron en ambos grupos experimentales y en el grupo control. En la figura 1 se presenta la asignación de los participantes, así como la deserción de algunos (Figura 1).

Programa de biorretroalimentación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca

El entrenamiento que enseñamos a los participantes consistió en un programa psicoeducativo en el cual aprendieron los diversos componentes de la VFC. Uno de los principales objetivos del entrenamiento en biorretroalimentación es que los participantes aprendan a identificar su ritmo de respiración de la frecuencia resonante. Este ritmo se encuentra frecuentemente en el rango entre 4,50 y 7 respiraciones por minuto con un promedio de 6.¹⁹ Ambos grupos experimentales, tanto el que recibió el entrenamiento presencial, como el que además del entrenamiento presencial participó con sus prácticas en casa, siguieron el protocolo propuesto por Lehrer et al.^{19,26}

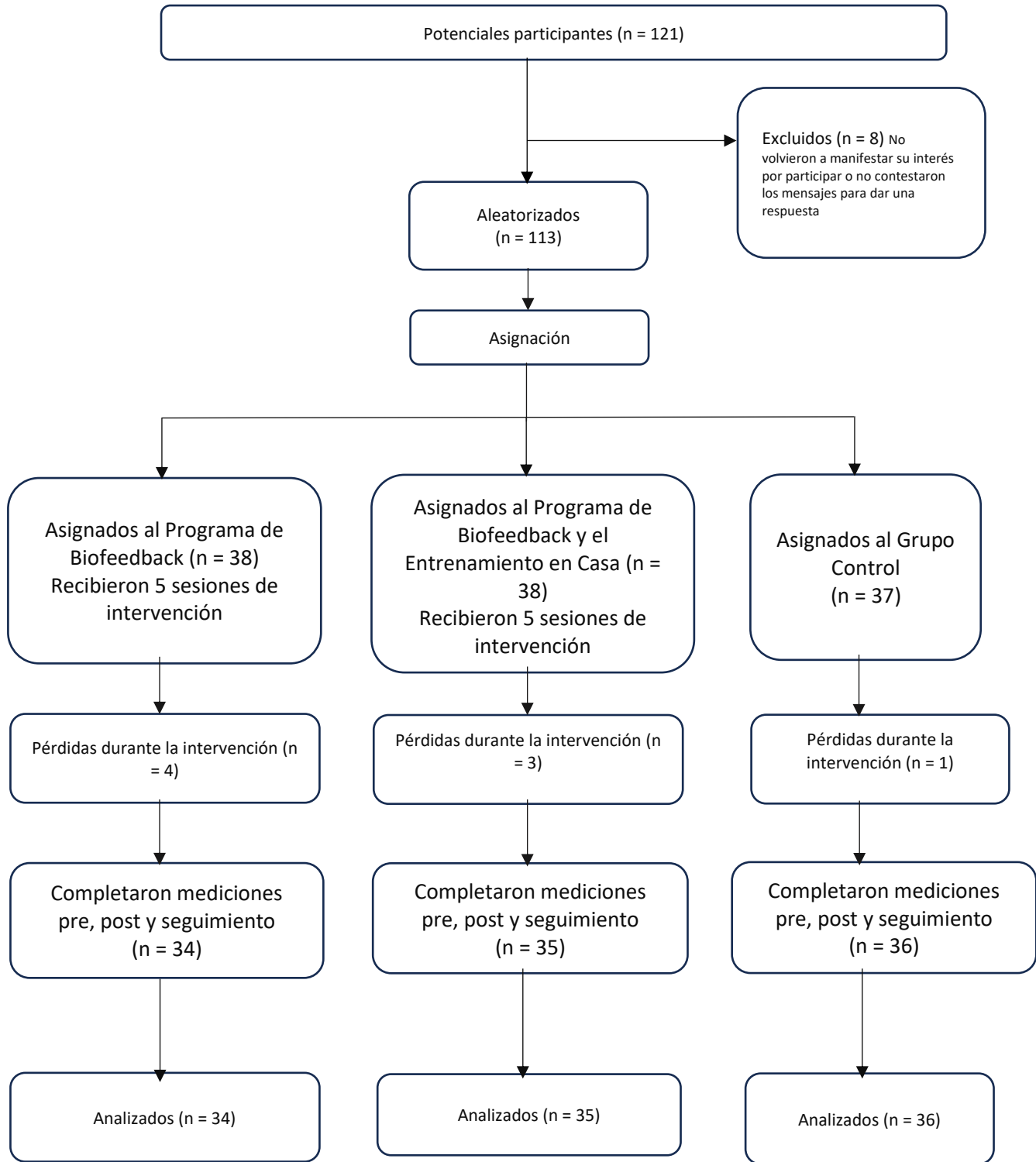


Figura 1. Diagrama de flujo que muestra que los 113 sujetos que fueron aleatorizados de los cuales 105 completaron el estudio y fueron incluidos en los análisis estadísticos.

