Российский иммунологический журнал
2025, Т. 28, № 3, стр. 817-822

Краткие сообщения
Short communications

Russian Journal of Immunology / Rossiyskiy Immunologicheskiy Zhurnal
2025, Vol. 28, № 3, pp. 817-822

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ Wnt-5a В КАЧЕСТВЕ НОВОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО БИОМАРКЕРА ПРИ ИНФАРКТЕ МИОКАРДА

Снимщикова И.А.[1], Коньшина А.В.[2]

[1] *ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия*
[2] *ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия*

Резюме. Сердечно-сосудистые заболевания продолжают оставаться ведущей причиной заболеваемости и смертности в мире, что подчеркивает необходимость инновационных подходов к их диагностике, профилактике и лечению. Одним из перспективных направлений является изучение роли фундаментального и высококонсервативного Wnt-сигнального пути. Wnt-5a является Wnt-лигандом, секретируемым различными клетками, участвующим как в процессах эмбриогенеза, так и поддержания гомеостаза и регенерации организма. Учитывая многофункциональный характер Wnt-5a с потенциально противоречивыми эффектами, требуется проведение дополнительных исследований для более глубокого понимания молекулярных механизмов его участия в патогенезе ИБС и разработке новых подходов к диагностике с использованием Wnt-5a в качестве перспективного биомаркера. Цель работы – изучение клинической значимости уровня сывороточного Wnt-5a при остром инфаркте миокарда. В исследование вошли 70 пациентов молодого и среднего возраста с острым инфарктом миокарда (I группа), госпитализированных в региональный сосудистый центр Орловской областной клинической больницы и 20 условно здоровых лиц (II контрольная группа), сопоставимых с ними по возрасту и полу. Диагностика острого инфаркта миокарда проводилась в соответствии с клиническими рекомендациями Министерства здравоохранения РФ в актуальной на момент исследования редакции. Уровень Wnt-5a и IL-6 в сыворотке крови определяли в двух повторах методом иммуноферментного анализа с использованием коммерческих наборов реагентов Sunlong Biotech Co. (Китай) и АО «Вектор-Бест» (Россия). Статистические расчеты выполнялись в онлайн версии программы StatTech. Исследования показали, что медианные значения Wnt-5a были значительно ниже в сыворотке крови пациентов с инфарктом миокарда по сравнению с условно здоровыми лицами. Максимально низкие значения Wnt-5a отмечались в 1-е сутки у пациентов с ранее перенесенным инфарктом миокарда и развившимся постинфарктным кардиосклерозом, с тенденцией к нарастанию Wnt-5a в сыворотке крови к 7-м суткам, что сочеталось с более тяжелым течением инфаркта миокарда. При типичном течении инфаркта миокарда отмечалась динамика продукции Wnt-5a со снижением его значений к 7-м суткам патологического процесса. Максимальные показатели Wnt-5a

Адрес для переписки:
Снимщикова Ирина Анатольевна
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302026, Россия, г. Орел, ул. Комсомольская, 95.
Тел.: 8 (910) 748-29-29.
E-mail: snimshikova@mail.ru

Address for correspondence:
Irina A. Snimshchikova
I. Turgenev Orel State University
95 Komsomolskaya St
Orel
302026 Russian Federation
Phone: +7 (910) 748-29-29.
E-mail: snimshikova@mail.ru

Образец цитирования:
И.А. Снимщикова, А.В. Коньшина «Использование Wnt-5a в качестве нового диагностического биомаркера при инфаркте миокарда» // Российский иммунологический журнал, 2025. Т. 28, № 3. С. 817-822. doi: 10.46235/1028-7221-17271-WAA

© Снимщикова И.А., Коньшина А.В., 2025
Эта статья распространяется по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

For citation:
I.A. Snimshchikova, A.V. Konshina "Wnt-5a as a potential novel biomarker in myocardial infarction", Russian Journal of Immunology/Rossiyskiy Immunologicheskiy Zhurnal, 2025, Vol. 28, no. 3, pp. 817-822. doi: 10.46235/1028-7221-17271-WAA

