

Hallazgos desde la ecocardiografía y su correlación con la capacidad respiratoria en atletas de alto rendimiento entrenados a gran altura.

Findings from echocardiography and their correlation with respiratory capacity in highly-trained athletes at high altitude.

Diego X. Chango-Azanza¹, Marco Chango-Sigüenza^{1,2}, Guido Sigüenza¹, Andrés Vanegas¹, Adrián Romero², Elizabeth Ávila², Oscar Chango-Sigüenza¹

¹Centro de Medicina Deportiva (MEDEPORT), Hospital Monte Sinaí, Cuenca – Ecuador. ²Centro de Entrenamiento para el Alto Rendimiento (CEAR-EP), Cuenca – Ecuador.

Resumen

Objetivos: El incremento en el rendimiento físico en atletas está ligado a ciertas adaptaciones cardiorrespiratorias, especialmente en deportes con componente fisiológico dinámico “deportes de resistencia”. El objetivo de este estudio es describir las adaptaciones fisiológicas en atletas de élite de deportes con componente dinámico alto mediante valores de la ecocardiografía transtorácica (ETT) y la espirometría pulmonar (EP). Y por otro lado evaluar la correlación entre los valores de los volúmenes respiratorios y los parámetros de la ETT.

Material y métodos: Se trató de un estudio observacional, analítico y de corte transversal de un total de 32 pacientes. Se obtuvo los volúmenes pulmonares de la EP mediante el porcentaje predicho de la capacidad vital forzada (%CVF) y el volumen espiratorio forzado en un segundo (%VEF₁) y los parámetros de cavidades cardíacas mediante ETT. Cinco voluntarios sanos de la misma localidad y 27 atletas de elite con componente fisiológico dinámico alto “deportes de resistencia” entrenados a gran altitud con distinto componente estático, fueron incluidos en el estudio.

Resultados: No se observó una diferencia estadísticamente significativa para los valores de %CVF y %VEF₁ en los distintos grupos. Determinándose una diferencia estadísticamente significativa para el área indexada de aurícula izquierda y derecha, la masa del ventrículo izquierdo (VI), los volúmenes telediastólico y telesistólico del VI (VTdVI, VTsVI), el diámetro telediastólico basal del ventrículo derecho (DTdVD) con valores superiores en los deportistas élite. Se encontró una leve correlación del %CVF con respecto al área indexada de la aurícula derecha y el volumen telesistólico del VI (VTsVI), una correlación moderada con DTdVD y el área indexada de la aurícula izquierda. Además, se observó una leve correlación negativa significativa para la FEVI.

Conclusiones: Los atletas altamente entrenados en altura tienen parámetros de la ETT que difieren significativamente de los sujetos controles. Las adaptaciones del entrenamiento en la altura promueven cambios en la capacidad respiratoria de los deportistas que a su vez tienen influencia en parámetros de la ETT como la dilatación simétrica de las cavidades cardíacas y una menor FEVI como respuestas fisiológicas adaptativas.

Correspondencia:

Diego Xavier Chango Azanza
Email:
diegochangomd@gmail.com

Dirección: Avenida de las Américas 10-86, Cuenca – Azuay, Ecuador (postal code 010107)

Fecha de recepción: 26 de octubre de 2021

Fecha de aceptación: 8 de noviembre de 2021

Fecha de publicación: 15 de noviembre de 2021

Membrete bibliográfico:

Chango Azanza D.X.
Hallazgos desde la ecocardiografía y su correlación con la capacidad respiratoria en atletas de alto rendimiento entrenados a gran altura. Rev. Med. Sociedad Ecuatoriana de Cardiología.

Palabras Clave

Deportistas altamente entrenados, capacidad ventilatoria, adaptaciones cardiorrespiratorias

Abstract

Objectives: The increase in physical performance in athletes is linked to certain cardiorespiratory adaptations, especially in sports with a dynamic physiological component. The objectives of this study were to describe these physiological adaptations in elite athletes with a high dynamic component using transthoracic echocardiography (TTE) and pulmonary spirometry (PE) values. And on the other hand to evaluate the correlation between the values of the respiratory volumes and the parameters of the TTE.

