

# Dimensiones aórticas en deportistas de elite

## Aortic Diameters in Elite Athletes

GERARDO MASSON<sup>1</sup>, IVÁN CONSTANTÍN<sup>1</sup>, MARÍA C. CARRERO<sup>1</sup>, GONZALO DÍAZ BABIO<sup>1</sup>, MARÍA MEZZADRA<sup>1</sup>, LUCIANO DE STEFANO<sup>1</sup>, GUSTAVO VERA JANAVEL<sup>1</sup>, PABLO STUTZBACH<sup>1</sup>

### RESUMEN

**Introducción:** Algunos autores sugieren que la dilatación aórtica forma parte del corazón de atleta. Las guías recientes proponen indexar los diámetros aórticos por superficie corporal (SC). En deportistas esta variable puede aumentar solo a expensas de la masa muscular y la indexación podría subestimar las dimensiones.

El objetivo del estudio fue comparar los diámetros aórticos en jugadores de rugby de elite vs controles, evaluando distintas formas de cuantificación.

**Material y métodos:** Se cuantificó mediante ecocardiografía el diámetro aórtico máximo (AoMax) y el diámetro máximo indexado a SC (AoSC). Se calculó en forma adicional el peso ideal esperado para cada individuo y se estableció el diámetro aórtico indexado por SC esperada (AoSCe). Se definió como dilatación un AoMax mayor que 40 mm o un AoSC/AoSCe mayor que 21 mm/m<sup>2</sup>.

**Resultados:** El AoMax fue mayor en deportistas ( $34,9 \pm 2,6$  vs  $32,4 \pm 2,9$  mm;  $p < 0,01$ ). Los atletas tuvieron una SC significativamente mayor y, en este contexto, presentaron menor AoSC ( $15,6 \pm 1,2$  vs  $16,2 \pm 1,6$  mm/m<sup>2</sup>;  $p = 0,02$ ).

Al realizar el cálculo del peso ideal y comparar el AoSCe, no se observaron diferencias ( $16,6 \pm 1,3$  vs  $16,3 \pm 1,3$  mm/m<sup>2</sup>;  $p = 0,2$ ). El porcentaje de pacientes con AoMax mayor que 40 mm fue similar en controles y deportistas (2,3% y 1,7%;  $p = \text{NS}$ ). Ningún paciente presentó diámetros indexados en rango patológico.

**Conclusiones:** Los deportistas presentan mayores diámetros aórticos en términos absolutos, en contexto de una mayor SC. Debido al desarrollo muscular, la indexación por SC podría subestimar las dimensiones. El cálculo del AoSCe podría ser un parámetro útil. Las dimensiones aórticas en rango patológico deben ser consideradas anormales.

**Palabras clave:** Corazón de atleta - Dilatación aórtica - Ecocardiografía

### ABSTRACT

**Background:** Some authors suggest that aortic dilatation is part of the athlete's heart. The recent guidelines recommend indexing aortic diameters by body surface area (BSA). This variable can be greater in athletes due to increased muscle mass, and indexing for this parameter might underestimate the measurements.

**Objective:** The aim of this study was to compare aortic dimensions between elite rugby athletes and controls, evaluating different methods of quantification.

**Methods:** Maximum aortic diameter (MAD) and maximum diameter indexed by BSA (MAD-BSA) were quantified by echocardiography. The expected ideal weight was calculated for each individual and MAD was indexed by the expected body surface area (eBSA). Aortic dilatation was defined as MAD >40 mm or MAD-BSA to MAD-eBSA ratio >21 mm/m<sup>2</sup>.

**Results:** Maximum aortic diameter was greater in athletes ( $34.9 \pm 2.6$  mm vs  $32.4 \pm 2.9$  mm;  $p < 0.01$ ). Body surface area was significantly increased in athletes and, in this setting, MAD-BSA was lower ( $15.6 \pm 1.2$  mm/m<sup>2</sup> vs  $16.2 \pm 1.6$  mm/m<sup>2</sup>;  $p = 0.02$ ). After estimating the ideal weight, MAD-eBSA was not significantly different in both populations ( $16.6 \pm 1.3$  mm/m<sup>2</sup> vs  $16.3 \pm 1.3$  mm/m<sup>2</sup>;  $p = 0.2$ ).