© Snimshchikova I.A., Konshina A.V., 2025
The article can be used under the Creative Commons Attribution 4.0 License

DOI: 10.46235/1028-7221-17271-WAA

регистрировались у пациентов с кальцификацией клапанов сердца и коронарных сосудов. Установлена статистически значимая обратная корреляционная зависимость Wnt-5a и IL-6 в течение воспалительного процесса при инфаркте миокарда. Полученные данные иллюстрируют потенциал Wnt5a в качестве биомаркера острого инфаркта миокарда и необходимость дальнейшего изучения его кардиопротективной роли при сердечно-сосудистой патологии для разработки новых диагностических инструментов и терапевтических стратегий.

Ключевые слова: Wnt-5a, IL-6, инфаркт миокарда, Wnt-сигнальный путь, ишемическая болезнь сердца, Wnt-лиганды

WNT-5a AS A POTENTIAL NOVEL BIOMARKER IN MYOCARDIAL INFARCTION

Snimshchikova I.A.[a], Konshina A.V.[b]

[a] *I. Turgenev Orel State University, Orel, Russian Federation*
[b] *N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation*

Abstract. Cardiovascular diseases are the leading cause of morbidity and mortality worldwide, thus emphasizing a need for innovative approaches to their diagnostics, prevention and treatment. One of the promising areas is a fundamental role of a highly conservative Wnt signaling pathway. Wnt-5a is a Wnt ligand secreted by various cells, involved in the embryogenesis, homeostasis and body regeneration. Due to multifunctional, potentially contradictory Wnt-5a effects, additional studies are required in order to better understand the molecular mechanisms of its involvement in pathogenesis of ischemic heart disease and to develop new diagnostic approaches using Wnt-5a as a promising biomarker. The purpose of the work was to study clinical significance of serum Wnt-5a level in acute myocardial infarction. The study included 70 young and middle-aged patients with acute myocardial infarction (Group I) admitted to the Orel Regional Clinical Hospital, and 20 healthy individuals (Group II, controls) matched for age and gender. Acute myocardial infarction (AMI) was diagnosed according to the clinical guidelines of the Russian Health Ministry. The level of Wnt-5a and IL-6 in the blood serum was determined in two replicates by enzyme-linked immunosorbent assay using Sunlong Biotech Co and Vector-Best reagent kits. Statistical calculations were performed in the StatTech online program. The study has shown that the median values of Wnt-5a were significantly lower in blood serum of AMI patients compared to healthy individuals. The lowest Wnt-5a values were observed on day 1 in patients with a history of myocardial infarction and extensive postinfarction cardiosclerosis, with a tendency for Wnt-5a increase by day 7, being associated with severe course of myocardial infarction. In patients with typical myocardial infarction, a decrement of Wnt-5a values was noted by day 7 of the pathological process. The maximum Wnt-5a values were recorded in patients with calcification of heart valves and coronary vessels. We have found an inverse correlation between Wnt-5a and IL-6 associated with inflammatory process in myocardial infarction. The obtained results suggest a value of Wnt-5a as a potential biomarker of acute myocardial infarction, requiring further reserach on its cardioprotective role aiming at development of novel diagnostic and therapeutic strategies.

Keywords: Wnt-5a, IL-6, myocardial infarction, Wnt signaling, coronary heart disease, Wnt ligands

Работа выполнена в ОГУ имени И.С. Тургенева в рамках государственного задания № 075-00195-25-00 на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов, проект FSGN-2024-0014 (1024041900023-6-3.1.3;3.2.12;3.2.4).

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания, в первую очередь инфаркт миокарда, продолжают оставаться ведущей причиной заболеваемости и смертности во всем мире [10, 12]. Несмотря на значительные достижения в области технологий здравоохранения и терапевтических стратегий, число пациентов с ишемической болезнью сердца продолжает расти, что подчеркивает необходимость инновационных подходов к диагностике, профилактике и лечению [1].