Material and Methods: It was an observational, analytical and cross-sectional study of a total of 32 patients. Lung volumes of PE were obtained using the predicted percentage of forced vital capacity (%FVC) and forced expiratory volume in one second (%FEV₁) and cardiac chamber parameters using TTE. Five healthy volunteers permanently living at same location, and 27 elite athletes with a high dynamic physiological component "endurance sports" trained at high altitude with different static component were included.

Results: No statistically significant difference was observed for the %FVC and %FEV₁ values in both groups. Determining a statistically significant difference for the indexed left and right atrium area, left ventricular mass, LV end-diastolic and end-systolic volume, right ventricular end-diastolic diameter with higher values in elite athletes. A slight correlation of %FVC was found with respect to the indexed area of the right atrium and LV end-systolic volumen, a moderate correlation with right ventricle end-diastolic diameter and the left atrium indexed area. Furthermore, a slight significant negative correlation was observed for LVEF.

Conclusions: Highly-trained athletes at high altitude have TTE parameters that differ significantly from control subjects. The adaptations of training at altitude promote changes in the respiratory capacity of athletes that have an influence on TTE parameters such as symmetric dilation of the cardiac cavities and a lower LVEF as adaptive physiological responses.

Keywords

Highly-trained athletes, respiratory capacity, cardiorespiratory adaptations.

Introducción

Los atletas con entrenamiento de alta intensidad son una población en crecimiento, aunque se ha demostrado que la actividad física mitiga el riesgo de eventos cardiovasculares, no confiere una inmunidad completa, el ejercicio físico extenuante es a veces la causa de problemas cardiovasculares agudos incluso en personas altamente entrenadas. (1,2) La actividad física de intensidad moderada a alta, ya sea para ejercicio recreativo o competitivo, requiere un sistema cardiovascular adaptado y saludable. Dichas adaptaciones son el producto de la exposición repetitiva al ejercicio físico a través de una compleja serie de cambios estructurales y funcionales. (3) Estas modificaciones pueden manifestarse durante la evaluación clínica y ser evidentes durante el examen físico y la interpretación de las pruebas de diagnóstico. La interpretación precisa de los

datos clínicos derivados durante la evaluación de los atletas requiere una comprensión tanto de la fisiología básica del ejercicio como de los cambios adaptativos del sistema cardiorrespiratorio que son comunes en esta población. (1,4) Todas las formas de ejercicio físico competitivo implican una combinación de ejercicios con fisiología estática y dinámica. Los términos estático y dinámico se refieren a los patrones del músculo esquelético y sus consiguientes cambios en la estructura y función del sistema cardiovascular. La actividad estática se caracteriza por contracciones esqueléticas cortas y fuertes. Durante episodios de actividades estáticas de "fuerza" relativamente puras, como levantamiento de pesas y eventos de lanzamiento de pista y campo, la intensa activación del músculo esquelético junto con la estimulación de señales aferentes mecánicas y metabólicas conducen a aumentos bruscos de la resistencia sistémica y vascular y de la presión arterial. Por el contrario, las actividades de "resistencia" dinámica se caracterizan por la contracción y relajación repetitivas, a menudo rítmicas, de grandes grupos de músculos esqueléticos, que requieren aumentos en el metabolismo oxidativo como por ejemplo, los corredores de resistencia o nadadores de largas distancias. Por tanto, la intensidad de la actividad dinámica se puede cuantificar midiendo el consumo de oxígeno (VO_2). En forma comparativa entre distintos deportes, los ciclistas, corredores y triatletas han demostrado tener valores de VO_2 más elevados que deportistas de natación y jugadores de fútbol. (5) Es sabido que en lugares de gran altura existe una menor presión parcial de oxígeno en relación con el nivel del mar en las mismas latitudes. Esta disminución en la cantidad de oxígeno conduce a una disminución en el VO_{2max} y una baja presión parcial arterial de oxígeno en el cuerpo. La disponibilidad reducida de oxígeno se asocia con cambios significativos en la función cardiovascular y un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, y el cuerpo humano tiene adaptaciones a la altitud tanto a corto como a largo plazo que le permiten compensar parcialmente la cantidad reducida de oxígeno en la atmósfera. La altura a partir de la cual la saturación de oxígeno en sangre comienza a reducir en forma medible es >2500 metros de altura sobre el nivel del mar. (6–8) Por otro lado, las pruebas de función pulmonar proporcionan una evaluación cualitativa y cuantitativa de la función pulmonar y son de la mayor importancia para estimar la aptitud de un individuo a partir de un análisis fisiológico. La EP es un examen fisiológico que mide cómo un individuo inhala o exhala volúmenes de aire en función del tiempo. Es la prueba de función pulmonar más utilizada en la evaluación objetiva de la función del sistema respiratorio. El volumen pulmonar se predice en función de la edad, la altura y el peso. Se han observado repetidamente volúmenes pulmonares superiores a lo esperado en deportistas en comparación con sus homólogos de control que no realizan ningún tipo de ejercicio físico regular. Existen algunas explicaciones fisiológicas de por qué los atletas tienen volúmenes pulmonares más altos, pero este es todavía un campo poco conocido. (9,10)