The percentage of patients with MAD >40 mm was similar in controls and athletes (2.3% vs. 1.7%, respectively;  $p = \text{NS}$ ). None of the patients presented indexed diameters above the normal ranges.

**Conclusions:** Elite rugby players present larger maximum aortic diameters in absolute values in the context of greater BSA. Due to increased muscle mass, indexing by BSA could underestimate the measurements. The MAD-eBSA ratio could be a useful parameter. Aortic diameters above reference values should be considered abnormal.

**Key words:** Athlete's heart - Aortic dilatation - Echocardiography

### Abreviaturas

SCe Superficie corporal esperada

AoSCe Diámetro aórtico máximo indexado a superficie corporal esperada

REV ARGENT CARDIOL 2019;87:351-356. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i5.15656>

Recibido: 03/06/2019 - Aceptado: 16/ 07/2019

**Dirección para separatas:** Gerardo Masson - Von Wernicke 3031 - B1609JRA - San Isidro, Buenos Aires, Argentina  
Instituto Cardiovascular San Isidro (ICSI) - Sanatorio Las Lomas, Buenos Aires, Argentina

<sup>1</sup> ICSI, Sanatorio Las Lomas. e-mail: gmasson84@gmail.com. Tel +54 - 11 - 4129-5500

## INTRODUCCIÓN

Hace más de un siglo Henschen describía, mediante la percusión del área precordial, mayor tamaño del corazón en esquiadores de fondo. (1) Años más tarde, en los Juegos Olímpicos de Ámsterdam realizados en 1928, un grupo de cardiólogos alemanes realizaron una minuciosa evaluación y una precisa descripción de los aspectos clínicos y electrocardiográficos que caracterizaban a los deportistas de alta competencia. (2)

La cardiología del deporte es una disciplina que se ha desarrollado considerablemente y de manera exponencial hasta nuestros días. La comprensión del “síndrome del corazón del deportista” o “corazón de atleta” como entidad, y el conocimiento sobre el rol del entrenamiento en distintos escenarios clínicos ha ido en aumento. Muchos de estos avances se desarrollaron durante las décadas de 1970 y 1980, con la introducción de estudios por imágenes complementarios, como la ecocardiografía, la medicina nuclear y la resonancia magnética.

Los principales fenómenos adaptativos al deporte que ocurren en el nivel cardíaco lo constituye la bradicardia sinusal, el aumento del volumen sistólico, la mejora de la perfusión miocárdica y el aumento de los espesores parietales y las dimensiones de las cámaras cardíacas. (3, 4) En este último punto se ha observado que el remodelado cardíaco es un proceso global, que afecta a todas las cavidades. (5, 6)

Dentro de las distintas variables que determinan el desarrollo de estas adaptaciones, se destacan la intensidad y el tipo de entrenamiento, que es más prevalente en quienes realizan ejercicio isométrico de alta intensidad. (7) El rugby es un deporte con un grado de entrenamiento isotónico e isométrico al menos moderado, de acuerdo con la clasificación de Mitchell. (8) Los estudios previos han demostrado que quienes lo practican desarrollan el corazón de atleta. (9)

Algunos autores sugieren que la aorta forma parte de este escenario clínico (10, 11); se encuentra dilatada en deportistas como consecuencia de los cambios hemodinámicos que ocurren durante el ejercicio. (12) Los distintos estudios realizados en pequeñas dimensiones han evaluado los diámetros aórticos sin ser, en su conjunto, concluyentes al respecto. Por otro lado, la patología aórtica es una causa, aunque infrecuente, de muerte súbita asociada al deporte (13), motivo que acrecienta aún más el interés sobre su comportamiento en los atletas.

