

Biochemical-metabolic markers in individuals with physical activity

Marcadores bioquímico-metabólicos em indivíduos com atividade física

Torres, Liliana; Fernández, Yolima; Álvarez, Brenda; Castellanos, Naneliz

Liliana Torres

Universidad de Carabobo, Venezuela

Yolima Fernández

Universidad de Carabobo, Venezuela

Brenda Álvarez brenda07alvarez@gmail.com

Universidad de Carabobo, Venezuela

Naneliz Castellanos na_neliz12@hotmail.com

Universidad de Carabobo, Venezuela

Revista de Investigación en Salud VIVE

Centro de Estudios Transdisciplinarios, Bolivia

ISSN: 2664-3243

ISSN-e: 2664-3243

Periodicidad: Cuatrimestral

vol. 1, núm. 1, 2018

editor@revistavive.org

Recepción: 01 Septiembre 2017

Revisado: 01 Diciembre 2017

Aprobación: 01 Abril 2018

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/541/5414435004/>

Resumen: Introducción. El sedentarismo es una condición, que conduce a riesgos cardiovasculares e implica el padecimiento de enfermedades crónicas. Existen marcadores bioquímico-metabólicos, capaces de revelar la existencia de estos riesgos y prevenir la progresión de las mismas. **Objetivo.** Analizar los marcadores bioquímico-metabólicos en individuos que realizan actividad física. **Materiales y métodos.** Se diseñó un estudio de campo, de tipo descriptivo, de cohorte transversal, con 61 personas, con: atletas de diversas disciplinas deportivas e individuos sedentarios, con edades de 20 a 21 años, sin enfermedad crónica aparente. **Resultados.** Las concentraciones de Hemoglobina glicosilada y glicemia fueron más bajas en los atletas ($4,91 \pm 0,56\%$ y $77,83 \pm 6,67$). Además, el perfil lipídico fue normal en ambos grupos; aunque estadísticamente los atletas presentaron valores bajos, con respecto a los sedentarios: colesterol $122,87 \pm 19,05$ vs. $151,20 \pm 24,20$ (mg/dL); LDL $63,68 \pm 17,52$ vs. $83,77 \pm 19,40$ (mg/dL) e índice aterogénico $1,4 \pm 0,5$ vs. $1,6 \pm 0,7$; más altos para HDL $50,90 \pm 6,27$ vs. $44,98 \pm 9,71$ (mg/dL); los valores de triglicéridos, por su parte, no mostraron diferencia significativa en ambos grupos ($71,22 \pm 25,17$ y $76,24 \pm 34,81$ mg/dL respectivamente). **Conclusión.** La actividad física regular, tiene un aporte benéfico sobre los bio-marcadores: HbA1c, glicemia y perfil lipídico, y por ende en la disminución del riesgo cardiovascular.

Palabras clave: sedentarismo, actividad física, riesgos cardiovasculares, HbA1c, perfil lipídico.

Abstract: Introduction. A sedentary lifestyle is a condition that leads to cardiovascular risks and implies the suffering of chronic diseases. There are biochemical-metabolic markers, capable of revealing the existence of these risks and preventing their progression. **Objective.** Analyze the biochemical-metabolic markers in individuals who perform physical activity. **Materials and methods.** A field study was designed, descriptive, cross-sectional, with 61 people, with: athletes of various sports disciplines and sedentary individuals, aged 20 to 21 years, without apparent chronic disease. **Results.** The concentrations of glycosylated hemoglobin and glycemia were lower in the

athletes ($4.91 \pm 0.56\%$ and 77.83 ± 6.67). In addition, the lipid profile was normal in both groups; although statistically the athletes presented low values, with respect to the sedentary ones: cholesterol 122.87 ± 19.05 vs. 151.20 ± 24.20 (mg / dL); LDL 63.68 ± 17.52 vs. 83.77 ± 19.40 (mg / dL) and atherogenic index 1.4 ± 0.5 vs. 1.6 ± 0.7 ; higher for HDL 50.90 ± 6.27 vs. 44.98 ± 9.71 (mg / dL); Triglyceride values, meanwhile, showed no significant difference in both groups (71.22 ± 25.17 and 76.24 ± 34.81 mg / dL, respectively)