Diseño y asignación aleatorizada

Antes de comenzar el entrenamiento de biorretroalimentación de la VFC, se determinó la frecuencia resonante de cada participante. La sesión de prueba se condujo en cada frecuencia (4, 4,50, 5, 5,50, 6, 6,50 respiraciones por minuto) para determinar el rango más confortable para cada uno. Una vez determinada esta frecuencia, el entrenamiento de biorretroalimentación de la VFC se aplicó durante cinco sesiones en la frecuencia específica para cada participante. Las frecuencias resonantes de los participantes oscilaron entre 4,50 y 6 respiraciones por minuto. En ambos grupos experimentales, los participantes recibieron un entrenamiento semanal entre 20 y 35 minutos guiados por el protocolo de Lehrer.

En una sesión previa al entrenamiento, se identificó la frecuencia resonante y se realizó la medición de los índices psicofisiológicos como parte de la línea base. El registro de estos índices se obtuvo durante 8 minutos mientras los participantes se encontraban sentados en descanso. Se instruyó a los participantes a que observaran de manera relajada el monitor que fue colocado a una distancia de un metro. En esta sesión, los participantes también contestaron los instrumentos psicométricos. De acuerdo con el protocolo de Lehrer et al.^{19,26} en la primera sesión se les enseñó a respirar a una frecuencia de 5,50 o 6 veces por minutos guiados por el marcador que proporciona el equipo BioGraph Procomp Infinity 6,10.

En la segunda sesión, los participantes aprendieron a respirar con los labios fruncidos y se les enseñó la respiración diafragmática. En la tercera sesión se hizo una revisión de su frecuencia resonante y se les enseñó la técnica de la biorretroalimentación de la VFC. En la cuarta sesión, se revisó su frecuencia resonante y practicaron la técnica de biorretroalimentación de la VFC para enfatizar la respiración diafragmática. En la quinta sesión, los participantes repasaron todos los componentes de la biorretroalimentación de la VFC y realizaron la última práctica.

Con respecto al grupo experimental que además de participar en las sesiones presenciales de biorretroalimentación de la VFC realizó su práctica en casa, se le instruyó para llevar a cabo una sesión en casa de 20 minutos diariamente durante 5 días a la semana. El objetivo de cada práctica fue repetir las técnicas que aprendieron en la sesión presencial durante las cinco semanas. A cada uno de los participantes de este grupo experimental se le proporcionó una libreta donde realizaban el registro diario de su práctica en casa al colocar la hora en la que iniciaban y la hora en la que terminaban. En la siguiente sesión entregaban este reporte y recibían una retroalimentación. Con ello se buscó incrementar la adherencia a la práctica en casa la cual tuvo un promedio de 17,83 ($DE = 8,30$) minutos diarios.

Las mediciones de la VFC se llevaron a cabo con el equipo BioGraph Procomp Infinity 6,10 (Thought Technology Ltd, Montreal, Canada) con el uso de dos sensores, el sensor de electrocardiograma y el de respiración. Durante las prácticas en casa, los participantes de este grupo experimental se guiaron con la app Breathe (Havabee, Mumbai, India).

Análisis estadísticos

Las diferencias entre los tres grupos en la pre-prueba se analizaron por medio de ANOVA de una vía. El efecto del tiempo y las diferencias entre grupos se analizaron al usar 3 (puntos de medición) x 3 (grupos) ANOVAs de medidas repetidas. Asimismo, se llevó a cabo un análisis intra-grupo con ANOVAs de medidas repetidas para el factor tiempo. La normalidad de la distribución de los datos se probó utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los análisis se llevaron a cabo usando la versión 28,0 de SPSS con valores $p < 0,05$ considerados como estadísticamente significativos. El tamaño del efecto para las ANOVAs se calculó por

medio de la eta cuadrado parcial (η^2) y la d de Cohen se usó para el tamaño del efecto de una comparación. De acuerdo con Cohen,²⁷ el tamaño del efecto es pequeño entre 0,20 y 0,50, medio entre 0,50 y 0,80 y grande mayor a 0,80. Por otra parte, $\eta^2 < 0,06$ fue considerado pequeño, entre 0,06 y 0,14 medio y $> 0,14$ largo.

