

ARTÍCULO ORIGINAL

Estudio del estado metabólico de una población de deportistas recreacionales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Study of the metabolic state of a population of recreational athletes from the City of Buenos Aires, Argentina
Aymard, Adrián^{1*}; Peverini, Agustina¹; González, Sabrina¹; Louzán, Silvia¹; Salkind, Sonia¹; Blanco,² Juan; Redruello, Marcela²; Aranda, Claudio¹; Oneto, Adriana¹

¹Laboratorio Análisis Clínicos Buenos Aires, TCba Laboratorio. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

²Área Cardiología, TCba Centro Diagnóstico. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

*Contacto: Aymard, Adrián. TCba Laboratorio, Salguero 560 2do piso, C1177AEJ, adrianaymard@hotmail.com

Resumen

Introducción: Se vincula la actividad física con un conjunto de beneficios relacionados con la mejora de la calidad de vida. **Objetivos:** Este trabajo permite conocer el estado metabólico de una población de deportistas recreacionales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, según la intensidad del entrenamiento y el tipo de deporte practicado. **Materiales y métodos:** Se evaluaron 1663 deportistas recreacionales, clasificados según actividad e intensidad. Se registraron edad, presión arterial, VO₂ pico, frecuencia cardíaca, índice de masa corporal, colesterol total, triglicéridos, colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad, colesterol unido a las lipoproteínas de baja densidad y glucosa. **Resultados:** Las medias obtenidas de los parámetros estudiados no superan el rango de referencia. Según los datos individuales por deportista, se observan parámetros alterados, lo que permite clasificarlos en: metabólicamente sanos y metabólicamente no sanos. Más del 60 % de los deportistas puede definirse como *metabólicamente sano*. Según la intensidad de entrenamiento, se observa una relación directamente proporcional entre el aumento de la intensidad y la mejora del estado metabólico. **Conclusiones:** La respuesta generada por el ejercicio sobre los parámetros bioquímicos asociados al síndrome metabólico es un efecto beneficioso en el control de los mismos y es relevante cuando la intensidad es más elevada, independientemente del tipo de actividad que se desarrolle. El índice de masa corporal puede ser un buen parámetro para proyectar ciertas alteraciones en el perfil metabólico, pero no es posible estandarizar este criterio.

Palabras clave: actividad física, obesidad, parámetros bioquímicos, metabólicamente sano.

Abstract

Introduction: Physical activity is associated with several benefits related to improving the quality of life. **Objectives:** This work aimed to know the metabolic state of a population of recreational athletes from the City of Buenos Aires, Argentina, according to the intensity of training and the type of sport practiced and the relationship between training and the type of sport practiced. **Materials and methods:** A total of 1663 recreational athletes were evaluated, classifying them according to the activity performed and its intensity. The age, blood pressure, VO₂ peak, heart rate, body mass index, and total levels of cholesterol, triglycerides, high-density lipoprotein cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, and glucose were recorded. **Results:** The means obtained for the parameters studied did not exceed the reference range. According to the individual data of each athlete, some altered parameters were observed. These allowed them to be classified as metabolically healthy and not metabolically healthy. More than 60% of athletes were defined as metabolically healthy. Depending on the intensity of training, a directly proportional relationship between the increase in intensity and the improvement of the metabolic state was observed. **Conclusions:** The response generated by exercise on the biochemical parameters associated with metabolic syndrome has a beneficial effect in controlling them, and is relevant when the intensity of the activity is higher, regardless of the type of activity developed. The body mass index can be a good parameter to project certain alterations in the metabolic profile, but this criterion cannot be standardized.

Keys words: physical activity, obesity, biochemical parameters, metabolically healthy.

Introducción

La actividad física y la práctica deportiva son herramientas fundamentales para el desarrollo de una vida saludable. Existen amplias evidencias científicas que vinculan estas actividades con un conjunto de beneficios relacionados con la salud, la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y la mejora de la calidad de vida. Esto se debe a que el ejercicio regula una serie de procesos fisiológicos a través de diferentes mecanismos entre los que se destacan la modulación de los lípidos plasmáticos, la elevación del colesterol C-HDL, la regulación del metabolismo de la glucosa y el mantenimiento de la tensión arterial. En este sentido, ciertos parámetros fisiológicos y bioquímicos se asocian a la severidad de determinadas enfermedades y su medición permite conocer el estado de salud de un individuo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el índice de masa corporal (IMC) como “un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que puede utilizarse para identificar sobrepeso y obesidad en los adultos”. Este parámetro no suele diferenciar la masa muscular de la grasa corporal, pero sirve a fin de estimar el rango de peso saludable para los individuos.

