

Адипокины и личностная тревожность у лиц 25-44 лет

Гафаров В. В., Громова Е. А., Каштанова Е. В., Денисова Д. В., Гагулин И. В., Стригалева К. А., Полонская Я. В., Ивайкина И. В., Гафарова А. В., Рагино Ю. И.

Цель. Определить ассоциации адипокинов (лептина, адипонектина, индекса лептин/адипонектин (L/A)) и личностной тревожности (ЛТ) в сыворотке крови у лиц 25-44 лет.

Материал и методы. На базе НИИТМП — филиал ИЦиГ СО РАН в течение 2013-2016 гг. проводилось одномоментное обследование случайной репрезентативной выборки лиц 25-44 лет (1314 респондентов) Октябрьского района г. Новосибирска. Всего было обследовано 933 респондента (43,7% мужчин), отклик 71%. Общее обследование и сбор анамнеза проводились по стандартным методикам, включенным в программу WHO "MONICA-psychosocial". Оценка ЛТ была проведена с использованием шкалы самооценки Спилбергера. Биохимическое исследование выполнено в лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний.

Результаты. Среди лиц с высоким уровнем тревожности имеют место наибольшие медианные уровни лептина в сыворотке крови (6573,7 пг/мл), чем со средним (5017,7 пг/мл), низким (4171 пг/мл) уровнями тревожности. Медиана индекса L/A выше при высоком уровне ЛТ 167,7, чем при среднем уровне ЛТ 74,5 и низком уровне ЛТ 72,2 ($p=0,002$). Медианные уровни адипонектина в сыворотке крови были ниже среди лиц с высоким уровнем тревожности (33,2 мкг/мл) в сравнении со средним (38,9 мкг/мл), низким (40,8 мкг/мл) уровнями тревожности. Получена положительная корреляция ЛТ с лептином и индексом L/A, а также отрицательная корреляционная связь между ЛТ и адипонектином.

Заключение. Установлены ассоциации высокого уровня ЛТ с повышенными уровнями лептина, соотношением лептина/адипонектина и с пониженным уровнем адипонектина у лиц 25-44 лет.

Ключевые слова: личностная тревожность, лептин, адипонектин, индекс лептин/адипонектин.

Отношения и деятельность: нет.

Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины — филиал ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия.

Гафаров В. В.* — д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, г.н.с., руководитель лаборатории психологических и социологических проблем терапевтических заболеваний, ORCID: 0000-0001-5701-7856,

Громова Е. А. — д.м.н., в.н.с. лаборатории психологических и социологических проблем терапевтических заболеваний, ORCID: 0000-0001-8313-3893, Каштанова Е. В. — д.б.н., доцент, зав. лабораторией клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, ORCID: 0000-0003-2268-4186, Денисова Д. В. — д.м.н., г.н.с. лаборатории профилактической медицины заболеваний, ORCID: 0000-0002-2470-2133, Гагулин И. В. — с.н.с. лаборатории психологических и социологических проблем терапевтических заболеваний, ORCID: 0000-0001-5255-5647, Стригалева К. А. — м.н.с. лаборатории психологических и социологических проблем терапевтических заболеваний, ORCID: 0009-0006-2838-9443, Полонская Я. В. — д.б.н., с.н.с. лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, ORCID: 0000-0002-3538-0280, Ивайкина И. В. — м.н.с. лаборатории психологических и социологических проблем терапевтических заболеваний, ORCID: 0009-0001-5955-0096, Гафарова А. В. — к.м.н., с.н.с. лаборатории психологических и социологических проблем терапевтических заболеваний, ORCID: 0000-0001-5380-9434, Рагино Ю. И. — д.м.н., профессор, член-корр. РАН, руководитель, ORCID: 0000-0002-4936-8362.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
valery.gafarov@gmail.com

ВУТ — высокий уровень личностной тревожности, ДИ — доверительный интервал, ЛТ — личностная тревожность, НУТ — низкий уровень личностной тревожности, ССР — стандартизированная средняя разница, СУТ — средний уровень личностной тревожности, L/A — индекс лептин/адипонектин.

Рукопись получена 30.03.2024

Рецензия получена 02.06.2024

Принята к публикации 27.10.2024



Для цитирования: Гафаров В. В., Громова Е. А., Каштанова Е. В., Денисова Д. В., Гагулин И. В., Стригалева К. А., Полонская Я. В., Ивайкина И. В., Гафарова А. В., Рагино Ю. И. Адипокины и личностная тревожность у лиц 25-44 лет. *Российский кардиологический журнал*. 2025;30(5):5867. doi: 10.15829/1560-4071-2025-5867. EDN OHXQGG

Adipokines and personal anxiety in individuals aged 25-44 years

Gafarov V. V., Gromova E. A., Kashtanova E. V., Denisova D. V., Gagulin I. V., Strigaleva K. A., Polonskaya Ya. V., Ivaikina I. V., Gafarova A. V., Ragino Yu. I.

Aim. To determine the associations of serum adipokines (leptin, adiponectin, leptin/adiponectin index (L/A)) and trait anxiety (TA) in individuals aged 25-44.