Introduction. A sedentary lifestyle is a condition that leads to cardiovascular risks and implies the suffering of chronic diseases. There are biochemical-metabolic markers, capable of revealing the existence of these risks and preventing their progression. **Objective.** Analyze the biochemical-metabolic markers in individuals who perform physical activity. **Materials and methods.** A field study was designed, descriptive, cross-sectional, with 61 people, with: athletes of various sports disciplines and sedentary individuals, aged 20 to 21 years, without apparent chronic disease. **Results.** The concentrations of glycosylated hemoglobin and glycemia were lower in the athletes ($4.91 \pm 0.56\%$ and 77.83 ± 6.67). In addition, the lipid profile was normal in both groups; although statistically the athletes presented low values, with respect to the sedentary ones: cholesterol 122.87 ± 19.05 vs. 151.20 ± 24.20 (mg / dL); LDL 63.68 ± 17.52 vs. 83.77 ± 19.40 (mg / dL) and atherogenic index 1.4 ± 0.5 vs. 1.6 ± 0.7 ; higher for HDL 50.90 ± 6.27 vs. 44.98 ± 9.71 (mg / dL); Triglyceride values, meanwhile, showed no significant difference in both groups (71.22 ± 25.17 and 76.24 ± 34.81 mg / dL, respectively)

Conclusion. Regular physical activity has a beneficial effect on biomarkers: HbA1c, glycemia and lipid profile, and therefore in the reduction of cardiovascular risk.

Keywords: Sedentarism, physical activity, cardiovascular risks, HbA1c, lipidic.

Resumo: Introdução A inatividade física é uma condição que leva a riscos cardiovasculares e envolve sofrendo de doenças crônicas. Existem marcadores bioquímico-metabólicos, capazes de revelar a existência desses riscos e impedir sua progressão. **Objetivo** Analisar os marcadores bioquímico-metabólicos em indivíduos que realizam atividade física. **Materiais e métodos.** um estudo de campo, descritiva, de corte transversal, com 61 pessoas foi concebido, com: atletas de várias disciplinas desportivas e sedentários, com idades entre 20 e 21 anos, sem doença crônica aparente. **Resultados** As concentrações de hemoglobina glicada e os níveis de glucose no sangue eram mais baixas em atletas ($4,91 \pm 0,56\%$ e $77,83 \pm 6,67$). Além disso, o perfil lipídico era normal em ambos os grupos; embora estatisticamente atletas tinham valores baixos, em comparação com sedentário: colesterol $122,87 \pm 19,05$ vs $151,20 \pm 24,20$ (mg / dL); LDL $63,68 \pm 17,52$ vs. $83,77 \pm 19,40$ (mg / dL) e do índice aterogênico $1,4 \pm 0,5$ versus $1,6 \pm 0,7$; maior para HDL $50,90 \pm 6,27$ vs. $44,98 \pm 9,71$ (mg / dL); os níveis de triglicéridos, por sua vez, não mostrou nenhuma diferença significativa entre os dois grupos ($71,22 \pm 25,17$ e $76,24 \pm 34,81$ e mg / dL, respectivamente).

Conclusão. A actividade física regular, tem uma contribuição benéfica sobre biomarcadores: HbA1c, de glucose no plasma e perfil lipídico, e assim em reduzir o risco cardiovascular.

Palavras-chave: estilo de vida sedentario, atividade física, risco cardiovascular, HbA1c, perfil lipídico.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la criminalidad, la mala calidad del aire y gran densidad del tráfico a consecuencia del crecimiento urbano, son factores que pueden minimizar la práctica de actividad física en la población. Existe una escasa participación en estas prácticas durante el tiempo de ocio y un aumento de los comportamientos sedentarios en los oficios laborales y domésticos, asimismo, el crecimiento del uso de los medios de transporte “pasivos” también ha reducido la realización de actividad física (1).

