

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

УДК 616-056.52; 612.123
DOI: 10.21668/health.risk/2022.3.15

Читать
онлайн 

Научная статья

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНОСТИ МАРКЕРОВ ОЖИРЕНИЯ – ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА (ИМТ) И ИНДЕКСА НАКОПЛЕНИЯ ЛИПИДОВ (LAP, LIPID ACCUMULATION PRODUCT) – В ОЦЕНКЕ РИСКА РАЗВИТИЯ ПРОАТЕРОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ В ЛИПИДНОМ ПРОФИЛЕ КРОВИ

А.М. Канева, Е.Р. Бойко

Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук
ФГБУН ФИЦ «Коми НЦ УрО РАН», Россия, 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 50

Эпидемия ожирения вызывает серьезную озабоченность в современном обществе, поскольку ожирение является основным фактором риска многих серьезных заболеваний. Высокий риск развития заболеваний при ожирении связан, в первую очередь, с метаболическими нарушениями. При этом дислипидемия, как правило, является ранним проявлением метаболических нарушений при ожирении.

Однако ожирение – это не единственный фактор риска развития осложнений при ожирении. Для оценки риска развития осложнений при ожирении важны не только индекс массы тела (ИМТ), но и индекс накопления липидов (LAP – lipid accumulation product).

В исследовании приняли участие 2400 человек в возрасте 20–60 лет. У участников определяли антропометрические и клинические параметры, проводили измерение уровней липидов в сыворотке крови.

Показатели индекса LAP ожидали высоко коррелировали со значениями ИМТ. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между значениями индекса LAP и ИМТ составил 0,73 (< 0,001) у мужчин ($n = 1168$) и 0,77 (< 0,001) у женщин ($n = 1232$). Однако оценка соответствия этих двух показателей с помощью Кappa-теста выявила низкую степень согласия между значениями индекса LAP и ИМТ (0,35 у мужчин и 0,39 у женщин). Сравнение выборок с различающимися квартилями по значениям индекса LAP и ИМТ показало наличие более атерогенного липидного профиля у лиц с превышением значений индекса LAP над показателями ИМТ.

При дискордантности квартилей высокие значения индекса LAP в большей степени связаны с атерогенностью липидного профиля, чем показатели общепринятого индекса ожирения – ИМТ. Использование только ИМТ для определения ожирения может приводить к недооценке метаболических нарушений в организме. Для корректной оценки ожирения и метаболического здоровья рекомендуется наряду с традиционными индексами ожирения определять индекс LAP.

Ключевые слова: индекс накопления липидов (LAP), индекс массы тела (ИМТ), ожирение, маркеры, окружность талии, триглицериды, атерогенность, метаболизм.

В настоящее время существует большое разнообразие индексов для оценки ожирения. Прежде всего, к ним относятся всевозможные антропометрические параметры, такие как индекс массы тела (ИМТ) [1], отношение окружности талии к окружности бедра или к росту [2], индекс конусности (conicity index – CI) [3], индекс объема брюшной полости (abdominal volume index – AVI) [4], индекс ожирения тела (body adiposity index – BAI) [5], индекс формы тела (a body shape index – ABSI) [6] и многие другие. Также в последние годы разработа-

ны комбинированные индексы, которые помимо антропометрического компонента включают биохимические параметры, как правило, это показатели липидного обмена. Среди комбинированных индексов наиболее известными являются индекс висцерального ожирения (visceral adiposity index – VAI) [7], кардиометаболический индекс (cardiometabolic index – CMI) [8] и индекс накопления липидов (lipid accumulation product – LAP) [9].

Несмотря на такое разнообразие индексов, наиболее широким показателем ожирения

© Канева А.М., Бойко Е.Р., 2022

Канева Анастасия Михайловна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии (e-mail: amkaneva@mail.ru; тел.: 8 (8212) 24-14-74; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7789-4300>).

Бойко Евгений Рафаилович – доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: boiko60@inbox.ru; тел.: 8 (8212) 24-14-74; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8027-898X>).

остается индекс Кетле или ИМТ. Формулу для расчета индекса предложил бельгийский ученый Адольф Кетле в 1832 г. Более века спустя A. Keys с коллегами из Университета Миннесоты популяризовали этот индекс для популяционных исследований и переименовали индекс Кетле в ИМТ [1]. ИМТ оценивает отношение веса человека к его росту и тем самым позволяет судить о том, является ли масса недостаточной, нормальной или избыточной. В 1997 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разработала классификацию ожирения по ИМТ и рекомендовала использовать ее для оценки риска развития заболеваний, связанных с ожирением [10]. Однако предложенная ВОЗ классификация не лишена недостатков, в ней не учитывается пол, возраст и фенотип ожирения. В последнее время появляется все больше сведений о недостаточной информативности ИМТ в определении рисков для здоровья человека. Это побудило ученых к разработке комбинированных индексов ожирения, включающих в себя как антропометрические, так и биохимические показатели. Самым простым для расчета среди комбинированных индексов является индекс LAP.

Индекс LAP, предложенный в 2005 г., рассчитывается на основании окружности талии и концентрации триглицеридов в крови, которые являются индикаторами накопленного и циркулирующего жира в организме человека соответственно [9]. Способность индекса LAP предсказывать сердечно-сосудистую патологию и определять метаболические заболевания продемонстрирована во многих исследованиях [11–19].

Цель исследования – сравнить информативность ИМТ и индекса LAP в оценке риска развития проатерогенных нарушений в липидном профиле крови.