Las medidas electrofisiológicas que se incluyeron en este estudio fueron: la media de la frecuencia cardiaca, latidos por minuto (*Mean heart rate*, HR), la raíz cuadrada de la media de las diferencias entre intervalos consecutivos (*Root mean square of successive differences between beat intervals*, RMSSD), la desviación estándar de todos los intervalos R-R (*Standard deviation of normal beat intervals*, SDNN), la potencia absoluta de la banda de frecuencia baja (*Absolute power of low-frequency band*, LF) y la potencia absoluta de la banda de frecuencia alta (*Absolute power of high-frequency band*, HF). Debido a que RMSSD, SDNN, LF y HF no estaban distribuidos normalmente, se transformaron al logaritmo natural.

Declaración de aspectos éticos

Antes de su participación, todos los estudiantes firmaron el consentimiento informado donde se les dio a conocer las características de la investigación y el procedimiento que se llevaría a cabo, así como su derecho a abandonar su participación en cualquier momento. La presente investigación siguió todos los principios éticos que señala la Asociación Psicológica Americana,²⁸ las normas establecidas por la Sociedad Mexicana de Psicología,²⁹ los diversos títulos, artículos y números de la Ley General de Salud de México que orientan el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en este país³⁰, así como los lineamientos que marca la Universidad Autónoma del Estado de México con respecto a la protección de datos personales. Ello permitió proteger el anonimato de los participantes y la confidencialidad de sus respuestas.

RESULTADOS

De los 113 participantes incluidos en el estudio, en edades entre 17 y 25 ($M = 19,40$; $DE = 1,83$), 76 recibieron el entrenamiento en biorretroalimentación de la VFC. Al realizar el primer análisis, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la línea base entre los dos grupos experimentales y el grupo control, correspondientes a las características demográficas, las variables de estudio y los marcadores fisiológicos.

Efectos de la intervención

Las medias y las desviaciones estándar de las variables de estudio en los tres grupos y en los tres puntos de medición se presentan en la tabla 2. Los resultados evidenciaron que el grupo que recibió el entrenamiento en biorretroalimentación y tuvo la práctica en casa mostró los cambios con la mayor magnitud. Esto sucedió en las variables de estrés, ansiedad y depresión. Con respecto a las medidas fisiológicas, ambos grupos experimentales reportaron resultados semejantes con un cambio notable para SDNN y HF.

Posteriormente, con la finalidad de analizar los cambios en el tiempo, se llevaron a cabo ANOVAs de una vía. Los resultados de las pruebas estadísticas y los tamaños del efecto se muestran en la Tabla 3. Las variables de estudio fueron los niveles de estrés, ansiedad, depresión, mientras que los marcadores fisiológicos fueron Mean HR, RMSSD, SDNN, LF y HF. En ambas condiciones experimentales, el estrés, ansiedad, depresión y las estrategias desadaptativas disminuyeron significativamente entre la pre-prueba y post-prueba (T1–T2). Con respecto al grupo que solamente recibió el entrenamiento de biorretroalimentación, el tamaño del efecto intra-grupo fue alto y el aumento a largo plazo después del entrenamiento (T1–T3) fue muy similar al obtenido en la post-prueba para todas las variables excepto para el estrés donde incrementó ligeramente. Por otra parte, el grupo que recibió el entrenamiento de biorretroalimentación y que además realizó las prácticas en

casa mostró un tamaño del efecto intra-grupo alto. El aumento a largo plazo después del entrenamiento (T1–T3) se incrementó en las tres variables. El tamaño del efecto para todas las variables en el grupo de biorretroalimentación con práctica en casa fue mayor que en la condición que recibió solamente el entrenamiento presencial. De esta manera, fue contundente el beneficio que recibieron los estudiantes que participaron en el entrenamiento de biorretroalimentación con práctica en casa. La tabla 2 muestra medias y *DE* para las variables analizadas.

Tabla 2. Medias y *DE* para las variables de estudio.