Одним из перспективных направлений является изучение роли фундаментального и высококонсервативного сигнального пути Wnt, участвующего в многочисленных биологических процессах, начиная с эмбрионального развития

и заканчивая гомеостазом тканей взрослого организма [9, 11]. В настоящее время у людей известно 19 белков Wnt, которые действуют как лиганды для нескольких мембраносвязанных рецепторов [6].

Wnt-5a является членом семейства Wnt – сигнальных протеинов, секретируемых различными клетками (моноциты, лимфоциты, кардиомиоциты и др.) и важных для эмбриогенеза, гомеостаза, поддержания стволовых клеток, регенерации и др. Wnt-5a, активируя β-катенин-независимые неканонические пути: планарной клеточной полярности, Ca^{2+}-зависимые пути, NF-κB и др. [2], участвует в различных патологических процессах, включая атеросклероз, ишемическую болезнь сердца, метаболические нарушения [8]. Wnt-5a опосредует продукцию провоспалительных цитокинов и хемокинов, регулирует миграцию и привлечение в зону репаративной регенерации тканей различных иммунных эффекторных клеток, которые, в свою очередь, являясь источником продукции воспалительных медиаторов (IL-1, IL-6, TNFα и др.), могут регулировать экспрессию Wnt-5a и способствовать продукции Wnt-лигандов [2, 8].

В ряде экспериментальных и клинических исследований продемонстрирована выраженная экспрессия Wnt-5a в кровеносных сосудах и сыворотке крови при атеросклеротических поражениях, а также в висцеральной жировой ткани пациентов с ожирением [8].

Однако при сердечно-сосудистой патологии роль Wnt-5a не всегда однозначна, и в ряде случаев, он может проявлять аутокринно/паракринное противовоспалительное действие, как в отношении иммунорегуляторных клеток, так и синтеза супрессорных медиаторов [2, 3, 5].

Учитывая многофункциональный характер Wnt-5a с потенциально противоречивыми эффектами, требуется проведение дополнительных исследований для более глубокого понимания молекулярных механизмов его участия в патогенезе ИБС и разработке новых подходов к диагностике с использованием Wnt-5a в качестве перспективного биомаркера. В связи с этим наше исследование было сосредоточено на изучении клинической значимости уровня сывороточного Wnt-5a при остром инфаркте миокарда (ОИМ).

Материалы и методы

В проводимое исследование вошли 70 пациентов молодого и среднего возраста (от 18 до 59 лет, в соответствии с классификацией ВОЗ) с ОИМ (I группа), госпитализированных в региональный сосудистый центр БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница», и 20 условно здоровых лиц (II контрольная группа), сопоставимых с ними по возрасту и полу. Ввиду отсутствия общепринятых референсных значений исследуемых показателей, данные, полученные у лиц контрольной группы, принимались нами за физиологическую норму.

Распределение по полу и возрасту в группах пациентов было представлено следующим образом: I группа включала в себя 25 женщин и 45 мужчин (средний возраст – 43,8±5,3 года), II группа – 10 женщин и 10 мужчин (средний возраст – 40,9±6,2 года). Статистических различий по возрасту и полу в исследуемых группах выявлено не было ($p > 0,05$).

Диагностика ОИМ проводилась в соответствии с клиническими рекомендациями Министерства здравоохранения РФ в актуальной на момент исследования редакции.

Исследования были одобрены этическим комитетом Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева (Протокол № 1 от 14.10.2024) и выполнены в соответствии с руководящими принципами Хельсинкской декларации и стандартами GCP. Перед включением в исследование у всех больных получено письменное информированное согласие об использовании результатов их обследования в научных целях.

