

Evaluación del estado nutricional y vascular en estudiantes y atletas de beisbol de alto rendimiento

Dr. Miguel E. Sánchez-Hechavarría^{1,2}✉, Est. Ramón Carrazana-Escalona¹, Lic. Maylet Planas-Rodríguez¹, Dra. Leidys Cala-Calviño¹, Dr. Rafael Barrios-Deler³, Dra. Ana I. Núñez-Bouron¹ y Lic. Beatriz T. Ricardo-Ferro²

¹ Facultad de Medicina N° 1. Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.

² Centro de Biofísica Médica. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

³ Hospital Clínico-Quirúrgico Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba, Cuba.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 10 de abril de 2017

Aceptado: 16 de mayo de 2017

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Abreviaturas

IR: índice de reflexión

IRA: índice de rigidez arterial

TTP: tiempo de tránsito del pulso

Versiones On-Line:

Español - Inglés

✉ ME Sánchez-Hechavarría
Avenida de las Américas s/n, e/
Calles E e I. Reparto Sueño 90100.
Santiago de Cuba, Cuba.

Correos electrónicos:
miguel.sanchez881119@gmail.com;
miguel.sanchez@sierra.scu.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La evaluación del estado vascular es uno de los pilares en la prevención de las enfermedades cardiovasculares en atletas de elite y en la población general. Los índices de reflexión y rigidez arterial de la onda de pulso constituyen elementos objetivos que favorecen su evaluación.

Objetivo: Caracterizar desde los puntos de vista antropométrico-nutricional y vascular a deportistas de beisbol de alto rendimiento.

Método: Se realizó un estudio analítico transversal, entre enero y marzo de 2016, en 28 sujetos: 14 atletas de beisbol de alto rendimiento, categoría juvenil (edad: $\bar{\chi}$ =18,2±1,4), y 14 estudiantes de medicina (edad: $\bar{\chi}$ =18,1±1,7). Se realizó una evaluación antropométrico-nutricional y se determinaron los índices de reflexión y rigidez arterial de las ondas del pulso mediante el polígrafo PowerLab® (ADInstruments) del Laboratorio de Ciencias Básicas Biomédicas de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba.

Resultados: Se encontraron incrementos significativos en la talla ($p=0,001$), el peso ($p<0,001$), el índice de masa corporal ($p=0,003$) y en las presiones arteriales de los deportistas con respecto a los estudiantes. A pesar de no existir diferencias significativas entre los valores del índice de reflexión ($p=0,085$), se observó un incremento de los valores del índice de rigidez arterial ($p=0,02$) en los estudiantes ($\bar{\chi}=6,1$) respecto a los deportistas ($\bar{\chi}=5,6$).

Conclusiones: Existió un aumento la presión arterial y el estado nutricional en los atletas comparado con los estudiantes, que contrasta con la menor rigidez arterial en los atletas. Lo que sugiere que en este tipo de actividad de alto rendimiento operan mecanismos fisiológicos protectores contra las enfermedades cardiovasculares.

Palabras clave: Atletas, Beisbol, Rendimiento atlético, Índice de reflexión, Índice de rigidez arterial, Evaluación nutricional

Assessment of the nutritional and vascular state in students and high-performance baseball athletes

ABSTRACT

Introduction: The assessment of the vascular state is one of the pillars in the pre-

vention of cardiovascular diseases in elite athletes, as well as in the general population. The reflection indexes and the arterial stiffness of the pulse wave are objective elements that favor this assessment.

Objective: To characterize the high-performance baseball athletes from the anthropometric-nutritional and vascular points of view.

Method: A cross-sectional study was conducted in 28 individuals, between January and March 2016: 14 high-performance baseball athletes, youth categories (age: $\bar{x}=18.2\pm 1.4$), and 14 medical students (age: $\bar{x}=18.1\pm 1.7$). An anthropometric-nutritional assessment was performed and the reflection indexes as well as the arterial stiffness pulse waves were determined by the polygraph PowerLab® (ADInstruments), of the Laboratory for Basic Biomedical Sciences at the University of Medical Sciences of Santiago de Cuba.

