

Novas Perspectivas das Adaptações na Função Atrial Esquerda em Atletas

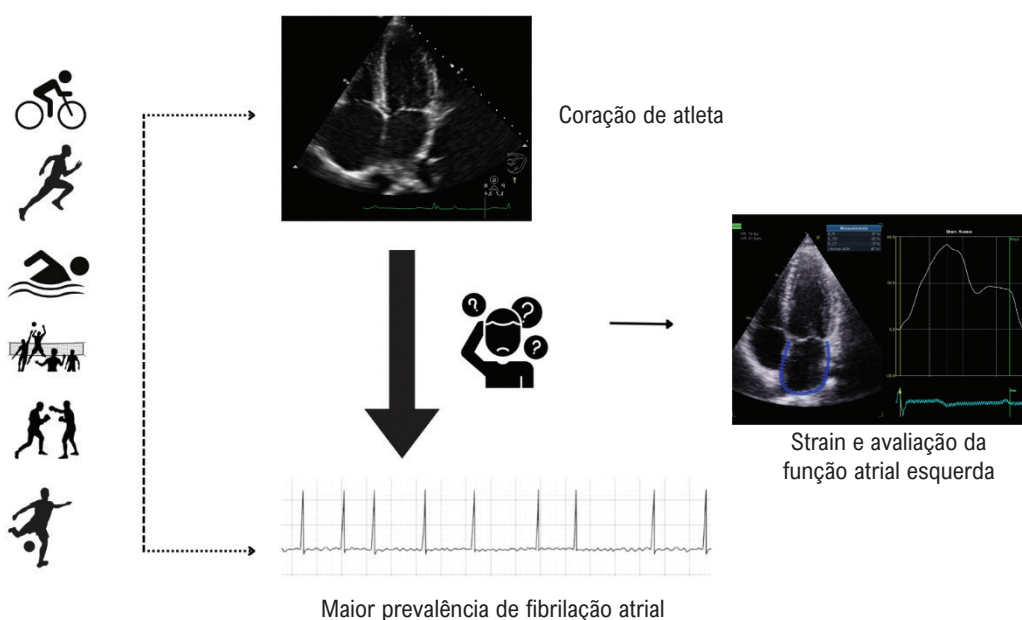
New Perspectives in The Assessments of Left Atrial Function in Athletes

Rômulo Leal Almeida,^{1,2} Maria do Socorro Brasileiro Santos,^{1,2} Isabelle Adjanine Borges de Lima,^{1,2} Eduardo Porto dos Santos,^{1,2} Stephanney Karolinne Mercer Souza Freitas de Moura,^{1,2} Marcelo Tavares,² Amilton da Cruz Santos^{1,2}

Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado,¹ João Pessoa, PB – Brasil

Universidade Federal da Paraíba,² João Pessoa, PB – Brasil

Figura Central: Novas Perspectivas das Adaptações na Função Atrial Esquerda em Atletas



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2024;37(3):e20240077

Avaliação da função atrial em atletas. A busca por novas formas de auxiliar na diferenciação entre adaptações fisiológicas e o remodelamento patológico.

Resumo

Em atletas de alta performance, principalmente aqueles que praticam esportes de resistência com treinos de alta intensidade e longa duração, o coração sofre

Palavras-chave

Função Atrial; Atletas; Ecocardiografia

Correspondência: Rômulo Leal Almeida •

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências da Saúde. Campus I.

CEP: 58051-900. João Pessoa, PB – Brasil

E-mail: romulomed@gmail.com

Artigo recebido em 01/08/2024; revisado em 06/08/2024;

aceito em 06/08/2024.