Métodos

Realizamos un estudio observacional, analítico y transversal de un total de 32 pacientes. 27 pacientes con criterios de inclusión para deportista de alto rendimiento de acuerdo a la guía española de Cardiología basada en el volumen mínimo de ejercicio, los deportistas de élite (equipos nacionales, olímpicos y deportistas profesionales) entrenan por norma general al menos 10 h/semana. (11) Los cuales fueron entrenados en la altura de la Ciudad de Cuenca al menos el último año (2560 metros sobre el nivel del mar) pertenecientes a deportes de resistencia con fisiología dinámica alta subclasificados de acuerdo a la fisiología estática (baja: caminata y natación de larga distancia, media: corredores de distancias medias y patinaje, y alta: triatlón), comparados con 5 sujetos controles aparentemente sanos permanentemente viviendo en la misma localidad, sin antecedentes patológicos de relevancia. Todos ellos fueron evaluados por ETT convencional en reposo y EP para determinar las adaptaciones en el sistema cardiorrespiratorio relacionadas con el ejercicio de alta intensidad. De la población de atletas, todos pertenecen a deportes de fisiología predominantemente dinámica denominados "deportes de resistencia". El estudio de la ETT permitió determinar los diámetros y volúmenes cardíacos de los diferentes grupos de pacientes y parámetros funcionales para la cuantificación

de la función sistólica del ventrículo izquierdo y derecho. El análisis se realizó con el paciente en reposo en decúbito lateral izquierdo mediante la adquisición de diferentes proyecciones ecocardiográficas. La capacidad respiratoria pulmonar se adquirió mediante la realización de una EP. Se obtuvo información sobre peso, talla y edad para el cálculo de los valores predichos. Esta prueba se realizó minutos antes del examen de ecocardiograma. Del valor de tres intentos, se registraron los volúmenes más altos para el valor predicho de FVC y FEV1 en porcentaje para el análisis posterior.

Análisis estadístico

El análisis se realizó mediante el paquete estadístico SPSS, versión 26.0. Las variables continuas fueron expresadas como mediana y rango intercuartil para datos con distribución no normal., mientras que las variables cualitativas fueron expresadas en porcentajes. Para el análisis de las diferencias entre los grupos de pacientes utilizamos la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis para variables numéricas y chi-cuadrado para variables nominales. Por último, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para probar las relaciones entre los datos de EP y la ETT. Todas las pruebas fueron de dos colas y los valores de $p < 0,05$ se consideraron estadísticamente significativos.