Variable	Grupo	T1		T2		T3	
		M	DE	M	DE	M	DE
Estrés	Biorretroalimentación	32,34	12,43	22,43	11,83	21,64	12,03
	Bio + Casa	31,84	11,23	20,34	10,53	18,14	13,56
	Control	30,43	11,94	29,86	11,20	30,21	12,98
Ansiedad	Biorretroalimentación	24,37	9,43	15,43	8,39	16,48	9,28
	Bio + Casa	23,48	8,29	14,18	9,19	12,85	9,48
	Control	24,63	8,84	23,95	10,38	23,83	10,52
Depresión	Biorretroalimentación	15,27	7,28	11,56	7,35	12,83	7,93
	Bio + Casa	14,84	8,02	10,97	7,19	10,41	8,37
	Control	14,29	7,39	15,25	8,25	15,82	8,71
VFC							
Mean HR	Biorretroalimentación	72,42	10,54	72,32	9,84	70,93	10,01
	Bio + Casa	72,59	9,72	72,54	9,63	71,88	9,42
	Control	73,18	9,92	72,72	10,21	72,54	9,28
Ln RMSSD (ms)	Biorretroalimentación	6,08	1,55	7,12	2,12	7,21	2,43
	Bio + Casa	6,55	1,74	8,02	2,39	7,88	2,74
	Control	6,29	1,81	6,51	1,93	6,12	1,73
Ln SDNN (ms)	Biorretroalimentación	1,84	0,24	1,98	0,19	1,99	0,30
	Bio + Casa	1,74	0,32	2,01	0,23	2,11	0,27
	Control	1,70	0,37	1,69	0,30	1,70	0,31
Ln LF (ms ²)	Biorretroalimentación	7,34	1,18	7,32	0,94	7,12	1,07
	Bio + Casa	7,11	0,94	7,52	0,75	7,50	0,95
	Control	7,03	1,10	6,94	0,85	7,10	1,03
Ln HF (ms ²)	Biorretroalimentación	7,23	0,95	7,88	0,87	7,95	0,97
	Bio + Casa	7,15	0,75	7,95	0,92	7,97	0,87
	Control	7,01	1,03	7,12	0,79	6,89	1,12

Nota. M HR: Media de la frecuencia cardíaca, latidos por minuto, RMSSD: Raíz cuadrada de la media de las diferencias entre intervalos consecutivos, SDNN: Desviación estándar de todos los intervalos R-R, LF: Potencia absoluta de la banda de frecuencia baja, y HF: Potencia absoluta de la banda de frecuencia alta. ms: milisegundos. Ln: Logaritmo natural. Transformación aplicada para normalizar la distribución de los datos.

DISCUSIÓN

La VFC produjo una disminución significativa en los niveles de estrés, ansiedad y depresión. Estos hallazgos se encuentran en línea con otras investigaciones que han documentado resultados similares.^{11,31-33} Una de las principales aportaciones de esta investigación fue el identificar los cambios que mantuvo el grupo que realizó también la práctica en casa. Aunque en ambos grupos experimentales se encontraron diferencias

significativas, es importante mencionar que el grupo que practicó en casa fue quien reportó los cambios con la mayor magnitud. Principalmente en los niveles de estrés y ansiedad, este grupo experimental reportó una disminución significativa entre la pre-prueba y la post-prueba, así como entre la post-prueba y la medición hecha en el seguimiento. Ello demuestra contundentemente que el haber realizado una práctica en casa constante durante el entrenamiento les permitió no solamente disminuir los niveles de estrés y ansiedad, sino también mantenerlos durante los dos meses posteriores (Tabla 3).

Tabla 3. Efectos de grupo y tiempo, tamaño del efecto de intra-grupo (*d* de Cohen) para las variables de estudio y las medidas fisiológicas.