Results: Significant increases were found in the height ($p=0.001$), weight ($p < 0.001$), body mass index ($p=0.003$) and blood pressure of the athletes regarding the students. Although there is no significant difference among the reflection index values ($p=0.085$), an increase of the arterial stiffness index ($p=0.02$) was observed in the students ($\bar{x}=6.1$) with respect to the athletes ($\bar{x}= 5.6$).

Conclusions: There was an increase in the blood pressure and nutritional state in athletes compared to those of students, in contrast to the lower arterial stiffness in athletes. This suggests that in this type of high-performance activity, physiological protective mechanisms operate against cardiovascular diseases.

Key words: Athletes, Baseball, Athletic performance, Reflection index, Arterial stiffness index, Nutrition assessment

INTRODUCCIÓN

Actualmente las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo. Debido a que hoy en día es posible enlentecer la progresión de esta enfermedad vascular mediante agentes farmacológicos y cambios en el estilo de vida, el descubrimiento de marcadores que permitan caracterizarla mejor, mediante la identificación de la presencia de enfermedad arterial, puede facilitar una intervención más apropiada y precoz sobre los individuos afectados¹.

La valoración del pulso arterial ha sido siempre una parte importante del examen clínico. Ya desde la antigüedad se reconocía que los cambios en el carácter del pulso eran indicadores de enfermedad². Recientemente, gracias al desarrollo de nuevas tecnologías, se ha podido realizar la valoración de los indicadores de su morfología, como importantes marcadores de riesgo de enfermedad cardiovascular. Dentro de estos indicadores han ganado una gran aceptación los índices de reflexión (IR) y de rigidez arterial (IRA). El primero se relaciona con el tono vascular y el segundo, con la rigidez de las grandes arterias.

A mayor edad corresponde un valor mayor del IRA³, lo que se explica porque la edad, los cambios ambientales, así como la asociación a factores de

riesgo cardiovascular clásicos y algunos factores genéticos (determinadas variantes polimórficas de la fibrilina-1, de los receptores tipo I de la angiotensina II y del receptor de la endotelina)⁴, son responsables de cambios estructurales y funcionales de la pared arterial⁵.

Los mecanismos de degeneración y rotura de fibras elásticas, con su reemplazo por colágeno; la hipertrofia de la íntima, la necrosis del musculo liso de la capa media y fenómenos de fibrosis e inflamación, dan lugar a un proceso de adaptación mural a través del cual determinadas propiedades físicas como la distensibilidad y la capacitancia, sufren un proceso regresivo que genera una disminución de la elasticidad arterial y, por lo tanto, un aumento de su rigidez, lo que influye en el curso de la enfermedad cardiovascular⁶⁻⁸.

El IRA se refiere a la resistencia arterial modificada ante los cambios en presión/flujo en cada ciclo cardíaco. Clásicamente, la rigidez arterial se ha concebido como un factor determinante de la presión arterial sistólica, la del pulso –o diferencial– y, en menor medida, de la poscarga ventricular. Sin embargo, en las últimas décadas se ha demostrado que la importancia clínica de la rigidez arterial no se limita a su papel como determinante de condiciones hemodinámicas⁹, sino que también es:

1. Predictor independiente de riesgo cardiovascu-

- lar¹⁰⁻¹², aditivo y complementario a otros índices de riesgo global, como el de Framingham¹³.
2. Predictor de mortalidad cardiovascular y mortalidad por cualquier causa¹⁴⁻¹⁶.
 3. Útil en la estratificación de riesgo cardiovascular individual y en la reclasificación de riesgo^{17,18}.
 4. Modificable desde el punto de vista terapéutico y, si mejora, se asocia a mejor pronóstico (en subpoblaciones específicas)¹⁹.
 5. Biomarcador del estado de salud arterial, al ser indicador del «daño arterial acumulado», a diferencia de otras variables como la presión arterial, la glucemia y los lípidos sanguíneos, que pueden controlarse en pocas semanas de tratamiento, sin que ello se traduzca en mejoría de las alteraciones arteriales (por ejemplo, lesiones ateroescleróticas, aumento de la rigidez arterial)^{12,20}.