В зависимости от изменений на ЭКГ пациенты I группы распределились следующим образом: переднебоковая локализация инфаркта миокарда регистрировалась у 47,14%; переднеперегородочная – у 14,3%; нижнедиафрагмальная – у 24,3%; нижнебоковая – у 14,3% больных.

Инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST встречался у 20 пациентов с ОИМ. Трансмуральный (Q-инфаркт миокарда) превалировал у пациентов I группы и регистрировался в 37 случаях (52,9%).

Общеклинические лабораторные исследования выполнялись с использованием анализаторов Maxm Analyzer (Великобритания) и Monarch chemistry system (Италия).

Забор венозной крови осуществлялся у пациентов утром натощак в первые 24 часа и на 7-е сутки с момента госпитализации, в дальнейшем кровь центрифугировали в течение 15 минут со скоростью 1500 оборотов/мин, сыворотку аликвотировали, замораживали при температуре – 24 °C и хранили от 1 до 2 месяцев без повторных циклов размораживания до использования.

Уровень Wnt-5a и IL-6 в сыворотке крови определяли в двух повторах методом иммуноферментного анализа (ИФА). Проведение измерений оптической плотности производилось на фотометре STAT FAX 2100 (Awareness Technology, США) с использованием коммерческих наборов реагентов Sunlong Biotech Co. (Китай, чувствительность набора 0,6 пг/мл, диапазон определя-

емых значений 30-2000 пг/мл) для Wnt-5a и АО «Вектор-Бест» (Россия, чувствительность набора 0,5 пг/мл, диапазон измерений 0-300 пг/мл) для IL-6, согласно протоколам производителей.

Статистические расчеты выполнялись в онлайн версии программы StatTech 4.5.0 (ООО «Статтех», Россия, 2024).

Результаты и обсуждение

Одной из актуальных областей исследования Wnt-сигналинга является его участие в развитии и гомеостазе сердца, что обеспечивает ключевое понимание молекулярных механизмов, управляющих формированием и функционированием сердечной мышцы [6, 9, 11]. В контексте инфаркта миокарда, когда наблюдается обширная потеря кардиомиоцитов, приводящая к нарушению функции сердца, изучение Wnt-сигнализации может стать ключом к инновационным диагностическим и терапевтическим стратегиям. После инфаркта миокарда сердечная ткань подвергается значительному ремоделированию, которое сопровождается структурными и функциональными изменениями миокарда и ассоциировано с аномальной активацией Wnt-сигнального пути [4, 7, 13].

Имеющиеся в настоящее время работы, посвященные Wnt-5a, свидетельствуют о возможности его использования как маркера сердечно-сосудистой патологии, особенно с учетом данных о выраженной экспрессии Wnt-5a сердечными миоцитами [2, 8]. Вместе с тем, в клинических и экспериментальных исследованиях в отношении дисрегуляции Wnt-5a-сигнального пути имеются противоречивые данные [2, 3, 5, 8], что обосновывает актуальность оценки вовлеченности в патофизиологический процесс при ОИМ Wnt-5a и динамики его продукции в рамках проведения биомониторинга в течение госпитального периода.

Результаты проведенных нами исследований показали, что медианные значения Wnt-5a были значительно ниже в образцах сыворотки пациентов с инфарктом миокарда по сравнению с условно здоровыми лицами ($p < 0,05$). Однако при этом можно выделить две популяции пациентов с инфарктом миокарда в отношении продукции Wnt-5a. Так, примерно у 33% больных с ОИМ в первые 24 часа с момента госпитализации уровень белка Wnt-5a был аналогичен уровню здоровых лиц, а у оставшейся популяции сывороточная концентрация Wnt-5a оказалась ниже, чем в контрольной группе (рис. 1), что в целом может быть связано как с физиологической гетерогенностью экспрессии Wnt-5a, так и изменением его секреции на фоне дисфункции кардиомиоцитов.