Para evaluar el estado de salud de deportistas recreacionales, se sugiere la realización del apto físico deportivo, que consta de una serie de exámenes clínicos y de laboratorio que permiten valorar la condición de un deportista para desarrollar la actividad cuidando su salud y con mínimo riesgo¹.

El objetivo de este trabajo es conocer el estado metabólico y observar la relación entre el entrenamiento físico y el tipo de deporte practicado con los parámetros definidos asociados al síndrome metabólico de una población de deportistas recreacionales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Es interés de los autores plantear la relación entre IMC y el perfil metabólico de esta población.

Tabla I. Valores de referencia establecidos por *Adult Treatment Panel III* para síndrome metabólico.

Valores de referencia (ATP III)

C-LDL	Menor que 130 (mg/dL)
CT	Menor que 200 (mg/dL)
C-HDL	Mayor que 40 (mg/dL)
TG	Menor que 150 (mg/dL)
G	70 - 110 (mg/dL)
P Arterial	80 - 130 (mmHg)

► ATP III, *Adult Treatment Panel III*; C-LDL, colesterol unido a las lipoproteínas de baja densidad; CT, colesterol total; C-HDL, colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad; TG, triglicéridos; G, glucosa; P Arterial, presión arterial.

Tabla II. Valores de referencia establecidos por la Organización Mundial de la Salud para el índice de masa corporal.

IMC (OMS)	Normal	18,5 - 24,9
	Sobrepeso	25,0 - 29,9
	Obesidad	> 30,0

► IMC, índice de masa corporal; OMS, Organización Mundial de la Salud.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, exploratorio, de corte transversal, que evaluó a varones mayores de 18 años, deportistas amateurs o recreacionales, que concurren a nuestro centro de salud durante enero - diciembre de 2019 para el chequeo anual, con el fin de obtener el apto físico deportivo. Se distribuyeron por actividad deportiva (gimna-

Tabla III. Parámetros bioquímicos evaluados en el grupo de deportistas, diferenciados por actividad.

Deporte	n	G (mg/dL) media ± DS	C-HDL (mg/dL) media ± DS	C-LDL (mg/dL) media ± DS	COL (mg/dL) media ± DS	TG (mg/dL) media ± DS
Artes marciales - boxeo – <i>crossfit</i>	183	86,9 ± 7,7	48,0 ± 9,6	112,4 ± 29,5	180,3 ± 35,2	99,6 ± 61,4
Ciclismo	104	89,0 ± 11,6	48,8 ± 11,0	121,0 ± 30,9	191,2 ± 37,5	99,7 ± 50,8
Fútbol	531	87,8 ± 8,1	47,9 ± 9,7	113,7 ± 30,0	182,9 ± 35,8	106,8 ± 85,8
Natación	80	87,7 ± 7,8	47,7 ± 8,8	118,7 ± 33,4	188,0 ± 40,8	107,8 ± 51,6
<i>Running</i>	176	88,1 ± 7,65	50,0 ± 11,6	117,3 ± 27,9	187,4 ± 32,2	100,9 ± 48,3
<i>Rugby</i>	141	85,9 ± 7,2	47,2 ± 8,3	101,7 ± 28,7	165,9 ± 34,1	87,1 ± 45,6
Gimnasio	374	86,9 ± 7,9	47,0 ± 10,1	115,7 ± 28,4	182,2 ± 33,7	102,2 ± 61,9
Básquet	47	87,0 ± 6,2	49,7 ± 8,9	100,0 ± 23,4	167,6 ± 27,5	89,3 ± 41,2
<i>Hockey</i>	27	88,0 ± 4,9	50,0 ± 10,6	95,0 ± 22,7	163,0 ± 26,7	82,0 ± 42,0

► C-LDL, colesterol unido a las lipoproteínas de baja densidad; COL, colesterol total; C-HDL, colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad; TG, triglicéridos; G, glucosa; n, número de deportistas.

