

How does physical exercise with health purposes or recreational sports affect the left atrium? Meta-analysis of observational and experimental studies.

¿Cómo afecta el ejercicio físico con fines de salud o el deporte recreativo a la aurícula izquierda? Meta-análisis de estudios observacionales y experimentales.

Lucía Florio¹, Santiago Rivoir²

¹ Departamento de Cardiología, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.

² Departamento de Medicina del Deporte, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.

* Correspondence: Lucía Florio; lu.floriol@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: Physical exercise affects the morphology and function of the left atrium. Elite athletes have increased volume without increasing stiffness. The effect of exercise on the atria of the general population is less well known.

Objective: To evaluate the effect of aerobic exercise on the anatomy and function of the left atrium. **Main objective:** compare left atrial volume indexed to body surface area; **secondaries:** to compare ejection fraction and left atrial peak longitudinal strain, E/e' ratio and new atrial fibrillation in a population that practices aerobic exercise for at least 4 weeks vs non-active.

Method: Meta-analysis of observational or experimental studies. **Excluded:** subjects with baseline atrial fibrillation, non-aerobic exercise; elite/professional athletes. **Keywords:** “physical exercise AND left atrial function”, until 2/21/2022 in Pubmed, Scielo, clinicaltrials.gov and hand-search.

Results: Eleven studies included in main outcome; 789 subjects, median age 52 years; female sex 24%. **Main outcome (only statistically significant):** left atrial index volume 2.65 ml/m² > in the exercise group (p=0.006). No results were found for incidence of atrial fibrillation.

Conclusions: In the general population, aerobic exercise favors dilation of the left atrium. The relevance is doubtful due to contradictory and non-significant results on atrial stiffness.

KEYWORDS

Physical exercise; Left atrium

RESUMEN

Introducción: El ejercicio físico afecta la morfología y función de la aurícula izquierda. Atletas de élite tienen aumento del volumen sin aumentar la rigidez. El efecto del ejercicio en la aurícula de la población general es menos conocido.

Objetivo: Evaluar el efecto del ejercicio aeróbico en anatomía y función de aurícula izquierda. **Objetivo primario:** comparar volumen de aurícula izquierda indexado a superficie corporal; **secundarios:** comparar fracción de eyección y strain longitudinal pico de aurícula izquierda, relación E/e' y nueva fibrilación auricular en población que practique ejercicio aeróbico por al menos 4 semanas vs no activos.

Método: Meta-análisis de estudios observacionales o experimentales. Se excluyeron sujetos con fibrilación auricular basal, ejercicio no aeróbico; atletas de élite/profesionales. **Palabras claves:** “physical exercise AND left atrial function”, hasta 21/2/2022 en Pubmed, Scielo, clinicaltrials.gov y búsqueda manual.

Resultados: Once estudios incluidos en objetivo primario; 789 sujetos, mediana edad 52 años; sexo femenino 24%. **Resultado primario (único estadísticamente significativo):** volumen indexado de aurícula izquierda $2,65 \text{ ml/m}^2 >$ en grupo ejercicio ($p=0,006$). No se encontraron resultados para incidencia de fibrilación auricular.

Conclusiones: En población general, el ejercicio aeróbico favorece la dilatación de la aurícula izquierda. La relevancia es dudosa por resultados contradictorios y no significativos sobre rigidez auricular.

PALABRAS CLAVE

Ejercicio físico; Aurícula izquierda

1. INTRODUCCIÓN

La actividad física en general que tiende a disminuir el sedentarismo y la práctica regular de ejercicio físico con el fin de mejorar el acondicionamiento físico forman parte de las recomendaciones generales para prevenir y tratar enfermedades cardiovasculares. El corazón se adapta a la práctica de

ejercicio modificándose estructural y funcionalmente, lo que se conoce como “corazón de deportista”. Esta respuesta adaptativa es heterogénea dependiendo del tipo de práctica de ejercicio o deporte y de variables individuales como el sexo, la edad y la raza.

El ejercicio físico afecta la morfología y función de la aurícula izquierda (AI). Sabemos que los atletas de élite tienen aumento de volumen de la AI (Pelliccia et al., 2005) y que este aumento de volumen no se acompaña de aumento de la rigidez auricular ni de las presiones intracavitarias como elementos de disfunción diastólica. También hay preocupación sobre el posible aumento de arritmias auriculares particularmente fibrilación auricular (FA) en algunos deportistas. Los mecanismos por los cuales pudiera relacionarse la FA en deportistas son aún desconocidos destacando lo relacionado al aumento del tono vagal, la propia dilatación auricular, el desarrollo de fibrosis de la pared de la aurícula y la inflamación como mecanismos adaptativos o desadaptativos (Mascia et al., 2013) (D’Ascenzi et al., 2015).

Sin embargo, el efecto del ejercicio en la AI de la población general y su implicancia en la prevención/tratamiento de la insuficiencia cardíaca y la FA es menos conocida.

