



Artículo Original

Efecto de un Programa de Entrenamiento Físico en la Ocurrencia de Arritmias Inducidas por el Ejercicio en Pacientes con Cardiopatía

Jessica Espinoza Pérez^{1,a,b*}; Hermes Illaraza Lomelí^{1,a}; Ángel Ávila Estrada^{1,a}; Karla Castolo Sánchez^{1,a}; Nayeli García H^{1,a}; Mariana García Saldivia^{1,a}; María Dolores Ríus Suárez^{1,a}; Jessica Rojano Castillo^{1,a}

Recibido 27 de noviembre 2020
Aceptado 12 de marzo 2021

Filiación de los autores

¹ Médico cardiólogo - Rehabilitador cardíaco.

^a Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, México.

^b Instituto Nacional Cardiovascular INCOR, Perú

***Correspondencia**

Coronel Zegarra 417, Jesús María, Lima-Perú

Correo

Jessica12_2@yahoo.es.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Financiamiento

Autofinanciado

Doi: 10.47487/apcyccv.v2i1.97

RESUMEN

Objetivo. El entrenamiento físico se ha asociado con un incremento en la supervivencia de pacientes cardiopatas; sin embargo, su papel en la disminución de las arritmias inducidas por ejercicio (AIE) en esta población aún no ha sido demostrado. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del entrenamiento físico en la ocurrencia de AIE en pacientes con cardiopatía. **Metodología.** Se evaluó una cohorte retrospectiva y autocontrolada de pacientes mayores de 18 años con cardiopatía, que ingresaron al programa de rehabilitación cardíaca del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez de México durante enero de 2015 a diciembre 2016. En todos los pacientes se estratificó el riesgo cardiovascular, incluyendo una prueba de ejercicio cardiopulmonar al inicio y al final del programa. Se evaluó la ocurrencia de arritmias antes y después del programa de entrenamiento. **Resultados.** Se analizaron 160 pacientes, de los cuales 126 (79%) fueron varones. La proporción de pacientes que desarrollaron AIE en la primera prueba de ejercicio fue de 56% y en la segunda de 48%. Del primer grupo 35% (n=31) no hizo arritmia en la segunda prueba. De los 71 pacientes que no presentaron AIE al inicio del programa, veinte (28%) las presentaron en la segunda prueba, asociado con un incremento del porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima alcanzado. En relación con el efecto del programa de entrenamiento en la ocurrencia de arritmias, pudimos observar que tuvo un efecto protector, con un RR= 0,49 (IC 95%:0,35- 0,67, p<0,001). **Conclusión.** En este estudio, el entrenamiento físico se asoció a una disminución del riesgo de presentar AIE.

Palabras clave: Ejercicio; Arritmias; Rehabilitación cardíaca; Prueba cardiopulmonar.

ABSTRACT

Effect of A Physical Training Program on The Occurrence of Exercise-Induced Arrhythmias in Patients with Heart Disease

Objective. Although physical training has been associated with an increase in survival, its role in reducing Exercise-induced arrhythmias (EIA) in patients with heart disease has not yet been elucidated. We aim to compare the effect of physical training on the occurrence of EIA in patients with heart disease. **Methodology.** We evaluated a retrospective and self-controlled cohort of patients older than 18 years with heart disease who entered the cardiac rehabilitation program of the National Institute of Cardiology Ignacio Chávez in México, during January 2015 to December 2016. In all patients, cardiovascular risk was stratified, including a cardiopulmonary exercise test, which was also performed at the end of the program. The occurrence of arrhythmias was evaluated before and after the training program. **Results.** 160 patients were analyzed, of which 126 (79%) were male. The proportion of patients who developed EIA in the first exercise testing was 56% and in the second one was 48%. In the first group 35% of patients did not developed EIA in the second test. Of the 71 patients who did not present EIA at the beginning of the program, twenty (28%) presented arrhythmias at second test. In relation to the effect of the training program on the occurrence of arrhythmias, we could observe that it had a protective effect, with a RR = 0.49 (95% CI: 0.35-0.67, p <0.001). **Conclusion.** In this study, physical training was associated with a decreased risk of developing EIA.