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240077>

alterações elétricas, funcionais e estruturais, aumentando a probabilidade de arritmias ventriculares e atriais. Sabe-se que esses atletas possuem aumento do diâmetro e do volume indexado do átrio esquerdo (AE), entretanto, os efeitos dessas alterações na função atrial ainda não estão totalmente esclarecidos. A mecânica do AE envolve três funções: 1) função de reservatório, caracterizada pelo armazenamento do retorno venoso proveniente das veias pulmonares, que ocorre durante a sístole ventricular; 2) função de conduto, representada pelo enchimento passivo do ventrículo esquerdo (VE); e 3) função contrátil, expressa pela contração atrial. Recentemente, a análise da função do átrio por meio da deformação miocárdica, utilizando a técnica de *speckle tracking*, vem sendo utilizada cada vez mais e contribuindo para a compreensão da mecânica atrial. Atletas de resistência apresentam maiores adaptações atriais, como um maior diâmetro e volume do

AE, provavelmente provocado pelo aumento repetitivo e sustentado da pré-carga de esforço, a fim de atender a demanda do débito cardíaco durante o treinamento de alta intensidade. Além do aumento do AE, estudos têm demonstrado redução da função de reservatório em atletas, quando comparados ao grupo controle. Deste modo, acreditamos que estes achados podem contribuir para melhor estratificação de pacientes com maior risco de desenvolver fibrilação atrial (FA). Por fim, entendemos que são necessários mais estudos para um melhor entendimento sobre a relação dose-resposta entre exercício e função atrial esquerda.

Função Atrial Esquerda e Exercício Físico

Os benefícios do exercício físico são indiscutíveis, com vários estudos demonstrando que pessoas mais ativas e com maior capacidade funcional apresentam menos desfechos cardiovasculares negativos e menor mortalidade, independentemente de outros fatores de risco.¹⁻³ No entanto, está bem documentado na literatura que atletas expostos a grandes volumes e intensidades de treinamento estão suscetíveis a adaptações cardíacas potencialmente deletérias, como fibrilação atrial (FA), calcificação coronária, fibrose miocárdica e dilatação do átrio esquerdo (AE).⁴⁻⁸

Em atletas de alta performance, principalmente aqueles que praticam esportes de resistência com treinos de alta intensidade e longa duração, o coração sofre profundas alterações elétricas, funcionais e estruturais, o que aumenta a probabilidade de arritmias ventriculares e atriais.⁹ A necessidade de aumentar o débito cardíaco durante a prática de exercício leva à dilatação biatrial, hipertrofia do ventrículo esquerdo (VE), aumento do diâmetro e do volume sistólico do VE.⁸ A presença e o grau dessas adaptações podem variar de acordo com o tipo de exercício praticado, volume e a intensidade do treinamento, além da susceptibilidade individual, como idade, sexo e predisposição genética.¹⁰

Sabe-se que atletas de alto rendimento possuem aumento do diâmetro e volume indexado do AE, principalmente aqueles que praticam esportes de resistência.⁷ A dilatação do AE tem correlação com o aumento de eventos cardiovasculares, mesmo naqueles pacientes que não apresentam doença valvar ou FA.¹¹ Entretanto, os efeitos do remodelamento provocado pelo esporte na função atrial ainda não estão totalmente esclarecidos (Figura Central).

Apesar de ser consenso que atletas de alta performance possuem AE com maior volume e maiores dimensões, ainda temos muito a compreender sobre a função atrial e suas adaptações em atletas com diferentes níveis de treinamento.⁷ Por muito tempo, o principal foco dos estudos foi avaliar as adaptações encontradas no VE; entretanto, nos últimos anos, houve um interesse crescente pelo conhecimento das adaptações atriais provocadas pelo esporte, visto que o átrio tem importante papel no enchimento ventricular e, por conseguinte, no aumento do débito cardíaco durante o esforço. A busca por formas de avaliação da função atrial esquerda faz-se necessária a fim de auxiliar na diferenciação entre adaptações fisiológicas ao exercício e remodelamento patológico.

A mecânica do AE envolve três funções: 1) função de reservatório, caracterizada pelo armazenamento do retorno venoso proveniente das veias pulmonares, que ocorre durante a sístole ventricular; 2) função de conduto, representada pelo enchimento passivo do VE; e 3) função contrátil, expressa pela contração atrial.¹² Cada uma dessas fases pode ser avaliada de diversas maneiras, incluindo avaliação volumétrica do AE, ecocardiografia Doppler com velocidades de fluxo transmitral e pulmonar, fração de ejeção atrial esquerda e energia cinética, Doppler tecidual do AE, deformação e taxa de deformação.¹²

