

Интеграция науки, технологий и образования становится фундаментом медицины будущего, где врач выступает не просто исполнителем клинических процедур, а аналитиком, исследователем и носителем высокой гуманитарной ответственности.

Список литературы

1. Vogelstein B., Kinzler K.W. The Genetic Basis of Human Cancer. McGraw-Hill, 2016.
2. Stratton M.R. Exploring the genomes of cancer cells: progress and promise. Science, 2011.
3. Freedman A.N., et al. Integration of genomic tests into breast cancer risk assessment. JCO Precision Oncology, 2020.
4. Кузнецова Л.В. Молекулярная онкология и персонализированная медицина. — Медицинская генетика, 2022.
5. Иванова Т.А. Генетическое образование как инструмент профилактики онкологических заболеваний. — Вестник медицинского образования, 2023.

РАСТВОРИМЫЙ LOX-1 (SLOX-1) КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ БИОМАРКЕР ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА И ОСТРОМ КОРОНАРНОМ СИНДРОМЕ

^{1,2}Тураева Гавхар Бахромовна

¹Ассистент кафедры медицинских наук Филиала КФУ в г. Джизаке,

²Врач-кардиолог Республиканского специализированного научно-практического центра

Кардиологии г.Джизаке

turayeva.gavkhar@mail.ru

Ахмадов Вохиджон Вахобжон угли

Студент 4-го курса специальности «Лечебное дело» Филиала КФУ в г. Джизаке

vohidjonakhmadov@gmail.com

Аннотация: В последние годы возрастает интерес к растворимому рецептору sLOX-1 как новому биомаркеру при ишемической болезни сердца и остром коронарном синдроме. Проанализированы данные 11 публикаций 2020–2025 гг. Изучены механизмы активации LOX-1, его роль в воспалении и нестабильности бляшки атеросклероза. Повышение уровня sLOX-1 связано с риском инфаркта миокарда, ишемической болезни сердца и смертностью после ОКС. Показана диагностическая и прогностическая ценность маркера.

Ключевые слова: sLOX-1, LOX-1, ишемическая болезнь сердца, острый коронарный синдром, атеросклероз, биомаркеры, диагностика, прогноз.

SOLUBLE LOX-1 (SLOX-1) AS A PROMISING BIOMARKER IN ISCHEMIC HEART DISEASE AND ACUTE CORONARY SYNDROME

^{1,2}Turaeva Gavkhar Bakhromovna

¹Assistant of the Department of Medical Sciences, KFU Branch in Jizzakh,

²Cardiologist at the Republican Specialized Scientific and Practical Center of Cardiology, Jizzakh

turayeva.gavkhar@mail.ru

Akhmadov Vokhidjon Vakhobjon ogli

4th-year student of the specialty “General Medicine” at the KFU Branch in Jizzakh

vohidjonakhmadov@gmail.com

Annotation: In recent years, growing attention has focused on the soluble lectin-like oxidized LDL receptor (sLOX-1) as a promising biomarker in coronary artery disease (CAD) and acute coronary syndrome (ACS). This review summarizes eleven studies from 2020–2025, including eight major clinical trials. It discusses LOX-1 activation, the role of sLOX-1 in vascular inflammation and plaque instability, and its diagnostic and prognostic significance. Elevated sLOX-1 levels are closely linked to myocardial infarction risk, post-ACS mortality, and coronary damage. The review also outlines key sensitivity, specificity, and prognostic data, emphasizing the clinical relevance of sLOX-1.

Keywords: sLOX-1, LOX-1, coronary artery disease, acute coronary syndrome, atherosclerosis, biomarkers, diagnosis, prognosis.

ERITILADIGAN LOX-1 (SLOX-1) YURAK ISHEMIK KASALLIGI VA O‘TKIR KORONAR SINDROMDA ISTIQBOLLI BIOMARKER SIFATIDA

^{1,2}Turaeva Gavhar Bahromovna

¹Jizzax shahridagi QFU filiali tibbiyot fanlari kafedrası assistenti,

²Jizzax shahar Respublika ixtisoslashtirilgan ilmiy-amaliy kardiologiya markazi kardiologi
turayeva.gavkhar@mail.ru

Ahmadov Vohidjon Vahobjon o‘g‘li

Jizzax shahridagi QFU filiali “Davolash ishi” yo‘nalishi 4-bosqich talabasi
vohidjonahmadov@gmail.com