Материалы и методы. В исследовании участвовало 2400 человек (1168 мужчин и 1232 женщины) в возрасте 20–60 лет. У обследуемых определяли антропометрические параметры (рост, вес, окружность талии). Рост и вес измеряли стоя, без верхней одежды и обуви, на стандартных ростомере и весах. ИМТ рассчитывали по формуле: ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$) = вес (кг) / рост (м)². Окружность талии измеряли при помощи сантиметровой ленты.

Кровь для биохимического анализа брали из локтевой вены с помощью вакутейнеров в утренние часы, натощак. В сыворотке крови определяли содержание триглицеридов, общего холестерина и холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП). На основании полученных данных рассчитывали:

◆ коэффициент атерогенности:

КА = (общий холестерин – ХС-ЛПВП) / ХС-ЛПВП;

◆ ХС-нелПВП:

ХС-нелПВП = общий холестерин – ХС-ЛПВП;

◆ атерогенный индекс плазмы (AIP):

AIP = $(\log [\text{триглицериды} / \text{ХС-ЛПВП}])$ [20].

Расчет индекса LAP производился по следующим формулам:

- ◆ для мужчин: LAP = (окружность талии – 65) × триглицериды;
- ◆ для женщин: LAP = (окружность талии – 58) × триглицериды [9].

Для статистической обработки полученных результатов использовали программу MedCalc 19.5.1 (MedCalc Software Ltd, Belgium). В таблицах количественные данные представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентиля, качественные данные приведены в виде n (%). Значимость различий между группами оценивали критерием Манна – Уитни. Для выявления взаимосвязи между показателями вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для оценки согласованности параметров рассчитывали коэффициент Кappa.

Результаты и их обсуждение. Опасность избыточного веса и ожирения связана с высоким риском развития ряда заболеваний вследствие метаболических нарушений. Индекс LAP по сравнению с традиционными антропометрическими показателями обладает преимуществом, которое связано с тем, что он одновременно отражает анатомические и биохимические последствия ожирения и позволяет как оценивать характер распределения жира в организме, так и отражать функциональное состояние жировой ткани.

Практически по всем анализируемым параметрам, кроме возраста и ИМТ, наблюдались значимые различия между мужчинами и женщинами (табл. 1). Все показатели, за исключением ХС-ЛПВП, у мужчин были выше, чем у женщин.

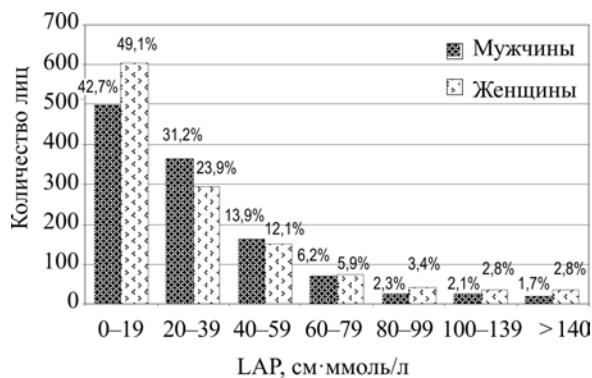
Диапазон варьирования показателей индекса LAP у мужчин и женщин был достаточно большой (от 0,5 до 221,3 $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$ у мужчин и от 0,4 до 262,2 $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$ у женщин). Однако анализ структуры распределения данных показал, что она имеет ярко выраженный левосторонний характер (рисунок). У 75 % мужчин и женщин значения индекса LAP варьировались в диапазоне от 0,4 до 40 $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$. При этом средние значения индекса LAP у мужчин и женщин составили 23,0 (12,4; 40,8) и 20,3 (9,7; 42,3) $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$ соответственно (табл. 1).

Наблюдаемый широкий размах варьирования значений индекса LAP, который составил 220,8 $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$ у мужчин и 261,8 $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$ у женщин, обусловлен использованием двух разноразмерных показателей (окружность талии и концентрация триглицеридов) при расчете данного показателя. Полученные результаты соответствуют данным литературы [16, 21–24]. Наибольший диапазон варьирования значений индекса LAP отмечался в исследовании M. Bozorgmanesh и др. и составил 569,64 $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$ у мужчин и 619,83 $\text{см} \cdot \text{ммоль}/\text{л}$ у женщин [16]. Левосторонний характер распределения значений индекса LAP соответствует ранее опубликованным данным нашего исследования, в котором изучались особенности варьирования, половые отличия и возрастная динамика

Таблица 1

Антрапометрические и клинические показатели у обследуемых

Показатель	Мужчины, <i>n</i> = 1168		Женщины, <i>n</i> = 1232		<i>p</i>
	Медиана (25 %; 75 %)	Минимум – максимум	Медиана (25 %; 75 %)	Минимум – максимум	
Возраст, лет	42,0 (32,0; 50,0)	20,0–60,0	41,0 (32,0; 49,0)	20,0–60,0	0,437
Вес, кг	76,0 (69,0; 85,3)	44,0–150,0	66,0 (59,0; 76,0)	43,0–135,0	<0,001
Рост, см	175,0 (170,0; 180,0)	140,0–196,0	163,0 (158,0; 166,0)	141,0–184,0	<0,001
Окружность талии, см	84,0 (78,0; 91,0)	66,0–136,0	77,0 (70,0; 88,0)	59,0–138,0	<0,001
ИМТ, кг/м ²	25,1 (22,9; 27,9)	16,4–46,7	25,3 (22,3; 28,8)	16,7–50,0	0,908
LAP, см·ммоль/л	23,0 (12,4; 40,8)	0,5–221,3	20,3 (9,7; 42,3)	0,4–262,2	0,013
Общий холестерин, ммоль/л	5,41 (4,65; 6,32)	2,36–11,07	5,28 (4,51; 6,14)	1,65–14,24	0,009
Триглицериды, ммоль/л	1,24 (0,90; 1,72)	0,40–9,50	1,06 (0,77; 1,55)	0,40–9,99	<0,001
ХС-ЛПВП, ммоль/л	1,23 (1,10; 1,34)	0,60–1,98	1,27 (1,13; 1,39)	0,58–2,42	<0,001
ХС-нелПВП, ммоль/л	4,19 (3,43; 5,09)	1,17–10,11	4,01 (3,29; 4,84)	0,48–12,99	<0,001
Коэффициент атерогенности	3,41 (2,78; 4,22)	0,94–10,60	3,19 (2,55; 3,89)	0,41–10,39	<0,001
AIP	0,01 (-0,14; 0,16)	-0,52–0,96	-0,07 (-0,21; 0,09)	-0,51–0,83	<0,001