Recentemente, a análise da função do átrio por meio da deformação miocárdica, utilizando a técnica de *speckle tracking*, conhecida como *strain* atrial esquerdo (LAS), está sendo cada vez mais utilizada, contribuindo para a compreensão da mecânica atrial. Uma das vantagens desta técnica é sua menor dependência do operador, visto que não é necessário alinhamento perfeito dos feixes de ultrassom. Nesse método, as reflexões das ondas ultrassônicas, nos diferentes tipos de tecidos, produzem *pixels* em diferentes tons de cinza de acordo com a amplitude da onda refletida, gerando marcadores naturais acústicos conhecidos como *speckles*. Através do rastreamento e deslocamento desses marcadores, consegue-se calcular a deformação miocárdica.¹³

A quantificação do *strain* longitudinal permite avaliar a função do AE durante todo o ciclo cardíaco e, consequentemente, durante todas as fases da mecânica atrial.¹⁴ O *strain* de AE de reservatório (LASr) avalia a função na fase de enchimento rápido, o *strain* de AE de conduto (LAScd) avalia a função na fase de esvaziamento passivo e o *strain* de AE de contração (LASct) avalia a função na fase de esvaziamento ativo. Através da avaliação da função atrial, é possível analisar de forma indireta a função diastólica do VE, que é de extrema relevância para o atleta, uma vez que a presença isolada de aumento atrial não caracteriza disfunção diastólica, sendo necessário considerar outros parâmetros que auxiliem neste diagnóstico diferencial.^{15,16} Para a análise do LAS, é essencial a aquisição de imagens apicais 4 câmaras e 2 câmaras, otimizadas para o AE e com frequência de quadros alta, geralmente entre 40 e 80 qps. Seleciona-se um ciclo cardíaco específico e desenha-se manualmente o traçado ponto a ponto, desde a borda endocárdica do anel mitral até o anel mitral oposto, extrapolando-se a entrada das veias pulmonares e do apêndice atrial esquerdo. O software define a região miocárdica de interesse, a qual é ajustada para 3 mm de largura e deve cobrir da borda endocárdica até a epicárdica. Caso a qualidade do *tracking* não seja aprovada em dois ou mais segmentos, mesmo após ajuste manual, deve-se excluir essa incidência da análise. Finalmente, o software calcula o *strain* para cada uma das janelas apicais citadas acima.¹⁵

Na análise do LAS há dois métodos diferentes para avaliação funcional: o primeiro usa como ponto de referência o complexo QRS, além de medir o pico positivo do *strain* longitudinal atrial (equivalente à função de reservatório) e o *strain* no momento da contração atrial (representada no eletrocardiograma pela onda P). O segundo método utiliza a onda P como referencial, além de obter, inicialmente,

um pico negativo (equivalente a função de contração) e, posteriormente, um pico positivo (equivalente a função de conduto).¹⁷ Os valores de normalidade do LAS apresentam grande heterogeneidade na literatura. A melhor evidência que dispomos, atualmente, baseia-se na metanálise de 2017 e consiste em 39%, 23% e 17%, para LASr, LAScd e LASct, respectivamente.¹⁸

Assim como nas demais adaptações cardiológicas evidenciadas em atletas, a magnitude das mudanças no átrio depende principalmente da idade, tipo de esporte praticado, intensidade e tempo de treinamento. Em relação à idade, atletas master possuem alterações relacionadas na função do AE intimamente ligadas às propriedades diastólicas do VE, independente da prática esportiva realizada.¹⁹ Estudos recentes têm demonstrado que o volume atrial tem correlação com a quantidade de horas de treinamento ao longo da vida, sendo que atletas com mais de 3.600 horas de treinamento apresentam maior risco de dilatação do AE.²⁰