Variable	Grupo	Efecto del tiempo			T1-T2		T1-T3		Interacción tiempo x grupo		
		<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	<i>d</i>	ICd(95%)	<i>d</i>	ICd(95%)	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Estrés	Biorretro	9,88	<0,01	0,18	-0,82	[-1,31,-0,32]	-0,88	[-1,38,-0,38]	3,09	0,04	0,14
	Bio + Casa				-1,05	[-1,56,-0,55]	-1,10	[-1,61,-0,59]			
	Control				-0,05	[-0,53, 0,43]	-0,02	[-0,49, 0,46]			
Ansiedad	Biorretro	10,43	<0,01	0,21	-1,00	[-1,51,-0,50]	-0,84	[-1,33,-0,35]	3,82	0,02	0,17
	Bio + Casa				-1,06	[-1,56,-0,56]	-1,19	[-1,70,-0,69]			
	Control				-0,07	[-0,53, 0,39]	-0,08	[-0,55, 0,39]			
Depresión	Biorretro	8,20	<0,01	0,15	-0,51	[-0,99,-0,02]	-0,32	[-0,80, 0,16]	1,88	0,13	0,07
	Bio + Casa				-0,51	[-0,98,-0,03]	-0,54	[-1,02,-0,06]			
	Control				0,12	[-0,34, 0,59]	0,19	[-0,27, 0,65]			
HR (l/m)	Biorretro	1,18	0,74	0,03	-0,01	[-0,49, 0,47]	-0,15	[-0,62, 0,33]	0,28	0,86	0,02
	Bio + Casa				-0,00	[-0,47, 0,46]	-0,07	[-0,54, 0,40]			
	Control				-0,05	[-0,51, 0,42]	-0,07	[-0,53, 0,40]			
Ln RMSSD	Biorretro	4,38	0,04	0,05	0,56	[0,08, 1,05]	0,55	[0,08, 1,03]	0,74	0,54	0,02
	Bio + Casa				0,70	[0,22, 1,19]	0,58	[0,10, 1,06]			
	Control				0,12	[-0,35, 0,58]	-0,10	[-0,56, 0,37]			
Ln SDNN	Biorretro	7,43	<0,01	0,08	0,65	[0,16, 1,13]	0,55	[0,07, 1,04]	1,63	0,30	0,04
	Bio + Casa				0,97	[0,47, 1,46]	1,25	[0,73, 1,77]			
	Control				-0,03	[-0,49, 0,43]	0,00	[-0,46, 0,46]			
Ln LF	Biorretro	2,75	0,072	0,04	-0,02	[-0,49, 0,46]	-0,20	[-0,67, 0,28]	0,39	0,63	0,04
	Bio + Casa				0,48	[0,01, 0,96]	0,41	[-0,06, 0,89]			
	Control				-0,09	[-0,55, 0,37]	0,07	[-0,40, 0,53]			
Ln HF	Biorretro	7,93	<0,01	0,12	0,71	[0,22, 1,20]	0,75	[0,26, 1,24]	2,84	0,04	0,11
	Bio + Casa				0,95	[0,46, 1,45]	1,01	[0,51, 1,51]			
	Control				0,12	[-0,34, 0,58]	-0,11	[-0,57, 0,35]			

Nota: Mean HR: Media de la frecuencia cardiaca, latidos por minuto, RMSSD: Raíz cuadrada de la media de las diferencias entre intervalos consecutivos, SDNN: Desviación estándar de todos los intervalos R-R, LF: Potencia absoluta de la banda de frecuencia baja, y HF: Potencia absoluta de la banda de frecuencia alta. ms: milisegundos. Ln: Logaritmo natural. Transformación aplicada para normalizar la distribución de los datos.

Una posible explicación de ello es el impacto que tiene el aprender una técnica y practicarla mientras transcurre el entrenamiento presencial. Toda intervención busca que las personas no solo tengan una mejor salud mental durante el tiempo en que la reciben, sino que los efectos se perpetúen en el tiempo. El hecho de haber combinado el entrenamiento y la práctica en casa logró precisamente la disminución constante del estrés y la ansiedad de estos participantes. Específicamente, la reducción del estrés se explica por el aprendizaje que obtuvieron los participantes con respecto a su capacidad para autorregular su respiración. Al hacerlo, tienen más recursos para manejar el estrés que experimentan y recuperar el balance automático entre las condiciones externas y sus procesos neurofisiológicos.³¹ Algo similar ocurre con la ansiedad, al incrementar la tasa de respiración, los participantes de los grupos experimentales mejoraron el intercambio de oxígeno y redujeron la probabilidad de hiperventilación lo cual es frecuente al experimentar ansiedad.³⁴

En el presente estudio, los resultados mostraron cambios significativos en SDNN y HF principalmente en el grupo de además de recibir el entrenamiento llevó a cabo la práctica en casa. De la misma manera, en una muestra de atletas,³⁵ se identificaron efectos del entrenamiento en biorretroalimentación de la VFC en el parámetro de SDNN. Por otra parte, en ambos grupos experimentales se reportó un incremento en HF, el cual ha sido encontrado en la disminución de estrés, ansiedad, preocupación y síntomas de pánico. Esta condición provoca una modulación del tono vagal la cual contribuye a mantener la salud cardiovascular.³⁶