2. MÉTODOS

2.1. Procedimiento y selección de estudios

Se trata de una revisión sistemática y meta-análisis de resultados. Los grupos a comparar son: ejercicio aeróbico (ejercicio) vs no activos (control).

Se incluyeron estudios observacionales y experimentales que evaluaron el ejercicio físico aeróbico y su efecto en los resultados buscados en la AI. Fueron criterios de exclusión: la identificación de sujetos con FA en condiciones basales; ejercicio sin componente aeróbico (ejemplo: fuerza exclusiva, yoga, etc); población de atletas de élite o profesionales.

2.2. Estrategia de búsqueda y análisis

La búsqueda bibliográfica se realizó usando las palabras claves: “physical exercise AND left atrial function”, sin filtros, hasta el 21/2/2022. Las bases de datos utilizadas fueron Pubmed, Scielo, clinicaltrials.gov y se realizó búsqueda manual de autores. Se utilizó como software de análisis a RevMan5.4.

Se realizaron tests de sensibilidad para evaluar la fortaleza del resultado primario y el test gráfico del embudo para evaluar sesgos de publicación. Los resultados y la presente publicación siguen las recomendaciones PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

En forma post-hoc se compararon resultados entre estudios observacionales y experimentales.

3. RESULTADOS

El diagrama de flujo de selección de estudios incluidos se muestra en la figura 1 y en la tabla 1 las características de los mismos.

Once estudios fueron incluidos para el objetivo primario (Barczuk-Falecka et al., 2018) (D'Ascenzi et al., 2016) (Edelmann et al., 2011) (Egelund et al., 2017) (Engvall et al., 2021) (Jalaludeen et al., 2020) (Mahjoub et al., 2019) (Opondo et al., 2018) (Sayegh et al., 2019) (Sørensen et al., 2022) (Wuthiwaropas et al., 2013) que incluyen un total de 789 sujetos, mediana de edad 52 años, prevalencia sexo femenino 24%.

El resultado primario y los secundarios se muestran en gráficos de bosque (figura 2 y 3). No se encontraron resultados para incidencia de FA.

El resultado primario muestra en forma estadísticamente significativa que el volumen indexado de la AI es 2,65 ml/m² mayor en el grupo ejercicio ($p=0,006$). Ningún resultado secundario resultó estadísticamente significativo.

Al realizar el análisis de sensibilidad vemos que al suprimir uno por vez cada uno de los estudios, este pierde significación estadística al suprimir del análisis Edelmann, D'Ascenzi y Jalaludeen, permaneciendo sin cambios significativos al suprimir cada uno por vez los otros 8 estudios. El test del embudo muestra bajo riesgo de sesgo de publicación (figura 4).

Al comparar el resultado primario entre estudios observacionales y experimentales vemos que los mismos son opuestos; los estudios observacionales en forma casi significativa resultan con el VolAIindex del grupo ejercicio -2.79 ml [-5.60,0.02], $p=0.05$; mientras que los experimentales el VolAIindex del grupo ejercicio es 3.91 ml [2.15,5.70] mayor, $p=0.01$.

Figura 1: Diagrama de flujo de selección de estudios.