El sedentarismo hace a la población más propensa a presentar riesgos cardiovasculares que conllevan a una serie de enfermedades crónicas, principalmente infarto y diabetes, las cuales constituyen por sí solas y en conjunto grandes desafíos para la salud pública (2). La inactividad física ocupa el cuarto lugar entre los factores de riesgo de mortalidad más destacados a nivel mundial; un aproximado de 3,2 millones de personas mueren cada año por esta causa. Las personas sedentarias tienen entre 20 y 30% más de riesgo de muerte que las personas que realizan al menos 30 minutos de actividad física moderada la mayoría de los días de la semana (3).

En el año 2015, se describió una asociación inversa entre la frecuencia de la actividad física, los niveles de HbA1c y dislipidemias; allí expresaban que la actividad física regular parece ser beneficiosa con respecto al control de la glicemia en adultos con diabetes tipo 1, las morbilidades relacionadas con la diabetes y los factores de riesgo cardiovascular (4).

De acuerdo al Anuario de Mortalidad establecido en Gaceta Oficial en el año 2015 el infarto agudo al miocardio, la enfermedad cardíaca hipertensiva y la enfermedad isquémica crónica del corazón emergen como la causa primordial de muerte diagnosticada en la población de la República Bolivariana de Venezuela (5). Actualmente el tratamiento de afecciones como diabetes, dislipidemias y enfermedades cardiovasculares supone una dificultad sanitaria y socioeconómica. La creación de programas públicos y privados dirigidos a fomentar la práctica de actividad física en la población venezolana puede contribuir a superar los efectos de tales enfermedades (6).

Existen marcadores bioquímicos-metabólicos útiles para detectar la aparición de riesgos cardiovasculares y así poner en marcha acciones de prevención y protección en salud. Entre tales marcadores destaca la glicemia basal, para la determinación de la concentración de glucosa sérica, en condiciones de un ayuno de 12 horas; durante dicho tiempo los valores no son afectados por la ingesta calórica previa. También, en el año 2015, señalan que el entrenamiento físico de intervalo disminuye los niveles de glicemia en ayuno en individuos con y sin enfermedad cardiovascular que han sido sometidos al régimen de ejercicios (7).

Asimismo, se tiene la hemoglobina glicosilada (HbA1c), un producto de la glicación irreversible entre la hemoglobina contenida en el eritrocito y la glucosa presente en el torrente sanguíneo en un lapso de 3 meses (8). Con respecto a este

biomarcador, la Asociación Americana de Diabetes plantea la posibilidad de que la actividad física realizada con regularidad disminuye los niveles de HbA1c (9).

El perfil lipídico, otro de los marcadores bioquímicos-metabólicos, incluye la cuantificación de colesterol total, triglicéridos, lipoproteína de alta densidad (HDL) y lipoproteína de baja densidad (LDL) junto al cálculo del índice aterogénico. Un aumento de los triglicéridos y el colesterol en la sangre puede ser una causa de aterosclerosis y enfermedad coronaria (10). La actividad física permite disminuir el colesterol, dependiendo de la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio. Es un hecho que dicha actividad física regular también disminuye la LDL conocida como “colesterol malo” y aumenta la HDL o llamada “colesterol bueno” (11). En China, Hu y col, en el año 2015 observaron que existe disminución en los valores de triglicéridos, colesterol total y LDL además de un aumento de HDL en individuos cuya actividad física era clasificada según el cuestionario IPAQ como moderada o intensa¹². El índice aterogénico, por su parte, relaciona matemáticamente la LDL con la HDL. Cifras superiores a 4 indican que la concentración de LDL es mayor; por lo tanto, el organismo presenta gran riesgo de padecer aterosclerosis. Cifras inferiores a 4 indican un predominio de la concentración de HDL; se interpreta que el paciente posee buena salud lipídica y un envejecimiento arterial favorable (11).

Con este estudio se pretendió analizar la prueba de HbA1c como un posible marcador útil en la evaluación de riesgos cardiovasculares, junto a la glicemia basal, el perfil lipídico e índice aterogénico, en individuos aparentemente sanos, que practican actividad física regular, en el polideportivo “Aristides Pineda” ubicado en Naguanagua, estado Carabobo, Venezuela.