Рис. Распределение значений индекса LAP у мужчин (*n* = 1168) и женщин (*n* = 1232)

значений индекса LAP у практически здоровых людей [24]. Однако границы варьирования значений индекса LAP у практически здоровых людей оказались значительно меньше, чем в настоящем исследовании, в котором не производился отсев участников по наличию заболеваний, что было обусловлено дизайном исследования, направленного на выявление связи между индексами ожирения и нарушениями липидного обмена.

Значения индекса LAP высоко коррелировали с показателями ИМТ. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между значениями индекса LAP и ИМТ составил 0,73 у мужчин (< 0,001) и 0,77 у женщин (< 0,001). Такая высокая корреляция обусловлена зависимостью показателей ИМТ от значений окружности талии, которые используются для расчета индекса LAP. Разумеется, что с повышением массы тела увеличиваются его объемы. Согласно данным литературы, между значениями ИМТ и окружности талии отмечается сильная корреляция (выше 0,80), особенно в неоднородных группах, включающих как худощавых лиц, так и пациентов с ожирением [25, 26]. Но при этом детальный анализ данных показывает, что для каждого конкретного значения ИМТ наблюдается широкий размах показателей окружности талии. И, соответственно, люди с одинаковыми

значениями ИМТ, но с разными показателями окружности талии существенно отличаются по степени риска развития метаболических и сердечно-сосудистых заболеваний [26].

Оценка соответствия значений индекса LAP и ИМТ с помощью Кappa-теста выявила низкую степень согласия между этими двумя показателями (табл. 2). Соответствие квартилей двух показателей наблюдалось только у половины обследованных мужчин и женщин (52 и 54 % соответственно). Причем уровень согласованности показателей у мужчин и женщин был выше в крайних квартилях (16–17 %) и ниже в средних (9–11 %).

Сравнение выборок с различающимися квартилами по значениям индекса LAP и ИМТ показало наличие более атерогенного липидного профиля у лиц с превышением значений индекса LAP над показателями ИМТ (табл. 3). В группе мужчин с диспропорционально высокими значениями индекса LAP, по сравнению с показателями ИМТ, отмечались значимо более высокие показатели общего холестерина, ХС-нелПВП и коэффициента атерогенности, при этом содержание ХС-ЛПВП в этих группах было одинаковым. В группе женщин с превышением значений индекса LAP над показателями ИМТ все показатели холестеринового обмена были значимо выше. Наблюдаемые различия по содержанию триглицеридов и показателям AIP у обследованных обусловлены дизайном формирования групп.

Более сильная связь высоких значений индекса LAP с атерогенностью липидного профиля по сравнению с ИМТ обусловлена тем, что при расчете этого индекса наряду с антропометрическим показателем (окружность талии) используется биохимический параметр (концентрация триглицеридов). И это позволяет индексу LAP не только отражать избыточность веса, но и указывать на риск развития метаболических нарушений. Согласно данным литературы, значения индекса LAP положительно коррелируют с содержанием общего холестерина, аполипопротеина-В, свободных жирных кислот и отрицательно связаны

Таблица 2

Уровень согласованности квартилей значений индекса LAP и ИМТ у мужчин и женщин

Пол	Показатель	ИМТ, n (%)				Уровень согласия, коэффициент Кappa (95 % CI)
		LAP	квартиль 1	квартиль 2	квартиль 3	
Мужчины, n = 1168	Квартиль 1	192 (16,4)	74 (6,3)	24 (2,1)	2 (0,2)	Низкий, 0,35 (0,32–0,39)
	Квартиль 2	77 (6,6)	108 (9,2)	72 (6,2)	35 (3,0)	
	Квартиль 3	21 (1,8)	80 (6,8)	119 (10,2)	72 (6,2)	
	Квартиль 4	2 (0,2)	30 (2,6)	77 (6,6)	183 (15,7)	
Женщины, n = 1232	Квартиль 1	206 (16,7)	79 (6,4)	23 (1,9)	0 (0)	Низкий 0,39 (0,35–0,42)
	Квартиль 2	78 (6,3)	135 (11,0)	80 (6,5)	15 (1,2)	
	Квартиль 3	17 (1,4)	73 (5,9)	124 (10,1)	94 (7,6)	
	Квартиль 4	7 (0,6)	21 (1,7)	81 (6,6)	199 (16,2)	

Причение: значения коэффициента Кappa варьируются от 0 до 1 и отражают степень согласия между двумя переменными. Уровни согласия варьируются от незначительного (от 0,0 до 0,20), низкого (от 0,21 до 0,40), умеренного (от 0,41 до 0,60), существенного (от 0,61 до 0,80) и до почти идеального (от 0,81 до 1,00), согласно J.R. Landis и G.G. Koch [27].