Resultados

Los valores de %CVF y %VEF1 fue superior en el grupo de deportistas de elite, sin embargo, dicha diferencia no alcanzó una diferencia estadísticamente significativa. %CVF Grupo A: 110% (93,5-113,5) vs Grupo B: 116% (109,125), $p: 0,053$. %VEF1 Grupo A: 111% (96-115) vs Grupo B: 119% (110-130), $p: 0,06$.

En cuanto a los parámetros de la ETT. El espesor septal fue mayor en el grupo de deportistas 9,8mm (7,8-11,5) vs 8mm (7,2-10,5) en el grupo control, sin alcanzar diferencia estadísticamente significativa. Para los valores de masa total del VI, tamaño indexado de área de ambas aurículas, DTdVD, VTdVI, VTsVI fueron significativamente superiores en el grupo de deportistas de elite. Cuando se evaluó la función sistólica ventricular derecha mediante la excursión sistólica del plano del anillo tricuspideo (TAPSE) fue significativamente superior en los deportistas y no se observó diferencias significativas con respecto a la FEVI. (Ver tabla 1) Así mismo, el análisis de parámetros entre los distintos grupos de deportes de fisiología dinámica alta subclasificados de acuerdo al componente estático (bajo, medio y alto), no se observaron diferencias estadísticamente significativas. (Ver tabla 2)

Cuando se analizaron la correlación de variables de la capacidad pulmonar y los datos de la ETT, se encontró una leve correlación positiva significativa del %CVF entre el área indexada de la aurícula derecha y el VTsVI, una correlación moderada con el DTdVD ($r: 0,56$; $p: 0,001$) y el área indexada de aurícula izquierda. Además, se observó una correlación negativa significativa con respecto a la FEVI ($r: -0,39$; $p: 0,024$). No hubo correlación de las demás variables del ETT. (Ver Tabla 3).

Discusión

En general, se acepta que los atletas de elite y las personas físicamente activas tienden a tener niveles más altos de aptitud cardiorrespiratoria. En el presente trabajo se describen y analizan por primera vez las

adaptaciones cardiorrespiratorias desde la ETT y la EP en atletas de elite entrenados en la altura de la ciudad de Cuenca – Ecuador. Todos ellos de deportes de resistencia con fisiología dinámica alta de acuerdo con las guías AHA/ACA (3). El grupo de deportistas estudiados presentó volúmenes ventilatorios por EP mayores que los pacientes no entrenados, sin embargo no hubo diferencia significativa con sujetos no entrenados en nuestra serie. Estos resultados son discordantes con datos de estudios anteriores (2,12). El limitado número de pacientes controles y el hecho de que son habitantes permanentes de gran altitud puede ser una explicación para estos hallazgos, ya que los controles sanos también alcanzaron valores de la EP por encima del %CVF predicho para la edad y sexo, por lo que son hallazgos que permanecen no esclarecidos.