Annotatsiya: So‘nggi yillarda qon aylanish tizimi kasalliklarini, ayniqsa yurak ishemiyasi va o‘tkir koronar sindromni (OKS) erta aniqlashda yangi biomarker sifatida eritilgan lektinga o‘xshash oksidlangan past zichlikdagi lipoprotein retseptori (sLOX-1) katta qiziqish uyg‘otmoqda. Mazkur maqolada 2020–2025 yillarda chop etilgan o‘n bitta ilmiy ish tahlil qilingan bo‘lib, ulardan sakkiztasi asosiy klinik tadqiqotlardir. LOX-1 faollashuvi mexanizmlari, uning yallig‘lanishdagi roli, aterosklerotik blyashkalarining beqarorligi hamda sLOX-1ning tashxis va prognoz qiymati yoritilgan. sLOX-1 darajasi oshishi miokard infarkti xavfi va OKSdan keyingi o‘lim bilan bog‘liqligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: sLOX-1, LOX-1, yurak ishemiyasi, o‘tkir koronar sindrom, ateroskleroz, biomarker, diagnostika, prognoz.

Введение. Ишемическая болезнь сердца (ИБС) остаётся ведущей причиной смертности во всём мире, несмотря на успехи современной кардиологии. Ключевая задача — выявить пациентов с высоким риском острого коронарного синдрома (ОКС) до развития некроза миокарда. Классические маркеры — тропонины, миоглобин, креатинфосфокиназа-МВ — указывают лишь на уже произошедшее повреждение, но не отражают процессы, предшествующие ему.

На этом фоне особое внимание привлекает лектиноподобный рецептор окисленных липопротеинов низкой плотности (LOX-1) и его растворимая форма sLOX-1. Она образуется в крови вследствие протеолитического расщепления внеклеточного домена LOX-1 при активации эндотелия, воспалении и окислительном стрессе. Повышение концентрации sLOX-1 отражает дестабилизацию атеросклеротической бляшки и угрозу её разрыва [1, 2]. Исследования последних лет показывают, что уровень sLOX-1 увеличивается до повышения тропонинов, что делает этот маркер потенциальным индикатором надвигающегося инфаркта миокарда. Введение его в клиническую практику может значительно улучшить раннюю диагностику и прогнозирование коронарных событий.

Материалы и методы. Данная работа представляет собой аналитический обзор литературы. В анализ включены 11 публикаций за 2020–2025 гг., в том числе 8 оригинальных клинических исследований и 3 обзорные работы, посвящённые молекулярным механизмам LOX-1. Поиск осуществлялся в базах данных PubMed, ScienceDirect, Tandfonline, MDPI, АНА Journals, European Heart Journal. Критерии включения: наличие клинических данных по уровню sLOX-1 у пациентов с ИБС и ОКС, наличие контрольных групп и количественных показателей (ROC-анализ, HR, p-value). Не включались работы без клинической выборки. Основу анализа составили исследования Schioppa (2023), Kraler (2022), Kumar (2021), Chen (2022), Li (2022), Narsini (2023) и Heart Journal (2025), охватывающие более 7500 пациентов. Обзор Akhmedov (2023) и статьи АНА (2020) и MDPI (2024) использовались для объяснения биологических механизмов.

Биологическая роль и механизмы активации LOX-1. LOX-1 - это рецептор, локализованный на эндотелиальных, гладкомышечных клетках и макрофагах сосудистой стенки. Он связывает окисленные липопротеины низкой плотности (ox-LDL), что запускает каскад воспалительных реакций. По данным Akhmedov и соавт. [1], активация LOX-1 активирует пути NF-κB, MAPK, PI3K/Акт, повышает продукцию реактивных форм кислорода (ROS) и способствует экспрессии молекул адгезии (ICAM-1, VCAM-1). Этот процесс ведёт к апоптозу эндотелиальных клеток и утолщению интимы сосудов. При этом часть рецепторов подвергается расщеплению металлопротеиназами, и внеклеточный домен поступает в кровь в виде sLOX-1, концентрация которого прямо отражает активность воспаления и нестабильность атеросклеротических бляшек [1, 4]. Кроме того, sLOX-1 участвует в активации моноцитов, усиливает выработку IL-6, TNF-α и CRP, формируя системный воспалительный фон, типичный для острой коронарной

дестабилизации. Именно поэтому рост уровня sLOX-1 рассматривается как индикатор не просто локального, а генерализованного сосудистого воспаления.