Las principales implicaciones derivadas de esta investigación se centran en la importancia de la práctica cotidiana. Al participar en una intervención psicológica, muchas personas esperan obtener diversos beneficios únicamente durante las sesiones presenciales; sin embargo, como se demostró en este estudio, en el entrenamiento en biorretroalimentación un elemento clave es el tiempo que se le dedique a practicar en casa los mecanismos que aprenden en las sesiones. Las investigaciones que han analizado la adherencia a la práctica en casa establecen el tiempo que les solicitan a los participantes practicar. Por ejemplo, Schuman et al.³⁷ les pidieron practicar al menos 10 minutos diarios los siete días de la semana durante siete semanas (490 minutos). Estos autores establecieron los siguientes parámetros: para una adherencia alta (70% o más, 343 minutos o más), adherencia moderada (50% a 69%, 245 a 342 minutos) y adherencia baja (menos del 50%, menos de 245 minutos). El promedio en su investigación fue de 5,37 minutos en comparación con los 17,83 minutos que registramos en la presente investigación. Asimismo, otra implicación relevante es el aspecto auto didacta del entrenamiento. Mientras que, en un proceso terapéutico tradicional, el participante requiere la guía constante del terapeuta, en el entrenamiento de biorretroalimentación, las personas aprenden las técnicas y pueden ellas por sí mismas seguir la práctica y el aprendizaje de las respuestas corporales que emite su organismo. Ello les permitirá ser más conscientes de sus respuestas conductuales e intervenir directamente en ellas.³⁸

Dentro de las aportaciones de esta investigación se encuentra el diseño controlado aleatorizado el cual permite un mayor control de factores externos que podrían sesgar los hallazgos. De la misma manera, otra contribución fue el llevar a cabo este estudio en el contexto latinoamericano. Mientras que en los Estados Unidos y en Europa se tiene un acceso más frecuente a este tipo de entrenamiento, en países de América Latina no es muy común.²² Por otra parte, dentro de las limitaciones se encuentra la muestra que se seleccionó. Asimismo, el número de sesiones que se les brindó a los participantes fue de cinco, mientras que otros protocolos de biorretroalimentación emplean más sesiones. Para superar esta limitación, es importante que en futuras investigaciones se examinen los efectos que tienen distintos entrenamientos de biorretroalimentación.^{39,40} Finalmente, debido a que la respiración puede llegar a constituir un factor de confusión en las investigaciones que analizan la biorretroalimentación de la VFC, hubiese sido oportuno controlar la respiración consciente en contraste con la respiración espontánea.³⁸

CONCLUSIONES

El entrenamiento de biorretroalimentación de la VFC disminuye significativamente los niveles de estrés, ansiedad y depresión. Estos hallazgos se confirman por medio de los parámetros fisiológicos y los autorreportes psicométricos. Particularmente, el grupo de participantes que recibió el entrenamiento y que además llevó a cabo la práctica en casa reportó los mejores resultados. Se sugiere llevar a cabo investigaciones futuras que tengan como objetivo la medición en el tiempo posterior a la intervención. Los estudios longitudinales permitirán identificar la presencia o ausencia de los efectos en cada mecanismo mental a lo largo de los meses.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de México por el apoyo económico para financiar esta investigación, clave de registro 7260/2025CIC.

DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTOS DE INTERÉS

Se declara que no existe ningún conflicto de interés en la realización de esta investigación.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

AEOV realizó la conceptualización, diseño de estudio, recolección de datos, análisis estadísticos, revisión de la literatura, redacción y aprobación final del manuscrito.

GIGL contribuyó con la conceptualización, revisión de la literatura, redacción del manuscrito y aprobación final del manuscrito.

AVM intervino en el diseño de estudio, redacción y aprobación final del manuscrito.