Por ende, la investigación encuentra gran importancia a la promoción de la actividad física suficiente y regular como una forma única para reducir sustancialmente la mortalidad y la carga de morbilidad mundial causada por el sedentarismo. El incremento de la práctica de actividad física es una necesidad social, no sólo individual, que exige una perspectiva poblacional, multisectorial, multidisciplinaria y culturalmente idónea que impulse un cambio positivo en el estilo de vida tanto en personas enfermas como en las 13.

Por lo general, el médico ordena la determinación de HbA1c a pacientes diabéticos para evaluar el control de la enfermedad; esta prueba ha sido estandarizada exclusivamente para la valoración de una condición que el paciente ya posee. Con este trabajo de investigación se busca conocer si la actividad física practicada de forma habitual ejerce una influencia sobre ciertos marcadores bioquímicos-metabólicos en atletas de diversas disciplinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación que se adoptó fue de campo, con nivel descriptivo (14), con un no experimental (15) y de cohorte transversal; de acuerdo al período de tiempo en que ocurrió (16). La población estuvo conformada por 54 atletas, de ambos sexos aparentemente sanos, que practicaban diversas disciplinas en el polideportivo “Aristides Pineda”, de la Universidad de Carabobo, ubicado en Naguanagua, Venezuela. La muestra se constituyó con 31 atletas, 20 hombres y 11 mujeres, pertenecientes a diversas disciplinas deportivas entre las que se

incluyen atletismo, béisbol, boxeo, fútbol, pesas y educación física. El muestreo fue no probabilístico intencional (16) teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Inclusión: personas mayores de edad, que aceptaran participar en el estudio y con más de un mes realizando actividad física.
- Exclusión: personas que padezcan enfermedades cardiovasculares, diabetes, que presenten hábitos tabáquicos, alcoholismo o consumo de drogas.

Para establecer la comparación entre las diferentes variables se contó con un grupo control conformado por 30 personas sedentarias, es decir, que no practicaran actividad física de manera regular; con características similares al grupo de estudio en cuanto a edad, peso y género.

Se obtuvo por escrito el consentimiento informado de parte de los sujetos en estudio y se procedió a darles las especificaciones de la investigación. Se empleó el Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ en su versión corta de 7 preguntas, éste permitió clasificar el tipo de actividad física de los atletas en baja, moderada o intensa, según la sumatoria de equivalentes metabólicos (MET) obtenidos; <600 MET para baja, 600-1500 MET para moderada y >1500 MET para intensa (17). Posteriormente, se llevó a cabo la extracción de la muestra, realizando asepsia de la piel en la zona anterior del brazo, a nivel del pliegue del codo, tras un ayuno no mayor de 12 horas, para así evitar factores como la glucogenólisis y gluconeogénesis que ocurren luego de este tiempo (18). Se obtuvieron 10mL de sangre venosa que fue dividida de la siguiente manera: 4mL en un tubo tapa morada (con EDTA) para el análisis de HbA1c y 6mL un tubo tapa roja (sin anticoagulante), éste último se centrifugó a 3500rpm por 10 minutos para obtener el suero que fue utilizado en la determinación de glicemia y perfil lipídico. Los especímenes se trasladaron para su procesamiento al laboratorio del Departamento de Bioquímica, Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela.

Se les realizó a todos los participantes una exploración física que consistió en obtener el peso en ropa ligera, descalzos, de pie en el centro de la balanza, con los brazos colgando a los costados, sin apoyo y con el peso distribuido en los dos pies, en una balanza analógica. Asimismo, la talla se obtuvo con la ayuda de una cinta métrica al colocar a los pacientes de pie, descalzos, con los pies juntos, rodillas estiradas y los brazos a lo largo de los costados con las palmas dirigidas hacia los muslos. Adicionalmente, se midió el perímetro de la cintura con una cinta métrica en el punto medio de la distancia entre la última costilla flotante y la cresta ilíaca con el participante en pie, relajado y al final de una espiración suave. Por último se calculó el índice de masa corporal relacionando el peso y la talla.