Material and methods. This cross-sectional survey of a random representative sample of individuals aged 25-44 in the Oktyabrsky District of Novosibirsk was conducted at the Research Institute of Internal and Preventive Medicine, a branch of the Institute of Cytology and Genetics, during 2013-2016. A total of 933 persons (43,7% men) were examined (response rate 71% of 1314 respondents). General examination and medical history collection were conducted using standard methods included in the WHO MONICA-psychosocial program. TA was assessed using the State-Trait Anxiety Inventory. Biochemical research was performed in the Laboratory of Clinical Biochemical and Hormonal Studies of Internal Diseases.

Results. Among individuals with a high level of anxiety, there are the highest median levels of serum leptin (6573,7 pg/ml) than with a moderate (5017,7 pg/ml) and low

(4171 pg/ml) levels of anxiety. The median L/A index is higher with a high level of TA of 167,7 than with a moderate (74,5) and low (72,2) TA ($p=0,002$). Median serum adiponectin levels were lower among individuals with high anxiety (33,2 μ g/ml) compared to those with moderate (38,9 μ g/ml) and low (40,8 μ g/ml) anxiety levels. A positive correlation was found between TA and leptin and L/A index, as well as a negative correlation between TA and adiponectin.

Conclusion. Associations were found between high TA and elevated leptin levels, the leptin/adiponectin ratio, and lower adiponectin levels in individuals aged 25-44 years.

Keywords: trait anxiety, leptin, adiponectin, leptin/adiponectin index.

Relationships and Activities: none.

Research Institute for Internal and Preventive Medicine — branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Novosibirsk, Russia.

*Corresponding author: valery.gafarov@gmail.com

Gafarov V.V.* ORCID: 0000-0001-5701-7856, Gromova E.A. ORCID: 0000-0001-8313-3893, Kashtanova E.V. ORCID: 0000-0003-2268-4186, Denisova D.V. ORCID: 0000-0002-2470-2133, Gagulin I.V. ORCID: 0000-0001-5255-5647, Strigaleva K.A. ORCID: 0009-0006-2838-9443, Polonskaya Ya. V. ORCID: 0000-0002-3538-0280, Ivaikina I.V. ORCID: 0009-0001-5955-0096, Gafarova A.V. ORCID: 0000-0001-5380-9434, Ragino Yu. I. ORCID: 0000-0002-4936-8362.

Received: 30.03.2024 Revision Received: 02.06.2024 Accepted: 27.10.2024

For citation: Gafarov V.V., Gromova E.A., Kashtanova E.V., Denisova D.V., Gagulin I.V., Strigaleva K.A., Polonskaya Ya. V., Ivaikina I.V., Gafarova A.V., Ragino Yu.I. Adipokines and personal anxiety in individuals aged 25-44 years. *Russian Journal of Cardiology*. 2025;30(5):5867. doi: 10.15829/1560-4071-2025-5867. EDN OHXQGG

Ключевые моменты

- Среди лиц обоего пола, с высоким уровнем тревожности, уровни лептина были в полтора раза выше, в сравнении с лицами, имеющими низкий уровень тревожности.
- Имеется положительная корреляция лептина в крови с высоким уровнем личностной тревожности (ЛТ), положительная корреляция между индексом L/A и высоким уровнем ЛТ для лиц обоего пола; отрицательная корреляционная связь между адипонектином и высоким уровнем ЛТ как для лиц обоего пола, так и для женщин.

Key messages

- Among individuals of both sexes with high anxiety levels, leptin levels were one and a half times higher than in individuals with low anxiety levels.
- There is a positive correlation between blood leptin and high levels of trait anxiety (TA), a positive correlation between the L/A index and high levels of TA for individuals of both sexes, and a negative correlation between adiponectin and high levels of TA for both sexes and for women.

Связь между тревожностью и повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний может быть обусловлена гормональными и воспалительными изменениями [1]. Адипокины — это биологически активные вещества, вырабатываемые преимущественно жировой тканью и другими тканями организма. К адипокинам относятся лептин и адипонектин, которые влияют на жировой и углеводный обмен [2].

Лептин — это многофункциональный гормон, секретируемый жировой тканью, который играет ключевую роль в регулировании потребления и расхода энергии [1, 2]. Циркулирующий лептин, проникая через гематоэнцефалический барьер, способен воздействовать на структуры головного мозга, участвуя в синаптической активности, изменении морфологии, развитии нейронов в центральной нервной системе [3, 4]. Циркулирующий лептин может частично синтезироваться в головном мозге [3-5]. Рецепторы лептина участвуют в эмоциональной обработке и демонстрируют высокую экспрессию в коре головного мозга, миндалевидном теле и гиппокампе [6, 7]. Распределение передачи сигналов лептина в мозге связано с эмоциональными и когнитивными процессами, что вызвало повышенный интерес к роли лептина в расстройствах настроения [8-10]. Исследования уровней циркулирующего лептина у пациентов с тревожно-депрессивными расстрой-

ствами показали противоречивые результаты [11-13], поскольку на уровни циркулирующего лептина влияют возраст, пол, индекс массы тела и лечение антидепрессантами [14, 15].