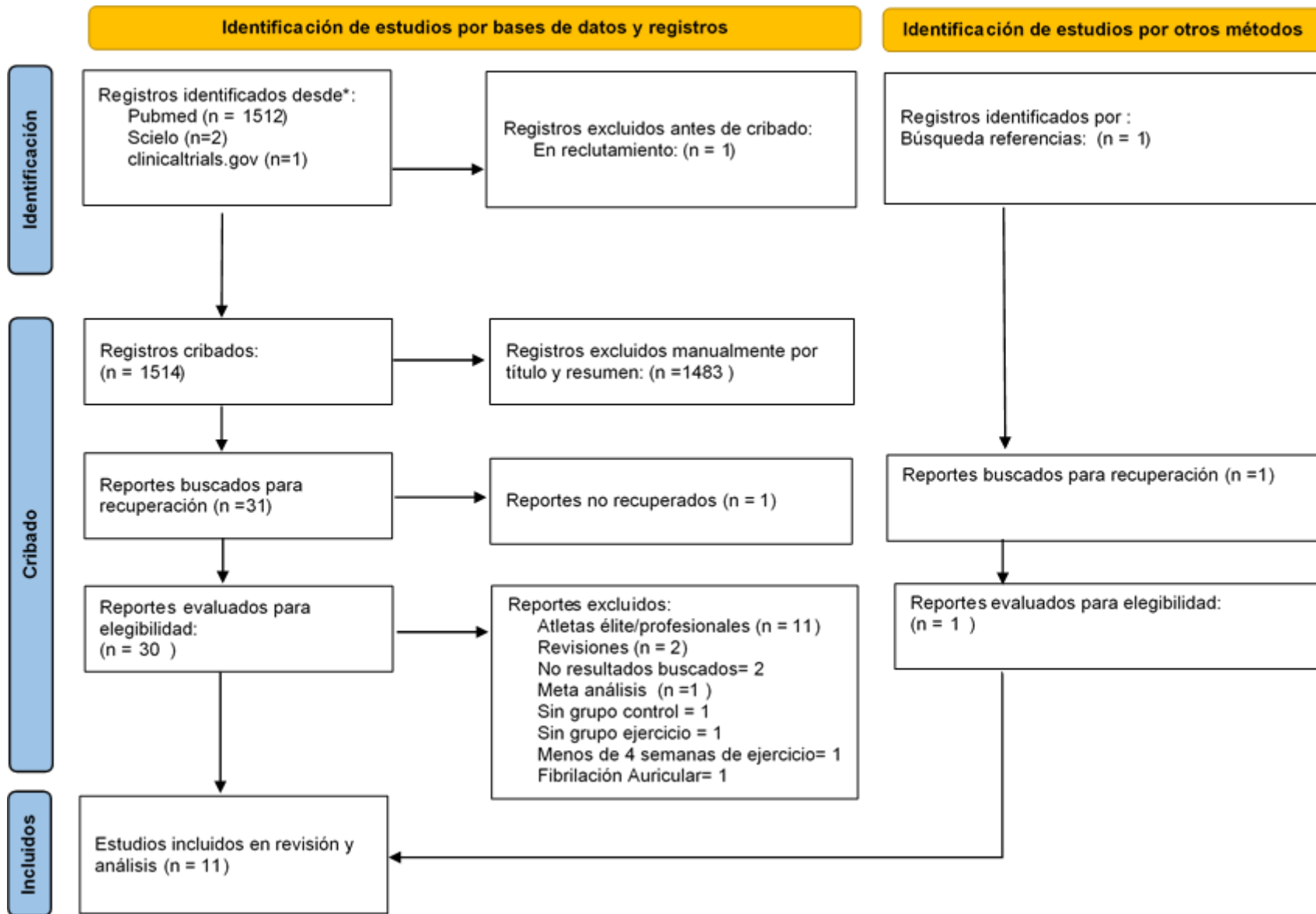


Tabla 1: Características basales de estudios incluidos. Eco: ecocardiografía; RM: Resonancia Magnética; HIIT: High intensity interval training; F: femenino, IMC: Índice de masa corporal; HTA: hipertensión arterial; E: ejercicio; C: Control.

Estudio	Método de evaluación	Tipo Ejercicio	Tiempo	Diseño	N		Sexo F%		Edad años media		IMC media		HTA %		Diabetes%	
					E	C	E	C	E	C	E	C	E	C		
Sorenen 2021	Eco	Esquí	Indefinido	Corte transversal	89	89	0	0	71.2	73.6	24.5	25.8	28	36	1.1	9
Engvall 2021	RM/Eco	Fútbol	Indefinido	Corte transversal	23	16	0	0	25	23	24.1	24.4	-	-	-	-
Jalaludeen 2020	Eco	HIIT	4 semanas	Controlado randomizado	21	20	-	-	21	22	23.5	24.8	-	-	-	-
Sayegh 2019	Eco	Rehabilitación CV	4 meses	Controlado randomizado	10	12	25	20	55	58	26.6	27.1	-	-	-	-
Mahjoub 2019	Eco	HIIT	6 semanas	Antes-después	17	17	0	0	27	27			-	-	-	-
Opondo 2018	Eco	Aeróbico continuo/HIIT/fuerza	10 meses	Controlado randomizado	34	27	47	51.9	53	51	25.9	26.1	-	-	-	-
Barczuk-Fałęcka 2018	RM	Fútbol	Indefinido	Controlado randomizado	36	24	0	0	10.1	10.4	-	-	-	-	-	-
Egelund 2017	Eco	Aeróbico/HIIT	12 semanas	Antes-después	73	73	100	100	51.6	51.6	23.8	23.6	-	-	-	-
D'Ascenzi 2015	Eco	Natación	5 meses	Caso-control	57	37	0	0	10.8	10.2	-	-	-	-	-	-
Wuthiwaropas 2013	Eco	Rehabilitación CV	3 meses	Antes-después	25	25	28	28	66	66	-	-	64	64	40	40
Edelmann 2011	Eco	Rehabilitación CV	4 meses	Controlado randomizado	44	20	55	60	64	65	31	31	86	86	14	16

Figura 2: Gráfico de bosque de resultado primario. Se muestra la media y el desvío estándar del VolAIindex, la diferencia de medias y el resultado combinado final.