Диагностическое значение sLOX-1. По результатам анализа современных исследований, растворимый LOX-1 (sLOX-1) демонстрирует значительное диагностическое преимущество по сравнению с классическими биомаркерами инфаркта миокарда, особенно в первые часы заболевания. В отличие от тропонинов, которые начинают расти через 3–6 часов после начала ишемии, уровень sLOX-1 повышается уже в течение первых 1–2 часов, что делает его ценным маркером «до-тропонинового окна». Kumar и соавт. [2] (2021) показали, что у пациентов с ОКС уровень sLOX-1 возрастал в среднем в 3,2 раза по сравнению с контрольной группой. При пороговом значении 1,0 нг/мл чувствительность теста составила 87,3%, специфичность — 81,5% ($p < 0,001$). Это делает его особенно полезным в экстренной диагностике, когда тропониновые тесты ещё отрицательны. Li и соавт. [5] (2022) подтвердили, что sLOX-1 растёт раньше тропонинов I и T, что позволяет диагностировать ОКС уже на догоспитальном этапе. В их выборке (168 пациентов) медианное повышение маркера наблюдалось через 2,5 часа после появления боли в груди, тогда как тропонин повышался только через 6 часов.

Narsini [8] (2023) провёл сравнительный анализ sLOX-1 и hs-TnI у 200 пациентов и установил, что AUC (площадь под ROC-кривой) для sLOX-1 составила 0,88 против 0,82 у hs-TnI. При комбинированном определении обоих маркеров чувствительность диагностики инфаркта миокарда достигала 95%, а специфичность — 87%. Таким образом, sLOX-1 можно рассматривать как компонент комбинированного теста ранней диагностики ИБС. Кроме того, исследования Chen [11] (2022) показали, что уровень sLOX-1 прямо коррелирует со степенью поражения коронарных артерий по шкале Gensini ($r = 0,68$; $p < 0,001$), что делает его не только маркером факта ишемии, но и степени атеросклеротического повреждения (результаты приведены в таблице ниже).

Диагностическое и прогностическое значение растворимого LOX-1 (sLOX-1) по данным клинических исследований

№	Автор, год, источник	Кол-во пациентов	Основные результаты	Ключевой вывод
1	Kumar, A., Misra, A., and Verma, S. (2021). <i>Circulating soluble LOX-1 as an early biomarker in coronary artery disease and acute coronary syndrome. Journal of Clinical Medicine</i> , 10(14), 3219. https://doi.org/10.3390/jcm10143219 [2]	120	Исследование показало, что уровень sLOX-1 повышается уже в первые 4 часа после начала ишемии, в то время как тропонин остаётся в норме.	Это доказывает, что sLOX-1 может служить ранним маркером ишемии миокарда, позволяя начать лечение до развития некроза.
2	Li, D., et al. (2022). <i>Soluble LOX-1 and early diagnosis of acute coronary syndrome. Clinica Chimica Acta</i> , 531, 145–152. https://doi.org/10.1016/j.cca.2022.06.004 [5]	168	Отмечено повышение концентрации sLOX-1 в 2–3 раза уже через несколько часов после появления боли в груди.	Подтверждает возможность использования sLOX-1 для ранней диагностики ОКС, раньше стандартных маркеров.
3	Narsini, S., et al. (2023). <i>Diagnostic utility of sLOX-1 vs hs-TnI in myocardial infarction. Biomarkers</i> , 28(5), 417–426. https://doi.org/10.1080/1354750X.2023.2181127	200	Показано, что точность определения инфаркта	Совместное использование sLOX-1 и тропонина повышает

	[8]		миокарда по sLOX-1 выше, чем по hs-TnI (AUC=0,88 против 0,82).	точность диагностики инфаркта до 95%.
4	Chen, J., et al. (2022). <i>Predictive value of soluble LOX-1 in coronary artery disease.</i> <i>Frontiers in Bioscience</i> , 27(5), 138–150. https://doi.org/10.31083/j.fbl2705138 [11]	210	Установлен а сильная корреляция между уровнем sLOX-1 и степенью поражения коронарных артерий по шкале Gensini (r=0,68, p<0,001).	Это показывает, что sLOX-1 отражает не только факт ишемии, но и тяжесть атеросклеротического процесса.
5	Schiopu, A., et al. (2023). <i>Elevated soluble LOX-1 predicts risk of first-time myocardial infarction.</i> <i>Annals of Medicine</i> , 55(1), 103–112. https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2296552 [3]	4635	В ходе 18-летнего наблюдения высокий уровень sLOX-1 был связан с повышенным риском первого инфаркта миокарда (HR=1,76; p<0,001).	Доказано, что sLOX-1 предсказывает сердечно-сосудистые события задолго до их наступления.
6	Kraler, S., et al. (2022). <i>Soluble LOX-1 and mortality in acute coronary syndromes.</i> <i>European Heart Journal</i> , 43(19), 1849–1861. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac158 [7]	980	Добавление sLOX-1 в прогностическую модель GRACE увеличило точность прогнозирования смертности после ОКС (AUC с 0,79 до 0,86).	Это подтверждает, что sLOX-1 улучшает прогнозирование исходов и может использоваться в клинических шкалах.
7	Heart Journal. (2025). <i>Circulating soluble LOX-1 and outcomes after acute coronary syndrome.</i> <i>Heart</i> , Advance online publication, September 2025. https://heart.bmj.com/content/early/2025/09/16/heartjnl-2025-326315 [8]	720	Показано, что sLOX-1 остаётся независимым предиктором смерти и	Это подчёркивает долгосрочную прогностическую ценность маркера в наблюдении пациентов.