La participación repetida en ejercicio físico vigoroso estimula cambios adaptativos en la estructura y función del sistema cardiovascular. Este proceso varía considerablemente entre atletas en función de varios factores que incluyen, entre otros, el origen étnico, el sexo, la genética (genoma subyacente) y los factores epigenéticos, incluida la disciplina deportiva y la duración de la exposición al ejercicio. En un estudio, se encontró que los atletas que practican deportes con fisiología predominantemente dinámica (nadadores y corredores) tenían tamaños de cavidades más grandes que los atletas que practican lucha libre, un deporte con fisiología predominantemente estática. Por lo cual, las adaptaciones cardiológicas con respecto del tamaño de cavidades varía de acuerdo a la componente fisiológico (13–15). Esto no solo se expresa en la estructura del VI, si no puede incluir cambios en la morfología y tamaño del ventrículo derecho (16) y el tamaño auricular (17), que son cavidades que responden a las principales tensiones del ejercicio estático y dinámico por distintos mecanismos. Nuestros resultados en deportistas elite de resistencia con componente dinámico alto entrenados en la altura comparados contra sujetos control de la misma localidad nos permitió encontrar una dilatación simétrica de las cuatro cavidades, con mayores volúmenes ventriculares, mayor área indexada de ambas aurículas y mayores dimensiones del ventrículo derecho. De igual manera, la FEVI fue inferior en los deportistas como respuesta adaptativa fisiológica al ejercicio. Sin embargo, cuando se compararon los distintos parámetros de función cardiorrespiratoria por deportes de acuerdo al componente estático, no se vieron diferencias entre los grupos. Estos datos pueden estar influenciados por el escaso número de deportistas en cada grupo específico. Por otro lado, en esta investigación buscamos correlacionar el valor del %CVF de la EP con los datos de la ETT. Encontramos una correlación positiva significativa del %FVC y los valores del ETT como el área indexada de la aurícula derecha, el volumen telesistólico del VI indexado y, especialmente, la correlación más fuerte fue moderada con respecto del DTdVD en relación a incremento del tamaño del VD. Además, se observó una correlación negativa significativa de la FEVI como resultado del aumento de los volúmenes en %FVC. Estos hallazgos revelan que un aumento de la capacidad ventilatoria estará relacionada con los cambios en el sistema cardiovascular, la dilatación simétrica de las cavidades cardiacas y una menor FEVI como componente compensador del ejercicio repetido y prolongado. Aún se desconoce la relación de estos cambios con los eventos cardiovasculares adversos en el seguimiento. (Ver figura 1).

Limitaciones

Nuestro estudio tiene varias limitaciones. Es una serie con un número limitado de deportistas. Se necesitan series de pacientes más grandes con un seguimiento clínico prolongado para aclarar estos cambios. Todos ellos eran deportistas de resistencia, por lo que se requieren los estudios con deportes de fisiología predominantemente estática para comparar estos resultados. Todos eran pacientes entrenados a gran altura y no fue posible comparar las variables con sujetos entrenados y controles normales a nivel del mar.

Conclusiones

Los atletas de alto rendimiento entrenados en altura presentan cambios en el sistema cardiorrespiratorio en respuesta al ejercicio de alta resistencia repetido y prolongado. El %CVF se correlacionó con distintas adaptaciones de acuerdo a parámetros de la ETT, con dilatación de simétrica de las cavidades cardiacas y una FEVI más baja. Este estudio muestra la necesidad de establecer puntos de referencia de parámetros de normalidad cardiorrespiratorios en sujetos controles y deportistas de nuestra localidad. Estudios posteriores con mayor número de deportistas y controles tanto en la altura como a nivel del mar son necesarios para esclarecer estos hallazgos.

Referencias

1. Oja P, Kelly P, Pedisic Z, Titze S, Bauman A, Foster C, et al. Associations of specific types of sports and exercise with all-cause and cardiovascular-disease mortality: a cohort study of 80 306 British adults. *Br J Sports Med.* 2017 May;51(10):812–7.
2. Guenette JA, Witt JD, McKenzie DC, Road JD, Sheel AW. Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women. *J Physiol.* 2007 Jun;581(Pt 3):1309–22.
3. Baggish AL, Battle RW, Beckerman JG, Bove AA, Lampert RJ, Levine BD, et al. Sports Cardiology: Core Curriculum for Providing Cardiovascular Care to Competitive Athletes and Highly Active People. *J Am Coll Cardiol.* 2017 Oct;70(15):1902–18.
4. Levine BD, Baggish AL, Kovacs RJ, Link MS, Maron MS, Mitchell JH. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 1: Classification of Sports: Dynamic, Static, and Impact: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation.* 2015 Dec;132(22):e262–6.
5. Hawley J, Burke L. Peak Performance: Training and Nutritional Strategies for Sport [Internet]. Allen & Unwin; 1998. Available from: <https://books.google.com.ec/books?id=3P5qQgAACAAJ>
6. Naeije R. Physiological adaptation of the cardiovascular system to high altitude. *Prog Cardiovasc Dis.* 2010;52(6):456–66.
7. Wagner PD. Reduced maximal cardiac output at altitude--mechanisms and significance. *Respir Physiol.* 2000 Mar;120(1):1–11.
8. Moore LG, Charles SM, Julian CG. Humans at high altitude: hypoxia and fetal growth. *Respir Physiol Neurobiol.* 2011 Aug;178(1):181–90.
9. Santoro C, Sorrentino R, Esposito R, Lembo M, Capone V, Rozza F, et al. Cardiopulmonary exercise testing and echocardiographic exam: an useful interaction. *Cardiovasc Ultrasound [Internet].* 2019;17(1):29. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12947-019-0180-0>
10. Barbier J, Lebillier E, Ville N, Rannou-Bekono F, Carré F. Relationships between sports-specific characteristics of athlete's heart and maximal oxygen uptake. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil Off J Eur Soc Cardiol Work Groups Epidemiol Prev Card Rehabil Exerc Physiol.* 2006 Feb;13(1):115–21.

11. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. Guía ESC 2020 sobre cardiología del deporte y el ejercicio en pacientes con enfermedad cardiovascular. *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2021;74(6):545.e1-545.e73. Available from: file:///03008932/0000007400000006/v1_202105200601/S0300893221000750/v1_202105200601/es/main.assets ER
12. Galanis N, Farmakiotis D, Kouraki K, Fachadidou A. Forced expiratory volume in one second and peak expiratory flow rate values in non-professional male tennis players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2006 Mar;46(1):128–31.
13. Lewis EJH, McKillop A, Banks L. The Morganroth hypothesis revisited: endurance exercise elicits eccentric hypertrophy of the heart. *J Physiol*. 2012 Jun;590(12):2833–4.
14. Baggish AL, Wang F, Weiner RB, Elinoff JM, Tournoux F, Boland A, et al. Training-specific changes in cardiac structure and function: a prospective and longitudinal assessment of competitive athletes. *J Appl Physiol*. 2008 Apr;104(4):1121–8.
15. Spence AL, Naylor LH, Carter HH, Buck CL, Dembo L, Murray CP, et al. A prospective randomised longitudinal MRI study of left ventricular adaptation to endurance and resistance exercise training in humans. *J Physiol*. 2011 Nov;589(Pt 22):5443–52.
16. D'Andrea A, Riegler L, Golia E, Cocchia R, Scarafile R, Salerno G, et al. Range of right heart measurements in top-level athletes: the training impact. *Int J Cardiol*. 2013 Mar;164(1):48–57.
17. Grünig E, Henn P, D'Andrea A, Claussen M, Ehlken N, Maier F, et al. Reference values for and determinants of right atrial area in healthy adults by 2-dimensional echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013 Jan;6(1):117–24.

Agradecimientos

Ninguno declarado

Financiamiento

Ninguno declarado.

Conflictos de interés

Ninguno declarado.

Tablas y Figuras

Parámetros	Controles sanos (Grupo A) n:5	Deportistas de alto rendimiento (Grupo B) n:27	Valor de p (Prueba U de Mann-Whitney)
Edad (años)	27 (23,5-31)	26 (19-31)	0,54
ASC (m ²)	1,72 (1,56-1,81)	1,65 (1,51-1,78)	0,57
Sexo femenino (%)	60%	50%	0,33
% predicho CVF	110 (93,5-113,5)	116 (109,125)	0,053
% predicho VEF1	111 (96-115)	119 (110-130)	0,06
SIV (mm)	8 (7,2-10,5)	9,8 (7,8-11,5)	0,28
Masa VI (gr)	64 (55-78,5)	96 (86-119)	0,003
Area AI (cm ² /ASC)	8,1 (7,4-9,3)	12,1 (11,3-13,3)	<0,001
Area AD (cm ² /ASC)	6,4 (6,1-8)	11,4 (9,5-13,4)	<0,001
DTdVD (mm/ASC)	20,8 (20,4-21,7)	27,3 (24,9-29,8)	<0,001
TAPSE (mm)	21,9 (17,5-23,5)	24,5 (22,6-25,6)	0,049
VTdVI (ml/m ²)	78,4 (76,7-103,4)	129,6 (113,1-151,5)	0,001
VTsVI (ml/m ²)	40,6 (19,5-44)	50,6 (41,1-65,4)	0,019
FEVI (%)	63 (56-74)	57 (54-64)	0,16