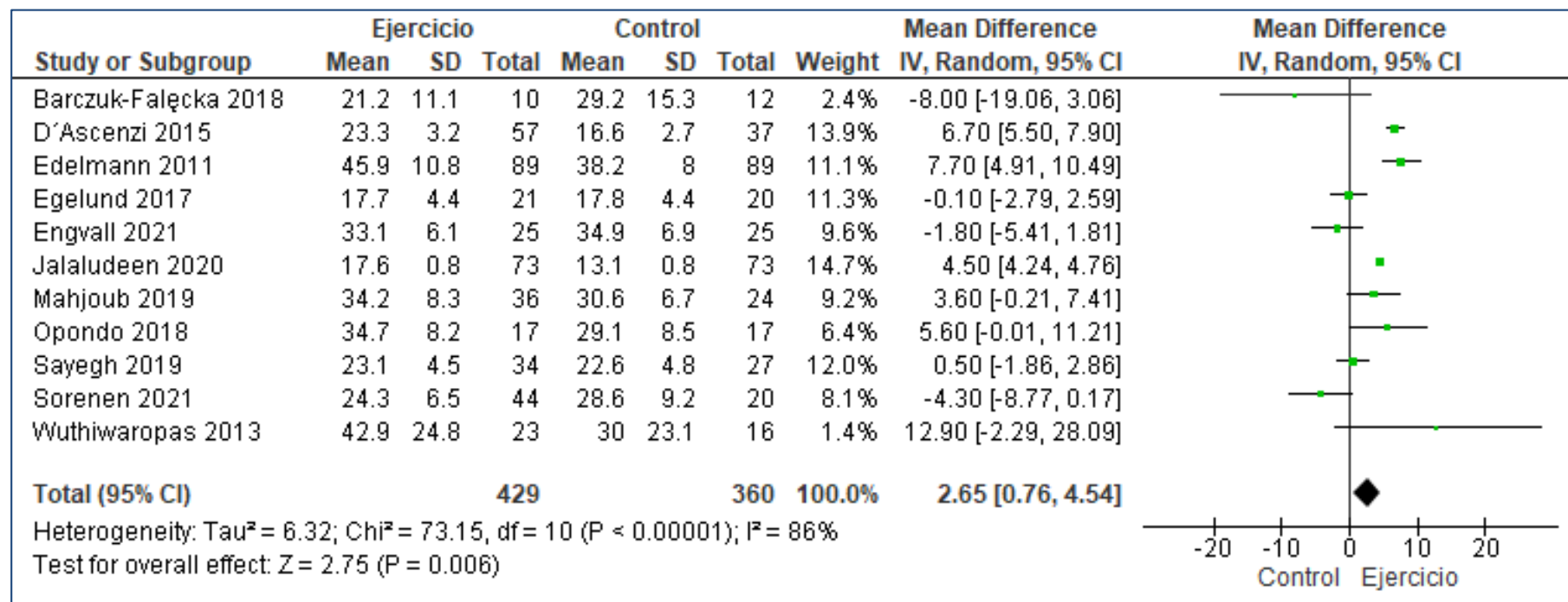


Figura 3: Gráficos de bosque de resultados secundarios. 1: FEAI (2 estudios) 2: SLPAI (4 estudios) y 3: relación E/e' (6 estudios). Se muestra la media y el desvío estándar de cada uno de los resultados secundarios, la diferencia de medias y el resultado combinado final.