Finalmente, la ecocardiografía transtorácica constituye el estudio de primera línea para la cuantificación de las dimensiones aórticas. Si bien comúnmente los resultados se expresan en términos absolutos, debido a que existe una correlación directa entre sus dimensiones y la superficie corporal (SC), las guías recientes proponen su indexación. (14, 15) Los atletas constituyen una población con características antropométricas muy disímiles de la población general, e incluso entre distintas disciplinas deportivas. En algunos esta variable

puede aumentar solo a expensas de la masa muscular y, en consecuencia, la indexación por ese parámetro podría subestimar las mediciones de esta población. Los jugadores de rugby son un buen ejemplo de ello, porque presentan un gran desarrollo muscular. En este contexto, el cálculo del peso ideal y la indexación por superficie corporal esperada (SCe) resulta un parámetro novedoso que podría vencer esas dificultades.

Por esos motivos, el objetivo de nuestro estudio es comparar las dimensiones aórticas en deportistas de rugby de elite versus una población sana no deportista, evaluando distintas formas de cuantificación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Entre enero de 2017 y febrero de 2018 se fueron evaluados en forma prospectiva jugadores de rugby de elite y controles masculinos no deportistas (entre 18 y 35 años de edad), que acudieron a la consulta a nuestro centro. Fueron excluidos los pacientes con antecedentes patológicos, válvula aórtica bicúspide y los que tenían antecedentes familiares de aortopatías.

La aorta fue evaluada mediante ecocardiografía transtorácica, con transductor 2 a 4 Mhz (Vivid S5; GE Vingmed Ultrasound, Israel) por 5 cardiólogos universitarios especializados en ecocardiografía y entrenados en medición de aorta (nivel III). Se realizaron mediciones en el nivel del anillo, los senos de Valsalva, la unión sino-tubular, porción tubular, cayado aórtico y aorta torácica descendente en telediástole, de borde superior a borde superior –a excepción del anillo aórtico que fue evaluado en mesosístole– de borde interno a borde interno, según las directrices vigentes en las guías internacionales.

La superficie corporal se calculó con la fórmula de Du-Bois [ $SC\ (m^2) = 0,007184 \times \text{talla}\ (cm)^{0,725} \times \text{peso}\ (kg)^{0,425}$ ]. Se estableció el diámetro aórtico máximo (AoMax) y el diámetro máximo indexado por SC (AoSC). Por tratarse de una población con un aumento significativo del peso a expensas de la masa muscular, realizamos el cálculo del peso ideal. En presencia de múltiples fórmulas propuestas para esa estimación y ante la falta de bibliografía que recomiende unas sobre otras, utilizamos la diseñada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1985 {peso ideal =  $[\text{talla}\ (cm)/100]^2 \times 23 \pm 10\%$ } y el índice de Broca [peso ideal =  $\text{talla}\ (cm) - 100 \pm 10\%$ ]<sup>16</sup> (16)d. Con cada uno de estos resultados, se estableció el diámetro aórtico máximo indexado a la superficie corporal esperada (AoSCe). Se definió como dilatación aórtica a un AoMax superior que los 40 mm o un AoSC/AoSce superior que los 21 mm/m<sup>2</sup>.

## Análisis estadístico

Las comparaciones entre los diámetros de ambas poblaciones fueron realizadas mediante el test de *t* de Student (2-colas). Para el análisis de las proporciones de pacientes con dilatación aórtica se utilizó *chi* cuadrado con corrección de Yates o test exacto de Fisher. Las variables continuas fueron expresadas en media  $\pm$  desvío estándar, y las cualitativas como porcentajes. Un valor de  $p < 0,05$  fue considerado significativo.

El análisis estadístico fue realizado con el *software* estadístico STATA.

## Consideraciones éticas

El estudio se realizó siguiendo las recomendaciones en investigación médica sugeridas por la Declaración de Helsinki, las Guías de Buenas Prácticas Clínicas y las normativas éticas vigentes.