REFERENCIAS

1. Wareing L, Readman MR, Longo MR, Linkenauger SA, Crawford TJ. The utility of heart rate and heartrate variability biofeedback for the improvement of interoception across behavioural, physiological and neural outcome measures: A systematic review. *Brain Sci.* 2024;14:579. <https://doi.org/10.3390/brainsci14060579>
2. Balzarotti S, Biassoni F, Colombo B, Cicero R. Cardiac vagal control as a marker of emotion regulation in healthy adults: A review. *Biol Psychol.* 2017;130:54–66. <http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.10.008>
3. Grol M, De Raedt R. The link between resting heart rate variability and affective flexibility. *Cogn Affect Behav Neurosci.* 2020;20:746–56. <http://doi.org/10.3758/s13415-020-00800-w>
4. Beauchaine TP, Thayer JF. Heart rate variability as a transdiagnostic biomarker of psychopathology. *Int J Psychophysiol.* 2015;98:338–50. <http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.08.004>
5. Shaffer F, McCraty R, Zerr CL. A healthy heart is not a metronome: An integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Front Psychol.* 2014;5:1040. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01040>
6. Pham T, Lau ZJ, Chen SA, Makowski D. Heart rate variability in psychology: A review of HRV indices and an analysis tutorial. *Sensors.* 2021;21:3998. <http://doi.org/10.3390/s21123998>
7. Clamor A, Lincoln TM, Thayer JF, Koenig J. Resting vagal activity in schizophrenia: Meta-analysis of heart rate variability as a potential endophenotype. *Br J Psychiatry.* 2016;208:9–16. <http://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.160762>
8. Olbrich H, Jahn I, Stengler K, Seifritz E, Colla M. Heart rate variability in obsessive compulsive disorder in comparison to healthy controls and as predictor of treatment response. *Clin Neurophysiol.* 2022;138:123–131. <http://doi.org/10.1016/j.clinph.2022.02.029>

9. Addleman JS, Lackey NS, Tobin MA, Lara GA, Sinha S, Morse RM, et al. Heart rate variability applications in medical specialties: A narrative review. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2025;50:359–81. <https://doi.org/10.1007/s10484-025-09708-y>
10. Bahrami R, Juwadi K, Nair L, Kim Y, Raysik M, Kash J, et al. Female college students' experiences with heart rate variability biofeedback intervention for disordered eating behaviors. *J Am Coll Health*. 2025;23:1–6. <http://doi.org/10.1080/07448481.2025.2533908>
11. Goessl VC, Curtiss JE, Hofmann SG. The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: A meta-analysis. *Psychol Med*. 2017;47:2578–86. <https://doi.org/10.1017/S0033291717001003>
12. Huber, A, Koenig J, Bruns B, Bendszus M, Friederich HC, Simon JJ. Brain activation and heart rate variability as markers of autonomic function under stress. *Sci Rep*. 2025;15:28114. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12430-8>
13. Panayotova G, Nikolova S, Stoyanov Z, Velikova M. Benefits of heart rate variability biofeedback training on medical students' mental health. *J IMAB*. 2025;31:3. <https://doi.org/10.5272/jimab.2025313.6331>
14. Balaji S, Plonka N, Atkinson M, Muthu M, Ragulskis M, Vainoras A, McCraty R. Heart rate variability biofeedback in a global study of the most common coherence frequencies and the impact of emotional states. *Sci Rep*. 2025;15:3241. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87729-7>
15. Kang JI. Understanding heart rate variability and its application in the assessment and treatment of anxiety disorders. *Anxiety Mood*. 2025;21:1-9. <https://doi.org/10.24986/anxmod.2025.21.1.001>
16. Lin IM, Fan SY, Yen CF, Yeh YC, Tang TC, Huang MF, et al. Heart rate variability biofeedback increased autonomic activation and improved symptoms of depression and insomnia among patients with major depression disorder. *Clin Psychopharmacol Neurosci*. 2019;17:222–32. <http://doi.org/10.9758/cpn.2019.17.2.222>
17. Yasuma F, Hayano JI. Respiratory sinus arrhythmia: why does the heartbeat synchronize with respiratory rhythm? *Chest*. 2004;125:683–90. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.125.2.683>
18. Lehrer P. How does heart rate variability biofeedback work? Resonance, the baroreflex, and other mechanisms. *Biofeedback*. 2013;41:26–31. <http://dx.doi.org/10.5298/1081-5937-41.1.02>
19. Lehrer P, Vaschillo E, Vaschillo B. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: Rationale and manual for training. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2000;25:177–91. <https://doi.org/10.1023/A:1009554825745>
20. Wareing L, Readman MR, Longo MR, Linkenauger SA, Crawford TJ. The utility of heartrate and heartrate variability biofeedback for the improvement of interoception across behavioral, physiological and neural outcome measures: A systematic review. *Brain Sci*. 2024;14:579. <https://doi.org/10.3390/brainsci14060579>