Адипонектин это не только гормон, продуцируемый, главным образом, белой жировой тканью [16], но и цитокин с плейотропным эффектом [17]. Было показано, что он обладает противовоспалительным, антиатеросклеротическим, антиканцерогенным, нейропротекторным, прокогнитивным и антидепрессивным действием [17, 18]. Будучи цитокином, рецепторы которого экспрессируются в нескольких тканях [17], включая мозг [19], адипонектин действует как эндогенный регулятор гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси. У мышей с дефицитом адипонектина были продемонстрированы выраженные нейрофизиологические и поведенческие нарушения [20], напоминающие болезнь Альцгеймера [21, 22].

Низкие уровни адипонектина могут быть связаны с симптомами тревоги через области мозга, которые напрямую (такие как префронтальная кора, миндалина, островок и гиппокамп) участвуют в формировании страха и тревоги [16].

Как было показано нами ранее, личностная тревожность (ЛТ) является независимым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний. Целью нашего текущего исследования является определение ассоциаций сывороточных концентраций адипокинов (лептина, адипонектина и индекса лептин/адипонектин (L/A)) и показателя ЛТ в сыворотке крови у лиц 25-44 лет.

Таблица 1

Характеристика выборки мужчин и женщин 25-44 лет, г. Новосибирска

Параметры	Оба пола (n=933)	Мужчины (n=403)	Женщины (n=530)	p
Возраст, лет, M±σ	35,37±6	35,1±5,8	35,5±6,1	>0,05
ЛТ n (%)				
Низкий уровень	437 (46,8)	217 (53,9)	220 (41,5)	<0,001
Средний уровень	418 (44,8)	165 (40,9)	253 (47,7)	
Высокий уровень	78 (8,4)	21 (5,2)	57 (10,8)	

Сокращение: ЛТ — личностная тревожность.

Материал и методы

На базе НИИТПМ — филиал ИЦиГ СО РАН в течение 2013–2016гг проводилось одномоментное обследование случайной репрезентативной выборки лиц 25–44 лет Октябрьского района г. Новосибирска (FWNR-2024-000). Исследование одобрено локальным этическим комитетом НИИТПМ — филиал ИЦиГ СО РАН (протокол № 6/2013 от 25.06.2013). Всего было 1314 респондентов, обследовано 933 человека (43,7% мужчин), отклик 71%. Общее обследование и сбор анамнеза проводились по стандартным методикам, включенным в программу WHO "MONICA-psychosocial"¹. В ходе обследования случайной репрезентативной выборки получены демографические и социальные данные, антропометрия. Все участники исследования самостоятельно заполнили анкету "Знание и отношение к своему здоровью", валидизированную в 1984г в программе WHO "MONICA-psychosocial"¹. Оценка ЛТ была проведена с использованием шкалы самооценки Спилбергера [23], состоящей из 20 утверждений. Для ответа на каждое утверждение предусмотрено 4 градации по степени интенсивности проявления тревоги: 1 — "почти никогда", 2 — "иногда", 3 — "часто", 4 — "всегда". При анализе результатов самооценки имели в виду, что общий итоговый показатель мог находиться в диапазоне от 20 до 80 баллов. При этом чем выше итоговый показатель, тем выше уровень ЛТ. При интерпретации показателей использовали следующие ориентировочные оценки тревожности: до 30 баллов — низкий уровень ЛТ (НУТ), 31–44 балла — средний уровень ЛТ (СУТ), ≥45 — высокий уровень ЛТ (ВУТ).

Биохимическое исследование выполнено в лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний. У всех участников исследования кровь для биохимического исследования брали утром натощак из локтевой вены не ранее, чем через 12 ч после последнего приема пищи. Сыворотку отделяли центрифугированием (1000 об./мин, 15 мин), аликвотировали (чтобы избежать цикла оттаивания/замораживания) и хра-

нили при температуре -70 °С до проведения исследования. В сыворотке крови методом мультиплексного анализа с использованием наборов реагентов Human Metabolic Hormone V3 (США) и Human Adipokine Panel 1 (США) на проточном флуориметре Luminox MAGPIX (США) определены уровни лептина и адипонектина. Концентрацию лептина в сыворотке (пг/мл) делили на концентрацию адипонектина в сыворотке (мкг/мл), чтобы получить индекс L/A.

Критериями исключения из исследования послужило выявление на скрининге следующих состояний: беременность (на момент прохождения скрининга женщин), инфекционные заболевания любой степени тяжести, аутоиммунные заболевания в анамнезе (ревматоидный артрит, системная красная волчанка, псориаз, заболевания щитовидной железы и т.п.), сахарный диабет, заболевания желудочно-кишечного тракта в анамнезе (острый панкреатит, неспецифический язвенный колит, болезнь Крона), заболевания печени в анамнезе (алкогольный цирроз, вирусный гепатит, первичный билиарный цирроз), онкологические заболевания любой локализации, обширные травмы, произошедшие в течение 1 мес. до скрининга, постоянный прием селективных ингибиторов обратного захвата серотонина. А также участники исследования, некорректно заполнившие анкету, были исключены из математического анализа.