Tabla IV. Variables fisiológicas evaluadas en el grupo de deportistas, diferenciadas por actividad.

Deporte	n	Edad [años] media ± DS	IMC media ± DS	PAD basal (mmHg) media ± DS	PAS Basal (mmHg) media ± DS	FC basal media ± DS	FC máxima media ± DS	VO ₂ pico (ml/min/kg) media ± DS
Artes marciales - boxeo – <i>crossfit</i>	183	34,3 ± 8,8	26,2 ± 3,0	75,5 ± 8,0	116,7 ± 10,0	67 ± 12,3	173 ± 13,4	53,0 ± 10,3
Ciclismo	104	38,7 ± 9,9	26,4 ± 3,4	76,2 ± 7,1	118,4 ± 16,2	67 ± 11,9	172 ± 11,7	52,0 ± 9,7
Fútbol	531	33,7 ± 9,1	26,0 ± 3,4	74,5 ± 7,7	116,9 ± 10,4	67 ± 13,2	172 ± 14,0	53,0 ± 10,2
Natación	80	36,8 ± 10,2	25,7 ± 3,3	75,2 ± 7,5	116,7 ± 10,8	69 ± 13,5	172 ± 11,9	50,0 ± 11,6
<i>Running</i>	176	38,8 ± 9,6	25,8 ± 3,2	74,9 ± 6,6	116,4 ± 13,0	68 ± 12,2	172 ± 11,5	54,0 ± 10,4
<i>Rugby</i>	141	24,6 ± 8,6	26,6 ± 3,8	74,3 ± 7,3	118,3 ± 11,4	67 ± 12,3	183 ± 13,8	54,0 ± 10,1
Gimnasio	374	34,4 ± 10,4	26,5 ± 4,6	75,5 ± 8,3	118,0 ± 10,9	70 ± 12,9	173 ± 12,4	49,0 ± 11,1
Básquet	47	30,5 ± 10,3	24,7 ± 4,2	74,9 ± 8,0	114,4 ± 11,5	69 ± 11,8	174 ± 12,3	52,0 ± 10,7
<i>Hockey</i>	27	27,0 ± 8,6	24,0 ± 1,9	71,3 ± 5,9	115,6 ± 9,6	62 ± 13	173 ± 13,9	59,0 ± 7,0

► IMC, índice de masa corporal; PAD, presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica; FC, frecuencia cardíaca; VO₂ pico, volumen oxígeno pico; n, número de deportistas.

sio, fútbol, *running*, *hockey*, *crossfit*/boxeo/artes marciales, *rugby*, ciclismo, natación y básquet).

Se clasificó la intensidad de la actividad física en leve, moderada e intensa, según la percepción subjetiva de los deportistas. A partir de la entrevista, revisión médica y ergometría, se registraron datos de edad, peso, talla, presión arterial diastólica (TAD) y sistólica (TAS) en reposo y máxima (TAM), frecuencia cardíaca basal y máxima y VO₂ pico, que representa la máxima tolerancia al ejercicio. El índice de masa corporal (IMC) fue obtenido a partir de la fórmula peso/talla². La frecuencia de entrenamiento mínima exigida fue de 3 veces por semana, con una duración de al menos 60 minutos. Se excluyeron del estudio aquellos deportistas que se encontraban bajo medicación y con patologías metabólicas ya diagnosticadas.

Como variables bioquímicas se midieron: colesterol total (CT), triglicéridos (TG), colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad (C-HDL), colesterol unido a las lipoproteínas de baja densidad (C-LDL) y glucosa (G) en Advia 1800, Siemens. La muestra sanguínea de cada deportista fue recolectada después de 12 horas de ayuno y procesada dentro de la rutina diaria del laboratorio. Los resultados se compararon con los valores de referencia (VR) establecidos para el síndrome metabólico (SM) por *Adult Treatment Panel III* (ATPIII) y para el IMC por la OMS (Tablas I y II).