Determinaciones bioquímicas

La determinación analítica de glicemia, triglicéridos, colesterol total y HDL se realizó por métodos enzimáticos colorimétricos, con reactivos Chemroy® para glicemia y Wiener® para el perfil lipídico, las lecturas se hicieron con un espectrofotómetro Stat fax millenium III. El nivel de LDL se calculó mediante la ecuación de Friedewald (19). Finalmente, se calculó el índice aterogénico LDL/HDL (11). Se consideraron valores normales en individuos sanos una glicemia de 70 a 110mg/dL, triglicéridos hasta 150mg/dL, colesterol total hasta 200mg/

dL, HDL mayor de 40mg/dL, LDL hasta 150mg/dL e índice aterogénico menor de 4. La medición de HbA1c, se hizo por el método de intercambio iónico de la casa comercial Stanbio®, basado en la preparación de un hemolizado de sangre completa, en contacto con una resina de intercambio iónico en los tubos del kit, a esta resina se unió la hemoglobina no glicosilada; quedando retenida en el fondo del tubo al introducir el separador. El sobrenadante contuvo la HbA1, la cual se leyó colorimétricamente, los resultados se multiplicaron por el factor del standard de glicohemoglobina, obteniéndose así la HbA1c, cuyo valor de referencia es de 4,2 a 6,2%.

Análisis estadístico

Una vez tabulados los datos, se determinó la normalidad de los mismos utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov, al resultar una distribución normal, la muestra se caracterizó a través de la media, la desviación estándar y las frecuencias absolutas y relativas. Se empleó la prueba paramétrica T de Student para la comparación de las variables, rechazándose la hipótesis nula cuando $p < 0,05$. Todo el análisis estadístico se desarrolló con el programa SPSS versión 22.0.

RESULTADOS

En este estudio se evaluaron 61 individuos en total, de los cuales 31 pertenecieron al grupo que practicaba actividad física regular (atletas), con edad media de $21 \pm 1,9$ años y 30 fueron sujetos sedentarios cuya media fue de $20 \pm 1,3$ años, respectivamente. En cuanto al cuestionario IPAQ (17), se evidenció que el tipo de actividad física predominante en los atletas fue la expresada en valores mayores a los 600 MET, ubicándola de moderada a intensa. (Gráfico 1)

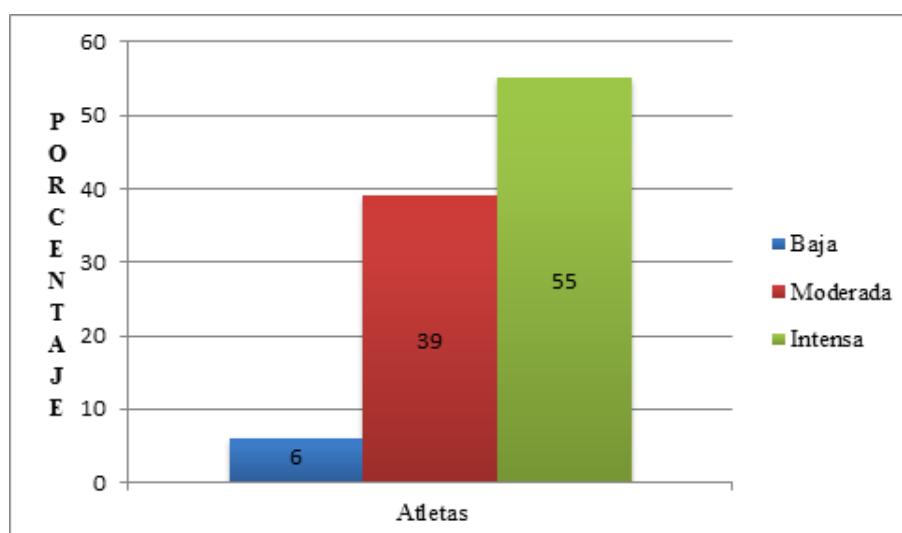


Gráfico 1

Distribución porcentual del tipo de actividad física practicada por atletas según cuestionario IPAQ. (Fuente: Datos de la investigación)