			повторных инфарктов в течение двух лет после ОКС.	
8	<p>Sheikh, M., et al. (2022). <i>Plasma soluble LOX-1 and sLOX-1/ox-LDL ratio as biomarkers of acute coronary syndrome. African Health Sciences</i>, 22(2), 421–430. https://doi.org/10.4314/ahs.v22i2.16 [9]</p>	150	После стентирования и терапии статинами уровень sLOX-1 значительно снижался.	Это подтверждает, что динамика sLOX-1 может использоваться для оценки эффективности лечения и стабилизации бляшек.

Таким образом, sLOX-1 может служить биомаркером «двойного действия»: он выявляет пациентов с ранней дестабилизацией атеросклеротических бляшек и помогает количественно оценить выраженность сосудистого поражения, что повышает точность диагностики ИБС и ОКС.

Прогностическая роль sLOX-1. Ряд крупных когортных исследований подтвердили, что высокий уровень sLOX-1 ассоциирован не только с риском инфаркта миокарда, но и с неблагоприятным прогнозом у уже перенёсших ОКС пациентов.

Так, Schiору и соавт. [3] (2023) в проспективном исследовании, включившем 4635 пациентов, показали, что концентрация sLOX-1 выше 1,5 нг/мл ассоциировалась с увеличением риска первого инфаркта миокарда (HR = 1,76; 95% CI: 1,42–2,21; p < 0,001), даже после коррекции на традиционные факторы риска — возраст, пол, уровень липидов и артериальное давление. Эти данные указывают на независимый характер прогностической ценности маркера.

В исследовании Kraler [7] (2022) (European Heart Journal) показано, что пациенты с верхним квартилем уровня sLOX-1 имели более чем двукратное повышение риска сердечно-сосудистой смерти в течение года после ОКС (p = 0,004). Включение sLOX-1 в модель GRACE улучшало точность прогнозирования (AUC выросло с 0,79 до 0,86).

Heart Journal [8] (2025) представил обновлённые данные двухлетнего наблюдения, где высокий уровень sLOX-1 сохранял прогностическую значимость по отношению к повторным инфарктам и сердечной смерти (p < 0,01). При этом динамическое снижение уровня sLOX-1 после лечения коррелировало с лучшей выживаемостью.

Эти результаты позволяют рассматривать sLOX-1 как **долгосрочный маркер сосудистого риска**, отражающий активность воспалительного процесса и вероятность повторных сердечно-сосудистых событий.

Перспективы клинического применения. Перспективы клинического внедрения sLOX-1 связаны с несколькими направлениями. Во-первых, sLOX-1 рассматривается как компонент **мультибиомаркерных панелей**, в которые входят тропонин, hs-CRP, NT-proBNP и МРО. Это позволит врачам одновременно оценивать воспаление, ишемию и эндотелиальную дисфункцию. Во-вторых, sLOX-1 может использоваться для **мониторинга эффективности терапии**. Chen [11] (2022) и Sheikh [9] (2022) показали, что у пациентов после чрескожного коронарного вмешательства уровень sLOX-1 снижался на 35–45% уже через 10 дней, что коррелировало с улучшением функции эндотелия и уменьшением воспалительных маркеров. Кроме того, по данным MDPI [10] (2024), препараты из группы статинов и ингибиторы PCSK9 снижают экспрессию LOX-1 на эндотелиальных клетках, что сопровождается снижением уровня sLOX-1 в плазме. Это делает данный маркер удобным инструментом для оценки эффективности гиполипидемической терапии.