Se definieron dos grupos basados en ATPIII, considerando la alteración de menos de 3 parámetros (menos 3PA) y tres o más parámetros (3 o más PA). A partir de estos resultados, se definieron dos grupos de comparación: me-

Tabla V. Porcentaje de individuos que presentan parámetros alterados, clasificados por menos de 3 o 3, o más parámetros alterados, según distintos deportes.

Deporte	n	% Menos 3 PA	% 3 o más PA
Artes marciales - boxeo – <i>crossfit</i>	183	75	25
Ciclismo	104	68	32
Fútbol	531	72	28
Natación	80	63	37
<i>Running</i>	176	68	32
<i>Rugby</i>	141	85	15
Gimnasio	374	71	29
Básquet	47	89	11
<i>Hockey</i>	27	93	7

► PA, parámetros alterados; n, número de deportistas.

Tabla VI. Porcentaje de individuos, según índice de masa corporal por deporte.

Deporte	n	% IMC N	% IMC S	% IMC O
Artes marciales - boxeo - <i>crossfit</i>	183	40	50	10
Ciclismo	104	40	48	12
Fútbol	531	42	46	12
Natación	80	41	50	9
<i>Running</i>	176	43	48	9
<i>Rugby</i>	141	37	45	18
Gimnasio	374	44	37	19
Básquet	47	55	34	11
<i>Hockey</i>	27	67	33	0

► IMC, índice de masa corporal; N, normopeso; S, sobrepeso; O, obeso; n, número de deportistas.

tabólicamente sano (MetS) y metabólicamente no sano (MetNS), según tuvieran hasta tres o tres inclusive, o más de tres parámetros alterados, respectivamente. Se comparó cada una de las actividades deportivas, por parámetros individuales y se agrupó a los deportistas según fueran MetS o MetNS.

El análisis estadístico realizado fue de tipo descriptivo de cada una de las variables, y se expresaron los resultados en promedio \pm desviación *standard*. Se utilizó el Test T (Student) para muestras independientes, con nivel de significancia $p < 0,05$. La relación de las variables se evaluó por regresión logística [SPSS-25.0//GraphPad Prism 8//InfoStat].

Los autores declaran que en este trabajo no se han realizado experimentos con seres humanos ni animales, y se han seguido los protocolos correspondientes al centro de salud sobre la publicación y confidencialidad de los datos de los pacientes.

Resultados

Se evaluaron 1663 varones deportistas, distribuidos según actividad: gimnasio (374), fútbol (531), *running* (176), *hockey* (27), *crossfit*/boxeo/artes marciales (183), *rugby* (141), ciclismo (104), natación (80), y básquet (47).

Las variables bioquímicas evaluadas y los datos obtenidos en la entrevista médica previa se presentan en las Tablas III y IV, según la actividad deportiva realizada. Se puede observar que las medias obtenidas se encuentran todas dentro del rango de referencia correspondiente.

Las pruebas ergométricas se detuvieron por agotamiento muscular y alcanzaron, en todos los casos, valores superiores a los 13 METS (*metabolic equivalent of task*), que representan la carga de trabajo tolerada (valor máximo alcanzado: 20 Mets). Un umbral de 10 METS es considerado un objetivo para quienes comienzan a realizar actividad física y es fácilmente alcanzado por los deportistas en las

Tabla VII. Clasificación de obesos metabólicamente sanos y normopesos metabólicamente no sanos, según actividad deportiva, expresada en porcentaje y número de individuos.

Deporte	OMetS % (n)	NMetNS % (n)
Artes marciales - boxeo - <i>crossfit</i>	8,2 (15)	1,6 (3)
Ciclismo	9,6 (10)	2,9 (3)
Fútbol	8,8 (48)	0,8 (4)
Natación	8,8 (7)	1,3 (1)
<i>Running</i>	8,0 (14)	1,1 (2)
<i>Rugby</i>	16,3 (23)	0 (0)
Gimnasio	16,0 (60)	1,0 (4)
Básquet	10,6 (5)	2,0 (1)
<i>Hockey</i>	0 (0)	0,0 (0)

► OMetS, obesos metabólicamente sanos; NMetNS, normopesos metabólicamente no sanos; n, número de deportistas.

Tabla VIII. Porcentaje de deportistas por intensidad del entrenamiento y deporte, según IMC y PA.