Следует отметить, что при анализе индивидуальных сывороточных показателей Wnt-5a у пациентов с ранее перенесенным инфарктом миокарда и развившимся постинфарктным кардиосклерозом, отмечались максимально низкие значения Wnt-5a (80±10 пг/мл) в 1-е сутки с момента развития инфаркта миокарда, с тенденцией к нарастанию концентрации Wnt-5a в сыворотке крови до 130-160 пг/мл к 7-му дню госпитализации. Эта динамика сочеталась с более тяжелым течением инфаркта миокарда, что может косвенно свидетельствовать о нарушении процессов регенерации и ремоделирования тканей, в котором Wnt-5a принимает непосредственное участие. Наряду с этим, при типичном течении ОИМ отмечалось иная тенденция выработки Wnt-5a со снижением значений данных показателей к 7-м суткам патологического процесса. Однако в обоих случаях не был достигнут целевой уровень концентраций Wnt-5a, характерный для лиц контрольной группы.

Кроме того, нами не было установлено статистически значимых различий в сывороточных концентрация Wnt-5a в зависимости от локализации инфаркта миокарда ($p > 0,05$).

Отдельного внимания заслуживают данные о максимально высоких значениях Wnt-5a (≥ 290 пг/мл), полученных у пациентов с кальцификацией клапанов сердца и коронарных сосудов по данным Эхо-КГ, что подтверждает участие неканонических лигандов Wnt-5a в сосудистой кальцификации.

Как известно, сразу после инфаркта миокарда развивается воспалительная реакция, направленная на удаление некротизированных тканей и инициацию процессов заживления, включая продукцию и высвобождение медиаторов воспаления, одним из ключевых элементов которых является IL-6. Как показали результаты нашего исследования, сывороточный уровень IL-6 резко возрастает в первые часы ОИМ (рис. 2), что согласуется с данными литературы [14]. В настоящем исследовании мы дополнительно подтвердили не только повышение IL-6 в 1-е сутки, но и отметили снижение в динамике его концентрации к 7-му дню ОИМ (рис. 2), что соответствует результатам работ о динамике сывороточной продукции IL-6 по мере смены фазы и активности воспалительного процесса [14] и дополнительно подтверждается установленными прочными отрицательными корреляционными связями Wnt-5a с показателями лейкоцитов и СОЭ общего анализа крови ($r = -0,61$; $r = -0,45$, $p < 0,05$).

Проведенный корреляционный анализ взаимосвязи Wnt-5a и IL-6 позволил установить заметной тесноты обратную связь по шкале Чеддока ($\rho = -0,554$; $p < 0,05$), что подтверждает тот

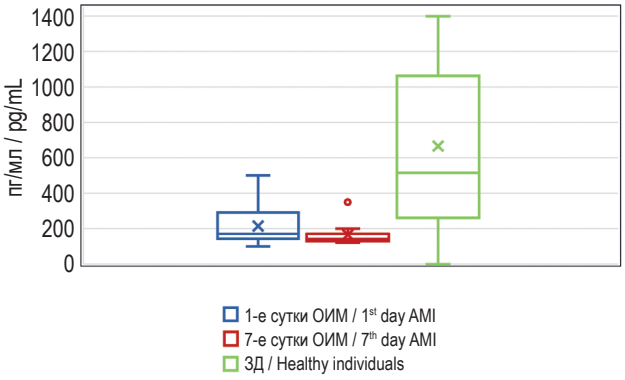

Рисунок 1. Сывороточный уровень Wnt-5a (пг/мл) у пациентов с острым инфарктом миокарда на 1-е и 7-е сутки госпитализации и здоровых лиц

Figure 1. Serum Wnt-5a level (pg/ml) in patients with acute myocardial infarction on days 1 and 7 of hospitalization and in healthy individuals