La actividad física y particularmente las actividades deportivas son desde antaño consideradas parte de un modo de vida sano²¹. El entrenamiento o ejercicio físico continuado induce una serie de adaptaciones fisiológicas y morfofuncionales sobre el sistema cardiovascular que pueden variar según la influencia de varios factores²²⁻²⁴; sin embargo, hay controversias sobre los efectos del ejercicio físico de fuerza y el deporte de alto rendimiento, ya que existe una tendencia a plantear que estas actividades producen un aumento del IRA y una disminución de la elasticidad de los vasos²⁵⁻²⁸; pero por otro lado se plantea que, a los múltiples beneficios asociados la actividad física en la reducción de la mortalidad cardiovascular, se debe sumar el hecho que el deporte de alto rendimiento no aumenta la rigidez de los vasos y mejora la composición corporal^{29,30}; por lo que se asocia el aumento de la actividad cardíaca con una mejor actividad arterial y función endotelial³¹.

Esto alude a la necesidad de conocer los cambios en el estado vascular, asociados al deporte de alto rendimiento. Por tal motivo, se decidió realizar esta investigación, con el objetivo de caracterizar el estado nutricional y vascular en estudiantes de medicina y atletas de beisbol de alto rendimiento.

MÉTODO

Se realizó un estudio observacional analítico transversal, en una muestra de 28 individuos (14 atletas [Edad: \bar{x} =18,2±1,4 años] pertenecientes al equipo provincial juvenil de béisbol de alto rendimiento de

Santiago de Cuba, en la etapa pre-competitiva, los cuales fueron pareados, por edad y sexo, con 14 estudiantes de medicina [Edad: \bar{x} = 18,1±1,7 años]), en el Laboratorio de Ciencias Básicas Biomédicas de la Facultad de Medicina N° 1 de la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, en el período de enero a marzo de 2016.

Técnicas y procedimientos de medición y registro de las variables

Cada medición fue registrada por la misma persona, para minimizar los errores de metodología, en el local de mediciones corporales del mencionado laboratorio de Ciencias Básicas Biomédicas.

Variables

Se evaluaron las variables talla, peso, índice de masa corporal, área de superficie corporal, presiones arteriales sistólica, diastólica y media, presión del pulso, y los índices de rigidez arterial y de reflexión.

Medidas antropométricas

La medición de la talla y el peso se realizó utilizando una báscula-tallímetro Soehnle Professional® con una precisión de 0,1 cm. La talla se definió como la distancia entre el punto más alto de la cabeza hasta los talones, al colocar a los voluntarios de pie, erguidos en posición anatómica y con la cabeza en el plano de Frankfort. Se calculó el índice de masa corporal (peso en kg dividido entre el cuadrado de la talla en metros), y para la estimación del área de superficie corporal (ASC) se utilizó la fórmula de Mosteller³²:

$$ASC = \sqrt{\frac{\text{peso (kg)} * \text{talla (cm)}}{3600}}$$

Registros fisiológicos

Al comienzo de la sesión de los registros de la onda de pulso, en la mañana (08:30-12:00 horas), los sujetos fueron acostados en una camilla cómoda, situada en una habitación con temperatura controlada entre 24 y 27 grados Celsius y luz tenue. En estas condiciones se les permitió reposar por 10-15 minutos hasta lograr una mejor adaptación a las condiciones del local. Se colocó un transductor tonométrico sobre la falange media del miembro superior derecho, para registrar la onda de pulso durante 5 minutos; luego se tomó la presión arterial con un esfigmomanómetro y un estetoscopio calibrados y certificados.

La señal del sensor de tonometría del equipo Powerlab® se digitalizó a una frecuencia de muestreo de 1000 muestras/segundo (1 kHz) en el paquete de software LabChart® de 2012, ambos de produc-

ción australiana por la compañía ADInstruments. Este paquete de software posibilita la tabulación y exportación de los registros al paquete de programación Matlab 2016b® de la *MathWork Company*.

Se utilizó un algoritmo para la detección de los puntos de interés clínico de la onda de pulso³³, el cual calculó la primera derivada de las señales filtradas y separó los puntos sistólicos y diastólicos, así como el pie de cada intervalo de la onda de pulso. De esta forma se encontró el tiempo de tránsito del pulso entre el pico sistólico y el diastólico (TTP o *PTT [pulse transit time]* por sus siglas en inglés), y las amplitudes correspondientes con el pico sistólico y diastólico (**Figura**), además de un umbral donde el TTP estuviera en límites fisiológicos. En la propia figura se exponen las fórmulas para calcular el IR y el IRA, donde «a» es la amplitud diastólica y «b», la sistólica.