Key words: Exercise; Arrhythmias; Cardiac rehabilitation; Cardiopulmonary test.

La presencia de arritmias en pacientes con cardiopatía se ha asociado con mayor mortalidad y son producidas por diversos mecanismos como reentradas por fibrosis o cicatrices, un exceso en la actividad adrenérgica simpática o la presencia de isquemia residual ⁽¹⁾. El ejercicio físico es capaz de inducir este tipo de arritmias lo que, por un lado, permite al clínico desenmascararlas durante una prueba de esfuerzo estrechamente supervisada, pero, por otro lado, estas pueden presentarse de una forma «maligna» y en un entorno no protegido.

El entrenamiento físico es ampliamente utilizado en el paciente con cardiopatía, esto se basa en la adaptación producida por la dinámica sobrecarga física – recuperación, lo que promueve cambios como la reducción de la isquemia miocárdica y la modulación del sistema nervioso autónomo, como la disminución del automatismo sinusal y el descenso de la frecuencia cardíaca en reposo, debido a un incremento en el tono vagal y disminución de la hiperactividad simpática, con un incremento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca ⁽¹⁾. El incremento de las catecolaminas circulantes se asocia con un aumento de la pendiente de la fase IV del potencial de acción transmembrana, lo que favorece la génesis de arritmias cardíacas con un riesgo de dos a diez veces mayor ^(2,3), además, la heterogeneidad de la repolarización miocárdica es una causa frecuente de arritmias ventriculares ⁽⁴⁾. Son diversos los mecanismos benéficos del entrenamiento físico en el paciente con cardiopatía, como el incremento de la tolerancia al ejercicio, la reducción de la isquemia miocárdica, con el consecuente control de la angina de esfuerzo, mejoría de la función endotelial y la elevación del umbral de fibrilación. Estos efectos combinados pueden explicar el incremento en la supervivencia observado en estos pacientes ^(5,6); sin embargo, el efecto directo sobre las arritmias inducidas por ejercicio (AIE) aún no ha sido demostrado. El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de un programa de entrenamiento físico en la presencia de AIE, en pacientes con cardiopatía.

Materiales y métodos

Se estudió una cohorte de pacientes con cardiopatía que ingresaron por primera vez a un programa de rehabilitación cardíaca, en el periodo comprendido entre enero 2015 y diciembre de 2016, en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez de México. La arquitectura del estudio fue tipo longitudinal, retrospectivo, autocontrolado y no aleatorizado. Se incluyó a pacientes mayores de 18 años y sin restricciones de diagnóstico, fueron excluidos aquellos pacientes a los que no se realizó la segunda prueba de esfuerzo, las que no podían ser interpretadas, y pacientes que se retiraron del programa por enfermedad intercurrente.

Todos los pacientes fueron sometidos a una prueba de esfuerzo cardiopulmonar (PECP) dentro de un proceso de

estratificación del riesgo cardiovascular. La PECP se realizó en tapiz rodante, limitada por síntomas (fatiga, disnea, opresión precordial o mareos), con un protocolo de Balke en rampa y se registró durante toda la prueba el trazo electrocardiográfico, la tensión arterial, los síntomas y las variables de ergoespirometría. La recuperación se realizó con tres minutos de recuperación activa y cinco minutos de recuperación pasiva, para completar un total de ocho minutos o hasta la remisión de cambios electrocardiográficos o síntomas. Se evaluó la presencia de AIE en la PECP y se comparó con la presencia de las mismas en la segunda PECP después de terminado el programa de entrenamiento físico.