Статистический анализ был проведен с помощью программы SPSS (v19.0, IBM, США). Качественные характеристики представлены как абсолютные и относительные величины (n, %). Критерий Пирсона χ^2 использовался для анализа категориальных переменных. Нормальность распределения анализируемых непрерывных данных определялась по тесту Колмогорова-Смирнова. Данные в таблицах представлены в виде абсолютного и относительного значения (n, %), а M±σ, если переменные с нормальным распределением. Переменные с распределением, отличным от нормального, представлены медианой, Me [25; 75]. Для сравнения двух независимых выборок применялся критерий Манна-Уитни. Для сравнения ≥3 независимых групп применялся непараметрический метод Краскелла-Уоллиса. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r) использовался для оценки

¹ World Health Organization. MONICA Psychosocial Optional Study. Suggested Measurement Instruments. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen. 1988.

Таблица 2

Содержание лептина и адипонектина в крови, индекса L/A среди мужчин и женщин 25-44 лет

Параметры	Оба пола (n=933)	Мужчины (n=403)	Женщины (n=530)	p
Лептин, пг/мл, Ме [25; 75]	4795,5 [1733,1; 8741,8]	2182,1 [1055,7; 5315,1]	6602,4 [3637,2; 12920,1]	<0,001
Адипонектин, мкг/мл, Ме [25; 75]	38,7 [26,4; 124]	38,4 [25,4; 123,02]	39,3 [27,9; 127,8]	>0,05
Индекс L/A	79,6 [23; 228,5]	50,8 [17; 144,7]	142,8 [38,9; 359,8]	<0,001

Сокращение: L/A — индекс лептин/адипонектин.

Таблица 3

Содержание лептина и адипонектина, индекса L/A в зависимости от показателя ЛТ среди лиц 25-44 лет

ЛТ	Лептин, пг/мл, Ме [25%; 75%]		
	Оба пола (n=933)	Мужчины (n=403)	Женщины (n=530)
Низкая ЛТ	4171 [1552,4; 7576,1]	1964 [978,9; 5127,2]	6166,5 [3526; 13215,2]
Средняя ЛТ	5017,7 [1834,3; 9202]	2895,8 [1163,1; 5465,8]	6673,3 [3664,7; 12683]
Высокая ЛТ	6573,7 [2868,5; 12355]	2743,7 [669,8; 6069]	7841 [4410,2; 15152,8]
	p=0,004	p>0,05	p>0,05
	Адипонектин, мкг/мл, Ме [25%; 75%]		
Низкая ЛТ	40,8 [26,9; 137,5]	40,5 [26,8; 124]	41,7 [28,3; 157,3]
Средняя ЛТ	38,9 [26,7; 122]	38,1 [23,5; 123,2]	40,9 [30,6; 118,7]
Высокая ЛТ	33,2 [13,18; 100,74]	33,2 [23,2; 84,2]	33,67 [9,9; 102,6]
	p=0,024	$\chi^2=0,917$, df=2, p>0,05	p=0,019
	Индекс L/A		
Низкая ЛТ	72,2 [20,6; 189,9]	53,6 [14,4; 132]	141,5 [30,8; 357,3]
Средняя ЛТ	74,5 [23,6; 234,9]	40,7 [17,2; 165,9]	134,4 [45; 326,3]
Высокая ЛТ	167,7 [39,8; 499,3]	65,7 [35; 301,4]	202,6 [76,3; 579,9]
	p=0,002	p>0,05	p>0,05

Сокращения: ЛТ — личностная тревожность, L/A — индекс лептин/адипонектин.

Таблица 4

Ассоциации лептина, адипонектина и индекса L/A крови с ЛТ (корреляция по Спирмену)

ЛТ (СУТ и ВУТ)	Лептин	Адипонектин	Индекс L/A
Оба пола (г; р)	0,092; 0,005	-0,119; 0,004	0,082; 0,049
Мужчины (г; р)	0,055; 0,273	-0,069; 0,237	0,023; 0,192
Женщины (г; р)	0,048; 0,270	-0,177; 0,003	0,079; 0,052

Сокращения: ВУТ — высокий уровень личностной тревожности, ЛТ — личностная тревожность, СУТ — средний уровень личностной тревожности, L/A — индекс лептин/адипонектин.

внутригрупповой корреляции признаков. Различия считались значимыми при уровне $p < 0,05$ [24].

Результаты

В таблице 1 представлены данные о половозрастных характеристиках, уровнях ЛТ в выборке среди лиц 25-64 лет. Распространенность ЛТ среди лиц обоего пола составила 53,2%, среди женщин — 58,5%.

Медиана уровня лептина в крови в обследуемой выборке среди мужчин была ниже, чем среди женщин. Медиана индекса L/A была выше у женщин, по сравнению с мужчинами (табл. 2).

При проведении сравнительного анализа оказалось, что среди лиц обоего пола медиана лептина в крови выше среди лиц с ВУТ, чем с СУТ и НУТ. Мы не обнаружили статистически значимых различий по уровню лептина в крови среди мужчин и женщин с разным уровнем тревожности (табл. 3).