Tabla 1: Análisis de parámetros de la EP y la ETT en los grupos de pacientes. Todos los datos continuos son expresados en mediana y rango intercuartil. CVF: capacidad vital forzada, VEF1: volumen espiratorio forzado del primer segundo, SIV: septum interventricular, VI: ventrículo izquierdo, AI: aurícula izquierda, AD: aurícula derecha, DTdVD: diámetro telediastólico del ventrículo derecho, TAPSE: excursión sistólica del anillo tricuspideo, VTdVI: volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, VTsVI: volumen telesistólico del ventrículo izquierdo, FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo, ASC: Área de superficie corporal.

Parámetros de deportistas elite n: 27	Comp dinámico alto – estático bajo n:16 (caminata, natación de larga distancia)	Comp dinámico alto – estático medio n:6 (patinaje, corredores)	Comp dinámico alto – estático alto n: 5 (triatlón)	Valor de p (Prueba Kruskal - Wallis)
% predicho CVF	115,5 (108-124)	111,5 (104,122)	123 (117-153)	0,11
% predicho VEF ₁	116,5 (112-129)	113,5 (102-128)	125 (104-149)	0,59
SIV (mm)	9,1 (7,8-11)	10,2 (8,1-12)	9,8 (8,1-11,9)	0,7
Masa VI (gr)	93 (84-111)	113 (90-129)	108 (72-138)	0,46
Area AI (cm ² /ASC)	12,2 (11-13,2)	11,7 (10,3-13,4)	12,4 (11,5-15,5)	0,43
Area AD (cm ² /ASC)	10,9 (9,6-13,2)	12,7 (8,9-15,1)	12,2 (9,2-14,7)	0,61
DTdVD (mm/ASC)	26,5 (24,8-29,5)	26,7 (23,5-29,2)	30,2 (27,8-32,1)	0,13
TAPSE (mm)	24,9 (22-26,1)	24,4 (22,6-27,2)	24,4 (21,8-25,1)	0,66
VTdVI (ml/m ²)	137 (111-150)	129 (121-156)	113 (94-150)	0,52
VTsVI (ml/m ²)	54 (40-67)	64 (42-69)	47 (36-55)	0,37
FEVI (%)	57 (54-64)	54 (47-63)	59 (57-66)	0,31

Tabla 2: Análisis de parámetros de la EP y la ETT en los grupos de deportistas. Todos los datos continuos son expresados en mediana y rango intercuartil. CVF: capacidad vital forzada, VEF₁: volumen espiratorio forzado del primer segundo, SIV: septum interventricular, VI: ventrículo izquierdo, AI: aurícula izquierda, AD: aurícula derecha, DTdVD: diámetro telediastólico del ventrículo derecho, TAPSE: excursión sistólica del anillo tricuspideo, VTdVI: volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, VTsVI: volumen telesistólico del ventrículo izquierdo, FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

Ecocardiograma transtorácico	% predicho CVF	Valor de p
SIV (mm)	0,77	0,67
Masa VI (gr)	0,23	0,19
Area AI (cm ² /ASC)	0,55**	0,001
Area AD (cm ² /ASC)	0,38*	0,03
DTdVD (mm/ASC)	0,56**	0,001
TAPSE (mm)	0,12	0,51
VTdVI (ml/m ²)	0,30	0,08
VTsVI (ml/m ²)	0,39*	0,024
FEVI (%)	-0,39*	0,024