Se observó que las disciplinas practicadas con mayor frecuencia por el grupo de atletas fueron béisbol, educación física y fútbol (Gráfico 2)

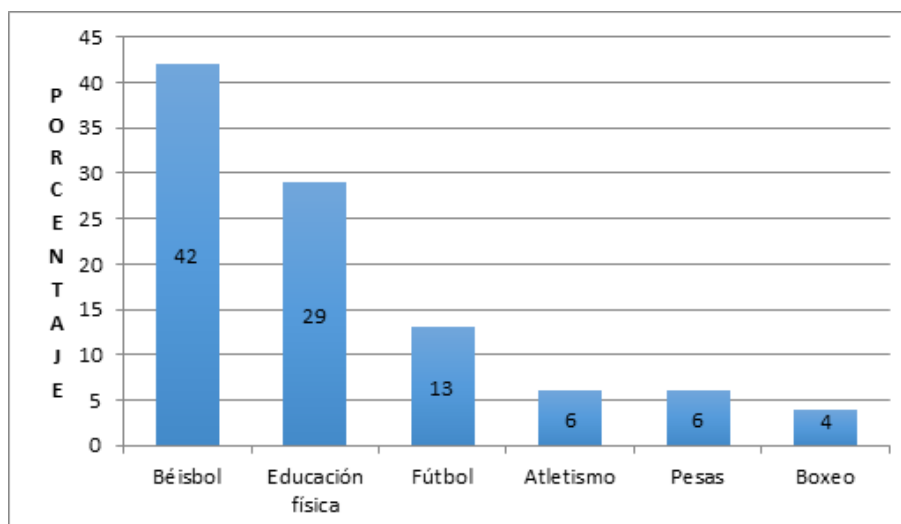


Gráfico 2

Distribución porcentual de las disciplinas deportivas practicadas por los atletas. (Fuente: Datos de la investigación)

Las características antropométricas se evaluaron con el fin de ampliar el alcance del estudio, obteniéndose en los atletas una media para talla de $1,70\text{m} \pm 8,50\text{cm}$, peso de $63 \pm 10,04\text{Kg}$, perímetro de cintura de $74 \pm 5,64\text{cm}$ e índice de masa corporal de $21,71 \pm 2,92\text{Kg/m}^2$. En el grupo control los valores de media fueron $1,64\text{m} \pm 6,60\text{cm}$, $74 \pm 12,03\text{Kg}$, $75 \pm 6,05\text{cm}$ y $27,88 \pm 3,50\text{Kg/m}^2$ respectivamente. En los sujetos que practicaban actividad física regular se observaron resultados de talla, peso, perímetro de cintura e índice de masa corporal (IMC) más ajustados a la normalidad, en comparación con sujetos sedentarios. Con respecto a la determinación de los marcadores glucémicos se constató que los niveles de glicemia permanecen dentro del rango normal (70 a 110mg/dL) en ambos grupos, tanto atletas como sedentarios. Sin embargo, aunque los integrantes de los dos grupos son personas sin patologías aparentes y la disparidad entre valores no es extrema, los que practicaban actividad física regular mantienen niveles más bajos que los sujetos inactivos, siendo esta diferencia significativa ($p < 0,01$). Ahora bien, en el caso de la HbA1c la diferencia entre cifras es más acentuada y se observa una ligera elevación en el grupo sedentario por encima de los valores de referencia en individuos sin diabetes (4,2 a 6,2%) ($p < 0,05$). (Tabla 1).

Tabla 1

Niveles de glicemia y HbA1c en atletas y personas sedentarias

Parámetro metabólico	Atletas (n=31)	Sedentarios (n=30)	p
Glicemia (mg/dL)	$77,83 \pm 6,67$	$85,00 \pm 8,42$	0,001*
HbA1c (%)	$4,91 \pm 0,56$	$7,4 \pm 1,05$	0,000**

Prueba T de Student para muestras independientes. * $p < 0,01$ y ** $p < 0,001$ - Datos de la Investigación

Los resultados obtenidos para colesterol total, HDL, LDL e índice aterogénico en los atletas se adaptan mejor a la referencia mientras que el grupo sedentario

tienen tendencia a límites superiores, siendo estadísticamente superiores con respecto a los atletas ($p < 0,05$). Sin embargo, en el caso de los triglicéridos no hay gran variación significativa entre grupos de estudio ($p > 0,05$). (Tabla 2).