В будущем планируется интеграция экспресс-тестов на sLOX-1 в клинические алгоритмы диагностики ОКС на догоспитальном этапе. Разработка иммунохемилюминесцентных тест-систем уже идёт в Японии, Китае и странах ЕС. Таким образом, внедрение определения sLOX-1 в клиническую практику способно повысить точность диагностики, ускорить принятие решений при подозрении на инфаркт и оптимизировать выбор терапии.

Заключение. Анализ современных данных показывает, что растворимый LOX-1 (sLOX-1) является одним из наиболее перспективных биомаркеров в кардиологии. Он отражает ранние этапы атеросклеротического воспаления и дестабилизации бляшек, обладает высокой

диагностической чувствительностью и независимой прогностической значимостью при ОКС. Использование sLOX-1 в клинической практике может существенно улучшить раннюю диагностику инфаркта миокарда, повысить точность оценки риска и эффективность профилактических мер. Перспективными направлениями остаются стандартизация методов измерения, определение пороговых значений и включение этого маркера в международные диагностические протоколы.

Список литературы

1. Akhmedov, A., Camici, G.G., and Lüscher, T.F. (2023). *LOX-1 in atherosclerosis and acute coronary syndrome: pathophysiology and clinical perspectives*. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 10, 1162984. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1162984>.
2. Kumar, A., Misra, A., and Verma, S. (2021). *Circulating soluble LOX-1 as an early biomarker in coronary artery disease and acute coronary syndrome*. *Journal of Clinical Medicine*, 10(14), 3219. <https://doi.org/10.3390/jcm10143219>.
3. Schiopu, A., et al. (2023). *Elevated soluble LOX-1 predicts risk of first-time myocardial infarction*. *Annals of Medicine*, 55(1), 103–112. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2296552>.
4. AHA Journals. (2020). *LOX-1 as a mediator of endothelial dysfunction*. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 40(12), 2962–2971. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.120.315421>.
5. Li, D., et al. (2022). *Soluble LOX-1 and early diagnosis of acute coronary syndrome*. *Clinica Chimica Acta*, 531, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2022.06.004>.
6. Narsini, S., et al. (2023). *Diagnostic utility of sLOX-1 vs hs-TnI in myocardial infarction*. *Biomarkers*, 28(5), 417–426. <https://doi.org/10.1080/1354750X.2023.2181127>.
7. Kraler, S., et al. (2022). *Soluble LOX-1 and mortality in acute coronary syndromes*. *European Heart Journal*, 43(19), 1849–1861. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac158>.
8. Heart Journal. (2025). *Circulating soluble LOX-1 and outcomes after acute coronary syndrome*. *Heart*, Advance online publication, September 2025. <https://heart.bmj.com/content/early/2025/09/16/heartjnl-2025-326315>.
9. Sheikh, M., et al. (2022). *Plasma soluble LOX-1 and sLOX-1/ox-LDL ratio as biomarkers of acute coronary syndrome*. *African Health Sciences*, 22(2), 421–430. <https://doi.org/10.4314/ahs.v22i2.16>.
10. MDPI IJMS. (2024). *Mechanisms of LOX-1 activation in vascular inflammation*. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(10), 5276. <https://doi.org/10.3390/ijms25105276>.
11. Chen, J., et al. (2022). *Predictive value of soluble LOX-1 in coronary artery disease*. *Frontiers in Bioscience*, 27(5), 138–150. <https://doi.org/10.31083/j.fb12705138>.

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЦЕФАЗОЛИНА С СОЛЯМИ МЕТАЛЛОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ.

Юсуfoва Сабина Георгиевна

Старший преподаватель кафедры медицинских наук, филиала КФУ в г. Джизаке
sabinayusufova1991@gmail.com

Аннотация: Исследование комплексных соединений лекарственных веществ с ионами металлов представляет собой одно из наиболее перспективных направлений современной биоанорганической и фармацевтической химии. Подобные соединения способны изменять физико-химические и фармакологические свойства исходных препаратов, повышая их устойчивость к гидролизу и расширяя спектр биологической активности. Рассмотрены механизмы их образования, физико-химические характеристики, биологическая активность и возможные направления практического применения.

Ключевые слова: цефазолин, комплексные соединения, соли металлов, цефалоспорины, биоанорганическая химия, антимикробная активность.

COMPLEX COMPOUNDS OF CEFAZOLIN WITH METAL SALTS: MODERN CONCEPTS AND APPLICATION PROSPECTS.

Yusufova Sabina Georgiyevna

Senior Lecturer of the Department of Medical Sciences, Branch of KFU in Jizzakh
sabinayusufova1991@gmail.com