Напротив, медианные уровни адипонектина в крови были ниже среди лиц с ВУТ как у обоего пола, так и среди женщин, в сравнении с СУТ и НУТ. Мы не выявили статистически значимых различий медианных уровней адипонектина среди мужчин, отличающихся по уровню ЛТ (табл. 3).

Медиана индекса L/A среди лиц обоего пола была выше при ВУТ, чем при СУТ и НУТ. Статистически значимых различий в показателе индекса L/A в зависимости от уровня ЛТ среди мужчин и женщин по отдельности не было установлено (табл. 3).

По данным корреляционного анализа выявлена положительная корреляция лептина с ЛТ для лиц обоих полов, а также отрицательная корреляционная связь между адипонектином и ЛТ, как для лиц обоего пола, так и для женщин. Установлена положительная корреляция между индексом L/A и ЛТ среди лиц обоего пола (табл. 4).

Обсуждение

Исследование было направлено на изучение взаимосвязи между ЛТ и адипокинами, участвующими в перекрестных взаимодействиях иммунной системы и жировой ткани, и имеющих отношение к риску метаболических и сердечно-сосудистых заболеваний, у молодых людей. Постоянный приток периферической глюкозы в центральную нервную систему удовлетворяет высокие метаболические потребности нейронов, обеспечивая связь между пластичностью мозга и метаболизмом. Метаболические нарушения могут влиять на пластичность нейронов, что может приводить к коморбидности метаболических нарушений, когнитивных нарушений и дисфункции строения [22].

Необходимо учитывать и тот факт, что более половины относительно здоровых мужчин и женщин в нашей выборке испытывали ЛТ.

В качестве биомаркеров нами были выбраны адипокины, в частности, лептин и адипонектин. В нашем исследовании ЛТ была положительно связана с лептином. Результаты, схожие с нашими, были получены Zhu Y, et al., 2022 [1], которые обнаружили положительную корреляцию между лептином и "соматической тревогой", однако они не смогли однозначно прийти к выводу, что лептин играет причинную роль в симптомах "соматической тревоги", поскольку существуют другие факторы, которые могут влиять на взаимосвязь между лептином и симптомами "соматической тревоги". Лептин с помощью механизма обратной связи может регулировать состояние питания посредством комплексной регуляции энергетического баланса [25]. С другой стороны, нарушения настроения могут быть связаны с возникновением лептинрезистентности рецепторов [26]. Другая интерпретация может заключаться в том, что на уровень циркулирующего лептина оказывают воздействие множество факторов, например, половой диморфизм: уровень лептина у женщин выше, чем у мужчин [27]. Что отразилось и на нашей выборке, в которой мы получили трёхкратное увеличение уровня лептина среди женщин, в сравнении с мужчинами. Действительно, мужчины с нормальным ве-

сом, по-видимому, имеют более низкий уровень лептина [28, 29]. Кроме того, мы обнаружили, что у лиц обоего пола с ВУТ уровни лептина в полтора раза были выше, в сравнении с НУТ. Что отчасти перекликается с исследованием Cernea S, et al. 2019 [30]. Авторы выявили, что показатели генерализованной тревожности продемонстрировали слабую положительную связь с уровнями лептина в сыворотке, при этом тревога средней и тяжелой степени ассоциировалась с более высокими концентрациями лептина и резистентностью к лептину.

В нашей выборке мы выявили снижение содержания адипонектина в крови среди лиц обоего пола и женщин с ВУТ, в сравнении с теми, кто испытывал СУТ или НУТ. Мы обнаружили отрицательную связь между ЛТ и адипонектином. Наши результаты перекликаются с исследованием, проведённым Vuong E, et al., 2020 [16], в котором было включено 95 публикаций, 19178 участников (11262 женщины и 7916 мужчин), включая здоровых взрослых и взрослых с тревожными, эмоциональными и травматическими расстройствами. Общие результаты показали обратную связь между уровнями адипонектина и исследованными психическими расстройствами. В частности, пациенты с тревожным расстройством (стандартизированная средняя разница (ССР) = -1,18 мкг/мл, 95% доверительный интервал (ДИ): -2,34 — -0,01, $p=0,047$); расстройством, связанным с травмой или стрессором (ССР = -0,34 мкг/мл, 95% ДИ: -0,52 — -0,17, $p=0,00001$) или биполярным расстройством (ССР = -0,638 мкг/мл, 95% ДИ: -1,16 — -0,12, $p=0,017$) имели значительно более низкие уровни адипонектина по сравнению со здоровыми взрослыми лицами [16].