Tabla 2

Valores de perfil lipídico e índice aterogénico en atletas y personas sedentarias

Parámetro metabólico	Atletas (n=31)	Sedentarios (n=30)	p
Triglicéridos (mg/dL)	71,22±25,17	76,24±34,81	0,500
Colesterol (mg/dL)	122,87±19,05	151,20±24,20	0,000
HDL (mg/dL)	50,90±6,27	44,98±9,71	0,007
LDL (mg/dL)	63,68±17,52	83,77±19,40	0,000
Índice aterogénico	1,4±0,5	1,6±0,7	0,000

Datos de la investigación

Luego al comparar los resultados obtenidos en las determinaciones bioquímicas realizadas a los atletas según el tipo de disciplina practicada se encontró que los valores de glicemia y HbA1c estuvieron dentro de la referencia y eran más bajos en aquellos individuos que practicaban atletismo. (Tabla 3).

Tabla 3

Niveles de glicemia y HbA1c en atletas según disciplina deportiva practicada

Disciplina	Determinaciones bioquímicas	
	Glicemia (mg/dL)	HbA1c (%)
Atletismo	79,66±7,5	4,6±0,6
Béisbol	83,85±8,2	5,2±0,7
Boxeo	87,56±8,0	4,7±0,6
Educ. física	85,12±10,27	4,8±0,2
Fútbol	85,50±11,73	4,9±0,2

Datos de la investigación

En cuanto al perfil lipídico, los valores de triglicéridos estaban dentro del rango lo normal; pero más bajos en los individuos que practicaban la disciplina de fútbol. El colesterol total, LDL e índice aterogénico fue similar a lo anteriormente expuesto pero en aquellos que realizaban educación física; en estos mismos el HDL tuvo los niveles más elevados de todo el estudio. (Tabla 4).

Tabla 4

Valores de perfil lipídico e índice aterogénico en atletas según disciplina deportiva practicada

Disciplina	Determinaciones bioquímicas				
	Triglicéridos (mg/dL)	Colesterol (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)	Índice aterogénico
Atletismo	62,25±28,12	128,12±13,09	49,48±5,33	85,17±17,30	2,1±0,5
Béisbol	77,38±27,31	118,08±16,15	45,54±5,24	61,23±17,14	1,5±0,6
Boxeo	104,42±8,12	137,15±12,30	49,60±4,30	72,35±15,12	1,6±0,6
Educ. física	61,62±9,38	112,01±10,34	50,02±4,31	51,62±9,60	1,1±0,2
Fútbol	57,75±21,70	120,50±10,66	48,50±4,72	62,25±6,34	1,3±0,1
Pesas	58,56±15,83	149,10±10,13	49,09±3,60	75,30±16,14	1,7±0,7