Deporte	n	Edad	Intensidad	IMC	%Menos 3 PA	%3 o más PA	%IMC N	%IMC S	%IMC O
<i>Artes marciales - boxeo – crossfit</i>	5	41	Leve	24,5	80%	20%	60%	40%	0%
	93	35	Moderada	26,7	90%	10%	37%	48%	15%
	81	33	Intensa	25,7	94%	6%	45%	49%	6%
Ciclismo	12	38	Leve	27,0	92%	8%	34%	58%	8%
	61	39	Moderada	26,4	85%	15%	39%	48%	13%
	29	39	Intensa	26,3	93%	7%	45%	45%	10%
Fútbol	72	36	Leve	27,7	72%	28%	22%	49%	29%
	360	34	Moderada	25,9	92%	8%	44%	45%	11%
	81	32	Intensa	25,3	96%	4%	45%	49%	6%
Natación	12	35	Leve	25,0	75%	25%	42%	41%	17%
	54	37	Moderada	26,0	87%	13%	41%	52%	7%
	13	36	Intensa	25,1	100%	0%	46%	46%	8%
Running	20	36	Leve	27,6	90%	10%	25%	55%	20%
	114	39	Moderada	28,5	95%	5%	45%	47%	8%
	40	39	Intensa	25,1	100%	0%	48%	47%	5%
Rugby	1	40	Leve	26,6	100%	0%	0%	100%	0%
	39	28	Moderada	26,7	92%	8%	36%	41%	23%
	96	23	Intensa	26,5	100%	0%	35%	48%	17%
Gimnasio	61	34	Leve	27,4	89%	11%	31%	44%	25%
	264	37	Moderada	26,2	92%	8%	49%	33%	18%
	38	32	Intensa	26,6	92%	8%	32%	50%	18%
Básquet	4	31	Leve	26,5	100%	0%	25%	75%	0%
	29	33	Moderada	25,0	97%	3%	45%	45%	10%
	14	26	Intensa	23,7	93%	7%	86%	0%	14%
Hockey	3	30	Moderada	25,1	33%	67%	33%	67%	0%
	24	27	Intensa	23,9	100%	0%	71%	29%	0%

► IMC, índice de masa corporal; N, normopeso; S, sobrepeso; O, obeso; PA, parámetros alterados, n, número de deportistas. No se registran sujetos que realicen Hockey con intensidad leve.

pruebas de esfuerzo. El VO_2 pico medio obtenido es superior a 49,0 ml/min/kg en todas las disciplinas, con un mínimo individual de 45,5 ml/min/kg y un máximo de 70,0 ml/min/kg.

Analizando los datos individuales de los deportistas, se observa que, más allá de presentar en conjunto medias dentro del rango de referencia, existen parámetros individuales por fuera del rango (parámetros individuales alterados: PA).

En la Tabla V, se muestran las diferentes categorías deportivas, según menos de 3 o 3 o más PA, basadas en

la definición ATP III. Se observa que, en todos los casos, la mayoría de los deportistas (más de un 60 %) puede definirse como *MetS*. El deporte que presenta mayor porcentaje de deportistas con más de tres parámetros alterados es la natación.

El parámetro bioquímico individual que se presenta alterado en un mayor porcentaje de individuos es el CT (31,01 %), seguido por C-HDL (20,80 %) y TG (15,36 %). La variable menos alterada es la glucosa, con 1,43 %. Esta observación se correlaciona con el efecto beneficioso que genera la realización de cualquier deporte sobre el meta-

Tabla IX. Asociación entre intensidad de la actividad y cantidad de parámetros alterados.

Intensidad	OR	Wald Chi*	p
Leve	2,99	4,57	<0,0001*
Moderada	1,00	1,3x10-5	0,9971

► OR, Odd Ratio; PA, parámetros alterados; *p< 0,05, significativo; condición de referencia de intensidad: intensa; variables dependientes dicotómicas, menos 3 PA, 3 o más PA; condición de referencia, menos 3 PA.

bolismo de los hidratos de carbono y la regulación de la glucosa.

La Tabla VI muestra la categorización según IMC, por deporte y por porcentaje de individuos.