Los datos obtenidos (IR, IRA y TTP) se exportaron a un archivo CSV (del inglés *comma-separated values*) para ser procesados en el paquete estadístico SPSS.

Análisis estadístico de los datos

Se utilizó el paquete estadístico SPSS 22.0, a través del cual se procesaron los datos de las variables que se exponen en forma de valores medios (\bar{x}) y desvia-

ción estándar (DS), a los cuales también se les realizó un análisis estadístico no paramétrico con la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, con un nivel de significación de $p < 0,05$.

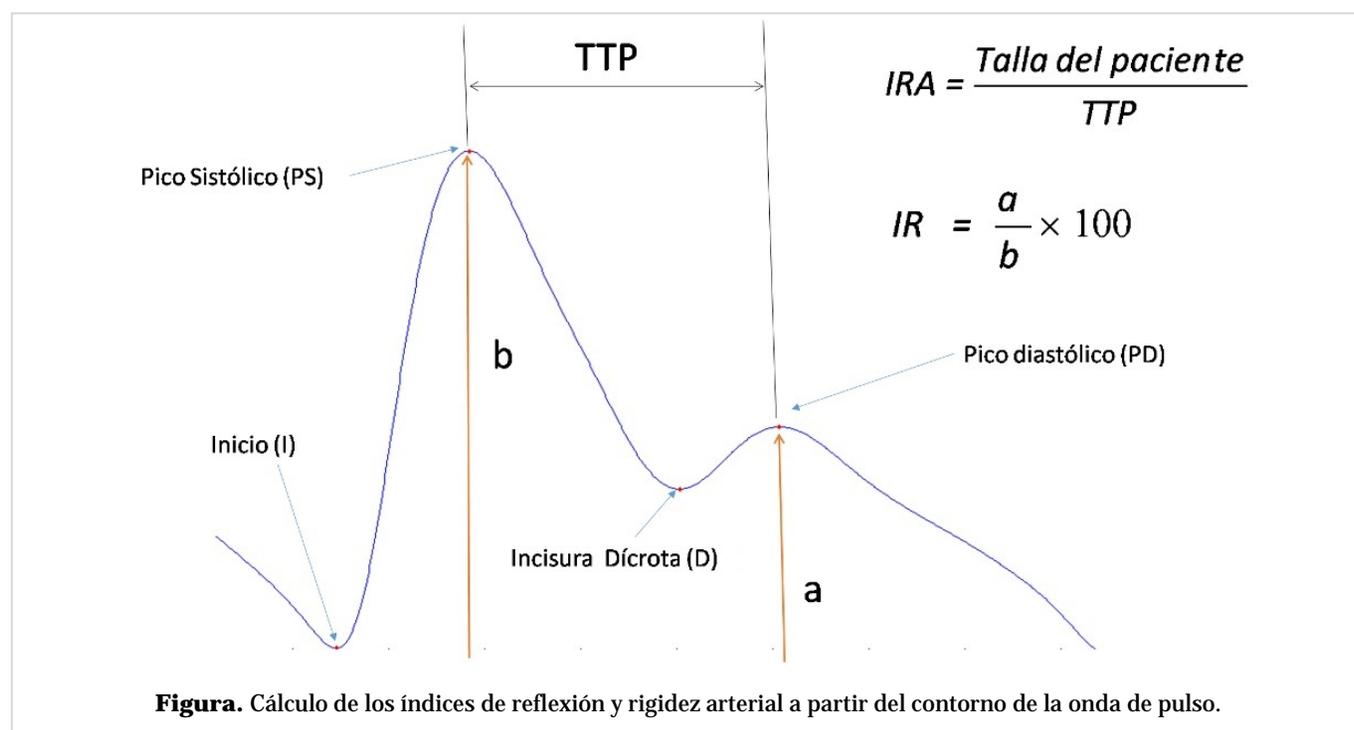
Parámetros bioéticos

Todos los participantes en la investigación estuvieron de acuerdo y mostraron su conformidad al firmar el modelo de consentimiento informado. El estudio cumplió con los criterios ético en concordancia con la política institucional y los principios de Helsinki.