Таблица 3

Общая характеристика мужчин и женщин с дискордантными квартилями по значениям индекса LAP и ИМТ

Показатель	Мужчины		p	Женщины		p
	квартиль ИМТ > квартиль LAP, n = 279	квартиль ИМТ < квартиль LAP, n = 287		квартиль ИМТ > квартиль LAP, n = 291	квартиль ИМТ < квартиль LAP, n = 277	
	Медиана (25 %; 75 %)	Медиана (25 %; 75 %)		Медиана (25 %; 75 %)	Медиана (25 %; 75 %)	
Возраст, лет	44,0 (33,0; 51,0)	42,0 (34,0; 50,0)	0,598	40,0 (31,0; 48,5)	44,0 (37,0; 50,0)	<0,001
Вес, кг	79,0 (74,0; 88,0)	74,0 (68,0; 80,0)	<0,001	71,0 (64,0; 78,0)	62,0 (56,0; 69,0)	<0,001
Рост, см	173,0 (169,0; 178,0)	176,0 (170,0; 180,0)	<0,001	162,0 (158,0; 166,0)	163,0 (158,0; 167,0)	0,115
Окружность талии, см	85,0 (78,0; 91,0)	84,0 (79,0; 88,0)	0,230	79,0 (70,0; 87,0)	77,0 (72,0; 85,0)	0,746
ИМТ, кг/м ²	26,5 (25,0; 28,6)	24,0 (22,4; 25,4)	<0,001	26,9 (24,6; 29,8)	23,7 (21,6; 25,8)	<0,001
LAP, см·ммоль/л	17,71 (10,23; 23,58)	31,20 (22,47; 46,69)	<0,001	16,0 (8,4; 26,9)	29,6 (18,4; 54,6)	<0,001
Общий холестерин, ммоль/л	5,23 (4,58; 5,97)	5,78 (4,99; 6,63)	<0,001	5,03 (4,36; 5,94)	5,61 (4,93; 6,54)	<0,001
Триглицериды, ммоль/л	0,89 (0,70; 1,12)	1,72 (1,38; 2,25)	<0,001	0,77 (0,61; 0,97)	1,60 (1,15; 2,17)	<0,001
ХС-ЛПВП, ммоль/л	1,24 (1,08; 1,34)	1,24 (1,11; 1,34)	0,498	1,25 (1,13; 1,36)	1,30 (1,17; 1,46)	<0,001
ХС-нелПВП, ммоль/л	4,00 (3,36; 4,76)	4,49 (3,76; 5,46)	<0,001	3,82 (3,12; 4,62)	4,27 (3,59; 5,20)	<0,001
Коэффициент атерогенности	3,34 (2,76; 3,99)	3,66 (3,07; 4,47)	<0,001	3,02 (2,48; 3,75)	3,26 (2,61; 4,08)	0,012
AIP	-0,14 (-0,24; -0,02)	0,15 (0,05; 0,28)	<0,001	-0,21 (-0,31; -0,10)	0,08 (-0,04; 0,25)	<0,001

с уровнем ХС-ЛПВП. Также установлено, что значения индекса LAP ассоциированы с количеством и размерами липопротеинов высокой и низкой плотности [28].

Превосходство индекса LAP над ИМТ в прогнозировании риска развития сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний продемонстрировано во многих исследованиях [14, 15, 29–31]. Оно обусловлено тем, что ИМТ отражает только генерализован-

ное ожирение, тогда как значения окружности талии, используемые для расчета индекса LAP, являются показателями абдоминального ожирения. Между тем измерение окружности талии не позволяет дифференцировать висцеральные и подкожные жировые отложения, но этот недостаток компенсируется введением в формулу значений уровня триглицеридов, которые связаны с висцеральной жировой тканью. Именно избыток висцерального жира инициирует

каскад метаболических нарушений, приводящих к дислипидемии, гипергликемии, гиперинсулинемии и инсулиноврезистентности [32].

Многие исследователи признают, что ИМТ полезен в популяционных исследованиях в силу его широкого признания в качестве скринингового инструмента для выявления ожирения, однако использование его на индивидуальном уровне имеет ограниченную прогностическую ценность. ИМТ проявляет хорошую диагностическую способность выявления ожирения при высоких значениях. Но, как показали исследования, лица со средними значениями ИМТ представляют собой неоднородную группу в отношении содержания жира в организме. При этом установлено, что избыточное количество висцерального жира связано с нарушением регуляции метаболизма независимо от массы тела [33]. В этом случае индекс LAP может стать полезным инструментом в клинической практике для выявления и прогнозирования риска метаболических нарушений на персонифицированном уровне.

Выводы. Ожирение является серьезной проблемой современного общества, поскольку значительно повышает риск развития многих серьезных

заболеваний. Неблагоприятное влияние ожирения на здоровье, прежде всего, связано с сопутствующими метаболическими заболеваниями. Раннее выявление нарушений метаболических процессов необходимо для своевременного начала коррекционной терапии с целью предотвращения негативных последствий ожирения для организма. Как показали результаты этого исследования, современный индекс ожирения – индекс LAP, по сравнению с традиционным ИМТ, обладает преимуществом в выявлении атерогенных изменений липидного профиля крови. Развитие атерогенных нарушений при ожирении является следствием дисфункции висцеральной жировой ткани. Введение в клиническую практику комплексного индекса LAP, являющегося индикатором функционального состояния висцеральной жировой ткани, может существенно улучшить диагностику и оценку рисков метаболических нарушений, связанных с ожирением.