## RESULTADOS

Se evaluó un total de 58 deportistas y 87 controles con una edad promedio de  $24,2 \pm 3,4$  y  $25,6 \pm 5,9$  años, respectivamente ( $p = \text{NS}$ ). En comparación con el grupo control los deportistas tenían mayor estatura ( $184,5 \pm 7,8$  vs.  $177,7 \pm 7,4$  cm;  $p < 0,01$ ), peso ( $98,6 \pm 13,6$  vs.  $82,9 \pm 14,3$  kg;  $p < 0,01$ ) y, en consecuencia, mayor SC ( $2,24 \pm 0,19$  vs.  $2,02 \pm 0,19$ ;  $p < 0,01$ ). El estudio ecocardiográfico mostró las adaptaciones clásicas al ejercicio, con mayor diámetro diastólico del ventrículo izquierdo ( $56,2$

$\pm 4,1$  vs.  $51,6 \pm 4,4$  mm;  $p < 0,01$ ), mayor masa ventricular izquierda indexada ( $99,9 \pm 14,3$  vs.  $82,7 \pm 16,5$  g/m<sup>2</sup>;  $p < 0,01$ ) y aumento del volumen auricular izquierdo indexado ( $32,1 \pm 5,6$  vs.  $27,2 \pm 8,3$  ml/m<sup>2</sup>;  $p < 0,01$ ). Las características clínicas y ecocardiográficas de la población se detallan en la Tabla 1.

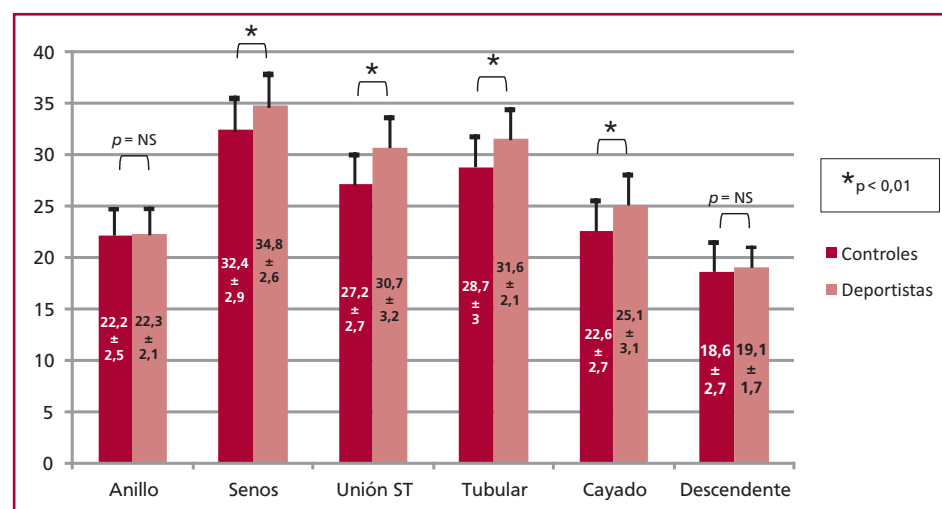
Los deportistas presentaron, en términos absolutos, diámetros mayores en 4 de los 6 segmentos aórticos evaluados. A nivel del anillo aórtico y de la aorta torácica descendente, no se observaron diferencias significativas (Figura 1).