A partir del análisis y comparación de los resultados de IMC vs. PA, puede observarse que hay un grupo de individuos que se definen como 0, según IMC, pero no presentan más de 3 PA, por lo que pueden clasificarse como obesos metabólicamente sanos (OMetS). Además, aquellos deportistas que presentan IMC normal, pero tienen más de 3 parámetros alterados pueden definirse como normal metabólicamente no sano (MetNS). En todas las actividades deportivas, este grupo no supera el 3% (Tabla VII).

Analizando las diferentes actividades deportivas, según la intensidad de entrenamiento, se observa que, en todos los grupos, existe una relación inversamente proporcional entre el aumento de la intensidad y el porcentaje de PA. En todos los casos, cuando la actividad es clasificada como intensa, el porcentaje de deportistas MetS es superior a 90%. En el caso del *hockey*, que no tiene deportistas que realicen actividad de intensidad leve, no se observan individuos clasificados como obesos, según IMC (Tabla VIII).

A partir del análisis estadístico de los datos que dieron lugar a la Tabla VIII, se evidencia que aquellos deportistas que realizan una actividad con intensidad leve, independientemente del tipo de deporte que practiquen, tienen 3 veces más probabilidades que los deportistas que realizan actividad intensa de tener 3 o más parámetros del metabolismo alterados (Tabla IX). A su vez, aquellos sujetos que practican una actividad con intensidad leve y presentan sobrepeso u obesidad tienen de 2,6 a 3 veces más probabilidades de ser NMetS que aquellos que lo hacen de forma intensa (Tabla X).

Discusión

Se puede definir salud como un reflejo del bienestar físico global, mental y social, que supera el hecho de ausencia de enfermedad. La salud no es estable en el transcurso del tiempo y puede ser modificada por acciones nutricionales o actividad física. La OMS expresa que la salud conforma un conjunto de situaciones que derivan en el bienestar de la persona².

Este trabajo describe el estado metabólico de un grupo de deportistas recreacionales y para ello utiliza el IMC como referencia de condición de obesidad y los valores del Panel III de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (ATP-III) para definir la situación del individuo metabólicamente sano³. De este modo, se señala la presencia de tres o más de los cinco criterios recogidos como indicadores de alteración. En este estudio, todos los individuos siguen programas de entrenamiento y presentan una condición física adecuada, demostrable a partir de los datos fisiológicos obtenidos, por lo que es esperable que su perfil metabólico también lo sea. Sin embargo, resultados individuales pueden marcar diferencias con este concepto.

Del análisis, surge la presencia de deportistas con buen perfil metabólico, pero con obesidad. La obesidad metabólicamente sana (OMetS) es un concepto reciente que describe un fenotipo de pacientes obesos que parecen estar protegidos contra las alteraciones metabólicas; es decir, individuos que tienen IMC elevado, pero carecen de parámetros bioquímicos y fisiológicos alterados. Por ello, para definir OMetS es posible excluir el síndrome metabólico, usando las clasificaciones de ATP-III⁴⁻⁷. El reconocimiento del sedentarismo como factor de riesgo cardiovascular y el efecto beneficioso del ejercicio regular para el organismo motivan la promoción de la actividad física dentro de la población en favor de la salud y la prevención de enfermedades. La respuesta en el perfil metabólico

Tabla X. Asociación entre intensidad de la actividad, IMC y cantidad de parámetros alterados.

Asociación	OR	Wald Chi*	p
Leve con sobrepeso	2,93/1,72	24,35/8,60	<0,0001*/0,0034*
Leve con obesidad	2,68/2,68	19,88/21,50	<0,0001*/<0,0001*
Moderada con sobrepeso	1,03/1,76	0,02/9,44	0,8845/0,0021*
Moderada con obesidad	1,02/2,95	0,01/26,96	0,9084/<0,0001*

► OR, Odd Ratio; PA, parámetros alterados; *p< 0,05, significativo; condición de referencia de intensidad, intensa; condición de referencia IMC, normopeso; variables dependientes dicotómicas, menos 3 PA, 3 o más PA; condición de referencia, menos 3 PA.