Финансирование. Исследования проведены в рамках темы НИР ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН FUUU-2022-0063 (№ 1021051201877-3).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Indices of relative weight and obesity / A. Keys, F. Fidanza, M.J. Karvonen, N. Kimura, H.L. Taylor // *J. Chronic. Dis.* – 1972. – Vol. 25, № 6. – P. 329–343. DOI: 10.1016/0021-9681(72)90027-6
2. Ashwell M. Obesity risk: importance of the waist-to-height ratio // *Nurs. Stand.* – 2009. – Vol. 23, № 41. – P. 49–54. DOI: 10.7748/ns2009.06.23.41.49.c7050
3. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study / R. Valdez, J.C. Seidell, Y.I. Ahn, K.M. Weiss // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* – 1993. – Vol. 17, № 2. – P. 77–82.
4. Guerrero-Romero F., Rodríguez-Morán M. Abdominal volume index. An anthropometry-based index for estimation of obesity is strongly related to impaired glucose tolerance and type 2 diabetes mellitus // *Arch. Med. Res.* – 2003. – Vol. 34, № 5. – P. 428–432. DOI: 10.1016/S0188-4409(03)00073-0
5. A better index of body adiposity / R.N. Bergman, D. Stefanovski, T.A. Buchanan, A.E. Sumner, J.C. Reynolds, N.G. Sebring, A.H. Xiang, R.M. Watanabe // *Obesity (Silver Spring)*. – 2011. – Vol. 19, № 5. – P. 1083–1089. DOI: 10.1038/oby.2011.38
6. Krakauer N.Y., Krakauer J.C. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index // *PLoS One*. – 2012. – Vol. 7, № 7. – P. e39504. DOI: 10.1371/journal.pone.0039504
7. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk / M.C. Amato, C. Giordano, M. Galia, A. Criscimanna, S. Vitabile, M. Midiri, A. Galluzzo, AlkaMeSy Study Group // *Diabetes Care*. – 2010. – Vol. 33, № 4. – P. 920–922. DOI: 10.2337/dc09-1825
8. Wakabayashi I., Daimon T. The “cardiometabolic index” as a new marker determined by adiposity and blood lipids for discrimination of diabetes mellitus // *Clin. Chim. Acta*. – 2015. – Vol. 438. – P. 274–278. DOI: 10.1016/j.cca.2014.08.042
9. Kahn H.S. The lipid accumulation product is better than body mass index for identifying diabetes // *Am. J. Epidemiol.* – 2005. – Vol. 161, № 11. – P. S51.
10. World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO Consultation on Obesity*. – Geneva: WHO, 1998. – 276 p.
11. Lipid accumulation product in relation to 10-year cardiovascular disease incidence in Caucasian adults: The ATTICA study / I. Kyrou, D.B. Panagiotakos, G.M. Kouli, E. Georgousopoulou, C. Chrysohoou, C. Tsigas, D. Tousoulis, C. Pitsavos // *Atherosclerosis*. – 2018. – Vol. 279. – P. 10–16. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.015
12. Lipid accumulation product and hypertension related to stroke: a 9.2-year prospective study among Mongolians in China / C. Zhong, W. Xia, X. Zhong, T. Xu, H. Li, M. Zhang, A. Wang, T. Xu [et al.] // *J. Atheroscler. Thromb.* – 2016. – Vol. 23, № 7. – P. 830–838. DOI: 10.5551/jat.33514
13. Validity of cardiometabolic index, lipid accumulation product, and body adiposity index in predicting the risk of hypertension in Chinese population / H. Wang, Y. Chen, G. Sun, P. Jia, H. Qian, Y. Sun // *Postgrad. Med.* – 2018. – Vol. 130, № 3. – P. 325–333. DOI: 10.1080/00325481.2018.1444901
14. Ray L., Ravichandran K., Nanda S.K. Comparison of lipid accumulation product index with body mass index and waist circumference as a predictor of metabolic syndrome in Indian population // *Metab. Syndr. Relat. Disord.* – 2018. – Vol. 16, № 5. – P. 240–245. DOI: 10.1089/met.2017.0119