**Tabla 1.** Características clínicas y ecocardiográficas de la población

|                                   | Controles       | Deportistas     | <i>p</i> |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| Edad (años)                       | $25,6 \pm 5,9$  | $24,2 \pm 3,4$  | NS       |
| Altura (cm)                       | $177,7 \pm 7,4$ | $184,5 \pm 7,8$ | $< 0,01$ |
| Peso (kg)                         | $82,9 \pm 14,3$ | $98,6 \pm 13,6$ | $< 0,01$ |
| SC (m <sup>2</sup> )              | $2,02 \pm 0,19$ | $2,24 \pm 0,19$ | $< 0,01$ |
| SCe - Broca (m <sup>2</sup> )     | $2,05 \pm 0,14$ | $2,18 \pm 0,15$ | $< 0,01$ |
| SCe - OMS (m <sup>2</sup> )       | $1,99 \pm 0,12$ | $2,10 \pm 0,13$ | $< 0,01$ |
| DDVI (mm)                         | $51,6 \pm 4,4$  | $56,2 \pm 4,1$  | $< 0,01$ |
| DSVI (mm)                         | $31,2 \pm 4,1$  | $34,2 \pm 4,2$  | $< 0,01$ |
| Sp (mm)                           | $9,3 \pm 1,3$   | $10,5 \pm 0,8$  | $< 0,01$ |
| Pp (mm)                           | $8,6 \pm 1,3$   | $9,6 \pm 0,9$   | $< 0,01$ |
| Masa index (g/m <sup>2</sup> )    | $82,7 \pm 16,5$ | $99,9 \pm 14,3$ | $< 0,01$ |
| EPR                               | $0,33 \pm 0,05$ | $0,34 \pm 0,03$ | NS       |
| Fey (%)                           | $63,1 \pm 4,6$  | $62,1 \pm 3,9$  | NS       |
| Vol AI index (ml/m <sup>2</sup> ) | $27,2 \pm 8,3$  | $32,1 \pm 5,6$  | $< 0,01$ |
| Relación E/A                      | $1,7 \pm 0,6$   | $1,8 \pm 0,4$   | NS       |

SC: Superficie corporal. SCe: Superficie corporal esperada según el Índice de Broca y fórmula de la OMS. DDVI: Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo. DSVI: Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo. Sp: Septum interventricular. Pp: Pared posterior. Masa Index: Masa del ventrículo izquierdo indexada a superficie corporal. EPR: Espesor parietal relativo. Fey: Fracción de eyección. Vol AI Index: Volumen auricular izquierdo indexado a superficie corporal.

**Fig. 1.** Comparación de dimensiones aórticas en controles y deportistas de elite, evaluada en seis niveles, expresada en términos absolutos.



El AoMax fue mayor en deportistas ( $32,4 \pm 2,9$  vs.  $34,9 \pm 2,6$  mm;  $p < 0,01$ ), sin embargo, sus valores se mantuvieron en el rango de la normalidad. Esta diferencia se invirtió al indexarla por SC, y fueron los controles los que tuvieron mayores diámetros ( $16,2 \pm 1,6$  vs.  $15,6 \pm 1,2$  mm/m<sup>2</sup>;  $p = 0,02$ ), reflejando las limitaciones de la indexación por SC en pacientes con gran aumento de musculatura (Figura 2).

En los controles y los deportistas el peso ideal fue, según la fórmula de la OMS, de  $80,1 \pm 6,6$  kg y de  $86,3 \pm 7,3$  kg, respectivamente. Esto representó un descenso en la media con respecto al peso real de 2,8 kg en los controles y de 12,3 kg en los deportistas, y el cálculo de la superficie corporal esperada (SCe) fue de  $1,99 \pm 0,12$  y de  $2,10 \pm 0,13$  m<sup>2</sup>, respectivamente ( $p < 0,01$ ). El grupo de atletas presentó una SCe significativamente menor que su SC, con una disminución de 0,14 m<sup>2</sup> ( $p < 0,01$ ), mientras que en los controles no hubo diferencias ( $p = \text{NS}$ ). En este contexto, al comparar el AoSCe, no se observaron diferencias significativas entre ambas poblaciones ( $16,3 \pm 1,3$  vs.  $16,6 \pm 1,3$  mm/m<sup>2</sup>;  $p = \text{NS}$ ) (Figura 2). Se observaron resultados similares al utilizar el Índice de Broca ( $15,8 \pm 1,3$  vs.  $16 \pm 1,2$  mm/m<sup>2</sup>;  $p = \text{NS}$ ) (Tabla 2).