Также рассмотрели соотношение ЛТ с индексом L/A, поскольку этот показатель предлагается в качестве чувствительного биомаркера ранней метаболической дисрегуляции (например, изменений чувствительности к инсулину и клиренса триглицеридов) и может быть более полезным, чем лептин и адипонектин по отдельности [31]. У лиц 25-44 лет показатель индекса L/A был почти в 3 раза выше у женщин, в сравнении с мужчинами. Кроме того, мы обнаружили повышение более чем в 2 раза индекса L/A среди лиц с ВУТ, в сравнении с респондентами с НУТ. Установлена положительная корреляция между индексом L/A и ЛТ среди лиц обоего пола, что также соответствует результатам, полученным Narita K, et al. 2008 [32], которые впервые наблюдали положительную корреляцию между ЛТ и соотношением L/A у здоровых лиц. В другом исследовании было подтверждено, что высокий уровень нейротизма (черта личности, характеризующаяся частыми и интенсивными переживаниями негативных эмоций (например, тревоги), чувствительностью к стрессу и предрасположенностью воспринимать ситуации

как угрожающие) связан с повышенными уровнями соотношения лептин/адипонектин в плазме крови, лептина и интерлейкина-6 у молодых лиц [33].

Заключение

ВУТ у относительно здоровых молодых людей связан с повышенными уровнями лептина, соотношением лептина/адипонектина, с пониженным уровнем адипонектина. Эти ассоциации преобладают уже в молодом взрослом возрасте, и это согласуется с гипотезой о том, что ВУТ может быть фактором уязвимости для будущего риска сердечно-