El programa de entrenamiento físico se prescribió con base en el expediente clínico y la estratificación de riesgo, el cual consistió en entrenamiento con cicloergometría durante 20 min, cinco días a la semana, con una intensidad de 12-13 en la escala de Borg y una frecuencia calculada al 70% de la frecuencia cardíaca de reserva (Karvonen). El tiempo de permanencia del paciente en el programa fue de 2 semanas si fue $\geq 80\%$ de VO_2 y ≥ 5 METs; 4 semanas si el VO_2 fue $< 80\%$ y ≥ 5 METs, y 6 semanas si el VO_2 fue $< 80\%$ VO_2 y < 5 METs.

Este entrenamiento alternaba con las sesiones de fisioterapia, las cuales fueron cinco veces a la semana, con una duración de 20 min, y constaba de tres etapas: fase de calentamiento, fase principal (ejercicios específicos para fuerza, flexibilidad muscular, coordinación neuromuscular, propiocepción y equilibrio) y fase de enfriamiento o vuelta a la calma; al final de cada etapa se evaluaba la percepción del esfuerzo usando la escala de Borg.

Las variables categóricas se presentaron en frecuencias y porcentajes, las variables continuas con la media y desviación estándar (distribución normal) o mediana e intervalo intercuartil (distribución no Gaussiana). El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de chi cuadrado y pruebas de estimación de riesgo. El valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

Resultados

Se analizaron los datos de un total de 160 pacientes, con una edad promedio de 58 ± 13 años; el 79% ($n=126$) fueron varones y el índice de masa corporal fue, en promedio, $27,05 \pm 4$ kg/m^2 . Entre los factores de riesgo de los pacientes encontramos un 58,7% tabaquista, 60% hipertensión arterial, 36,8% diabéticos tipo 2, y 50,6% con hipercolesterolemia. Los diagnósticos más frecuentes fueron: infarto de miocardio (70%), angina estable (16,9%), insuficiencia cardíaca (47,5%), valvulopatías (48,1%) y cardiopatía congénita (5%). En la **Tabla 1** se detallan las principales características clínicas-ergométricas de los pacientes.

Tabla 1. Características basales de los pacientes del estudio

Variable	Media	DE
Edad (años)	58,47	12,80
Talla (metros)	1,63	0,98
Peso (kg)	72,60	14,35
IMC (kg/m ²)	27,05	4,10
FC basal (lpm)	67,92	12,64
TAS basal (mmHg)	111,41	15,99
TAD basal (mmHg)	70,91	10,15
FC max (lpm)	126,36	21,65
TAS max (mmHg)	137,67	26,12
TAD max (mmHg)	82,20	13,52
Borg máximo	17,34	2,78
FC 1.º min recuperación	111,04	20,14
TAS 1.º min recuperación	135,07	26,09
TAD 1.º min recuperación	81,12	13,61
Borg 1.º min recuperación	12,76	2,64
Veteranos	-3,06	4,10
Puntaje de Duke	5,45	5,45
VO ₂ pico	17,66	5,53
RQ máximo	1,13	0,15
VE/VCO ₂	32,77	7,08
METs máximo	5,83	1,67
Respuesta cronotrópica	10,28	3,81
FEVI	0,46	0,14

IMC: índice de masa corporal. FC: frecuencia cardiaca. TAS: tensión arterial sistólica. TAD: tensión arterial diastólica. Veteranos: puntuación de veteranos para insuficiencia cardiaca. VO₂: utilización pico de oxígeno. RQ: cociente respiratorio. VE/VCO₂: eficiencia ventilatoria. FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

No se presentaron complicaciones cardiacas en la PECP (paro cardiaco, arritmias, infarto de miocardio), el motivo de suspensión de la prueba fue infradesnivel del ST 13 (8,1%), disnea 10 (6,25%), hipotensión 8 (5%), arritmias 8