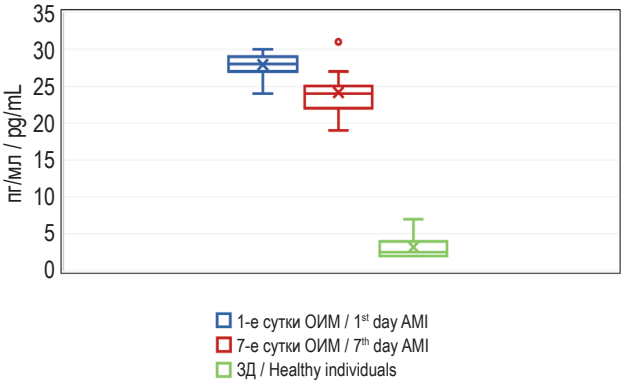

Рисунок 2. Сывороточный уровень IL-6 (пг/мл) у пациентов с острым инфарктом миокарда на 1-е и 7-е сутки госпитализации и здоровых лиц

Figure 2. Serum IL-6 level (pg/mL) in patients with acute myocardial infarction on days 1 and 7 of hospitalization and in healthy individuals

факт, что высокие концентрации IL-6 могут оказывать ингибирующее воздействие на Wnt-5a-сигнальный путь. Подавление активности Wnt-5a может временно ограничивать процессы ремоделирования, препятствуя нормальному восстановлению тканей миокарда, до наступления фазы снижения интенсивности воспаления.

При сопоставлении уровней Wnt-5a у пациентов с Q- и не-Q-инфарктом миокарда, а также с элевацией и без элевации сегмента ST электрокардиограммы, не удалось выявить статистически значимых различий (p = 0,554; p = 0,591 соответственно; используемый метод t-критерий Стьюдента).

Отдельно стоит отметить, что у пациентов с наличием патологического зубца Q – на ЭКГ концентрация Wnt-5a была на 15-20% ниже, чем у больных с не Q – ОИМ, на фоне максимально высокого сывороточного уровня IL-6 в 1-е сутки течения Q – инфаркта миокарда.

Заключение

Таким образом, проведенные нами исследования показали вовлеченность Wnt-5a в патогенез ОИМ. Хотя это многообещающая область исследований и взаимодействия сигнального пути Wnt в рамках сложной биологии сердечно-сосудистой системы полностью не изучены, полученные нами предварительные данные позволяют открыть новые потенциальные диагностические возможности этого биомаркера.

Список литературы / References

1. Bansal A., Hiwale K. Updates in the management of coronary artery disease: a review article. *Cureus, 2023, Vol. 15, no. 12, e50644.* doi: 10.7759/cureus.50644.
2. Bhatt P.M., Malgor R. Wnt5a: a player in the pathogenesis of atherosclerosis and other inflammatory disorders. *Atherosclerosis, 2014, Vol. 237, no. 1, pp. 155-162.*
3. Chen X., Liu H.L., Li D.H., Wang J.S., Zhao F. Dual role of Wnt5a in the progression of inflammatory diseases. *Chin. Med. Sci. J., 2022, Vol. 37, no. 3, pp. 265-274.*
4. Fu W.B., Wang W.E., Zeng C.Y. Wnt signaling pathways in myocardial infarction and the therapeutic effects of Wnt pathway inhibitors. *Acta Pharmacol. Sin., 2019, Vol. 40, no. 1, pp. 9-12.*
5. Halleskog C., Schulte G. WNT-3A and WNT-5A counteract lipopolysaccharide-induced pro-inflammatory changes in mouse primary microglia. *J. Neurochem., 2013, Vol. 125, no. 6, pp. 803-808.*
6. Hayat R., Manzoor M., Hussain A. Wnt signaling pathway: A comprehensive review. *Cell Biol. Int., 2022, Vol. 46, no. 6, pp. 863-877.*
7. Horitani K., Shiojima I. Wnt signaling in cardiac development and heart diseases. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Anim., 2024, Vol. 60, no. 5, pp. 482-488.*
8. Huang Y., Xue Q., Chang J., Wang X., Miao C. Wnt5a: A promising therapeutic target for inflammation, especially rheumatoid arthritis. *Cytokine, 2023, Vol. 172, 156381.* doi: 10.1016/j.cyto.2023.156381.
9. Li D., Sun J., Zhong T.P. Wnt signaling in heart development and regeneration. *Curr. Cardiol. Rep., 2022, Vol. 24, no. 10, pp. 1425-1438.*