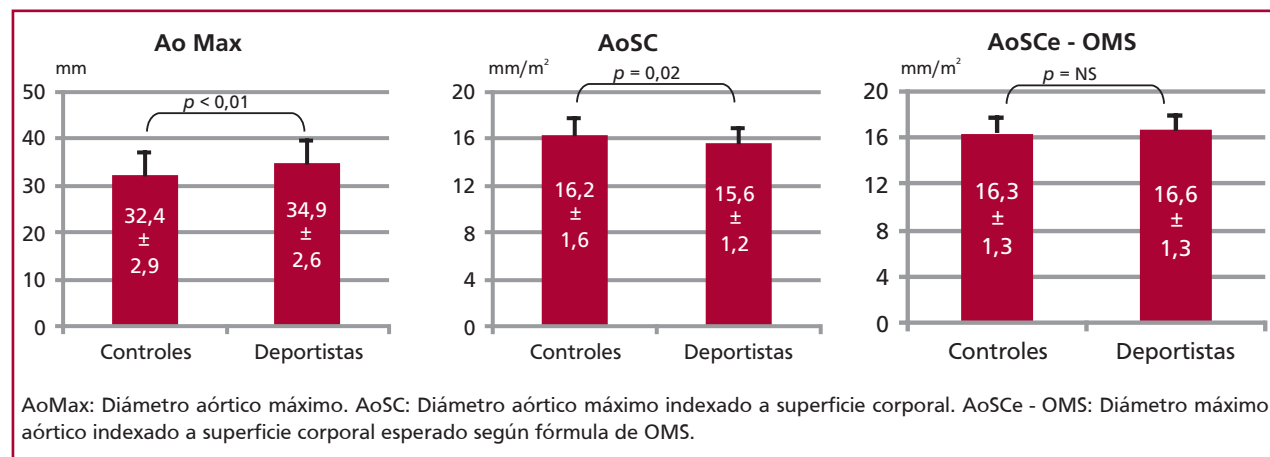
El porcentaje de pacientes con dilatación aórtica fue bajo y similar en ambos grupos al cuantificarlo en

términos absolutos, con una prevalencia en los controles y los deportistas del 2,3% y 1,7%, respectivamente ( $p = \text{NS}$ ). Ningún paciente incluido en el estudio tuvo un diámetro mayor que los 21 mm/m<sup>2</sup>, ya sea indexado por SC o por SCe.

## DISCUSIÓN

Según nuestro conocimiento este es el primer estudio en introducir una nueva forma de evaluar el tamaño de la aorta en pacientes en los que el aumento desproporcionado de la masa muscular produce una subestimación de los diámetros indexados por SC. El cálculo del peso ideal y la indexación por superficie corporal esperada resulta un parámetro interesante que podría superar estas limitaciones.

En nuestro estudio los deportistas de elite presentaron mayores AoMax. Sin embargo, estas mediciones se mantuvieron dentro del rango de la normalidad. Indicaría que el hallazgo de diámetros por encima de los valores de referencia debe sugerir la presencia de una patología. Los atletas tuvieron además, una SC mayor, en gran parte por un incremento del peso a expensas de la musculatura. En este contexto, al indexar los diámetros por esta variable no solo desapareció la diferencia entre ambas poblaciones, sino que se invir-



**Fig. 2.** Comparación de dimensiones aórticas en deportistas de elite vs. controles, expresadas en términos absolutos e indexados a superficie corpora

|                 |               | Controles   | Deportistas | p      |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|--------|
| Índice de Broca | Peso (kg)     | 85,6 ± 8,2  | 93 ± 8,6    | < 0,01 |
|                 | SCe (m²)      | 2,05 ± 0,14 | 2,18 ± 0,15 | < 0,01 |
|                 | AoSCe (mm/m²) | 15,8 ± 1,3  | 16 ± 1,2    | NS     |
| Fórmula OMS     | Peso (kg)     | 80,1 ± 6,6  | 86,3 ± 7,3  | < 0,01 |
|                 | SCe (m²)      | 1,99 ± 0,12 | 2,10 ± 0,13 | < 0,01 |
|                 | AoSCe (mm/m²) | 16,3 ± 1,3  | 16,6 ± 1,3  | NS     |

SCe: Superficie corporal esperada. AoSCe: Diámetro aórtico máximo indexado a superficie corporal esperada OMS.