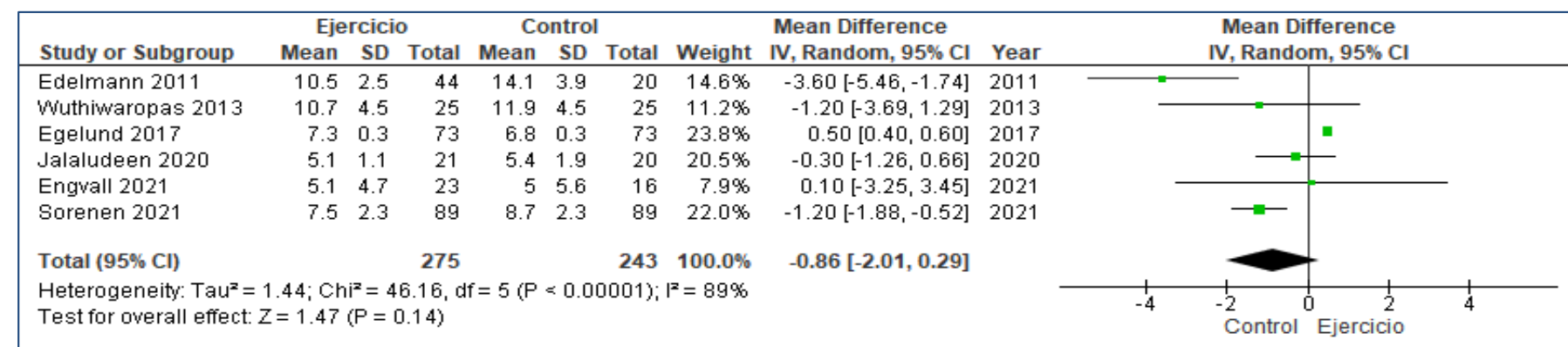
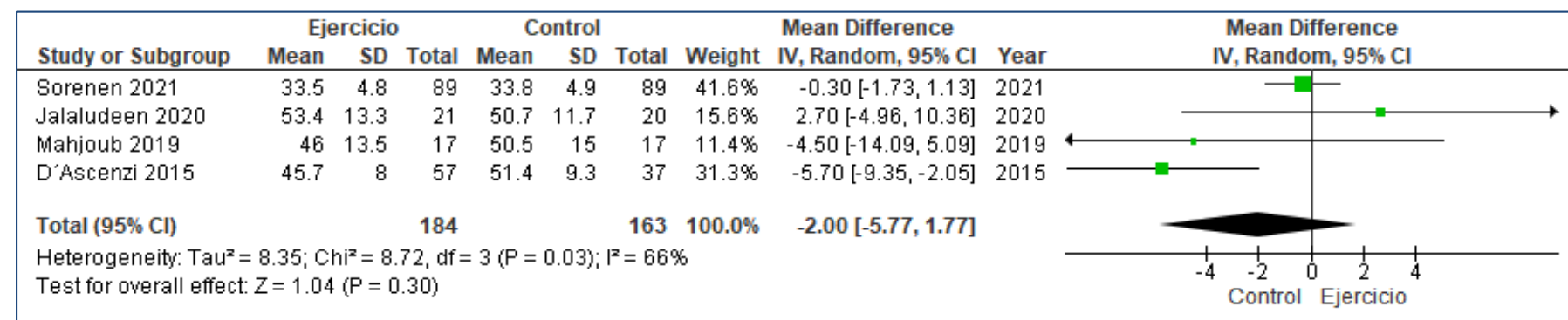
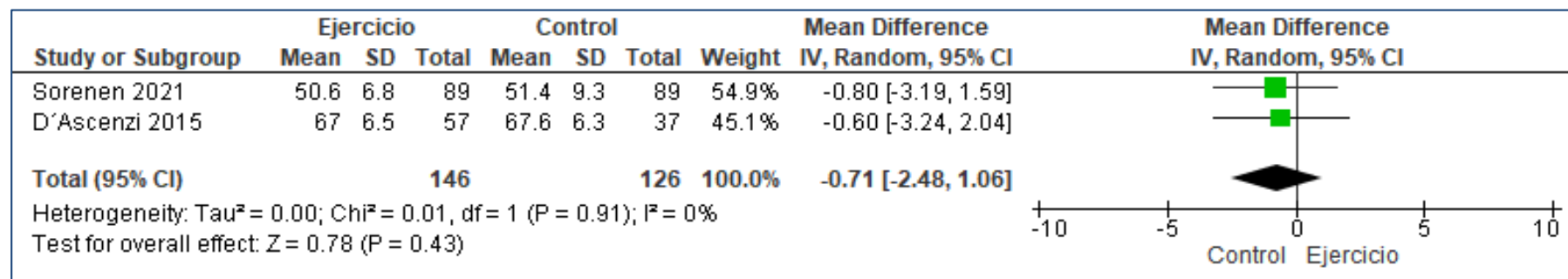
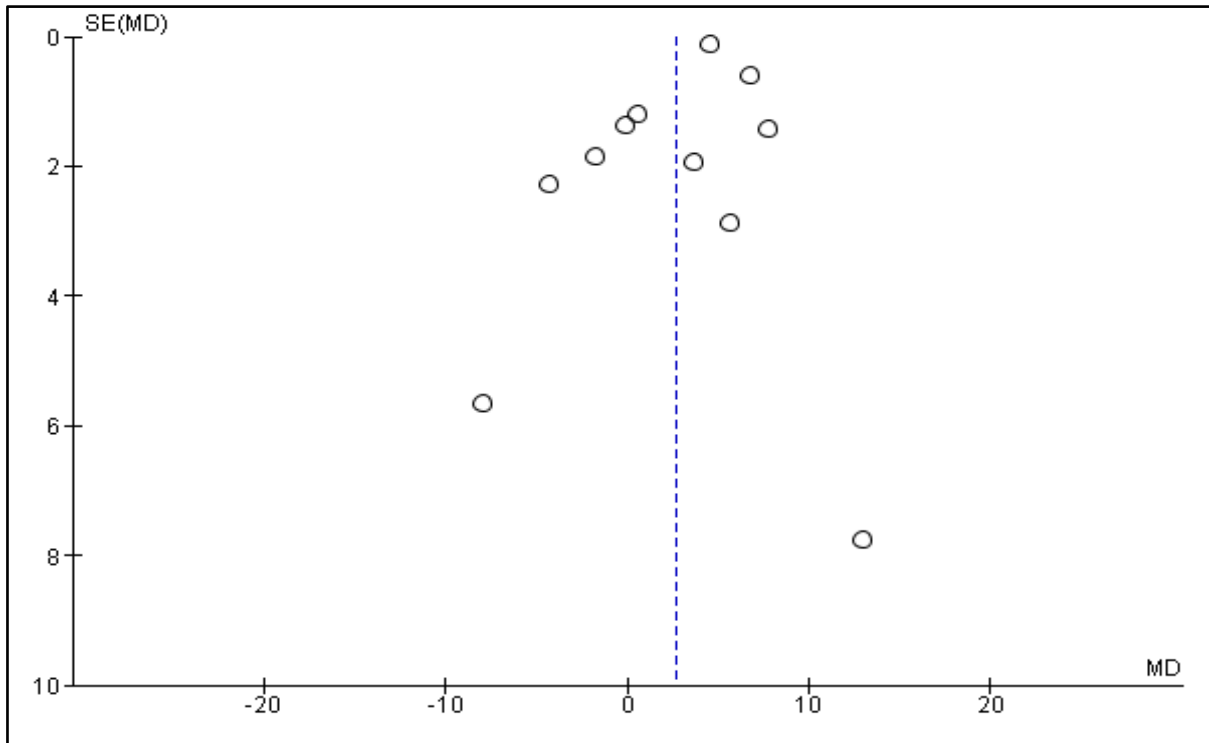