después de una sesión de ejercicio físico, así como los efectos de un programa de entrenamiento, es diferente según el tipo de ejercicio, la intensidad, la frecuencia, la duración de la sesión y el tiempo de permanencia. No todo ejercicio o actividad deportiva tiene los mismos efectos en el perfil metabólico. Muchas veces se utiliza del mismo modo la interpretación del efecto de diferentes actividades deportivas, pero esta se presenta en varias modalidades muy diferentes entre sí, así como también los factores que limitan dichos efectos en función de cuál sea el ejercicio y sus diferentes especialidades. Esto plantea una gran dificultad a la hora de evaluarlos de acuerdo con las diferentes exigencias de la preparación deportiva, atendiendo a sus características bioenergéticas. Considerando las distintas metodologías de entrenamiento, se pueden agrupar las actividades en deportes de fuerza y fuerza rápida (levantamiento de pesas, saltos y lanzamientos); deportes de combate (boxeo, *kickboxing*); deportes de *endurance* (medio fondo y fondo; natación, ciclismo en carretera); deportes de características intermitentes (fútbol, voleibol, baloncesto), entre otros. Comparar los efectos de deportes diferentes en el perfil metabólico puede resultar realmente difícil, ya que, aunque predomine la misma vía energética, las características intrínsecas del entrenamiento y, en especial, la intensidad del mismo pueden diferir sustancialmente⁸.

En este trabajo, las diferentes actividades deportivas realizadas presentan respuestas individuales en los parámetros medidos, pero la tendencia general es la de la protección y disminución de los factores de riesgo metabólicos, independientemente del IMC. Dentro de este contexto, debemos destacar que, según datos de la OMS, alrededor del 13 % de los adultos, mundialmente, presenta obesidad y más del 39 %, sobrepeso [OMS, 2016]⁹. La obesidad se ha convertido en el factor de riesgo en salud modificable, más importante y se la considera una enfermedad crónica, de origen multifactorial, que presenta una gran cantidad de fenotipos¹⁰. Para su desarrollo, se involucran la susceptibilidad genética, metabólica, endocrinológica, los estilos de vida (íntimamente relacionados con la actividad física) y el entorno, con influencia de diversos determinantes subyacentes como la condición económica, la educación, la cultura, la urbanización y las condiciones sociopolíticas. Algunos autores describen la existencia de pacientes con obesidad que se encontrarían protegidos de las anormalidades metabólicas, a los que clasifican como pacientes con obesidad metabólicamente sanos, y estiman que, aproximadamente entre un 10 y 20 %, no presentan complicaciones metabólicas como riesgo cardiovascular^{11,12}. En este estudio, se encontró un grupo menor, pero que debe ser tenido en cuenta, de deportistas metabólicamente sanos que presentan obesidad. La utilización adecuada de los sustratos energéticos a partir de la realización de actividad física colabora en disminuir el riesgo y mejorar la calidad de vida, pero se debe tener en cuenta que la obesidad aumenta el riesgo de desarrollar patologías. En ese sentido, es importante observar el

equilibrio entre la acción del tejido adiposo y el muscular. El músculo es un órgano, también con características endocrinas, subestimado en el papel que cumple en la salud y la enfermedad¹³. Sin embargo, el paciente con obesidad, sin importar el fenotipo, parece tener mayor riesgo de progresión de las enfermedades crónicas. La condición de *metabólicamente sano*, que se pierde al asociarse principalmente a hipertrigliceridemia, nivel bajo de C-HDL y desregulación del metabolismo de la glucosa, podría no sostenerse en el tiempo, a medida que la edad avanza. En consecuencia, presentar obesidad ofrece una situación de riesgo cardiovascular de por sí. De acuerdo con los diferentes autores, el fenotipo metabólicamente sano puede alcanzar hasta el 30 % en los pacientes que presentan obesidad, lo que, en algunos casos, puede retardar el inicio del tratamiento nutricional por no contar con complicaciones metabólicas. Es importante considerar que el fenotipo del paciente con obesidad metabólicamente sano puede estar relacionado con su edad y conforme avance el grado de obesidad o aumente la edad, se pueden desarrollar complicaciones metabólicas¹⁴. Ante este panorama, es indispensable saber que la actividad física mejora la calidad de vida de todos los individuos: el sistema muscular interactúa con otros órganos por medio de sus mioquinas, mejorando la condición de ese paciente y retrasa la aparición de disfunciones metabólicas asociadas a la obesidad.