**Tabla 2.** Peso ideal, SCe y AoSCe de acuerdo con el Índice de Broca y la fórmula de la OMS



tió, fueron los controles los que tuvieron mayor AoSC. Deja así en evidencia la subestimación que genera la indexación en los deportistas con estas características antropométricas.

Según nuestros resultados, al realizar el cálculo de la SCe en el grupo de los deportistas se observó un descenso significativo respecto de la SC, mientras no se modificó en los controles. Este cambio se tradujo notablemente a la hora de comparar ambas poblaciones, pues dio como resultado dimensiones similares del AoSCe, con cualquiera de las dos fórmulas propuestas. De acuerdo con esta variable el deporte no generaría *per se* una dilatación significativa.

Diversos estudios breves describen mayores dimensiones aórticas en atletas comparados con controles. (17) Como se expresó, estos estudios incluyen un número bajo de individuos; pocos analizaban la aorta en sus distintos niveles, y la forma de medición no fue estandarizada. Por ese motivo, sumado a las variaciones de sus resultados, no son concluyentes en su conjunto.

Las publicaciones con mayor número de pacientes –y quizás las más relevantes en la literatura– las constituyen los estudios de cohorte realizados por Pelliccia y Boraita (18, 19), que reclutaron 2.317 y 3.281 atletas respectivamente; si bien describen diámetros de la raíz aórtica dentro del rango de la normalidad, carecen de grupo control por lo que resulta difícil inferir el impacto del ejercicio sobre el tamaño de la aorta.

Una de las fortalezas de nuestro estudio es la cuantificación de la aorta no solo en los cuatro niveles de la raíz, sino que también analizamos las dimensiones en el cayado aórtico y la aorta descendente, no evaluadas por las publicaciones que disponemos hasta la actualidad. Por otro lado, las mediciones fueron realizadas de acuerdo con las recomendaciones actuales, otro aspecto que otorga un valor adicional.

Al igual que lo observado en los principales estudios de cohorte, y al evaluarlo en términos absolutos, solo un pequeño porcentaje de pacientes tuvieron diámetros en rango patológico, sin existir diferencias entre ambos grupos. Cabe mencionar, además, que el diámetro máximo observado fue de 41 mm, apenas por encima del límite establecido como normalidad. Al indexar el diámetro máximo –ya sea por SC o por SCe– no se encontraron pacientes con valores por encima de los 21 mm/m<sup>2</sup>.

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio hemos incluido un número bajo de pacientes y analizado tan solo una disciplina deportiva, y no fueron analizadas deportistas de sexo femenino. Por tratarse de un estudio de corte transversal no podemos sacar conclusiones sobre el impacto del ejercicio a largo plazo.

El concepto de SCe resulta una variable atractiva, que podría ser aplicado a otras variables ecocardiográficas, en atletas de otros deportes, como así también extenderse a otras poblaciones en donde la indexación por SC genera una subvaloración de los distintos parámetros, como por ejemplo, los pacientes obesos.

## CONCLUSIONES

Los jugadores de rugby de elite presentan, en términos absolutos, mayores diámetros máximos aórticos, en contexto de una mayor SC, aunque se mantienen en el rango de la normalidad. La indexación por SC podría subestimar las dimensiones como consecuencia del aumento desproporcionado de esta variable a expensas del desarrollo muscular. La indexación por SCe es una forma novedosa de evaluación que podría superar estas limitaciones.

El hallazgo de dimensiones aórticas por encima de los valores de referencia debe ser considerado anormal.

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses.