RESULTADOS

En la **Tabla 1** se observan los valores medios de los indicadores de estado nutricional en estudiantes de medicina y deportistas de alto rendimiento, con un incremento significativo de la talla ($\bar{x}=180$; $p=0,001$), el peso ($\bar{x}=82,9$; $p<0,0001$), el índice de masa corporal ($\bar{x}=25,2$ $p=0,003$) y el área de superficie corporal ($\bar{x}=2,03$; $p=0,0001$) en los deportistas con respecto a los estudiantes.

En la **Tabla 2** se muestran los valores medios de los indicadores de estado vascular en ambos grupos, donde se observa un incremento significativo



en las presiones arteriales sistólica (\bar{x} =119,2; p =0,02), diastólica (\bar{x} =80; p =0,03) y media (\bar{x} =93; p =0,04) en los deportistas respecto a los estudiantes. A pesar de no existir diferencias significativas entre los valores de la presión del pulso (p =0,07) y del IR (p =0,085), se observó un incremento significativo de los valores medios del IRA en los estudiantes respecto a los deportistas (\bar{x} : 6,1 vs. 5,6; p =0,02).

DISCUSIÓN

En este estudio se compararon las características del estado nutricional y vascular en atletas de alto rendimiento y estudiantes de medicina. Lo encontrado en la evaluación antropométrica reafirma las características distintivas de los atletas, ya que son conocidos los cambios antropométricos asociados al deporte de alto rendimiento que posibilitan diferenciar a este grupo poblacional de la población no deportiva, los cuales se deben a los efectos tróficos del ejercicio sobre el crecimiento y desarrollo de los individuos³⁴.

Estos cambios tróficos y metabólicos asociados al deporte van acompañados a cambios circulatorios y hemodinámicos para mantener un flujo sanguíneo acorde con las necesidades tisulares del organismo humano^{23,24,35,36}. Aunque el aumento de la presión arterial se relaciona con el aumento de los índices de rigidez y de reflexión arterial en la población general^{1-4,8}, asociado al envejecimiento, la aterosclerosis y las enfermedades cardiovasculares⁹⁻¹⁷, en los atletas ocurre un fenómeno fisiológico de aumento de los valores de presión arterial debido que ellos tienen una mayor área de superficie corporal que conlleva un mayor metabolismo basal y, por ende, un mayor gasto cardíaco, variable esta que es dependiente de la presión arterial.

La ley de Ohm aplicada a la comprensión de las interacciones entre la presión, el flujo y la resis-

Tabla 1. Diferencias en los indicadores del estado nutricional en estudiantes de medicina y Deportistas de alto rendimiento

Variables	Estudiantes		Deportistas		Significación
	Media	DE	Media	DE	
Talla (cm)	172	6,7	180	5,9	0,001
Peso (kg)	62,6	10,2	82,9	11,6	<0,0001
IMC (kg/m ²)	21,2	3,6	25,2	2,9	0,003
ASC (m ²)	1,72	0,15	2,03	0,16	0,0001

ASC, área de superficie corporal; DE, desviación estándar; IMC, índice de masa corporal.

Tabla 2. Diferencias en los indicadores del estado vascular en estudiantes de medicina y Deportistas de alto rendimiento

Variables	Estudiantes		Deportistas		Significación
	Media	DE	Media	DE	
PA sistólica (mmHg)	108,7	10,5	119,2	12	0,02
PA diastólica (mmHg)	75,2	7	80	3,9	0,03
PA media (mmHg)	86,4	7,7	93	6,0	0,04
PP (mmHg)	33,4	6,3	39,2	9,9	0,07
IRA (m/s)	6,1	0,4	5,6	0,3	0,02
IR (%)	55,5	11,4	62,5	9,1	0,085

DE, desviación estándar; IR, índice de reflexión; IRA, índice de rigidez arterial; PA, presión arterial; PP, presión del pulso.

cia arterial, nos permite conocer que el flujo sanguíneo es directamente proporcional a la diferencia de presión, pero inversamente proporcional a su resistencia; por lo que la disminución de la rigidez arterial encontrada en los atletas de alto rendimiento, en el presente estudio, es uno de los mecanismos compensadores frente al aumento de la presión arterial y el gasto cardíaco, lo que protege a los atletas de las enfermedades cardiovasculares^{37,38}.