(5%) y claudicación 6 (3,75%). Con relación al tipo de arritmia, las extrasístoles ventriculares (41,3 y 37,0%) y las dupletas ventriculares (6,3 y 5,0%) fueron las arritmias más frecuentes en la primera y segunda PECP, respectivamente (Tabla 2). En cuanto a la terapia médica, se encontró que el 91% de pacientes eran usuarios de betabloqueadores, en ellos se observó una disminución de la frecuencia de arritmias de la primera a la segunda prueba (51,7 a 45,5%, p=0,05). En un 38% de pacientes usuarios de diuréticos también se encontró una disminución de las AIE en la segunda prueba (67 a 63%, p=0,002). Entre otros medicamentos usados encontramos: inhibidores ECA (85%), nitratos (14%), calcio antagonistas (18%), digoxina (19%), antiarrítmicos (21%), estatinas (79%), no se encontraron cambios significativos en la presencia de AIE entre la primera y segunda prueba con el uso de estos fármacos.

La frecuencia cardiaca alcanzada al máximo esfuerzo fue mayor en la segunda prueba, llegando en promedio al 83% de la frecuencia cardiaca máxima teórica alcanzada, contra el 78% observado en la primera PECP (p<0,05).

En la primera PECP se observó una incidencia de AIE de 56% (89 casos); en este grupo, luego de culminado el programa de ejercicio, 31 pacientes ya no presentaron AIE en la segunda PECP. Con relación a los 71 pacientes que no presentaron AIE en la primera PECP, el 28% sí la presentaron en la segunda prueba. En general encontramos una disminución de la frecuencia de AIE del 56% antes de la intervención a 48% luego de esta. En el análisis estadístico crudo, al comparar aquellos pacientes que mejoraron con los que no mejoraron (o empeoraron) la frecuencia de AIE, encontramos que el entrenamiento físico presentó un efecto protector para la ocurrencia de estas AIE (RR=0,49, IC 95% de 0,35 a 0,67, p<0,001).

Tabla 2. Tipos de arritmia presentada en la primera y segunda prueba de esfuerzo cardiopulmonar

Tipo de arritmia	Primera PECP		Segunda PECP	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Bigeminismo ventricular	4	2,5	4	2,5
Dupletas ventriculares	10	6,3	8	5,0
Extrasístoles supraventriculares	2	1,3	0	0,0
Extrasístoles ventriculares	66	41,3	60	37,0
Fibrilación auricular	4	2,5	2	1,3
Ritmo atrial	1	0,6	2	1,3
Taquicardia ventricular	2	1,3	1	0,6
Ninguna	71	44,4	82	51,3
Flutter	0	0	1	0,6

Discusión

El entrenamiento físico es uno de los pilares de los programas de rehabilitación y prevención cardiovascular que promueve cambios adaptativos, pero podría asociarse con efectos deletéreos, como las arritmias cardíacas, que son en ocasiones potencialmente mortales⁽⁷⁻¹¹⁾. En contraparte, diversos estudios han demostrado que el ejercicio regular también puede prevenir arritmias fatales al inducir el precondicionamiento cardíaco.

Con base en lo anterior, se desarrollaron sesiones de entrenamiento con ejercicio aeróbico y entrenamiento con fisioterapia que se asemeja a las actividades de la vida diaria (equilibrio, coordinación, elasticidad y fuerza). Al realizar la segunda PECP encontramos una disminución en la presentación de las AIE semejante a lo presentado por Salvador *et al.*⁽¹²⁾ y puede ser explicada en parte porque el entrenamiento actúa sobre la respuesta de los barorreflejos espontáneos, produciendo una disminución de la hiperactividad simpática y, por ende, de las AIE⁽¹³⁾.