Figura 4: Gráfico del embudo para el resultado primario, mostrando grosera simetría de los resultados según su variabilidad respecto a la media del error estándar. SE: Error estándar MD: media



4. DISCUSIÓN

Se presentaron los resultados de una revisión sistemática y meta-análisis de estudios observacionales y experimentales en población general. El resultado principal muestra que el volumen de la AI aumenta significativamente en aquellos que practican ejercicio aeróbico. Este resultado se muestra con alta heterogeneidad entre estudios que intentaremos explicar en la discusión. Los resultados relacionados con la función de la aurícula izquierda y su posible vínculo con fibrosis de la pared, aumento o no de la rigidez y de las presiones intracavitarias no son concluyentes.

La práctica de ejercicio regular se asocia con múltiples beneficios cardiovasculares relacionados fundamentalmente con la mejoría de la clase funcional, la calidad de vida y el control de los factores de riesgo cardiovasculares como la diabetes, la hipertensión y la obesidad (Pellicia et al., 2021). Por otro lado, se ha demostrado que el deporte, per se, no es una causa de aumento de la mortalidad entre los atletas, pero puede desencadenar arritmias en aquellos que padecen una condición cardiovascular (Corrado et al., 2003). La adaptación del corazón a los distintos tipos de ejercicio es evidente en los deportistas de élite manifestándose como aumento de las cavidades cardíacas y/o del grosor parietal

del ventrículo izquierdo dependiendo del componente aeróbico o de fuerza predominante en la práctica deportiva. La gran mayoría de los deportes tienen componentes de entrenamiento que incluyen resistencia aeróbica, velocidad y fuerza muscular por los que los cambios morfológicos observados suelen ser mixtos. Por lo contrario de las situaciones patológicas en las cuales la sobrecarga cardíaca es permanente (HTA, valvulopatías), durante la práctica deportiva existen descansos entre los entrenamientos. Es factible que en la hipertrofia del corazón del deportista estén involucrados otros mecanismos diferentes al mecánico como por ejemplo las modificaciones endocrinas. Particularmente respecto a la anatomía y función de la aurícula izquierda, sabemos que los atletas altamente entrenados presentan tendencia a aumentar el volumen de la aurícula izquierda (D'Ascenzi et al., 2015). En la práctica cardiológica un aumento del volumen de la aurícula izquierda se asocia a aumento de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo como lo podemos ver en la insuficiencia cardíaca con función sistólica preservada o disminuida o también a algunas circunstancias de sobrecarga de volumen de la aurícula izquierda como podría ser en la insuficiencia mitral significativa. Este remodelado auricular, además de expresar una situación funcional patológica, se cree favorece la fibrosis de la pared auricular definiendo el remodelado anátomo-eléctrico que genera el sustrato para la aparición y recurrencia de la fibrilación auricular.

Sin embargo, de acuerdo a los trabajos de D'Ascenzi los deportistas de élite tienen aumento del volumen de la AI sin acompañarse de aumento de la rigidez auricular ni de elementos compatibles con aumento de las presiones de llenado. Se trataría de una situación adaptativa anatómica y funcional determinada por el ejercicio con alto componente aeróbico, con la correspondiente sobrecarga de volumen general.

De acuerdo a nuestros resultados, quienes practican deportes recreativos o por motivos de salud también muestran aumentos significativos del volumen de la AI, aunque de menor magnitud respecto a atletas altamente entrenados (2,65 ml/m² vs 6.20 ml/m²) en la cohorte de D'Ascenzi. La rigidez auricular conceptualmente se corresponde a la incapacidad de la aurícula de recibir volumen aumentado sin aumentar las presiones intracavitarias. La misma se relaciona con la presencia de fibrosis de la pared como dijimos, pero también con la presencia de síntomas (disnea) al esfuerzo. No tenemos un parámetro único para definir la rigidez auricular y la cuantificación de la fibrosis auricular es difícil en la práctica clínica. De todas maneras, hay algunas variables que se relacionan con aumento de la rigidez y de las presiones de llenado cavitarias, como un valor de strain longitudinal pico de la aurícula izquierda (función de reservorio) más bajo y un índice E/e' más alto medido por ecocardiografía Doppler (Fan et al., 2020).

Estas variables expresan menor rigidez auricular en los deportistas de élite, pero muestran en nuestro estudio resultados no significativos y contradictorios entre sí.

La interpretación de éste hallazgo creemos está relacionada por un lado con que se trata de un estudio relativamente chico para el resultado primario, con un N aún más pequeño en el análisis de los resultados secundarios; pero además con alta heterogeneidad en los mismos (con la excepción del resultado de la fracción de eyección de la AI que muestra nula heterogeneidad en la comparación de 2 únicos estudios).

Cuando analizamos el resultado primario, vemos la alta heterogeneidad y resultados opuestos cuando comparamos estudios observacionales vs experimentales. Sabemos que los estudios observacionales están más expuestos a sesgos de resultados. También las características de las poblaciones incluídas son muy distintas en términos de edad, sexo, patología previa, tipo e intensidad del ejercicio. Es posible que la capacidad del ejercicio de remodelar anatómica y funcionalmente a la aurícula izquierda dependa no sólo del tipo de ejercicio realizado y por cuánto tiempo, sino también a la etapa de la vida en que se le practique, el sexo y la pre existencia de cardiopatía estructural.

En este sentido en pacientes con insuficiencia cardíaca la rehabilitación cardiovascular por al menos 12 semanas mejora la clase funcional y la calidad de vida, sin mejorar significativamente la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (Long et al., 2019) y con información no concluyente respecto a los parámetros de función diastólica (Pandey et al., 2015).

El remodelado de la aurícula izquierda se asocia a mayor riesgo de incidencia de fibrilación auricular, también la edad, la hipertensión arterial y la obesidad. La relación del riesgo de fibrilación auricular y la práctica deportiva no está completamente saldada y no encontramos información para discutir este aspecto relevante por tratarse de la arritmia crónica más frecuente.

Nuestra revisión sistemática resume la evidencia disponible respecto a la capacidad del ejercicio aeróbico de afectar la anatomía y función auricular. Tiene como limitaciones la cantidad relativamente pequeña de estudios incluidos con alta heterogeneidad en los resultados. Creemos servirá como generador de hipótesis generando la inquietud de la implicación de diferentes tipos de ejercicio en distintas poblaciones normales o con patologías.

5. CONCLUSIÓN

El ejercicio aeróbico con fines de salud o recreativo, favorece la dilatación de la AI. La relevancia clínica de este hallazgo es dudosa por acompañarse de resultados contradictorios y no significativos

sobre la rigidez de la AI. Se generan hipótesis que justifican futuros estudios clínicos en población general o poblaciones específicas.

6. REFERENCIAS

1. Barczuk-Falęcka, M., Małek, Ł. A., Krysztofiak, H., Roik, D., & Brzewski, M. (2018). Cardiac Magnetic Resonance Assessment of the Structural and Functional Cardiac Adaptations to Soccer Training in School-Aged Male Children. *Pediatric cardiology*, *39*(5), 948–954. <https://doi.org/10.1007/s00246-018-1844-5>
2. Corrado, D., Basso, C., Rizzoli, G., Schiavon, M., & Thiene, G. (2003). Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *Journal of the American College of Cardiology*, *42*(11), 1959–1963. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.03.002>
3. D'Ascenzi, F., Pelliccia, A., Natali, B. M., Cameli, M., Andrei, V., Incampo, E., Alvino, F., Lisi, M., Padeletti, M., Focardi, M., Bonifazi, M., & Mondillo, S. (2015). Increased left atrial size is associated with reduced atrial stiffness and preserved reservoir function in athlete's heart. *The international journal of cardiovascular imaging*, *31*(4), 699–705. <https://doi.org/10.1007/s10554-015-0600-7>
4. D'Ascenzi, F., Pelliccia, A., Natali, B. M., Cameli, M., Lisi, M., Focardi, M., Padeletti, M., Palmitesta, P., Corrado, D., Bonifazi, M., Mondillo, S., & Henein, M. (2015). Training-induced dynamic changes in left atrial reservoir, conduit, and active volumes in professional soccer players. *European journal of applied physiology*, *115*(8), 1715–1723. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3151-7>
5. Edelmann, F., Gelbrich, G., Dünge, H. D., Fröhling, S., Wachter, R., Stahrenberg, R., Binder, L., Töpper, A., Lashki, D. J., Schwarz, S., Herrmann-Lingen, C., Löffler, M., Hasenfuss, G., Halle, M., & Pieske, B. (2011). Exercise training improves exercise capacity and diastolic function in patients with heart failure with preserved ejection fraction: results of the Ex-DHF (Exercise training in Diastolic Heart Failure) pilot study. *Journal of the American College of Cardiology*, *58*(17), 1780–1791. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.06.054>
6. Egelund, J., Jørgensen, P. G., Mandrup, C. M., Fritz-Hansen, T., Stallknecht, B., Bangsbo, J., Nyberg, M., & Hellsten, Y. (2017). Cardiac Adaptations to High-Intensity Aerobic Training in Premenopausal and Recent Postmenopausal Women: The Copenhagen Women Study. *Journal of the American Heart Association*, *6*(8), e005469. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.005469>
7. Engvall, J. E., Aneq, M. Å., Nylander, E., Brudin, L., & Maret, E. (2021). Moderately trained male football players, compared to sedentary male adults, exhibit anatomical but not functional