CONCLUSIONES

Se encontró mayor presión arterial y mejor estado nutricional en los atletas, comparado con los estudiantes, que contrasta con la disminución de la rigidez arterial en los atletas de alto rendimiento; lo que sugiere que en la actividad de alto rendimiento operan mecanismos fisiológicos protectores contra las enfermedades cardiovasculares.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estadella C, Vázquez S, Oliveras A. Rigidez arterial y riesgo cardiovascular. *Hipertens Riesgo Vasc.* 2010;27:203-10.
2. Mackenzie IS, Wilkinson IB, Cockcroft JR. Assessment of arterial stiffness en clinical practice. *QJM.* 2002;95:67-74.
3. Millasseau SC, Kelly RP, Ritter JM, Chowienczyk PJ. Determination of age-related increases in large artery stiffness by digital pulse contour analysis. *Clin Sci (Lond).* 2002;103:371-7.
4. Oliver JJ, Webb DJ. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2003;23:554-66.
5. Laurent S, Katsahian S, Fassot C, Tropeano AI, Gautier I, Laloux B, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of fatal stroke in essential hypertension. *Stroke.* 2003;34:1203-6.
6. Davies JJ, Struthers AD. Pulse wave analysis and pulse wave velocity: a critical review of their strengths and weaknesses. *J Hypertens.* 2003;21:463-72.
7. Palma JL. Métodos no invasivos para la evaluación de las propiedades físicas de las grandes arterias en la hipertensión arterial. *Nefrología.* 2002;22:16-20.
8. Laurent S, Cockcroft J, Van Borrel L, Boutouyrie P, Giannattasio C, Hayoz D, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J.* 2006;27:2588-605.
9. Bia D, Zócalo Y. Rigidez arterial: evaluación no invasiva en la práctica clínica. Importancia clínica y análisis de las bases metodológicas de los equipos disponibles para su evaluación. *Rev Urug Cardiol.* 2014;29:39-59.
10. Willum-Hansen T, Staessen JA, Torp-Pedersen C, Rasmussen S, Thijs L, Ibsen H, et al. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population. *Circulation.* 2006;113:664-70.
11. Ikonomidis I, Makavos G, Lekakis J. Arterial stiffness and coronary artery disease. *Curr Opin Cardiol.* 2015;30:422-31.
12. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55:1318-27.
13. Boutouyrie P, Vermeersch S, Laurent S, Briet M. Cardiovascular risk assessment through target organ damage: role of carotid to femoral pulse wave velocity. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2008;35:530-3.
14. Arnett DK, Evans GW, Riley WA. Arterial stiffness: a new cardiovascular risk factor? *Am J Epidemiol.* 1994;140:669-82.
15. Blacher J, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. *Circulation.* 1999;99:2434-9.
16. Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension.* 2001;37:1236-41.
17. Wang TJ. Assessing the role of circulating, genetic, and imaging biomarkers in cardiovascular risk prediction. *Circulation.* 2011;123:551-65.
18. Mitchell GF, Hwang SJ, Vasan RS, Larson MG, Pencina MJ, Hamburg NM, et al. Arterial stiffness and cardiovascular events: the Framingham Heart Study. *Circulation.* 2010;121:505-11.
19. Guerin AP, Blacher J, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM. Impact of aortic stiffness attenuation on survival of patients in end-stage renal failure. *Circulation.* 2001;103:987-92.
20. Laurent S, Briet M, Boutouyrie P. Arterial stiffness as surrogate end point: needed clinical trials. *Hypertension.* 2012;60:518-22.
21. Hoffmann A, Isler R. Appréciation de l'aptitude à la pratique sportive sous l'angle cardiaque. *Forum Med Suisse.* 2007;7:889-94.
22. Serratos Fernández L. Adaptaciones Cardiovasculares del Deportista [Internet]. 2do Congreso Virtual de Cardiología; 2001 [citado 13 Abril 2017]. Disponible en: <http://www.fac.org.ar/scvc/llave/exercise/serrato1/serratoe.htm>
23. Carmona Puerta R, Ramos Martín R, Rabassa López-Calleja MA, Monzón León J, Pérez González L, Castro Torres Y, et al. Dispersión de la onda P incrementada en futbolistas de alto rendimiento y su relación con el tiempo de práctica deportiva. *CorSalud [Internet].* 2013 [citado 13 Mar 2017];5:155-60. Disponible en: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2013/v5n2a13/dispersionp.html>
24. Geoffroy Agbélé C, Prohías Martínez JA, Castro Arca AM, Mérida Álvarez O, García Hernández RA. Adaptaciones morfofuncionales evaluadas por ecocardiograma en deportistas masculinos