Aunque por las características de nuestro estudio no se realizó seguimiento a los pacientes, varios estudios reportan que las EV inducidas por el ejercicio en la prueba de esfuerzo, se asocian con mayor riesgo de muerte a cinco años (HR=1,8, IC 95%, 1,5 a 2,1)⁽¹⁴⁾. Partington *et al.*⁽¹⁶⁾, Dewey *et al.*⁽¹⁵⁾ y Frolkies *et al.*⁽¹⁷⁾, refieren que extrasístoles ventriculares inducidas por el ejercicio (EVIE), se relacionan con un aumento en la mortalidad cardiovascular independientemente de la presencia, o no, de isquemia y otras anormalidades cardiovasculares, con un HR general de 1,33 (IC 1,12-1,59, p .001), mostrando un HR mayor si se presentan en fase de recuperación en comparación a su presencia durante el ejercicio (HR 1,5; 95 % IC, 1,1 a 1,9; P=0,003 vs HR, 1,1; 95%IC, 0,9 a 1,3; P=0,53, respectivamente). Asimismo, Avilés *et al.*⁽¹⁸⁾ demostraron en un estudio de 14 años de seguimiento, en 700 pacientes que presentaron EVIE, 106 presentaron arritmias ventriculares potencialmente malignas, con un riesgo de 2,81 (IC 95% de 1,9 a 4,3, p < 0,001)

y mayor mortalidad con un riesgo de 2,1 (IC 95% de 1,2 a 3,4, p < 0,001); lo cual resalta la importancia en la detección de arritmias durante la prueba de esfuerzo y el seguimiento que se debe realizar, lamentablemente por tratarse de datos retrospectivos no se pudo realizar en nuestro estudio.

Es interesante observar que en este estudio no se produjeron complicaciones cardíacas, como reportan en la literatura (0,04% o una por cada 2500 pruebas), ni en la primera y segunda PECP, ni en las sesiones de entrenamiento. Skalski *et al.*⁽¹⁹⁾, en 4250 pacientes, reportaron como efecto adverso más frecuente la taquicardia ventricular sostenida.

Las arritmias cardíacas durante el entrenamiento son frecuentes, Rius-Suárez *et al.*⁽²⁰⁾, reportaron hasta un 64% de arritmias, en las sesiones de fisioterapia, el riesgo relativo de presentar arritmias en kinesioterapia, habiéndolas presentado en la prueba de esfuerzo, fue 1,89 (IC 95% 1,25-2,86, p < 0,01), siendo mayor en pacientes con miocardiopatía dilatada y fracción de eyección de ventrículo izquierdo <40 (p < 0,05). En este estudio no hubo diferencia entre los grupos diagnósticos estudiados, y no se consideró la fracción eyección como punto de corte.

Entre las limitaciones del estudio se encuentra el carácter retrospectivo, no se consideraron en el análisis otros factores intervinientes en la aparición de las AIE en la primera y segunda prueba (electrolitos, diagnóstico de base, uso de fármacos antiarrítmicos, etc.), tampoco se hizo el seguimiento a los pacientes luego de la intervención. Este estudio forma parte de una clara línea de investigación sobre el efecto del entrenamiento aeróbico y no aeróbico en la mejoría de arritmias inducidas por el ejercicio en pacientes con cardiopatía, donde todavía quedan muchas incógnitas por resolver.

Conclusiones

En el presente estudio encontramos que un programa de entrenamiento físico puede reducir el riesgo de presentar arritmias inducidas por ejercicio en pacientes con cardiopatía.

Referencias bibliográficas

- McArdle W, Katch F, Katch V. Fisiología del Ejercicio. Nutrición, Rendimiento y Salud. 8.ª Ed. Wolters Kluwer. 2015; 331,901.
- Maroto Montero JM. Rehabilitación Cardíaca; Sociedad Española de Cardiología 2009;26,35.
- Montano N. Heart rate variability explored in the frequency domain: A tool to investigate the link between heart and behavior; Neuroscience and Biobehavioral Reviews (33), Issue 2, February 2009;71-72; doi: 10.1016 / j.neubiorev.2008.07.006.
- Fardy PS. Rehabilitación Cardíaca, la forma física del adulto y de las pruebas de esfuerzos. Editorial Paidotribo.3 Edición.1995; pág. 178
- Paterson DJ. Antiarrhythmic mechanisms during exercise. J Appl Physiol (1985). 1996 Jun; 80(6):1853-62. doi: 10.1152/jappl.1996.80.6.1853.