сосудистых заболеваний. Корреляция между лептином, адипонектином, соотношением L/A и ЛТ не исключает того, что лептин и адипонектин могут быть полезными биомаркерами, а также потенциальной терапевтической мишенью для лечения тревожности, и в дальнейшем выяснении связанных с адипокинами механизмов, лежащих в основе нейронной пластичности.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Zhu Y, Wei Y, Yuan J. et al. The role of leptin in indirectly mediating "somatic anxiety" symptoms in major depressive disorder. *Front Psychiatry*. 2022;13:757958. doi:10.3389/fpsyt.2022.757958.
- Markova TN, Mishchenko NK, Petina DV. Adipocytokines: modern definition, classification and physiological role. *Problems of Endocrinology*. 2022;68(1):73-80. (In Russ.) Маркова Т.Н., Мищенко Н.К., Петина Д.В. Адипоцитокины: современный взгляд на дефиницию, классификацию и роль в организме. *Проблемы Эндокринологии*. 2022;68(1):73-80. doi:10.14341/probl12805.
- Shlyakhto EV, Tsirlin VA, Kuzmenko NV, et al. Neurophysiological substantiation of G.F. Lang's hypothesis about the occurrence of hypertension. *Arterial hypertension*. 2021;27(5):499-508. (In Russ.) Шляхто Е.В., Цырлин В.А., Кузьменко Н.В. и др. Нейрофизиологическое обоснование гипотезы Г.Ф. Ланга о возникновении гипертонической болезни. *Артериальная гипертензия*. 2021;27(5):499-508. doi:10.18705/1607-419X-2021-27-5-499-508.
- Belik EV, Gruzdeva OV, Palicheva EI. Insulin and leptin: controversial and unresolved issues of their interaction. *Atherosclerosis*. 2019;15(1):49-57. (In Russ.) Белик Е.В., Груздева О.В., Паличева Е.И. Инсулин и лептин: спорные и нерешенные вопросы их взаимодействия. *Атеросклероз*. 2019;15(1):49-57. doi:10.15372/ATER20190107.
- Ryzhov JR, Shpakov AO, Gzgzan AM. Leptin role in reproductive system regulation and its perspectives in assisted reproductive technologies. *Russian Journal of Human Reproduction*. 2020;26(2):53-61. (In Russ.) Рыжов Ю.Р., Шпаков А.О., Ггзган А.М. Роль лептина в регуляции репродуктивной системы и перспективы его использования во вспомогательных репродуктивных технологиях. *Проблемы репродукции*. 2020;26(2):53-61. doi:10.17116/repro20202602153.
- Bulgakova SV, Romanchuk NP, Treneva EV. Microbiome and the brain: gut microbiota and the neuroendocrine system. *Bulletin of science and practice*. 2022;8(6):261-307. (In Russ.) Булгакова С.В., Романчук Н.П., Тренева Е.В. Микробиом и мозг: кишечная микробиота и нейроэндокринная система. *Бюллетень науки и практики*. 2022;8(6):261-307. doi:10.33619/2414-2948/79/32.
- Romanchuk NP, Pyatin VF, Volobuev AN, et al. Brain, depression, epigenetics: new data. *Bulletin of science and practice*. 2020;6(5):163-83. (In Russ.) Романчук Н.П., Пятин В.Ф., Волобуев А.Н. и др. Мозг, депрессия, эпигенетика: новые данные. *Бюллетень науки и практики*. 2020;6(5):163-83. doi:10.33619/2414-2948/54/21.
- Alipkina SI, Nalobin DS, Galiakberova AA, et al. Leptin and its receptor in normal and pathological conditions. *Advances in modern biology*. 2019;139(4):352-64. (In Russ.) Алипкина С.И., Налобин Д.С., Галиакберова А.А. и др. Лептин и его рецептор в норме и при патологии. *Успехи современной биологии*. 2019;139(4):352-64. doi:10.1134/S0042132419040033.
- Momot GO, Krukovich EV, Surovenko TN. Participation of leptin in the processes of nerve impulse transmission and its influence on the formation of neuropsychic development of children. *Pacific Medical Journal*. 2021;4(86):21-5. (In Russ.) Момот Г.О., Крукович Е.В., Суруенко Т.Н. Участие лептина в процессах передачи нервного импульса и его влияние на формирование нервно-психического развития детей. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2021;4(86):21-5. doi:10.34215/1609-1175-2021-4-21-25.
- Zvartau NE, Sviryaev Yu V, Rotar OP, et al. Activity of the sympathetic nervous system and leptin levels in obese patients with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Arterial hypertension*. 2006;12(3):256-61. (In Russ.) Звартан Н.Э., Свирыев Ю.В., Ротарь О.П. и др. Активность симпатической нервной системы и уровень лептина у пациентов с ожирением и синдромом обструктивного апноэ/гипопноэ во сне. *Артериальная гипертензия*. 2006;12(3):256-61. doi:10.18705/1607-419X-2006-12-3-256-261.
- Nikolaeva PV, Fofanova YuS, Nikiforov IA, et al. Atypical depression: frequency of symptoms. *Medical advice*. 2022;16(21):106-11. (In Russ.) Николаева П.В., Фофанова Ю.С., Никифоров И.А. и др. Атипичная депрессия: частота встречаемости симптомов. *Медицинский совет*. 2022;16(21):106-11. doi:10.21518/2079-701X-2022-16-21-106-11.
- Petunina NA, Telnova ME, Goncharova EV, et al. Dynamics of psycho-emotional state in young obese men during a weight loss program. *Therapeutic archive*. 2022;94(1):18-23. (In Russ.) Петунина Н.А., Тельнова М.Э., Гончарова Е.В. и др. Динамика психоэмоционального состояния у молодых мужчин с ожирением на фоне программы по снижению массы тела. *Терапевтический архив*. 2022;94(1):18-23. doi:10.26442/0040-3660.2022.01.201319.
- Kasyanov ED, Rukavishnikov GV, Kibitov AA, et al. Modern approaches to the study of the genetics of depression: possibilities and limitations. *Journal of Neurology and Psychiatry*. 2021;121(5-2):61-6. (In Russ.) Касьянов Е.Д., Рукавишников Г.В., Кибитов А.А. и др. Современные подходы к изучению генетики депрессии: возможности и ограничения. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(5-2):61-6. doi:10.17116/jnevro202112105261.
- Kasyanov ED, Mazo GE, Kibitov AO. The role of family studies in studying the neurobiological basis of depressive disorders. *Journal of Neurology and Psychiatry*. 2019;119(2):87-93. (In Russ.) Касьянов Е.Д., Мазо Г.Э., Кибитов А.О. Роль семейных исследований в изучении нейробиологического базиса депрессивных расстройств. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019;119(2):87-93. doi:10.17116/jnevro201911902187.
- Scabia G, Barone I, Mainardi M, et al. The antidepressant fluoxetine acts on energy balance and leptin sensitivity via BDNF. *Sci Rep*. 2018; 8(1):1781. doi:10.1038/s41598-018-19886-x.
- Vuong E, Nothing J, Lombard C, et al. Peripheral adiponectin levels in anxiety, mood, trauma- and stressor-related disorders: A systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord*. 2020;260:372-409. doi:10.1016/j.jad.2019.09.050.
- Mitroshina EV, Verbovoy AF. Metabolic effects of adiponectin. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2014;13(6):68-72. (In Russ.) Митрошина Е.В., Вербовой А.Ф. Метаболические эффекты адипонектина. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2014;13(6):68-72. doi:10.15829/1728-8800-2014-6-68-72.
- Belyaeva OD, Bazhenova EA, Berezina AV, et al. Adiponectin level, lipid and carbohydrate metabolism indicators in patients with abdominal obesity. *Arterial hypertension*. 2009;15(3):309-13. (In Russ.) Беляева О.Д., Баженова Е.А., Березина А.В. и др. Уровень адипонектина, показатели липидного и углеводного обменов у пациентов с абдоминальным ожирением. *Артериальная гипертензия*. 2009;15(3):309-13. doi:10.18705/1607-419X-2009-15-3-309-313.
- Tanyansky DA, Denisenko AD. The influence of adiponectin on the metabolism of carbohydrates, lipids and lipoproteins: analysis of signaling mechanisms. *Obesity and metabolism*. 2021;18(2):103-11. (In Russ.) Танянский Д.А., Денисенко А.Д. Влияние адипонектина на обмен углеводов, липидов и липопротеинов: анализ сигнальных механизмов. *Ожирение и метаболизм*. 2021;18(2):103-11. doi:10.14341/omet12754.
- Bloemer J, Pinky PD, Smith WD, et al. Adiponectin Knockout Mice Display Cognitive and Synaptic Deficits. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019;10:819. doi:10.3389/fendo.2019.00819.
- Tsygankov BD, Karagayur MN, Primak AL, et al. The role of urokinase, T-cadherin and adiponectin in the development of schizophrenia, bipolar disorder and Alzheimer's disease (literature review). *Bulletin of neurology, psychiatry and neurosurgery*. 2022;12:925-37. (In Russ.) Цыганков Б.Д., Карагяур М.Н., Примак А.Л. и др. Роль урокиназы, Т-кадгерина и адипонектина в развитии шизофрении, биполярного расстройства и болезни Альцгеймера (обзор литературы). *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2022;12:925-37. doi:10.33920/med-01-2212-01.
- Formolo DA, Cheng T, Yu J, et al. Central Adiponectin Signaling — A Metabolic Regulator in Support of Brain Plasticity. *Brain Plast*. 2022;8(1):79-96. doi:10.3233/BPL-220138.

23. Prokhorov AO. Workshop on the psychology of states: Textbook SPb.: Rech', 2004 p. 480. (In Russ.) Прохоров А. О. Практикум по психологии состояний: Учебное пособие СПб.: Речь, 2004 с. 480. ISBN: 5-9268-0288-1.
24. Nasledov A. SPSS 19: professional statistical data analysis. SPb.: Peter, 2011 p. 400. (In Russ.) Наследов А. SPSS 19: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2011 с. 400. ISBN: 978-5-459-000344-4.
25. Babenko AY, Matveev GA, Alekseenko TI, et al. Relationships between the components of the metabolic syndrome and the level of hormones involved in the regulation of fat metabolism fabrics. Arterial hypertension. 2019;25(6):639-52. (In Russ.) Бабенко А. Ю., Матвеев Г. А., Алексеенко Т. И. и др. Взаимосвязи компонентов метаболического синдрома с уровнем гормонов, вовлеченных в регуляцию метаболизма жировой ткани. Артериальная гипертензия. 2019;25(6):639-52. doi:10.18705/1607-419X-2019-25-6-639-652.
26. Smirnova EN, Shulkina SG. Dynamics of leptin levels, soluble leptin receptors, free leptin and resistin index during weight loss in patients with arterial hypertension associated with obesity. Arterial hypertension. 2016;22(4):382-8. (In Russ.) Смирнова Е. Н., Шулькина С. Г. Динамика уровня лептина, растворимых рецепторов лептина, индекса свободного лептина и резистина при снижении массы тела у больных артериальной гипертензией, ассоциированной с ожирением. Артериальная гипертензия. 2016;22(4):382-8. doi:10.18705/1607-419X-2016-22-4-382-388.
27. Belyaeva OD, Bazhenova EA, Berezina AV, et al. Leptin level, genotype distribution and occurrence of alleles A19G polymorphism of the leptin gene in patients with abdominal obesity. Arterial hypertension. 2009;15(4):440-4. (In Russ.) Беляева О. Д., Баженова Е. А., Березина А. В. и др. Уровень лептина, распределение генотипов и встречаемость аллелей A19G полиморфизма гена лептина у пациентов с абдоминальным ожирением. Артериальная гипертензия. 2009;15(4):440-4. doi:10.18705/1607-419X-2009-15-4-440-444.
28. Polyakova EA, Draganova AS, Kolodina DA, et al. Expression of the leptin gene in epicardial adipose tissue in men with coronary heart disease. Arterial hypertension. 2017;23(6):488-97. (In Russ.) Полякова Е. А., Драганова А. С., Колодина Д. А. и др. Экспрессия гена лептина в эпикардиальной жировой ткани у мужчин с ишемической болезнью сердца. Артериальная гипертензия. 2017;23(6):488-97. doi:10.18705/1607-419X-2017-23-6-488-497.
29. Smetnev SA, Meshkov AN. The role of peptide hormones (adiponectin, leptin, insulin) in the pathogenesis of atherosclerosis. Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2015;11(5):522-8. (In Russ.) Сметнев С. А., Мешков А. Н. Роль пептидных гормонов (адипонектин, лептин, инсулин) в патогенезе атеросклероза. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2015;11(5):522-8. doi:10.20996/1819-6446-2015-11-5-522-528.
30. Cernea S, Both E, Huțanu A, et al. Correlations of serum leptin and leptin resistance with depression and anxiety in patients with type 2 diabetes. Psychiatry Clin Neurosci. 2019;73(12):745-53. doi:10.1111/pcn.12922.
31. Larsen MA, Isaksen VT, Moen OS, et al. Leptin to adiponectin ratio — A surrogate biomarker for early detection of metabolic disturbances in obesity. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2018;28(11):1114-21. doi:10.1016/j.numecd.2018.06.020.
32. Narita K, Murata T, Hamada T, et al. Associations between trait anxiety, insulin resistance, and atherosclerosis in the elderly: a pilot cross-sectional study. Psychoneuroendocrinology. 2008;33(3):305-12. doi:10.1016/j.psyneuen.2007.11.013.
33. Syk M, Isaksson J, Rasmusson AJ, et al. Neuroticism is positively associated with leptin/adiponectin ratio, leptin and IL-6 in young adults. Sci Rep. 2021;11(1):9690. doi:10.1038/s41598-021-89251-y.