Se requieren más estudios en donde se evalúen de modo longitudinal la evolución del fenotipo, la respuesta a intervenciones nutricionales y el desarrollo general del individuo para corroborar que el estado inicial de OMetS se mantiene a lo largo del paso de los años.

En conclusión, la observación de los resultados obtenidos evidencia que la respuesta generada por el ejercicio sobre los parámetros bioquímicos asociados al síndrome metabólico produce un efecto beneficioso en el control de los mismos, el IMC guarda una relación adecuada con el perfil metabólico. Estos aspectos son más relevantes cuando la intensidad del entrenamiento es mayor, independientemente del tipo de actividad que se desarrolle. Deben considerarse también aspectos individuales, por lo que es necesario que cada deportista sea evaluado en su contexto para asegurar su cuidado y control. El IMC puede ser un buen indicador a tener en cuenta para definir posibles alteraciones en los parámetros metabólicos, pero no es mandatorio, ya que la fisiología junto con factores externos y ambientales no permite estandarizar este criterio.

Agradecimientos

Al personal del Laboratorio del Área Preanalítica por la recolección de muestras para su proceso; al Área de Química Clínica del laboratorio y al Servicio de Cardiología de TCba por las facilidades otorgadas para la recolección de datos y a la Dirección de TCba Laboratorio por la facilitación de recursos y apoyo integral para la realización del trabajo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no presentar ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

1. Navarrete Mejia PJ, Loayza Alarico MJ, Velazco Guerrero JC, Huatuco Collantes ZA, Meza RA. Índice de masa corporal y niveles séricos de lípidos. *Horiz Med.* 2016;2(16):13-8.
2. Sandoval AEP, Arencibia ELP. Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis de ejercicio cardiosaludable. Ministerio de sanidad, política social e igualdad. España, 2011. Disponible en: https://fundadeps.org/wp-content/uploads/eps_media/recursos/documentos/267/libro_ejercicio_cardiosaludable_CSD.pdf
3. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III). *JAMA.* 2001;285(19):2486-97.
4. Pajuelo RJ, Arbañil HH, Gonzales JS, Gamarra GD, Torres AH, Pando R. Obeso metabólicamente normal. *An Fac Med.* 1975;2:113-8.
5. Osadnik K, Osadnik T, Lonnie M, Lejawa M, Reguła R, Fronczek M, et al. Metabolically healthy obese and metabolic syndrome of the lean: the importance of diet quality. Analysis of MAGNETIC cohort. *Nutr J.* 2020;19(1):19.
6. Fernández-Travieso JC. Incidencia actual de la obesidad en las enfermedades cardiovasculares. [Spanish]. *Revista CENIC Ciencias Biológicas.* 2016;47(1):1-11.
7. Loje-López C, Gutiérrez-Zevallos J, Gonzales-Rojas A. Prevalencia de obesidad metabólicamente sana en estudiantes de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo. *Horiz Med (Lima).* 2021;21(4): e1378.
8. Boraita A. La práctica deportiva mejora el perfil lipídico plasmático, pero ¿a cualquier intensidad? *Rev Esp Cardiol.* 2004;57(6):495-8.
9. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. [Internet]. 9 Junio 2021. [Consultado 22 septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
10. Moreno GM. Definición y clasificación de la obesidad. *Rev Méd Clín Condes.* 2012;2:124-8.
11. Primeau V, Coderre L, Karelis AD, Brochu M, Lavoie M-E, Messier V, et al. Characterizing the profile of obese patients who are metabolically healthy. *Int J Obes.* 2011;35(7):971-81.
12. Borrás JLG, Gilbert JC. ¿Existe el obeso sano? *Endocrinología y Nutrición.* 2014;1:47-51.
13. Pedersen B, Akertstrom T, Nielsen A, Fischer C. Rol de las mioquinas en el ejercicio y el metabolismo. *J Appl Physiol.* 2007;(103):1093-8.
14. Martínez A. Obesidad y salud, ¿en realidad existe el paciente obeso metabólicamente sano? *RESPYN.* 2017;16(2):44-45.