15. Lipid accumulation product is a powerful index for recognizing insulin resistance in non-diabetic individuals / C. Xia, R. Li, S. Zhang, L. Gong, W. Ren, Z. Wang, Q. Li // Eur. J. Clin. Nutr. – 2012. – Vol. 66, № 9. – P. 1035–1038. DOI: 10.1038/ejcn.2012.83
16. Bozorgmanesh M., Hadaegh F., Azizi F. Diabetes prediction, lipid accumulation product, and adiposity measures; 6-year follow-up: Tehran lipid and glucose study // Lipids Health Dis. – 2010. – Vol. 9. – P. 45. DOI: 10.1186/1476-511X-9-45
17. Основные антропометрические индексы и сахарный диабет 2 типа в российской популяции / О.М. Драпкина, Р.Н. Шепель, С.А. Шальнова, А.Д. Деев, Ю.А. Баланова, С.Е. Евстифеева, Ю.В. Жернакова, А.Э. Имаева [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2018. – Т. 14, № 5. – С. 725–732. DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-5-725-732
18. Корноухова Л.А., Денисов Н.Л., Эмануэль В.Л. Лабораторные предикторы неалкогольного стеатоза печени у пациентов с абдоминальным ожирением // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. – 2018. – Т. 13, № 4. – С. 376–388. DOI: 10.21638/11701/spbu11.2018.405
19. Сваровская А.В., Гарганеева А.А. Антропометрические индексы ожирения и кардиометаболический риск: есть ли связь? // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20, № 4. – С. 114–121. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2746
20. Dobiasova M., Frohlich J. The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size and esterification rate in apoB-lipoprotein-depleted plasma (FER (HDL)) // Clin. Biochem. – 2001. – Vol. 34, № 7. – P. 583–588. DOI: 10.1016/s0009-9120(01)00263-6
21. Metabolic syndrome and its predictors in an urban population in Kenya: A cross sectional study / G. Omuse, D. Maina, M. Hoffman, J. Mwangi, C. Wambua, E. Kagutho, A. Amayo, P. Ojwang [et al.] // BMC Endocr. Disord. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 37. DOI: 10.1186/s12902-017-0188-0
22. Lipid accumulation product (LAP) as an index of metabolic and hormonal disorders in aging men / I. Rotter, A. Rył, A. Szylińska, W. Pawlukowska, A. Lubkowska, M. Laszczyńska // Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes. – 2017. – Vol. 125, № 3. – P. 176–182. DOI: 10.1055/s-0042-116071
23. Oh J.-Y., Sung Y.-A., Lee H.J. The lipid accumulation product as a useful index for identifying abnormal glucose regulation in young Korean women // Diabet. Med. – 2013. – Vol. 30, № 4. – P. 436–442. DOI: 10.1111/dme.12052
24. Канева А.М., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Диапазон варьирования значений индекса накопления липидов (lipid accumulation product, LAP) у здоровых жителей европейского Севера России // Ожирение и метаболизм. – 2020. – Т. 17, № 2. – С. 179–186. DOI: 10.14341/oemet11278
25. Farin H.M.F., Abbasi F., Reaven G.M. Body mass index and waist circumference correlate to the same degree with insulin-mediated glucose uptake // Metabolism. – 2005. – Vol. 54, № 10. – P. 1323–1328. DOI: 10.1016/j.metabol.2005.04.021
26. Abdominal obesity and the metabolic syndrome: contribution to global cardiometabolic risk / J.P. Després, I. Lemieux, J. Bergeron, P. Pibarot, P. Mathieu, E. Larose, J. Rodés-Cabau, O.F. Bertrand, P. Poirier // Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. – 2008. – Vol. 28, № 6. – P. 1039–1049. DOI: 10.1161/ATVBAHA.107.159228
27. Landis J.R., Koch G.G. The measurement of observer agreement for categorical data // Biometrics. – 1977. – Vol. 33. – P. 159–174.
28. Is lipid accumulation product associated with an atherogenic lipoprotein profile in Brazilian subjects? / F. de Conti Cartolano, C. Pappiani, M.C.P. de Freitas, A.M. Figueiredo Neto, A.A.F. Carioca, N.R.T. Damasceno // Arq. Bras. Cardiol. – 2018. – Vol. 110, № 4. – P. 339–347. DOI: 10.5935/abc.20180054
29. Lipid accumulation product and metabolic syndrome: a population-based study in northern Iran, Amol / N. Motamed, S. Razmjou, G. Hemmasi, M. Maadi, F. Zamani // J. Endocrinol. Invest. – 2016. – Vol. 39, № 4. – P. 375–382. DOI: 10.1007/s40618-015-0369-5
30. Lipid accumulation product and insulin resistance in Iranian PCOS prevalence study / F. Hosseinpanah, M. Barzin, H. Erfani, S. Serahati, F. Ramezani Tehrani, F. Azizi // Clin. Endocrinol. (Oxf.). – 2014. – Vol. 81, № 1. – P. 52–57. DOI: 10.1111/cen.12287
31. The lipid accumulation product is a powerful tool to predict metabolic syndrome in undiagnosed Brazilian adults / M.V. Nascimento-Ferreira, T. Rendo-Urteaga, R.C. Vilanova-Campelo, H.B. Carvalho, G. da Paz Oliveira, M.B. Paes Landim, F.L. Torres-Leal // Clin. Nutr. – 2017. – Vol. 36, № 6. – P. 1693–1700. DOI: 10.1016/j.clnu.2016.12.020
32. Ibrahim M.M. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences // Obes. Rev. – 2010. – Vol. 11, № 1. – P. 11–18. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2009.00623.x
33. Normal weight obesity: a risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality / A. Romero-Corral, V.K. Somers, J. Sierra-Johnson, Y. Korenfeld, S. Boarin, J. Korinek, M.D. Jensen, G. Parati, F. Lopez-Jimenez // Eur. Heart J. – 2010. – Vol. 31, № 6. – P. 737–746. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp487

Канева А.М., Бойко Е.Р. Сравнительный анализ информативности маркеров ожирения – индекса массы тела (ИМТ) и индекса накопления липидов (LAP, Lipid Accumulation Product) – в оценке риска развития проатерогенных нарушений в липидном профиле крови // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 3. – С. 160–167. DOI: 10.21668/health.risk/2022.3.15

Research article

INFORMATIVE VALUE OF TWO OBESITY MARKERS, BODY MASS INDEX (BMI) AND LIPID ACCUMULATION PRODUCT (LAP), FOR ASSESSING ATHEROGENIC RISKS IN LIPID PROFILE: COMPARATIVE ANALYSIS

A.M. Kaneva, E.R. Bojko

Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, FRC Komi SC UB RAS, 50 Pervomayskaya Str., Syktyvkar, Komi Republic, 167982, Russian Federation

The obesity epidemic is a global concern nowadays since obesity is a major risk factor that can cause many serious diseases. A high risk of developing diseases in an obese person primarily occurs due to metabolic disorders. As a rule, dyslipidemia acts as an early sign of metabolic disorders in case of obesity.

Our research goal was to compare informative value of body mass index (BMI) and lipid accumulation product (LAP) for assessing atherogenic risks in lipid profile.

Two thousand and four hundred people aged 20–60 years took part in our study. We determined participants' anthropometric and clinical indicators and estimated lipid levels in blood serum.