Em atletas de elite do basquete foi evidenciada, além do aumento do volume do AE, uma redução da função de reservatório e tensão do conduto, sem diferença na tensão de reforço do AE.²¹ O aumento do volume do AE e a tendência na redução da função de reservatório (37 x 39,4%) também foram evidenciados em importante metanálise²² publicada em 2019, assim como a redução na função contrátil (12,4 x 17,4%), quando comparada a população de atletas de elite com a população normal. Outro artigo, que avaliou atletas de elite de handebol, identificou um aumento do volume de átrios direito e esquerdo, assim como uma redução da deformação miocárdica durante a sístole atrial quando comparado o grupo de atletas com o grupo controle.²³ Tais achados são compatíveis com os resultados encontrados em estudo prospectivo, no qual as atletas de elite de voleibol feminino foram treinadas de forma intensiva durante 16 horas/semana por 16 semanas. Na avaliação pós-treinamento, foi observado um aumento do volume indexado biatrial, assim como uma redução significativa na função de reservatório e de contração atrial.²⁴ Um estudo observacional em 1.073 atletas universitários evidenciou um

aumento de AE em 19,1% e uma alteração da função de reservatório em 5,2% da população estudada, mostrando que os atletas com aumento atrial tinham maior prevalência de redução da função de reservatório.²⁵

A melhora da função atrial nessa população provavelmente ocorre devido a uma maior complacência ventricular. Entretanto, sabemos que em pacientes com alta carga de treinamento podemos ter alterações, como maior fibrose miocárdica, que podem comprometer a complacência ventricular e, supostamente, levar à piora da função atrial nessa população, reforçando o comportamento em “J reverso” encontrado em outras adaptações cardíacas, comportamento inclusive evidenciado na correlação de risco cardiovascular e carga de treinamento (Figura 1).⁵ Contudo, esta hipótese não foi completamente testada em trabalhos anteriores, pois foram comparados atletas com um grupo controle, não estratificando os atletas por níveis de performance ou por tempo de treinamento.

A correlação entre a dose de exercício (intensidade x volume) e a prevalência de FA também tem seguido um comportamento em “J”, ou seja, a prática de exercício entre 5 e 20 MET-h/semana tem efeito protetor em relação à FA, enquanto a prática de exercício com intensidade superior a 55 MET-h/semana tendem a aumentar a incidência de FA.⁴ Sugere-se que a maior prevalência de FA em treinamentos de maior intensidade e volume esteja relacionada às adaptações atriais esperadas no atleta. Aqueles com aumento do volume do AE e esvaziamento atrial reduzido têm maior prevalência de FA, mesmo com parâmetros diastólicos normais do VE, demonstrando fisiopatologia diferente de indivíduos não atletas, os quais apresentam alta correlação com disfunção diastólica. Esse fato sugere que o aumento da prevalência de FA em atletas pode estar relacionado à miopatia atrial resultante do estiramento atrial desencadeado pelo treinamento físico.²⁶ Desta maneira, é de extrema importância ter conhecimento das eventuais adaptações encontradas em níveis diferentes de performance, para melhorar a compreensão acerca das adaptações da mecânica atrial na população de atletas e a correlação do aumento da incidência de FA nesta população.

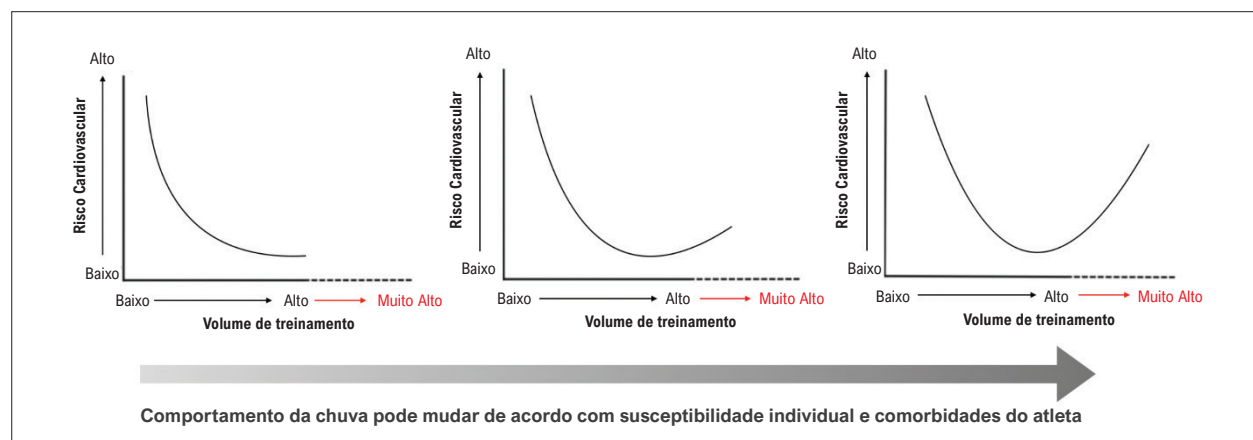


Figura 1 – Associação dose-resposta entre o volume de treinamento físico e os resultados de saúde cardiovascular. Adaptado de Franklin et al.⁵