- de élite en triatlón. CorSalud [Internet]. 2014 [citado 13 Mar 2017];6:167-73. Disponible en: <http://www.corsalud.sld.cu/sumario/2014/v6n2a14/triatlon.html>
25. Otsuki T, Maeda S, Iemitsu M, Saito Y, Tanimura Y, Ajisaka R, et al. Relationship between arterial stiffness and athletic training programs in young adult men. *Am J Hypertens*. 2007;20:967-73.
26. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R, Frechette V, Tobin MM, Hall AK, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens*. 2008;22:678-86.
27. Aldama A, Viera A, Mena V, Porto F, Rial N. Ejercicio físico y elasticidad arterial en sujetos normales mayores de 55 años. *Rev Cubana Invest Bioméd* [Internet]. 2005 [citado 16 Mar 2017];24:21-31. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v24n1/ibi03105.pdf>
28. Bertovic DA, Waddell TK, Gatzka CD, Cameron JD, Dart AM, Kingwell BA. Muscular strength training is associated with low arterial compliance and high pulse pressure. *Hypertension*. 1999;33:1385-91.
29. Tinoco-Cabral CE, Fernandes-Guerra FE, Zugno LM, Tinoco-Cabral SA, Dantas-Leite L, Fernandes Filho J, et al. El entrenamiento muscular no aumenta la rigidez arterial en humanos adultos y mejora el tono corporal. *Rev Salud Pública (Bogotá)*. 2013;15:601-13.
30. Radtke T, Schmidt-Trucksäss A, Brugger N, Schäfer D, Saner H, Wilhelm M. Ultra-endurance sports have no negative impact on indices of arterial stiffness. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114:49-57.
31. Florescu M, Stoicescu C, Magda S, Petcu I, Radu M, Palombo C, et al. "Supranormal" cardiac function in athletes related to better arterial and endothelial function. *Echocardiography*. 2010;27:659-67.
32. Mosteller RD. Simplified calculation of body-surface area. *N Engl J Med*. 1987;317:1098.
33. Carrazana-Escalona R, Sánchez-Hechavarría ME, Ricardo-Ferro BT. Algoritmo para la detección de puntos clínicos de interés de la onda de pulso arterial [Internet]. Convención Internacional de Ciencias Técnicas. Universidad de Oriente; 2016 [citado 19 Mar 2016]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Sanchez-Hechavarria/publication/305222298_Algorithm_for_the_detection_of_clinical_points_of_interest_of_the_arterial_pulse_wave/links/58235e7208ae61258e3ca94c.pdf?origin=publication_list
34. de Loño Capote J. La práctica del ejercicio en la infancia y en la adolescencia: factor prioritario para la salud física y mental. En: Asín Cardiel E, García Touchard A, eds. *Implicaciones cardiovasculares del ejercicio, el deporte y la obesidad*. Madrid: Fundación Ramón Areces; 2013. p. 275-80.
35. Carlos Bagnara I. Adaptaciones cardiovasculares al ejercicio físico: Una revisión de la literatura. *EFDeportes.com* [Internet]. 2010 [citado 19 Mar 2017];15. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd148/adaptaciones-cardiovasculares-al-ejercicio-fisico.htm>
36. González Juanatey JR. Fisiología del ejercicio y su repercusión cardiovascular. En: Asín Cardiel E, García Touchard A, eds. *Implicaciones cardiovasculares del ejercicio, el deporte y la obesidad*. Madrid: Madrid: Fundación Ramón Areces; 2013. p. 15-32.
37. Brillante DG, O'Sullivan AJ, Howes LG. Arterial stiffness indices in healthy volunteers using non-invasive digital photoplethysmography. *Blood Press*. 2008;17:116-23.
38. Guyton A, Hall J. *Tratado de Fisiología Médica*. 12ma ed. Barcelona: Elsevier; 2011. p.157-76.