21. Chen SF, Pan WL, Gau ML, Hsu TC, Shen SC. Heart rate variability biofeedback training reduces early maternal stress, anxiety, and depression in women undergoing cesarean delivery: a randomized controlled trial. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2024;49:637-650. <https://doi.org/10.1007/s10484-024-09656-z>
22. Goessl VC, Curtiss JE, Hofmann SG. The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: a meta-analysis. *Psychol Med*. 2017;47:2578–86. <https://doi.org/10.1017/S0033291717001003>
23. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G * power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods*. 2009;41:1149–60. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
24. Lovibond PF, Lovibond SH. The structure of negative emotional states: Comparison of The Depression Anxiety Stress Scales (DASS) with the Beck Depression and Anxiety Inventories. *Behav Res Ther*. 1995;33:335–43. [http://doi.org/10.1016/0005-7967\(94\)00075-u](http://doi.org/10.1016/0005-7967(94)00075-u)
25. Bodos A, Solanas A, Andres R. Psychometric properties of the Spanish version of depression, anxiety, and stress scales (DASS). *Psicothema*. 2005;17:679–83.
26. Lehrer P, Vaschillo B, Zucker T, Graves J, Katsamanis M, Aviles M, et al. Protocol for heart rate variability biofeedback training. *Biofeedback*. 2013;41:98–109. <http://doi.org/10.5298/1081-5937-41.3.08>
27. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull*. 1992;112:155–9. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
28. American Psychological Association. Ethical principles of psychologists and code of conduct. *Am Psychol*. 2002;57:1060–73. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.12.1060>
29. Sociedad Mexicana de Psicología. Código ético del psicólogo [Ethical code of the psychologist]. México: Editorial Trillas; 2004.
30. Ley General de Salud, última reforma publicada, Diario Oficial de la Federación, 7 de junio del 2024, disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf>
31. Castro-Ribeiro T, Sobregrau-Sangrà P, García-Pagès E, Badiella L, López-Barbeito B, Aguiló S. Assessing effectiveness of heart rate variability biofeedback to mitigate mental health symptoms: A pilot study. *Front Physiol*. 2023;14:1147260. <http://doi.org/10.3389/fphys.2023.1147260>
32. Donnelly D, Georgiadis E, Stavrou N. A meta-analysis investigating the outcomes and correlation between heart rate variability biofeedback training on depressive symptoms and heart rate variability outcomes versus standard treatment in comorbid adult populations. *Acta Biomed*. 2023;94:e2023214. <http://doi.org/10.23750/abm.v94i4.14305>
33. Pizzoli SFM, Marzorati C, Gatti D, Monzani D, Mazzocco K, Pravettoni G. A meta-analysis on heart rate variability biofeedback and depressive symptoms. *Sci Rep*. 2021;11:6650. <http://doi.org/10.1038/s41598-021-86149-7>

34. Leyro TM, VersellaMin-Jeong Y, Mark V, Hannah RB, Hoyt DL, Paul L. Respiratory therapy for the treatment of anxiety: Meta-analytic review and regression. *Clin Psychol Rev.* 2021;84:101980. <http://doi:10.1016/j.cpr.2021.101980>
35. Rijken NH, Soer R, Maar E, Prins H, Teeuw WB, Peuscher J, et al. Increasing performance of professional soccer players and elite track and field athletes with peak performance training and biofeedback: A pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2016;41:421–30. <http://doi.org/10.1007/s10484-016-9344-y>
36. Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *Int J Cardiol.* 2010;141:122–31. <http://doi:10.1016/j.ijcard.2009.09.543>
37. Schuman DL, Lawrence KA, Boggero I, Naegele P, Ginsberg JP, Casto A, et al. A pilot study of a three-session heart rate variability biofeedback intervention for veterans with posttraumatic stress disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2023;48:51–65. <http://dx.doi.org/10.1007/s10484-022-09565-z>
38. Lehrer PM, Gevirtz R. Heart rate variability biofeedback: How and why does it work? *Front Physiol.* 2014;5:1–9. <http://doi: 10.3389/fpsyg.2014.00756>
39. Shah AJ, Raggi P, She H, Quyyumi AA, Levantsevych O, Johnson M, Bremner JD. (2025). Heart rate variability biofeedback and mental stress myocardial flow reserve: a randomized clinical trial. *JAMA Netw Open.* 2025;8:e2538416. <http://doi:10.1001/jamanetworkopen.2025.38416>
40. Panayotova G, Nikolova S, Stoyanov Z, Velikova M. Benefits of heart rate variability bio-feedback training on medical students' mental health. *J IMAB.* 2025;31:6331-8. <https://doi.org/10.5272/jimab.2025313.6331>