(Véanse formularios de conflicto de los autores en la web / Material suplementario).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Henschen SW. Skilanglauf und Shiwettlauf. Eine Medizinische Sportstudie. Med Klin 1898;2:15.
2. Bathe A, Fischer E. Ergebnisse der sportmedizinischen Untersuchungen bei den Olympischen Spielen in Amsterdam, 1928. Berlin: Springer 1929.
3. Serratos DL, Boraita A. Adaptaciones cardiovasculares crónicas a la actividad física “Síndrome de corazón de atleta”. En: Manonelles P, Boraita A, Luengo E, Pons de Beristain C. Cardiología del deporte. Barcelona: Nexus Médica; 2005.
4. Baggish AL, Wood MJ. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. Circulation 2011;123:272-335. <http://doi.org/dp3fgk>
5. Zeppilli P, Corsetti R, Picani C. Adattamenti cardiocircolatori nelle diverse discipline sportive. Zeppilli P, ed. Cadiologia dello Sport, 2da ed. Roma: CESI, 1996:37-78.
6. La Gerche A, Heidebüchel H, Burns AT, Mooney DJ, Taylor AJ, Pflugger HB, et al. Disproportionate exercise load and remodeling of the athlete's right ventricle. Med Sci Sports Exerc 2011;43:974-81. <http://doi.org/dxxmxx>
7. Boraita A, Serratos DL, Lamiel DR, Santaella O. Ecocardiografía del deportista. En: Manonelles P, Boraita A, Luengo E, Pons de Beristain C. Cardiología del deporte. Barcelona: Nexus Médica; 2005.
8. Mitchell JH, Haskell WL, Raven PB. Classification of sports. JACC. 1994;24:849-99. <http://doi.org/bkbsjk>
9. Chevalier L, Kervio G, Corneloup L, Vincent MP, Baudot C, Rebeyrol JL, et al. Athlete's heart patterns in elite rugby players: effects of training specificities. Arch Cardiovasc Dis 2013;106:72-8. <http://doi.org/f4xrvs>
10. Zeppilli P, Vannicelli R, Santini C, Dello Russo A, Picani C, Palmieri V, et al. Echocardiographic size of conductance vessels in athletes and sedentary people. Int J Sports Med 1995;16:38-44. <http://doi.org/frpprs>
11. Gentry JL, Carruthers D, Joshi PH, Maroules CD, Ayers CR, de Lemos JA, et al. Ascending Aortic Dimensions in Former National Football League Athletes. Circ Cardiovasc Imag 2017;10:e006852. <http://doi.org/c88x>
12. Clifford PS, Hanel B, Secher NH. Arterial blood pressure response to rowing. Med Sci Sports Exerc 1994;26:715-9.
13. Suarez-Mier MP, Aguilera B. Causes of sudden death during sports activities in Spain. Rev Cardiol 2002;55:347-58.
14. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular

Imaging. *Eur Heart J Cardiovas Imag* 2015;16:233–71. <http://doi.org/63m>

**15.** Evangelista A, Flachskampf FA, Erbel R, Antonini-Canterin F, Vlachopoulos C, Rocchi G, et al. Echocardiography in aortic diseases: EAE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr* 2010;11:645–58. <http://doi.org/d8n3xk>

**16.** López R, Negrete López NL, Sáenz AT. El peso corporal saludable: Definición y cálculo en diferentes grupos de edad. *RESPYN Revista de Salud Pública y Nutrición* 2012;14(4).

**17.** Iskandar A, Thompson PD. A Meta-Analysis of Aortic Root Size in Elite Athletes. *Circulation* 2013;127:791–8. <http://doi.org/c88z>

**18.** Pelliccia A, Di Paolo FM, Quattrini FM. Aortic Root Dilatation in Athletic Population. *Prog Cardiovasc Dis* 54;2012:432–7. <http://doi.org/c882>

**19.** Boraita A, Heras ME, Morales F, Marina-Breysse M, Canda A, Rabadan M, et al. Reference Values of Aortic Root in Male and Female White Elite Athletes According to Sport. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2016;9:e005292. <http://doi.org/c882>