6. Podrid PJ, Venditti FJ, Levine PA, Klein MD. The Role of Exercise Testing in Evaluation of Arrhythmias. *The American journal of cardiology*. Octubre 19.1988
7. Eijvogels TMH, Fernández AB, Thompson PD. Are there deleterious cardiac effects of acute and chronic endurance exercise? *Physiol. Rev.* 96, 100-101 (2016).
8. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, *et al.* Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 115: 2358–2368, 2007.
9. Ilarraza-Lomelí H, García-Saldivia M. Construcción y validación de escala de riesgo para entrenamiento físico de pacientes con enfermedad cardiovascular (EXERISK). Resúmenes de Trabajos Libres del XXXI Congreso Mexicano de Cardiología. Año 89, Vol. 89. Suplemento. Noviembre 2019;158
10. Ilarraza Lomeli H, García-Saldivia M. Abstract: P3101. Risk stratification model for exercise training complications in patients with heart disease (EXERISK study). *European Heart Journal* (2019) 40 (Supplement), 1872. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz745.0177>
11. Romo, R, Ilarraza, H. El ejercicio como herramienta terapéutica. En: Ilarraza H, editor. *Clínicas mexicanas de Cardiología. Corazón, ejercicio y deporte*. 1.aed. México: Planeación y Desarrollo; 2012. p. 67-80.4
12. Salvador Pinto. Efectos del ejercicio físico crónico sobre las modificaciones de algunas propiedades electrofisiológicas miocárdicas en normoxia y tras isquemia regional aguda seguida de reperfusión. Tesis Universitat de València (España) en 2016.
13. Negro, CE, Middlekauff, HR Adaptaciones en la función autónoma durante el entrenamiento físico en la insuficiencia cardíaca. *Heart Fail Rev* 13, 51–60 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10741-007-9057-7>
14. Cordero J. Rehabilitación Cardíaca y prevención. Sociedad Mexicana para el cuidado del Corazón. PyDESA 2017. Pag 15
15. Dewey FE, Kapoor JR, Williams RS, Lipinski MJ, Ashley EA, Hadley D, *et al.* Ventricular Arrhythmias During Clinical Treadmill Testing and Prognosis. *Arch Intern Med.* 168 (2), JAN 28, 2008
16. Partington S, Myers J, Cho S, Froelicher V, Chun S. Prevalence and prognostic value of exercise induced ventricular arrhythmias. *Am Heart J.* 2003;145:139-46. DOI: [doi:10.1067/mhj.2003.60](https://doi.org/10.1067/mhj.2003.60)
17. Frolkis JP, Pothier CE, Blackstone EH, Lauer MS. Frequent Ventricular Ectopy after Exercise as a Predictor of Death. *N Engl J Med* 2003;348:781-90.
18. Aviles-Rosales J, Ilarraza-Lomelí H, Garcia-Saldivia M. Association between premature ventricular complexes during exercise, long-term occurrence of life-threatening arrhythmia and mortality. *Arch. Cardiol. Méx.* [online]. 2018, vol.88, n.5, pp.354-359. Epub 04-Dic-2020. ISSN 1665-1731. <https://doi.org/10.1016/j.acmx.2017.07.004>.
19. Skalski J, Allison TG, Miller TD. The Safety of Cardiopulmonary Exercise Testing in a Population with High-Risk Cardiovascular Diseases. *Circulation* 2012; 126: 2465-2472. doi: 10.1161 / CIRCULATIONAHA.112.110460. Epub 2012 22 de octubre.
20. Rius-Suárez MD, Ilarraza-Lomelí H, Franco-Ojeda ME, Rojano-Castillo J, García-Saldivia M, Cruz-Rivero M. Instrumento para la evaluación del riesgo de arritmias durante el entrenamiento no aeróbico en pacientes con enfermedad cardiovascular. *Fisioterapia.* 2017; 39(3): 108-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2016.10.003>.