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Almeida RL, Santos AC; redação do manuscrito: Almeida RL, Brasileiro-Santos MS, Lima IAB, Santos EP, Moura SKMSF, Santos AC; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Almeida RL, Brasileiro-Santos MS, Lima IAB, Santos EP, Moura SKMSF, Tavares M, Santos AC.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de tese de Doutorado de Rômulo Leal Almeida pela Universidade Federal da Paraíba.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Referências

1. O'Donovan G, Lee IM, Hamer M, Stamatakis E. Association of "Weekend Warrior" and Other Leisure Time Physical Activity Patterns with Risks for All-cause, Cardiovascular Disease, and Cancer Mortality. *JAMA Intern Med.* 2017;177(3):335-42. doi: 10.1001/jamainternmed.2016.8014.
2. Mandsager K, Harb S, Cremer P, Phelan D, Nissen SE, Jaber W. Association of Cardiorespiratory Fitness with Long-term Mortality Among Adults Undergoing Exercise Treadmill Testing. *JAMA Netw Open.* 2018;1(6):e183605. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.3605.
3. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise Capacity and Mortality Among Men Referred for Exercise Testing. *N Engl J Med.* 2002;346(11):793-801. doi: 10.1056/NEJMoa011858.
4. Ricci C, Gervasi F, Gaeta M, Smuts CM, Schutte AE, Leitzmann MF. Physical Activity Volume in Relation to Risk of Atrial Fibrillation. A non-linear Meta-regression Analysis. *Eur J Prev Cardiol.* 2018;25(8):857-66. doi: 10.1177/2047487318768026.
5. Franklin BA, Thompson PD, Al-Zaiti SS, Albert CM, Hivert MF, Levine BD, et al. Exercise-related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective-an Update: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2020;141(13):e705-e736. doi: 10.1161/CIR.0000000000000749.
6. Kermott CA, Schroeder DR, Kopecky SL, Behrenbeck TR. Cardiorespiratory Fitness and Coronary Artery Calcification in a Primary Prevention Population. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes.* 2019;3(2):122-30. doi: 10.1016/j.mayocpiqo.2019.04.004.
7. Iskandar A, Mujtaba MT, Thompson PD. Left Atrium Size in Elite Athletes. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2015;8(7):753-62. doi: 10.1016/j.jcmg.2014.12.032.
8. Gjerdalen GF, Hisdal J, Solberg EE, Andersen TE, Radunovic Z, Steine K. Atrial Size and Function in Athletes. *Int J Sports Med.* 2015;36(14):1170-6. doi: 10.1055/s-0035-1555780.
9. Heidebuchel H. The Athlete's Heart is a Proarrhythmic Heart, and what that Means for Clinical Decision Making. *Europace.* 2018;20(9):1401-11. doi: 10.1093/europace/eux294.
10. La Gerche A, Wasfy MM, Brosnan MJ, Claessen G, Fatkin D, Heidebuchel H, et al. The Athlete's Heart-challenges and Controversies: JACC Focus Seminar 4/4. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(14):1346-62. doi: 10.1016/j.jacc.2022.07.014.
11. Abhayaratna WP, Seward JB, Appleton CP, Douglas PS, Oh JK, Tajik AJ, et al. Left Atrial Size: Physiologic Determinants and Clinical Applications. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(12):2357-63. doi: 10.1016/j.jacc.2006.02.048.
12. Blume GG, Mcleod CJ, Barnes ME, Seward JB, Pellikka PA, Bastiansen PM, et al. Left Atrial Function: Physiology, Assessment, and Clinical Implications. *Eur J Echocardiogr.* 2011;12(6):421-30. doi: 10.1093/ejehocardiography/jeq175.
13. Biswas M, Sudhakar S, Nanda NC, Buckberg G, Pradhan M, Roomi AU, et al. Two- and Three-dimensional Speckle Tracking Echocardiography: Clinical Applications and Future Directions. *Echocardiography.* 2013;30(1):88-105. doi: 10.1111/echo.12079.