- cardiac remodelling, a cross-sectional study. *Cardiovascular ultrasound*, 19(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s12947-021-00263-0>
8. Fan, J. L., Su, B., Zhao, X., Zhou, B. Y., Ma, C. S., Wang, H. P., Hu, S. D., Zhou, Y. F., Ju, Y. J., & Wang, M. H. (2020). Correlation of left atrial strain with left ventricular end-diastolic pressure in patients with normal left ventricular ejection fraction. *The international journal of cardiovascular imaging*, 36(9), 1659–1666. <https://doi.org/10.1007/s10554-020-01869-7>
 9. Jalaludeen, N., Bull, S. J., Taylor, K. A., Wiles, J. D., Coleman, D. A., Howland, L., Mukhtar, O., Cheriyan, J., Wilkinson, I. B., Sharma, R., & O'Driscoll, J. M. (2020). Left atrial mechanics and aortic stiffness following high intensity interval training: a randomised controlled study. *European journal of applied physiology*, 120(8), 1855–1864. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04416-3>
 10. Long, L., Mordi, I. R., Bridges, C., Sagar, V. A., Davies, E. J., Coats, A. J., Dalal, H., Rees, K., Singh, S. J., & Taylor, R. S. (2019). Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. *The Cochrane database of systematic reviews*, 1(1), CD003331. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003331.pub5>
 11. Mahjoub, H., Le Blanc, O., Paquette, M., Imhoff, S., Labrecque, L., Drapeau, A., Poirier, P., Bédard, É., Pibarot, P., & Brassard, P. (2019). Cardiac remodeling after six weeks of high-intensity interval training to exhaustion in endurance-trained men. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 317(4), H685–H694. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00196.2019>
 12. Mascia, G., Perrotta, L., Galanti, G., & Padeletti, L. (2013). Atrial fibrillation in athletes. *International journal of sports medicine*, 34(5), 379–384. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1321896>
 13. Opondo, M. A., Aiad, N., Cain, M. A., Sarma, S., Howden, E., Stoller, D. A., Ng, J., van Rijckevorsel, P., Hieda, M., Tarumi, T., Palmer, M. D., & Levine, B. D. (2018). Does High-Intensity Endurance Training Increase the Risk of Atrial Fibrillation? A Longitudinal Study of Left Atrial Structure and Function. *Circulation. Arrhythmia and electrophysiology*, 11(5), e005598. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.117.005598>
 14. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la

- publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de cardiología (English ed.)*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.010>
15. Pandey, A., Parashar, A., Kumbhani, D., Agarwal, S., Garg, J., Kitzman, D., Levine, B., Drazner, M., & Berry, J. (2015). Exercise training in patients with heart failure and preserved ejection fraction: meta-analysis of randomized control trials. *Circulation. Heart failure*, 8(1), 33–40. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.114.001615>
 16. Pelliccia, A., Maron, B. J., Di Paolo, F. M., Biffi, A., Quattrini, F. M., Pisicchio, C., Roselli, A., Caselli, S., & Culasso, F. (2005). Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes. *Journal of the American College of Cardiology*, 46(4), 690–696. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.04.052>
 17. Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Bäck, M., Börjesson, M., Caselli, S., Collet, J. P., Corrado, D., Drezner, J. A., Halle, M., Hansen, D., Heidbuchel, H., Myers, J., Niebauer, J., Papadakis, M., Piepoli, M. F., Prescott, E., Roos-Hesselink, J. W., Graham Stuart, A., Taylor, R. S., ... ESC Scientific Document Group (2021). 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *European heart journal*, 42(1), 17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
 18. Sayegh, A., Dos Santos, M. R., Rondon, E., de Oliveira, P., de Souza, F. R., Salemi, V., Alves, M., & Mady, C. (2019). Exercise Rehabilitation Improves Cardiac Volumes and Functional Capacity in Patients with Endomyocardial Fibrosis: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 39(6), 373–380. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000445>
 19. Sørensen, E., Myrstad, M., Solberg, M. G., Øie, E., Tveit, A., & Aarønæs, M. (2021). Left atrial function in male veteran endurance athletes with paroxysmal atrial fibrillation. *European heart journal. Cardiovascular Imaging*, 23(1), 137–146. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab248>
 20. Wuthiwaropas, P., Bellavia, D., Omer, M., Squires, R. W., Scott, C. G., & Pellikka, P. A. (2013). Impact of cardiac rehabilitation exercise program on left ventricular diastolic function in coronary artery disease: a pilot study. *The international journal of cardiovascular imaging*, 29(4), 777–785. <https://doi.org/10.1007/s10554-012-0152-z>

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

COPYRIGHT

© Copyright 2022: Publication Service of the University of Murcia, Murcia, Spain.