Tabla 3: Análisis de correlación global para la muestra de pacientes, en su conjunto (n: 32). CVF: capacidad vital forzada, SIV: septum interventricular, VI: ventrículo izquierdo, AI: aurícula izquierda, AD: aurícula derecha, DTdVD: diámetro telediastólico del ventrículo derecho, TAPSE: excursión sistólica del anillo tricuspideo, VTdVI: volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, VTsVI: volumen telesistólico del ventrículo izquierdo, FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

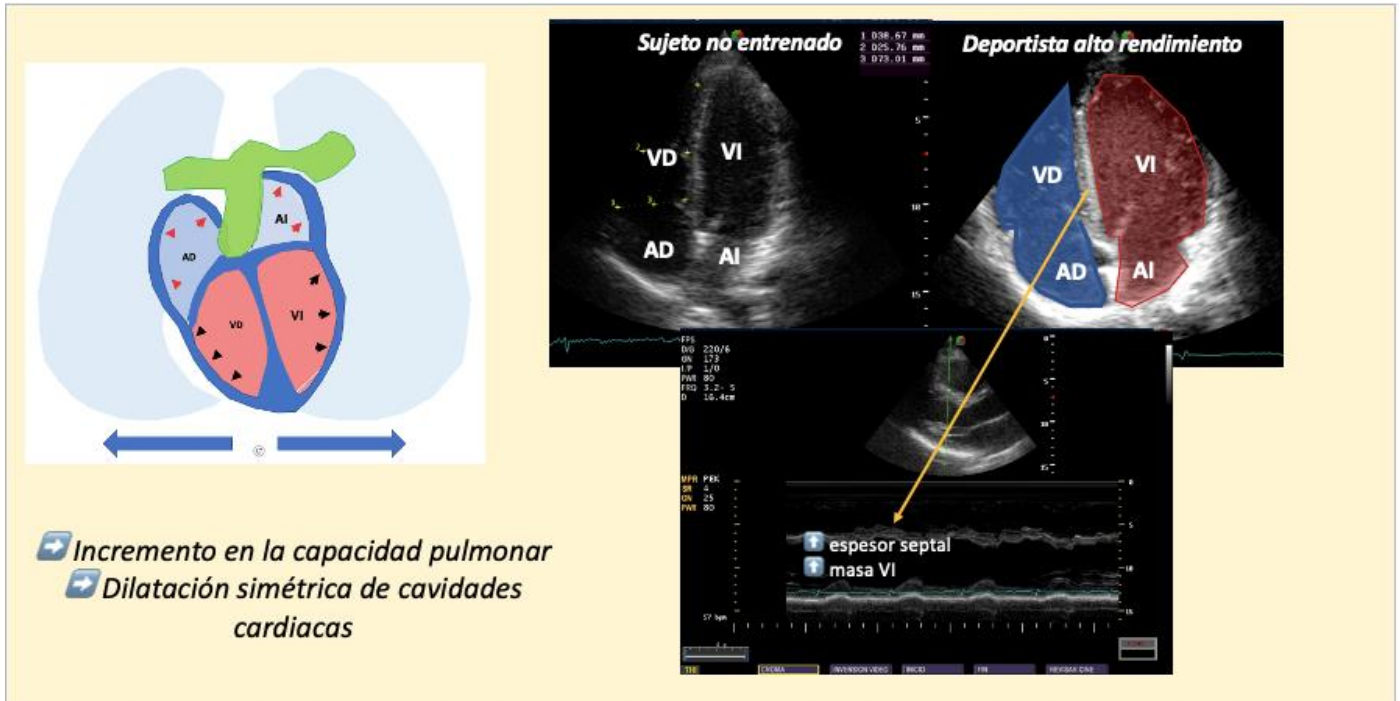


Figura 1: Cambios adaptativos cardiorrespiratorios en deportistas altamente entrenados. AI: aurícula izquierda, AD: aurícula derecha, VI: ventrículo izquierdo, VD: ventrículo derecho.