As expected, LAP values had a strong correlation with BMI values. Spearman's rank correlation coefficient for LAP and BMI values amounted to 0.73 (< 0.001) in men (n = 1168) and 0.77 (< 0.001) in women (n = 1232). However, when we estimated agreement between these two indicators using Cohen's Kappa coefficient, we established that this agreement between LAP and BMI values was rather low (0.35 for men and 0.39 for women). Having compared samplings with quartiles that differed as per LAP and BMI values, we detected that lipid profiles tended to be more atherogenic in people with LAP values being higher than BMI values.

Given this established discordance in the quartiles, higher LAP values are associated with atherogenicity of lipid profile to a greater extent than values of BMI, the conventional obesity indicator. Using solely BMI to diagnose obesity may result in underestimating metabolic disorders in the body. To assess obesity and metabolic health correctly, it is advisable to determine LAP value together with traditional obesity indexes.

Keywords: lipid accumulation product (LAP), body mass index (BMI), obesity, markers, waist circumference, triglycerides, atherogenicity, metabolism.

References

1. Keys A., Fidanza F., Karvonen M.J., Kimura N., Taylor H.L. Indices of relative weight and obesity. *J. Chronic. Dis.*, 1972, vol. 25, no. 6, pp. 329–343. DOI: 10.1016/0021-9681(72)90027-6
2. Ashwell M. Obesity risk: importance of the waist-to-height ratio. *Nurs. Stand.*, 2009, vol. 23, no. 41, pp. 49–54. DOI: 10.7748/ns2009.06.23.41.49.c7050
3. Valdez R., Seidell J.C., Ahn Y.I., Weiss K.M. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 1993, vol. 17, no. 2, pp. 77–82.
4. Guerrero-Romero F., Rodríguez-Morán M. Abdominal volume index. An anthropometry-based index for estimation of obesity is strongly related to impaired glucose tolerance and type 2 diabetes mellitus. *Arch. Med. Res.*, 2003, vol. 34, no. 5, pp. 428–432. DOI: 10.1016/S0188-4409(03)00073-0
5. Bergman R.N., Stefanovski D., Buchanan T.A., Sumner A.E., Reynolds J.C., Sebring N.G., Xiang A.H., Watanabe R.M. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*, 2011, vol. 19, no. 5, pp. 1083–1089. DOI: 10.1038/oby.2011.38
6. Krakauer N.Y., Krakauer J.C. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One*, 2012, vol. 7, no. 7, pp. e39504. DOI: 10.1371/journal.pone.0039504
7. Amato M.C., Giordano C., Galia M., Criscimanna A., Vitabile S., Midiri M., Galluzzo A., AlkaMeSy Study Group. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*, 2010, vol. 33, no. 4, pp. 920–922. DOI: 10.2337/dc09-1825
8. Wakabayashi I., Daimon T. The “cardiometabolic index” as a new marker determined by adiposity and blood lipids for discrimination of diabetes mellitus. *Clin. Chim. Acta*, 2015, vol. 438, pp. 274–278. DOI: 10.1016/j.cca.2014.08.042
9. Kahn H.S. The lipid accumulation product is better than body mass index for identifying diabetes. *Am. J. Epidemiol.*, 2005, vol. 161, no. 11, pp. S51.

© Kaneva A.M., Bojko E.R., 2022

Anastasiya M. Kaneva – Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher at the Environmental and Medical Physiology Department (e-mail: amkaneva@mail.ru; tel.: +7 (8212) 24-14-74; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7789-4300>).

Evgeny R. Bojko – Doctor of Medical Sciences, Professor, director (e-mail: boiko60@inbox.ru; tel.: +7 (8212) 24-14-74; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8027-898X>).

10. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, WHO, 1998, 276 p.
11. Kyrou I., Panagiotakos D.B., Kouli G.M., Georgousopoulou E., Chrysohou C., Tsigos C., Tousoulis D., Pitsavos C. Lipid accumulation product in relation to 10-year cardiovascular disease incidence in Caucasian adults: The ATTICA study. *Atherosclerosis*, 2018, vol. 279, pp. 10–16. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.015
12. Zhong C., Xia W., Zhong X., Xu T., Li H., Zhang M., Wang A., Xu T. [et al.]. Lipid accumulation product and hypertension related to stroke: a 9.2-year prospective study among Mongolians in China. *J. Atheroscler. Thromb.*, 2016, vol. 23, no. 7, pp. 830–838. DOI: 10.5551/jat.33514
13. Wang H., Chen Y., Sun G., Jia P., Qian H., Sun Y. Validity of cardiometabolic index, lipid accumulation product, and body adiposity index in predicting the risk of hypertension in Chinese population. *Postgrad. Med.*, 2018, vol. 130, no. 3, pp. 325–333. DOI: 10.1080/00325481.2018.1444901
14. Ray L., Ravichandran K., Nanda S.K. Comparison of lipid accumulation product index with body mass index and waist circumference as a predictor of metabolic syndrome in Indian population. *Metab. Syndr. Relat. Disord.*, 2018, vol. 16, no. 5, pp. 240–245. DOI: 10.1089/met.2017.0119
15. Xia C., Li R., Zhang S., Gong L., Ren W., Wang Z., Li Q. Lipid accumulation product is a powerful index for recognizing insulin resistance in non-diabetic individuals. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2012, vol. 66, no. 9, pp. 1035–1038. DOI: 10.1038/ejen.2012.83
16. Bozorgmanesh M., Hadaegh F., Azizi F. Diabetes prediction, lipid accumulation product, and adiposity measures; 6-year follow-up: Tehran lipid and glucose study. *Lipids Health Dis.*, 2010, vol. 9, pp. 45. DOI: 10.1186/1476-511X-9-45
17. Drapkina O.M., Shepel R.N., Shalnova S.A., Deev A.D., Balanova Y.A., Evstifeeva S.E., Zhernakova Y.V., Imaeva A.E. [et al.]. Basic anthropometric indices and diabetes mellitus Type 2 in Russian population. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*, 2018, vol. 14, no. 5, pp. 725–732. DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-5-725-732 (in Russian).
18. Kornoukhova L.A., Denisov N.L., Emanuel V.L. Laboratory predictors of the non-alcoholic fatty liver in the persons with abdominal obesity. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Meditsina*, 2018, vol. 13, no. 4, pp. 376–388. DOI: 10.21638/11701/spbu11.2018.405 (in Russian).
19. Svarovskaya A.V., Garganeva A.A. Anthropometric indices obesity and cardiometabolic risk: is there a link? *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2021, vol. 20, no. 4, pp. 114–121. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2746 (in Russian).
20. Dobiasova M., Frohlich J. The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size and esterification rate in apoB-lipoprotein-depleted plasma (FER (HDL)). *Clin. Biochem.*, 2001, vol. 34, no. 7, pp. 583–588. DOI: 10.1016/s0009-9120(01)00263-6
21. Omuse G., Maina D., Hoffman M., Mwangi J., Wambua C., Kagootho E., Amayo A., Ojwang P. [et al.]. Metabolic syndrome and its predictors in an urban population in Kenya: A cross sectional study. *BMC Endocr. Disord.*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 37. DOI: 10.1186/s12902-017-0188-0
22. Rotter I., Rył A., Szylińska A., Pawlukowska W., Lubkowska A., Laszczyńska M. Lipid accumulation product (LAP) as an index of metabolic and hormonal disorders in aging men. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes*, 2017, vol. 125, no. 3, pp. 176–182. DOI: 10.1055/s-0042-116071
23. Oh J.-Y., Sung Y.-A., Lee H.J. The lipid accumulation product as a useful index for identifying abnormal glucose regulation in young Korean women. *Diabet. Med.*, 2013, vol. 30, no. 4, pp. 436–442. DOI: 10.1111/dme.12052
24. Kaneva A.M., Potolitsyna N.N., Bojko E.R. Range of values for lipid accumulation product (LAP) in healthy residents of the European North of Russia. *Ozhirenie i metabolizm*, 2020, vol. 17, no. 2, pp. 179–186. DOI: 10.14341/omet11278 (in Russian).
25. Farin H.M.F., Abbasi F., Reaven G.M. Body mass index and waist circumference correlate to the same degree with insulin-mediated glucose uptake. *Metabolism*, 2005, vol. 54, no. 10, pp. 1323–1328. DOI: 10.1016/j.metabol.2005.04.021
26. Després J.P., Lemieux I., Bergeron J., Pibarot P., Mathieu P., Larose E., Rodés-Cabau J., Bertrand O.F., Poirier P. Abdominal obesity and the metabolic syndrome: contribution to global cardiometabolic risk. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, 2008, vol. 28, no. 6, pp. 1039–1049. DOI: 10.1161/ATVBAHA.107.159228
27. Landis J.R., Koch G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 1977, vol. 33, pp. 159–174.
28. De Conti Cartolano F., Pappiani C., de Freitas M.C.P., Figueiredo Neto A.M., Carioca A.A.F., Damasceno N.R.T. Is lipid accumulation product associated with an atherogenic lipoprotein profile in Brazilian subjects? *Arq. Bras. Cardiol.*, 2018, vol. 110, no. 4, pp. 339–347. DOI: 10.5935/abc.20180054
29. Motamed N., Razmjou S., Hemmasi G., Maadi M., Zamani F. Lipid accumulation product and metabolic syndrome: a population-based study in northern Iran. *Amol. J. Endocrinol. Invest.*, 2016, vol. 39, no. 4, pp. 375–382. DOI: 10.1007/s40618-015-0369-5
30. Hosseinpahah F., Barzin M., Erfani H., Serahati S., Ramezani Tehrani F., Azizi F. Lipid accumulation product and insulin resistance in Iranian PCOS prevalence study. *Clin. Endocrinol. (Oxf.)*, 2014, vol. 81, no. 1, pp. 52–57. DOI: 10.1111/cen.12287
31. Nascimento-Ferreira M.V., Rendo-Urteaga T., Vilanova-Campelo R.C., Carvalho H.B., da Paz Oliveira G., Paes Landim M.B., Torres-Leal F.L. The lipid accumulation product is a powerful tool to predict metabolic syndrome in undiagnosed Brazilian adults. *Clin. Nutr.*, 2017, vol. 36, no. 6, pp. 1693–1700. DOI: 10.1016/j.clnu.2016.12.020
32. Ibrahim M.M. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obes. Rev.*, 2010, vol. 11, no. 1, pp. 11–18. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2009.00623.x
33. Romero-Corral A., Somers V.K., Sierra-Johnson J., Korenfeld Y., Boarin S., Korinek J., Jensen M.D., Parati G., Lopez-Jimenez F. Normal weight obesity: a risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality. *Eur. Heart J.*, 2010, vol. 31, no. 6, pp. 737–746. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp487
- Kaneva A.M., Bojko E.R. Informative value of two obesity markers, body mass index (BMI) and lipid accumulation product (LAP), for assessing atherogenic risks in lipid profile: comparative analysis. *Health Risk Analysis*, 2022, no. 3, pp. 160–167. DOI: 10.21668/health.risk/2022.3.15.eng

Получена: 04.03.2022

Одобрена: 13.04.2022

Принята к публикации: 21.09.2022