10. Nedkoff L., Briffa T., Zemedikun D., Herrington S., Wright F.L. Global trends in atherosclerotic cardiovascular disease. *Clin. Ther., 2023, Vol. 45, no. 11, pp. 1087-1091.*

11. Rim E.Y., Clevers H., Nusse R. The Wnt Pathway: from signaling mechanisms to synthetic modulators. *Annu. Rev. Bioche., 2022, Vol. 91, pp. 571-598.*

12. Roth G.A., Mensah G.A., Johnson C.O., Addolorato G., Ammirati E., Baddour L.M., Barengo N.C., Beaton A.Z., Benjamin E.J., Benziger C.P., Bonny A., Brauer M., Brodmann M., Cahill T.J., Carapetis J., Catapano A.L., Chugh S.S., Cooper L.T., Coresh J., Criqui M., DeCleene N., Eagle K.A., Emmons-Bell S., Feigin V.L., Fernández-Solà J., Fowkes G., Gakidou E., Grundy S.M., He F.J., Howard G., Hu F., Inker L., Karthikeyan G., Kassebaum N., Koroshetz W., Lavie C., Lloyd-Jones D., Lu H.S., Mirijello A., Temesgen A.M., Mokdad A., Moran A.E., Muntner P., Narula J., Neal B., Ntsekhe M., de Oliveira G.M., Otto C., Owolabi M., Pratt M., Rajagopalan S., Reitsma M., Ribeiro A.L.P., Rigotti N., Rodgers A., Sable C., Shakil S., Sliwa-Hahnle K., Stark B., Sundström J., Timpel P., Tleyjeh I.M., Valgimigli M., Vos T., Whelton P.K., Yacoub M., Zuhlke L., Murray C., Fuster V.; GBD-NHLBI-JACC Global Burden of Cardiovascular Diseases Writing Group Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: update from the GBD 2019 study. *J. Am. Coll. Cardiol., 2020, Vol. 76, pp. 2982-3021.*

13. Snimshchikova I.A., Plotnikova M.O. Role of morphogenic proteins of the WNT signaling pathway in coronary artery disease. *Medical Immunology (Russia), 2023, Vol. 25, no. 4, pp. 985-990.* doi: 10.15789/1563-0625-ROM-2835.

14. Tanaka T., Narazaki M., Kishimoto T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol., 2014, Vol. 6, no. 10, a016295.* doi: 10.1101/cshperspect.a016295.

15. van Dijk E.M., Menzen M.H., Spanjer A.I., Middag L.D., Brandsma C.A., Gosens R. Noncanonical WNT-5B signaling induces inflammatory responses in human lung fibroblasts. *Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol., 2016, Vol. 310, no. 11, pp. L1166-L1176.*

Авторы:

Снимщикова И.А. *— д.м.н., профессор, заведующая кафедрой иммунологии и специализированных клинических дисциплин, директор Медицинского института, ведущий научный сотрудник лаборатории новых медицинских технологий ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия*

Коньшина А.В. *— к.б.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и смежных дисциплин, начальник управления по образовательной деятельности ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия*

Authors:

Snimshchikova I.A., *PhD, MD (Medicine), Professor, Head of the Department of Immunology and specialized clinical disciplines, Director of Medical Institute, Leading Researcher at the Laboratory of New Medical Technologies, I. Turgenev Orel State University, Orel, Russian Federation*

Konshina A.V., *PhD (Biology), Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Related Disciplines, Head of the Department of Educational Activities, N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation*

Поступила 07.05.2025
Принята к печати 25.05.2025

Received 07.05.2025
Accepted 25.05.2025