Datos de la investigación

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la realización de actividad física de manera habitual es beneficiosa para la salud cardiovascular. Aunque cualquier deporte y ejercicio es capaz de sumar bienestar, se comprueba que disciplinas como el atletismo, el fútbol y la educación física tienen la capacidad especial de disminuir en los practicantes los niveles de glicemia, HbA1c, perfil lipídico e índice aterogénico; convirtiéndose así en un tratamiento accesible para aquellos que padecen alguna enfermedad asociada a estos parámetros y en una forma de prevención para que sujetos sanos no estén en riesgo de llegar a padecer alguna de estas afecciones. Se considera que es necesario continuar aportando más a la ciencia, con investigaciones que profundicen sobre lo que nos atañe en materia de salud, como la evaluación de otros parámetros metabólicos, otras disciplinas deportivas y la unión del ejercicio con factores nutricionales, aspectos que podrán contribuir en el fortalecimiento de la lucha que se libra en el mundo en contra de las enfermedades crónicas.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Inactividad física: un problema de salud pública mundial [Internet]. Ginebra: OMS; 2015 [citado 19 nov 2016]. Disponible en: <http://goo.gl/unTDj1>.
2. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades crónicas [Internet]. Ginebra: OMS; 2015 [citado 19 nov 2016]. Disponible en: <http://goo.gl/O9PIVh>.
3. Organización Mundial de la Salud. Nota descriptiva: Actividad física [Internet]. Ginebra: OMS; 2015 [citado 19 nov 2016]. Disponible en: <http://goo.gl/gcKP91>.
4. Bohn B, Herbst A, Pfeifer M, Krakow D, Zimny S, Kopp F y col. Impact of physical activity on glycemic control and prevalence of cardiovascular risk factors in adults with Type 1 Diabetes: A cross-sectional multicenter study of 18,028 Patients. Diab Care 2015; Aug;38(8):1536-43.

5. Biblioteca virtual en salud. Anuario de Mortalidad 2011 [Internet]. Caracas: MPPS; 2013 [citado 29 abr 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/JZPfZl>.
6. Díaz J, Fernández M, Paredes F. Aspectos básicos de bioquímica clínica [libro electrónico]. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A; 1997 [citado 19 nov 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/AjTFwz>.
7. Tamburús N, Kunz V, Salviati M, Castello S, Catai A, Da Silva E. Interval training based on ventilatory anaerobic threshold improves aerobic functional capacity and metabolic profile: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. *Eu J Phys Rehabil Med* 2015; Jun 18 [Epub ahead of print] [citado 04 ago 2017]. Disponible en: <http://goo.gl/dELnq8>.
8. Goto A, Noda M, Matsushita Y, Goto M, Kato M, Isogawa A y col. Hemoglobin A1c levels and the risk of cardiovascular disease in people without known Diabetes: a population-based cohort study in Japan. *Medicine Baltimore*. 2015; 94(17):17-20.
9. American Diabetes Association [Internet]. Alexandria: Diabetes Org; 2014 [citado 20 nov 2016]. Disponible en: <http://goo.gl/2QESwx>.
10. Federación Española de Medicina del Deporte. Hacia una fisiología del sedentarismo. *ArchMed Deporte* 2013; 30(2):74.
11. Ornelas O, Alvarez R, Querales M, Rojas S. Determinación de lípidos séricos: triglicéridos, colesterol y HDL colesterol. En: Torres L. Guía de trabajos prácticos bioquímica general. Venezuela: 2014. P.59-82.
12. Hu B, Liu X, Zheng Y, Fan H, Yin S, Guo C y col. High physical activity is associated with an improved lipid profile and resting heart rate among healthy middle-aged Chinese people. *Biomed Environ Sci* 2015; Apr 28(4):263-71.
13. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud [Internet]. Ginebra: OMS; 2015 [citado 20 nov 2016]. Disponible en: <http://goo.gl/lvxBaW>.
14. Peñarrieta M. Módulos de aprendizaje [libro electrónico]. Tampico: Plaza y Valdés Editores; 2005 [citado 05 oct 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/NYP3Tr>
15. Toro I, Parra R. Método y conocimiento [libro electrónico]. Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT; 2006 [citado 05 oct 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/fY0mU4>
16. Ávila H. Introducción a la metodología de la investigación [libro electrónico]. Chihuahua: CD Cuauhtemoc; 2006 [citado 05 oct 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/mQP4cc>
17. Junta de Andalucía. Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ [Internet]. España; 2015 [citado 04 ago 2017]. Disponible en: <http://goo.gl/15aJNi>
18. Devlin T. Bioquímica [libro electrónico]. Barcelona: Editorial Reverté; 2004 [citado 05 oct 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/jxn46M>
19. Rifai N, Warnick R, Dominiczak M. Handbook of lipoprotein testing [libro electrónico]. Washington: American Association for Clinical Chemistry; 2000 [citado 05 Oct 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/oNzUdD>