14. Vieira MJ, Teixeira R, Gonçalves L, Gersh BJ. Left Atrial Mechanics: Echocardiographic Assessment and Clinical Implications. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014;27(5):463-78. doi: 10.1016/j.echo.2014.01.021.
15. Almeida ALC, Melo MDT, Bihan DC SL, Vieira MLC, Pena JLB, Del Castillo JM, et al. Position Statement on the Use of Myocardial Strain in Cardiology Routines by the Brazilian Society of Cardiology's Department Of Cardiovascular Imaging - 2023. *Arq Bras Cardiol.* 2023;120(12):e20230646. doi: 10.36660/abc.20230646.
16. D'Ascenzi F, Anselmi F, Focardi M, Mondillo S. Atrial Enlargement in the Athlete's Heart: Assessment of Atrial Function May Help Distinguish Adaptive from Pathologic Remodeling. *J Am Soc Echocardiogr.* 2018;31(2):148-57. doi: 10.1016/j.echo.2017.11.009.
17. Pena JLB; Vieira MLC. Ecocardiografia e Imagem Cardiovascular. Rio de Janeiro: Thieme Revinter Publications; 2020.
18. Pathan F, D'Elia N, Nolan MT, Marwick TH, Negishi K. Normal Ranges of Left Atrial Strain by Speckle-tracking Echocardiography: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2017;30(1):59-70.e8. doi: 10.1016/j.echo.2016.09.007.
19. Cousergue C, Saloux E, Reboursière E, Rocamora A, Milliez P, Normand H, et al. Age Impacts Left Atrial Functional Remodeling in Athletes. *PLoS One.* 2022;17(7):e0271628. doi: 10.1371/journal.pone.0271628.
20. Babio GD, Janavel GV, Constantin I, Masson G, Carrero C, Botta TG, et al. Atrial Size and Sports. A Great Training for a Greater Left Atrium: How Much is Too Much? *Int J Cardiovasc Imaging.* 2021;37(3):981-8. doi: 10.1007/s10554-020-02082-2.
21. Cheema B, Kinno M, Gu D, Ryan J, Mitter S, Rigolin V, et al. Left Atrial Size and Strain in Elite Athletes: A Cross-sectional Study at the NBA Draft Combine. *Echocardiography.* 2020;37(7):1030-6. doi: 10.1111/echo.14680.
22. Cuspidi C, Tadic M, Sala C, Gherbesi E, Grassi G, Mancia G. Left Atrial Function in Elite Athletes: A Meta-analysis of Two-dimensional Speckle Tracking Echocardiographic Studies. *Clin Cardiol.* 2019;42(5):579-87. doi: 10.1002/clc.23180.
23. Gabrielli L, Bijnens BH, Butakoff C, Duchateau N, Montserrat S, Merino B, et al. Atrial Functional and Geometrical Remodeling in Highly Trained Male Athletes: For Better or Worse? *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(6):1143-52. doi: 10.1007/s00421-014-2845-6.
24. D'Ascenzi F, Pelliccia A, Natali BM, Zacà V, Cameli M, Alvino F, et al. Morphological and Functional Adaptation of Left and Right Atria Induced by Training in Highly Trained Female Athletes. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2014;7(2):222-9. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.113.001345.

25. Park JH, Kim KH, Rink L, Hornsby K, Cho JY, Cho GY, et al. Left Atrial Enlargement and its Association with Left Atrial Strain in University Athletes Participated in 2015 Gwangju Summer Universiade. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(8):865-72. doi: 10.1093/ehjci/jeaa084.
26. Trivedi SJ, Claessen G, Stefani L, Flannery MD, Brown P, Janssens K, et al. Differing Mechanisms of Atrial Fibrillation in Athletes and Non-athletes: Alterations in Atrial Structure and Function. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(12):1374-83. doi: 10.1093/ehjci/jeaa183.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons