

Жирно-кислотный профиль плазмы крови у мужчин из сельских районов Новосибирской области с артериальной гипертензией

В.С. Шрамко, Е.М. Стахнёва, Л.В. Щербакова, Е.В. Каштанова,
А.Д. Афанасьева, Е.В. Гарбузова, Ю.И. Рагино

*Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
Россия, 630089, г. Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, 175/1*

Аннотация

Различные жирные кислоты (ЖК) по-разному оказывают влияние на окислительный стресс, резистентность к инсулину, воспаление и дисфункцию эндотелия, что в итоге может способствовать развитию артериальной гипертензии (АГ). Цель исследования – изучить уровни ненасыщенных ЖК (ННЖК) плазмы крови у мужчин 35–74 лет из сельских районов Новосибирской области при наличии у них АГ, а также провести анализ взаимосвязи ННЖК с наличием АГ. **Материал и методы.** В рамках одноцентрового обсервационного одномоментного эпидемиологического исследования по Новосибирской области обследованы жители сельских районов 35–74 лет. Включено 300 мужчин со средним возрастом $60,4 \pm 10,6$ года. Методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием в плазме крови определяли уровни ННЖК: n-3 (альфа-линоленовой, эйкозапентаеновой, докозагексаеновой), n-6 (линолевой, гамма-линоленовой, дигомо-гамма-линоленовой, арахидоновой, докозатетраеновой, докозапентаеновой), n-9 (гексадеценовой, олеиновой, мидовой, селажолиевой). **Результаты.** При проведении сравнительного анализа изучаемых показателей с использованием теста Крускала–Уоллеса выявлены статистически значимые различия в содержании линолевой кислоты ($p = 0,043$) между подгруппами с АГ 1-й, 2-й и 3-й степени. Данные различия обусловлены преимущественно группой пациентов с АГ 3-й степени. Установлено статистически значимое повышение уровня гамма-линоленовой ЖК на 16 и 21 % в подгруппах с АГ 2-й степени ($p = 0,046$) и АГ 3-й степени ($p = 0,014$) соответственно по сравнению с группой мужчин без АГ. При проведении корреляционного анализа обнаружена прямая взаимосвязь между гамма-линоленовой ЖК и АГ ($r = 0,152$; $p = 0,008$). **Выводы.** В настоящем исследовании обнаружена прямая зависимость между уровнем n-6 гамма-линоленовой ЖК и АГ у мужчин 35–74 лет из сельских районов Новосибирской области.

Ключевые слова: ненасыщенные жирные кислоты, кровь, артериальная гипертензия, факторы риска.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа проведена в рамках бюджетной темы по Государственному заданию № FWRN-2024-0004 и при поддержке гранта НСО № 10-2025-034764.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН (протокол № 69 от 29.09.2020). Каждый участник подписал Информированное согласие.

Вклад авторов. Шрамко В.С. – критический пересмотр, Стахнёва Е.М. – подготовка статьи, Щербакова Л.В. – анализ данных, Каштанова Е.В. – интерпретация данных, Афанасьева А.Д. – сбор данных, Гарбузова Е.В. – сбор данных, Рагино Ю.И. – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования. Все авторы дали окончательное согласие на подачу рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы, ругаясь за их точность и безупречность.

Автор для переписки. Шрамко В.С., Nosova@211.ru

Для цитирования. Шрамко В.С., Стахнёва Е.М., Щербаклова Л.В., Каштанова Е.В., Афанасьева А.Д., Гарбузова Е.В., Рагино Ю.И. Жирно-кислотный профиль плазмы крови у мужчин из сельских районов Новосибирской области с артериальной гипертензией. *Атеросклероз*. 2026; 22 (1): 73–83. doi: 10.52727/2078-256X-2026-22-1-73-83

The fatty acid profile of blood plasma in men from rural areas of Novosibirsk region with arterial hypertension

V.S. Shramko, E.M. Stakhneva, L.V. Shcherbakova, E.V. Kashtanova,
A.D. Afanasyeva, E.V. Garbuzova, Yu.I. Ragino

*Research Institute of Internal and Preventive Medicine –
Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
175/1, Boris Bogatkov st., Novosibirsk, 630089, Russia*

Abstract

Different fatty acids (FA) have different effects on oxidative stress, insulin resistance, inflammation, and endothelial dysfunction, which may eventually contribute to the development of hypertension. Aim – to study the levels of unsaturated FA (UFA) in blood plasma in men aged 35–74 years from rural areas of the Novosibirsk region in the presence of hypertension, as well as to analyze the association of UFA with the presence of hypertension. **Material and methods.** Rural residents aged 35–74 were examined as part of a single-center observational single-stage epidemiological study in the Novosibirsk region. The study included 300 men with an average age of 60.4 ± 10.6 years. The levels of UFA in blood plasma were determined by gas chromatography with mass-selective detection: omega-3 (alpha-linolenic, eicosapentaenoic, docosahexaenoic); omega-6 (linoleic, gamma-linolenic, digomo-gamma-linolenic, arachidonic, docosatetraenoic, docosapentaenoic); omega-9 (hexadecenoic, oleic acid, mead, selacholic). **Results.** A comparative analysis of the studied indicators using the Kruskal-Wallis test revealed statistically significant differences in the content of linoleic acid ($p = 0.043$) between the subgroups with hypertension of 1, 2 and 3 degrees. These differences are mainly due to the group of patients with grade 3 hypertension. A detailed study revealed a statistically significant increase in gamma-linolenic acid levels by 16 % and 21 % in the subgroups with grade 2 hypertension ($p = 0.046$) and grade 3 hypertension ($p = 0.014$), respectively, compared with the control group. A correlation analysis revealed a direct relationship between gamma-linolenic acid and hypertension ($r = 0.152$; $p = 0.008$). **Conclusions.** The present study found a direct relationship between the level of omega-6 gamma-linolenic acid and the severity of hypertension in men aged 35–74 years from rural areas of Novosibirsk region.

Keywords: unsaturated fatty acids, blood, hypertension, risk factors.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The work was carried out within the framework of the budget theme under the State Assignment No. FWNR-2024-0004 and with the support of a grant from the Government of the Novosibirsk Region No. 10-2025-034764.

Compliance with ethical standards. The study was approved by the local Ethics Committee of IIPM – Branch of IC&G SB RAS (Protocol No. 69 dated 09/29/2020). Informed consent was obtained from all participant.

Contribution of the authors. Shramko V.S. – revision of the original version of the manuscript, Stakhneva E.M. – writing the first version of the manuscript, Shcherbakova L.V. – statistical data processing, Kashtanova E.V. – data analysis and interpretation, Afanasyeva A.D. – data collection, Garbuzova E.V. – data collection, Ragino Yu.I. – research concept, approval of the final version of the manuscript. All authors have given their final consent to submit the manuscript and have agreed to be responsible for all aspects of the work, vouching for their accuracy and flawlessness.

Correspondence. Shramko V.S., e-mail: Nosova@211.ru

Citation. Shramko V.S., Stakhneva E.M., Shcherbakova L.V., Kashtanova E.V., Afanasyeva A.D., Garbuzova E.V., Ragino Yu.I. The fatty acid profile of blood plasma in men from rural areas of Novosibirsk region with arterial hypertension. *Atherosclerosis*. 2026; 22 (1): 73–83. doi: 10.52727/2078-256X-2026-22-1-73-83

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) является наиболее распространенным модифицируемым фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), а также основной причиной смертности и инвалидизации во всем мире [1]. Многие люди с АГ не осознают о наличии своего заболевания, а некоторые, даже будучи осведомленными, не предпринимают необходимых мер по его лечению или получают недостаточно эффективную терапию. Этиология АГ обусловлена комплексным взаимодействием как экологических, так и патофизиологических факторов, которые с течением времени постепенно повышают артериальное давление (АД) [2]. Распространенность повышенного АД в России по результатам многоцентрового наблюдательного исследования ЭССЕ-РФ составила $33,8 \pm 0,4$ % (среди мужчин – $41,1 \pm 0,6$ %, среди женщин – $29,0 \pm 0,4$ %) [3]. Так, даже незначительное повышение среднего АД у населения приводит к значительному увеличению абсолютного числа людей с АГ.

Следует отметить, что АГ редко формируется отдельно и, как правило, связана с другими факторами риска ССЗ, например, с нарушениями липидного обмена [4]. Являясь основными структурными компонентами большинства липидов, жирные кислоты (ЖК), а именно ненасыщенные ЖК (ННЖК), способны оказывать влияние на липидный профиль, окислительный стресс, воспаление, дисфункцию эндотелия, способствуя развитию АГ [5]. Литературные данные о влиянии конкретных ЖК на риски ССЗ противоречивы. В ряде исследований установлено, что прогностическое значение при ССЗ имеет сниженная концентрация в крови n-3 (эйкозапентаеновая, докозагексаеновая) и повышенная концентрация n-6 (линолевая, гамма-линоленовая, дигомо-гамма-линоленовая, арахидоновая, докозатетраеновая, докозапентаеновая) ЖК [6]. Метаанализ 86 рандомизированных контролируемых исследований, посвященных влиянию различных ННЖК на здоровье сердечно-сосудистой системы, показал, что увеличение содержания длинноцепочечных n-3 ЖК немного

снижает риск смертности и событий от ишемической болезни сердца, а также снижает уровень триглицеридов в сыворотке. При этом увеличение альфа-линоленовой ЖК снижает риск ССЗ и аритмии [7]. Метаанализ 19 рандомизированных контролируемых исследований показал, что повышенное потребление некоторых n-6 ННЖК может снизить риск развития инфаркта миокарда (ИМ) (OR 0,88, 95%-й доверительный интервал (ДИ) 0,76 – 1,02) [8].

Поэтому целью нашего исследования было изучение уровней ННЖК n-3/-6/-9 плазмы крови у мужчин из сельских районов Новосибирской области при наличии у них АГ, а также провести анализ взаимосвязи ННЖК с АГ.

Материал и методы

Набор и обследование участников проводила бригада врачей и медицинских сестер НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН во время скрининг-обследования жителей города Новосибирска и Новосибирской области. Исследование одобрено локальным этическим комитетом НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН (протокол № 69 от 29.09.2020). Каждый участник подписал информированное согласие. В данное исследование включено 300 мужчин из сельских районов Новосибирской области со средним возрастом $60,4 \pm 10,6$ года. Все обследованные мужчины поделены на группы: группа 1 – лица с установленным диагнозом АГ в анамнезе или с впервые выявленной АГ (263 человека), группа 2 – лица «без АГ» (37 человек). Все респонденты с установленным диагнозом АГ в анамнезе находились на терапии различными антигипертензивными препаратами в разных дозировках. Диагноз впервые выявленной АГ ставился при среднем уровне систолического АД (САД) ≥ 140 мм рт. ст. и диастолического АД (ДАД) ≥ 90 мм рт. ст. согласно клиническим рекомендациям «Артериальная гипертензия у взрослых», утвержденным Минздравом России в 2020 г. [9]. Курящих людей среди обследуемых лиц – 43 % (129 мужчин), тех, кто не курит или бросил (более 12 месяцев) – 57 % (171 мужчина, причем тех, кто никогда не курил – 20 % (60 мужчин)).

Кровь брали из локтевой вены натощак после 12 часов голодания. Лабораторная диагностика включала в себя определение в плазме крови методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием на оборудовании Agilent 6850 с детектором AGILENT-MS 5973N следующих ННЖК: п-3 – альфа-линоленовая (С 18:3), эйкозапентаеновая (С 20:5), докозагексаеновая (С 22:6); п-6 – линолевая (С 18:2), гамма-линоленовая (С 18:3), дигомо-гамма-линоленовая (С 20:3), арахидоновая (С 20:4), докозатетраеновая (С 22:4), докозапентаеновая (С 22:5); п-9 – гексадеценивая (С 16:1), олеиновая (С 18:1), миновая (С 20:3), селажолиевая (С 24:1). Уровни показателей липидного профиля сыворотки крови, таких как общий холестерин (ОХС), холестерин липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП), триглицериды (ТГ), определяли на биохимическом анализаторе Konelab Prime 30i (Thermo Fisher Scientific, Финляндия) с использованием наборов Vital (Россия). Значения концентрации холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС ЛПНП) рассчитывали по формуле Фридвальда.

Клинико-биохимические характеристики участников представлены в табл. 1.

Полученные результаты были статистически обработаны с использованием программного пакета SPSS (версия 13.0). Для оценки характе-

ра распределения признаков использовался тест Колмогорова–Смирнова. Данные представлены в виде медианы (Me) с межквартильным размахом [25 %; 75 %]. Для сравнения нескольких групп использовался непараметрический критерий Крускала–Уоллеса, для сравнения двух независимых групп – U-критерий Манна–Уитни. Наличие связей между ЖК и АГ определяли с помощью корреляционного анализа (корреляционный коэффициент Спирмена (*r*)). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В ходе анкетирования и статистического анализа полученных данных (см. табл. 1) выявлено, что распространенность АГ среди обследованной выборки сельских мужчин составляет 88 %. При этом значительная часть участников не осведомлены о наличии у них данного заболевания, не проходили регулярные медицинские обследования, а также не получали соответствующую терапию. Кроме того, у лиц, страдающих АГ, фиксировались статистически значимые отклонения в виде повышенного индекса массы тела (ИМТ) и уровня ТГ в крови.

Содержание ННЖК в плазме крови для групп, в зависимости от наличия или отсутствия АГ, представлено в табл. 2.

Клинико-биохимические характеристики участников исследования, Me [25 %; 75 %]

Таблица 1

Clinical and biochemical characteristics of the study participants, Me [25 %; 75 %]

Table 1

Показатель / Indicator	Группа 1 (АГ+) / Group 1 (AG+) (n = 263)	Группа 2 (АГ-) / Group 2 (AG-) (n = 37)	<i>p</i>
САД, мм рт. ст. / SBP, mm Hg	150,50 [140,50; 166,87]	126,00 [117,50; 131,75]	0,0001
ДАД, мм рт. ст. / DBP, mm Hg	96,00 [89,62; 105,00]	81,67 [79,00; 86,00]	0,0001
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	29,63 [26,85; 33,65]	24,19 [21,99; 26,98]	0,0001
ОХС, ммоль/л / TC1, mmol/l	5,07 [4,30; 5,78]	4,97 [4,11; 5,62]	0,362
ХС ЛПВП, ммоль/л / HDL-C, mmol/l	1,21 [1,00; 1,48]	1,32 [1,06; 1,60]	0,070
ХС ЛПНП, ммоль/л / LDL-C, mmol/l	3,01 [2,38; 3,71]	2,83 [2,39; 3,52]	0,610
ТГ, ммоль/л / TG, mmol/l	1,51 [1,15; 2,06]	1,20 [0,86; 1,77]	0,0001

Примечание. ДАД – диастолическое артериальное давление; ИМТ – индекс массы тела; САД – систолическое артериальное давление.

Note. DBP – diastolic blood pressure; BMI – body mass index; SBP – systolic blood pressure.

Содержание ненасыщенных жирных кислот плазмы крови в группах, Ме [25 %; 75 %]

The content of unsaturated fatty acids in blood plasma in the groups, Me [25 %; 75 %]

Жирная кислота, нмоль/мл / Fatty acid, nmol/ml	Группа 1 (АГ+) / Group 1 (AG+), n = 263	Группа 2 (АГ-) / Group 2 (AG-), n = 37	p
Альфа-линоленовая, n-3 / Alpha-linolenic acid, n-3	105,00 [80,00; 128,00]	106,00 [84,00; 124,00]	0,643
Эйкозапентаеновая, n-3 / Eicosapentaenoic acid, n-3	55,00 [37,00; 71,75]	57,00 [36,00; 72,00]	0,953
Докозагексаеновая, n-3 / Docosahexaenoic acid, n-3	179,00 [132,25; 221,00]	172,00 [134,00; 228,50]	0,657
Линолевая, n-6 / Linoleic acid, n-6	3488,5 [3213,0; 3731,0]	3484,0 [3261,0; 3985,5]	0,576
Гамма-линоленовая, n-6 / Gamma-linolenic acid, n-6	87,00 [67,00; 106,00]	77,00 [56,00; 97,50]	0,060
Дигомо-гамма-линоленовая, n-6 / Digomo-gamma-linolenic acid, n-6	202,00 [132,25; 281,25]	216,00 [153,00; 261,00]	0,809
Арахидоновая, n-6 / Arachidonic acid, n-6	1233,5 [1065,5; 1331,25]	1143,0 [1018,0; 1340,5]	0,504
Докозатетраеновая, n-6 / Docosatetraenoic acid, n-6	31,00 [26,00; 35,00]	31,00 [26,00; 35,50]	0,511
Докозапентаеновая, n-6 / Docosapentaenoic acid, n-6	34,00 [27,00; 44,00]	36,00 [29,50; 45,50]	0,520
Гексадеценовая, n-9 / Hexadecenoic acid, n-9	71,00 [62,00; 80,00]	65,00 [52,00; 81,00]	0,213
Олеиновая, n-9 / Oleic acid, n-9	1993,5 [1521,0; 2477,0]	1896,0 [1542,5; 2446,0]	0,519
Мидовая, n-9 / Mead acid, n-9	24,00 [20,00; 28,00]	23,00 [17,00; 28,00]	0,562
Селахолиевая, n-9 / Selacholic acid, n-9	88,00 [76,00; 105,00]	90,00 [71,00; 111,50]	0,802

Проанализировав содержание ННЖК, статистически значимых различий получено не было, тем не менее отмечается тенденция к повышению уровня n-6 гамма-линоленовой ЖК в группе мужчин с АГ ($p = 0,060$).

Далее группу мужчин с АГ мы разделили на подгруппы согласно степени повышения их АД (в соответствии с клиническими рекомендациями [9]): Подгруппа 1 – 103 мужчины с АГ 1-й степени, чье САД составляло 140–159 мм рт. ст., ДАД – 90–99 мм рт. ст.; подгруппа 2 – 68 мужчин с АГ 2-й степени, где САД – 160–179 мм рт. ст., ДАД – 100–109 мм рт. ст.; подгруппа 3 – 62 мужчины с АГ 3-й степени, где САД ≥ 180 мм рт. ст., ДАД ≥ 110 мм рт. ст. Кроме того, выделена подгруппа с компенсированной АГ (КАГ) – 30 мужчин, достигших целевых зна-

чений АД (САД < 140 мм рт. ст., ДАД < 90 мм рт. ст.).

Уровни ННЖК в подгруппах, в зависимости от степени АГ, представлены в табл. 3.

При сравнении изучаемых показателей с использованием теста Крускала–Уоллеса мы получили статистически значимые различия в содержании линолевой ЖК ($p = 0,043$) и тенденцию к различию концентрации гамма-линоленовой ЖК ($p = 0,061$) в подгруппах 1, 2 и 3. Данные различия обусловлены преимущественно группой пациентов с АГ 3-й степени.

Оценивая уровни ННЖК между подгруппой 2 (см. табл. 3) и группой мужчин без АГ (см. табл. 2) получены статистически значимые различия для гамма-линоленовой ЖК. Ее содержание в подгруппе 2 было выше на 16 % ($p = 0,046$). Схожие

Уровни ненасыщенных жирных кислот в плазме крови в подгруппах, Ме [25 %; 75 %]

Plasma levels of unsaturated fatty acids in subgroups, Me [25 %; 75 %]

Жирная кислота, нмоль/мл / Fatty acid, nmol/ml	Подгруппа 1 / subgroup 1, n = 103	Подгруппа 2 / subgroup 2, n = 68	Подгруппа 3 / subgroup 3, n = 62	Подгруппа КАГ / subgroup САН, n = 30
Альфа-линоленовая, n-3 / Alpha-linolenic acid, n-3	103,00 [81,25; 128,00]	113,50 [81,00; 129,75]	109,50 [80,75; 132,25]	97,00 [74,50; 120,50]
Эйкозапентаеновая, n-3 / Eicosapentaenoic acid, n-3	57,00 [37,00; 68,75]	57,50 [39,25; 77,75]	51,50 [36,00; 72,00]	51,00 [34,25; 70,50]
Докозагексаеновая, n-3 / Docosahexaenoic acid, n-3	167,50 [126,5; 217,75]	188,50 [145,00; 227,5]	191,00 [123,25; 222,5]	173,00 [120,0; 199,50]
Линолевая, n-6 / Linoleic acid, n-6	3460,50 [3139,2; 3692,5]	3450,50 [3213,0; 3725,7]	3599,00 [3409,5; 3820,0]	3488,00 [3253,0; 3707,2]
Гамма-линоленовая, n-6 / Gamma-linolenic acid, n-6	81,50 [63,25; 101,75]	89,50 [70,50; 109,00]	93,50 [74,75; 111,25]	85,50 [68,50; 100,50]
Дигомо-гамма-линоленовая, n-6 / Digomo-gamma-linolenic acid, n-6	199,00 [125,0; 260,75]	203,00 [128,25; 293,0]	224,00 [142,0; 305,00]	182,50 [136,0; 262,75]
Арахидоновая, n-6 / Arachidonic acid, n-6	1233,50 [1097,7; 1335,0]	1206,00 [954,25; 1310,5]	1222,00 [1053,7; 1334,2]	1283,00 [1118,0; 1367,7]
Докозатетраеновая, n-6 / Docosatetraenoic acid, n-6	31,00 [26,25; 34,00]	32,50 [27,25; 36,00]	30,00 [24,00; 35,00]	30,00 [21,75; 36,00]
Докозапентаеновая, n-6 / Docosapentaenoic acid, n-6	34,00 [28,00; 42,00]	36,50 [27,25; 44,00]	37,00 [27,75; 45,25]	30,00 [21,00; 41,75]
Гексадеценовая, n-9 / Hexadecenoic acid, n-9	72,50 [63,00; 81,00]	68,50 [60,25; 77,50]	71,50 [62,75; 82,00]	64,50 [56,00; 77,25]
Олеиновая, n-9 / Oleic acid, n-9	1912,50 [1521,0; 2503,5]	2095,50 [1470,2; 2544,5]	1929,50 [1632,5; 2428,2]	2057,00 [1505,0; 2671,5]
Мидовая, n-9 / Mead acid, n-9	24,00 [19,00; 28,00]	24,00 [21,00; 28,00]	24,50 [20,75; 28,00]	22,00 [19,75; 29,00]
Селахолиевая, n-9 / Selacholic acid, n-9	88,00 [77,00; 104,75]	82,50 [71,00; 105,25]	86,00 [76,25; 102,00]	94,00 [78,75; 110,25]

результаты получены при сравнении подгруппы 3 (см. табл. 3) с группой мужчин без АГ (см. табл. 2), где уровень гамма-линоленовой ЖК статистически значимо различался на 21 % ($p = 0,014$). В подгруппе с КАГ (см. табл. 3) уровень данной ЖК был повышен на 11 % по сравнению с группой без АГ (см. табл. 2), а в подгруппе 1 – на 6 %, однако эти различия не достигли уровня статистической значимости.

На следующем этапе был осуществлен корреляционный анализ, в ходе которого выявлена прямая связь между уровнем гамма-линоленовой ЖК и наличием АГ ($r = 0,152$; $p = 0,008$).

Известно, что курение само по себе увеличивает риск развития АГ и данный риск прямо пропорционален количеству выкуриваемых сигарет [10]. Соответственно, мы провели оценку

Таблица 4

Содержание ненасыщенных жирных кислот в плазме крови у курящих/некурящих участников, Ме [25 %; 75 %]

Table 4

The content of unsaturated fatty acids in blood plasma of smokers/non-smokers, Me [25 %; 75 %]

Жирная кислота, нмоль/мл / Fatty acid, nmol/ml	Курящие / Smokers, n = 129	Некурящие / Non-smokers, n = 171	p
Альфа-линоленовая, n-3 / Alpha-linolenic acid, n-3	109,00 [85,00; 126,00]	101,5 [78,75; 128,25]	0,368
Эйкозапентаеновая, n-3 / Eicosapentaenoic acid, n-3	58,00 [37,00; 70,0]	55,00 [38,00; 73,00]	0,951
Докозагексаеновая, n-3 / Docosahexaenoic acid, n-3	175,00 [128,0; 219,00]	180,00 [133,75; 224,5]	0,516
Линолевая, n-6 / Linoleic acid, n-6	3506,0 [3202,0; 3730,0]	3485,0 [3230,0; 3752,2]	0,505
Гамма-линоленовая, n-6 / Gamma-linolenic acid, n-6	80,5 [64,00; 102,00]	80,5 [67,00; 105,25]	0,982
Дигомо-гамма-линоленовая, n-6 / Digomo-gamma-linolenic acid, n-6	215,00 [145,0; 290,0]	197,5 [126,5; 262,5]	0,182
Арахидоновая, n-6 / Arachidonic acid, n-6	1227,0 [1030,0; 1323,0]	1240,0 [1068,5; 1335,5]	0,425
Докозатетраеновая, n-6 / Docosatetraenoic acid, n-6	31,00 [26,00; 34,00]	31,00 [26,00; 36,0]	0,405
Докозапентаеновая, n-6 / Docosapentaenoic acid, n-6	35,00 [28,00; 44,00]	34,00 [27,0; 44,0]	0,775
Гексадеценовая, n-9 / Hexadecenoic acid, n-9	67,00 [56,00; 78,00]	72,00 [63,00; 82,25]	0,003
Олеиновая, n-9 / Oleic acid, n-9	2007,0 [1612,0; 2465,0]	1926,5 [1460,2; 2504,0]	0,372
Мидовая, n-9 / Mead acid, n-9	23,00 [19,00; 28,00]	25,00 [21,00; 28,00]	0,042
Селахолиевая, n-9 / Selacholic acid, n-9	84,00 [74,00; 101,00]	91,00 [77,75; 108,25]	0,049

доли курящих и соответствующие уровни ННЖК у участников исследования (табл. 4).

При анализе содержания ННЖК между курящими и некурящими установлены статистически значимые различия для гексадеценовой ($p = 0,003$), мидовой ($p = 0,042$) и селахолиевой ($p = 0,049$) ЖК. Тем не менее мы не выявили статистически значимых различий в содержании данных ННЖК в плазме крови при сравнении групп с наличием АГ и без нее.

Обсуждение

Недавние исследования подчеркивают значимую роль ЖК в регулировании воспа-

лительных процессов и функционировании сосудов. Различные ЖК, в том числе ННЖК, по-разному влияют на окислительный стресс, резистентность к инсулину, воспаление и сосудистую дисфункцию, что в итоге может способствовать развитию АГ. Данные результаты подчеркивают важность ЖК в контроле АД и профилактике ССЗ. Однако требуется дальнейшее их изучение, поскольку существующие связи между ННЖК и АД остаются противоречивыми в научной литературе [5].

Изучение клинико-биохимических характеристик участников настоящего исследования показало, что АГ часто сопровождается метаболическими нарушениями – ожирением и

дислипидемией. Результаты подчеркивают необходимость систематического мониторинга ИМТ и параметров липидного профиля (включая ЖК) у пациентов, страдающих АГ.

Незаменимые ННЖК, которые поступают с пищей, такие как линолевая (С18:2, n-6) и альфа-линоленовая (С18:3, n-3), преобразуются в длинноцепочечные метаболиты с помощью ферментов дельта-6-десатуразы, дельта-5-десатуразы и элонгазы. Таким образом, линолевая ЖК превращается в гамма-линоленовую (С18:3, n-6), дигомо-гамма-линоленовую (С20:3, n-6) и арахидоновую (С20:4, n-6), тогда как альфа-линоленовая ЖК превращается в эйкозапентаеновую (С20:5, n-3) и докозагексаеновую (С22:6, n-3) тем же набором ферментов [11]. В нашем исследовании мы получили статистически значимое повышение уровня гамма-линоленовой ЖК (С18:3, n-6) на 16 и 21 % в подгруппах с АГ 2-й и АГ 3-й степени соответственно по сравнению с группой без АГ. В то же время в подгруппе с КАГ уровень гамма-линоленовой ЖК (С18:3, n-6) увеличился на 11 %, а в подгруппе 1 – на 6 %, тем не менее данные изменения в последних двух подгруппах не достигли порога статистической значимости в сравнении с группой без АГ. Схожие результаты получены А.В. Говорином с соавт. [12], где отмечалось статистически значимое повышение концентрации гамма-линоленового в плазме крови больных гипертонической болезнью в сравнении с показателями здоровых лиц. Можно предположить, что продолжительность и/или степень тяжести АГ могут приводить к накоплению гамма-линоленовой ЖК (С18:3, n-6) в крови, которое снижается при нормализации АД. Низкие концентрации гамма-линоленовой ЖК (С18:3, n-6) в циркулирующих липидах, клетках и тканях связаны с быстрым преобразованием в дигомо-гамма-линоленовую ЖК (С20:3, n-6) [13]. В одном из крупных исследований, проведенных в 2025 г., установлено, что повышенное содержание дигомо-гамма-линоленовой ЖК (С20:3, n-6) может быть связано с АГ [5]. Показана положительная корреляция дигомо-гамма-линоленовой ЖК (С20:3, n-6) с АД у взрослых [14], с систолическим АД у детей [15], а также у пациентов с АГ по сравнению с пациентами с нормальным АД [16]. Вместе с тем высокий уровень дигомо-гамма-линоленовой ЖК (С20:3, n-6) в сыворотке крови считается независимым фактором риска развития ССЗ [17]. В ходе проведенного ис-

следования мы наблюдаем повышение уровня дигомо-гамма-линоленовой ЖК (С20:3, n-6) у мужчин с АГ 3-й степени на 4 %, однако эти различия не были признаны статистически значимыми по сравнению с группой без АГ. Нами также установлена прямая корреляционная связь между уровнем гамма-линоленовой ЖК (С18:3, n-6) и наличием АГ, при этом для дигомо-гамма-линоленовой ЖК (С20:3, n-6) достоверной корреляции с АГ не выявлено. Полученные данные частично согласуются с результатами нашего предыдущего исследования по изучению ассоциации между ННЖК и АГ в городской когорте [18]. Сравнительный анализ двух когорт (городских и сельских мужчин) позволил выявить общую тенденцию к нарастанию уровня гамма-линоленовой ЖК (С18:3, n-6) пропорционально тяжести АГ: в городской выборке – у лиц с впервые выявленной АГ, в сельской – статистически значимое повышение уровня данной ЖК при АГ 2-й и 3-й степени. Дополнительно, в рамках многофакторного логистического регрессионного анализа, у городских мужчин показано, что прямая ассоциация уровня гамма-линоленовой ЖК (С18:3, n-6) с наличием АГ сохраняется независимо от традиционных факторов риска (возраста, ИМТ, дислипидемии, курения, гиподинамии, наследственности). Таким образом, гамма-линоленовая ЖК (С 18:3, n-6) может рассматриваться как потенциально значимый биохимический показатель, требующий углубленного научного анализа для определения его диагностической и прогностической значимости у мужчин с АГ.

Частое сочетание АГ и курения существенно повышает риск возникновения ССЗ и преждевременной смерти, особенно среди трудоспособных лиц мужского пола [10]. Существующие данные о влиянии курения на метаболизм ННЖК весьма ограничены, что подчеркивает необходимость проведения исследований в этой области. В нашем исследовании уровни гексадеценовой (С16:1, n-9), мидовой (С20:3, n-9) и селажолиевой (С24:1, n-9) ЖК оказались выше среди мужчин, которые в настоящее время курят. Известно, что данные ННЖК образуются под действием ферментов либо в результате бета-окисления олеиновой ЖК (С18:1, n-9). О биологическом значении этих ННЖК известно немного, однако предполагается, что они обладают выраженным противовоспалительным действием [19, 20]. Можно предположить, что повышение их уровня является важным регуляторным этапом,

необходимым для инициирования процессов, направленных на борьбу с воспалительным повреждением.

Заключение

В рамках проведенного сравнительного исследования показано, что при различных степенях тяжести АГ наблюдаются изменения уровня ННЖК в плазме крови. Установлено, что у мужчин 35–74 лет, проживающих в сельских районах Новосибирской области, уровень омега-6 гамма-линоленовой кислоты выше на 16 % при АГ 2-й степени и на 21 % при АГ 3-й степени по сравнению с группой мужчин без АГ. Обнаружена прямая корреляционная связь между уровнем гамма-линоленовой ЖК и АГ. Результаты данного исследования согласуются с существующими теоретическими данными и подтверждают ранее установленные прямые ассоциации между уровнем гамма-линоленовой кислоты и риском ССЗ.

Ограничения

В настоящем исследовании не учитывались данные о рационе питания. Нет сравнения с группой женщин того же возраста. Относительно небольшая численность участников в выделенных подгруппах.

Список литературы / References

1. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388 (10053): 1659–1724. doi: 10.1016/S0140-6736(16)31679-8
2. Oparil S., Acelajado M.C., Bakris G.L., Berlowitz D.R., Cifková R., Dominiczak A.F., et al. Hypertension. *Nat. Rev. Dis. Primers*. 2018; 4: 18014. doi: 10.1038/nrdp.2018.14
3. Муромцева Г.А., Концевая А.В., Константинов В.В., Артамонова Г.В., Гагагонова Т.М., Дупляков Д.В. и др. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012–2013 гг. Результаты исследования ЭССЕ-РФ. *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика*. 2014; 13 (6): 4–11. [Muromtseva G.A., Kontsevaya A.V., Konstantinov V.V., Artamonova G.V., Gatagonova T.M., Duplyakov D.V. et al. The prevalence of non-infectious diseases risk factors in Russian population in 2012–2013 years. the results of ECVD-RF. *Cardiovasc. Ther. Prev.* 2014; 13 (6): 4–11. (In Russ)]. doi: 10.15829/1728-8800-2014-6-4-11
4. Williams B., Mancia G., Spiering W., Agabiti Rosei E., Azizi M., Burnier M. et al. ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur. Heart. J.* 2018; 39 (33): 3021–3104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339
5. Arghavani H., Bilodeau J.F., Rudkowska I. Association Between Circulating Fatty Acids and Blood Pressure: A Review. *Curr. Nutr. Rep.* 2025; 14 (1): 15. doi: 10.1007/s13668-024-00602-3
6. Власов А.А., Саликова С.П., Гриневич В.Б., Быстрова О.В., Осипов Г.А., Заплата А.А. Динамика показателей полиненасыщенных жирных кислот в крови больных хронической сердечной недостаточностью. *Рос. кардиол. журн.* 2018; (1): 27–31. [Vlasov A.A., Salikova S.P., Grinevich V.B., Bystrova O.V., Osipov G.A., Zaplatina A.A. Dynamics of polyunsaturated fatty acids in the blood of patients with chronic heart failure. *Russ. J. Cardiol.* 2018; (1): 27–31. (In Russ)]. doi: 10.15829/1560-4071-2018-1-27-31
7. Abdelhamid A.S., Brown T.J., Brainard J.S., Biswas P., Thorpe G.C., Moore H.J. Omega-3 fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2020; 3 (3): CD003177. doi: 10.1002/14651858.CD003177
8. Hooper L., Al-Khudairy L., Abdelhamid A.S., Rees K., Brainard J.S., Brown T.J., et al. Omega-6 fats for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018; 11 (11): CD011094. doi: 10.1002/14651858.CD011094.pub4
9. Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В., Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Баранова Е.И. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Рос. кардиол. журн.* 2020; 25 (3): 3786. [Kobalava Z.D., Konradi A.O., Nedogoda S.V., Shlyakhto E.V., Arutyunov G.P., Baranova E.I. et al. Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2020. *Russ. J. Cardiol.* 2020; 25 (3): 3786. (In Russ)]. doi: 10.15829/1560-4071-2020-3-3786]
10. Корнеева Н.В., Гаврилов Е.С. Артериальная гипертензия: курить нельзя бросить. Клинические сложности пунктуации. *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика*. 2023; 22 (10): 3692. [Korneeva N.V., Gavrilov E.S. Hypertension: smoking or quit. Clinical difficulties. *Cardiovasc. Ther. Prev.* 2023; 22 (10): 3692. (In Russ)]. doi: 10.15829/1728-8800-2023-3692]
11. Das U.N. Bioactive Lipids in Age-Related Disorders. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2020; 1260: 33–83. doi: 10.1007/978-3-030-42667-5_3
12. Говорин А.В., Ларева Н.В., Хышиктыев Б.С., Филев А.П. Изменения в жирнокислотном составе липидов плазмы крови у больных гипертонической болезнью. *Рос. кардиол. журн.* 2003; (3): 19–24. [Govorin A.V., Lareva N.V., Hyshiktuyev B.S., Filev A.P. Changes in plasma lipid composition in patients with essential hypertension. *Russ. J. Cardiol.* 2003; (3): 19–24. (In Russ)].
13. Sergeant S., Rahbar E., Chilton F.H. Gamma-linolenic acid, dihommo-gamma linolenic, eicosanoids and inflammatory processes. *Eur. J. Pharmacol.* 2016; 785: 77–86. doi: 10.1016/j.ejphar.2016.04.020
14. Kaikkonen J.E., Jula A., Viikari J.S.A., Juonala M., Hutri-Kähönen N., Kähönen M., et al. Associations of Serum Fatty Acid Proportions with Obesity, Insulin Resistance, Blood

- Pressure, and Fatty Liver: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *J Nutr.* 2021; 151 (4): 970–978. doi: 10.1093/jn/nxaa409
15. Aristizabal J.C., González-Zapata L.I., Estrada-Restrepo A., Monsalve-Alvarez J., Restrepo-Mesa S.L., Gaitán D. Concentrations of Plasma Free Palmitoleic and Dihomo-Gamma Linoleic Fatty Acids Are Higher in Children with Abdominal Obesity. *Nutrients.* 2018; 10 (1): 31. doi: 10.3390/nu10010031
 16. Yang B., Ding F., Yan J., Ye X.W., Xu X.L., Wang F.L., et al. Exploratory serum fatty acid patterns associated with blood pressure in community-dwelling middle-aged and elderly Chinese. *Lipids Health Dis.* 2016; 15: 58. doi: 10.1186/s12944-016-0226-3
 17. Kharazmi-Khorassani J., Ghafarian Zirak R., Ghazizadeh H., Zare-Feyzabadi R., Kharazmi-Khorassani S., Naji-Reihani-Garmroudi S., et al. The role of serum monounsaturated fatty acids (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in cardiovascular disease risk. *Acta Biomed.* 2021; 92 (2): e2021049. doi: 10.23750/abm.v92i2.9235
 18. Шрамко В.С., Симонова Г. И., Худякова А.Д., Муромцева Г.А., Имаева А.Э., Баланова Ю.А. и др. Содержание жирных кислот плазмы крови у мужчин с артериальной гипертензией («ЭССЕ-РФ3» в Новосибирской области). *Артер. гипертензия.* 2024; 30 (1): 46–57. [Shramko V.S., Simonova G.I., Khudyakova A.D., Muromtseva G.A., Imayeva A.E., Balanova Yu.A., et al. The content of fatty acids in blood plasma in men with arterial hypertension («ESSE-RF3» in the Novosibirsk region). *Arterial'naya gipertenziya = Arter. Hypertension.* 2024; 30 (1): 46–57 (In Russ)]. doi:10.18705/1607-419X-2024-2364]
 19. Bermúdez M.A., Pereira L., Fraile C., Valerio L., Balboa M.A., Balsinde J. Roles of Palmitoleic Acid and Its Positional Isomers, Hypogeic and Sapienic Acids, in Inflammation, Metabolic Diseases and Cancer. *Cells.* 2022; 11 (14): 2146. doi: 10.3390/cells11142146
 20. Kawashima H., Yoshizawa K. The physiological and pathological properties of Mead acid, an endogenous multifunctional n-9 polyunsaturated fatty acid. *Lipids Health Dis.* 2023; 22 (1): 172. doi: 10.1186/s12944-023-01937-6

Сведения об авторах:

Виктория Сергеевна Шрамко, канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0002-0436-2549, e-mail: Nosova@211.ru

Екатерина Михайловна Стахнёва, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0003-0484-6540, e-mail: stahneva@yandex.ru

Лилия Валерьевна Щербакова, старший научный сотрудник лаборатории клинико-популяционных и профилактических исследований терапевтических и эндокринных заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0001-9270-9188, e-mail: 9584792@mail.ru

Елена Владимировна Каштанова, д-р биол. наук, доцент, зав. лабораторией клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0003-2268-4186, e-mail: elekastanova@yandex.ru

Алена Дмитриевна Афанасьева, канд. мед. наук, зав. лабораторией генетических и средовых детерминант жизненного цикла человека, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0001-7875-1566, e-mail: alene.elene@gmail.com

Евгения Витальевна Гарбузова, канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории генетических и средовых детерминант жизненного цикла человека, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0001-5316-4664, e-mail: strukova.j@mail.ru

Юлия Игоревна Рагино, д-р мед. наук, проф., чл.-корр. РАН, главный научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН; Руководитель НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0002-4936-8362, e-mail: ragino@mail.ru

Information about the authors:

Viktoriya S. Shramko, candidate of medical sciences, researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, head of the department of clinical-biochemical and molecular genetic research methods, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0002-0436-2549, e-mail: Nosova@211.ru

Ekaterina M. Stakhneva, candidate of biological sciences, senior researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, head of the department of clinical-biochemical and molecular genetic research methods, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0003-0484-6540, e-mail: stahneva@yandex.ru

Lilia V. Shcherbakova, senior researcher at the laboratory of clinical, population and preventive research of therapeutic and endocrine diseases, head of the department of extra-budgetary works, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0001-9270-9188, e-mail: 9584792@mail.ru

Elena V. Kashtanova, doctor of biological sciences, senior researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, head of the department of clinical-biochemical and molecular genetic research methods, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0003-2268-4186, e-mail: elekastanova@yandex.ru

Alena D. Afanasyeva, candidate of medical sciences, head of the laboratory of genetic and environmental determinants of the human life cycle, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0001-7875-1566, e-mail: alene.elene@gmail.com

Evgenia V. Garbuzova, candidate of medical sciences, senior researcher at the laboratory of genetic and environmental determinants of the human life cycle, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0001-5316-4664, e-mail: stryukova.j@mail.ru

Yulia I. Ragino, doctor of medical sciences, professor, corresponding member of the russian academy of sciences, head of the ИПМ – Branch of Ic&G SB RAS, chief researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0002-4936-8362, e-mail: ragino@mail.ru

Статья поступила 25.01.2026
После доработки 15.02.2026
Принята к печати 03.03.2026

Received 25.01.2026
Revision received 15.02.2026
Accepted 03.03.2026

