

Сравнение гистохимических методов Ли и Маллори для выявления ишемических повреждений миокарда

**В.С. Щекин¹, Ю. Ванг², А.И. Лебедева¹, С.А. Муслимов¹,
И.И. Терезулов¹, А.О. Власова¹, Р.Р. Загитов¹, А.В. Самородов¹**

¹ ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет Минздрава России, Уфа, Россия

² Ханчжоуский педагогический университет, Ханчжоу, Китай

Резюме. Введение. В патологоанатомической практике одним из базовых методов выявления раннего ишемического повреждения кардиомиоцитов является гистохимическое окрашивание гематоксилином – основным фуксином – пикриновой кислотой (ГОФП) по методу Ли. В результате применения этого метода саркоплазма ишемизированных кардиомиоцитов окрашивается основным фуксином в красно-коричневый цвет, тогда как интактные миоциты приобретают желтую окраску за счет пикриновой кислоты. Существуют критические оценки применения окрашивания по Ли в посмертной диагностике. Исходя из изложенного, представляется целесообразным дополнить метод Ли таким же доступным и информативным гистохимическим методом. Для улучшения диагностики мы включили в исследование метод окрашивания по Маллори, в котором в отличие от окрашивания по Ли используется кислый фуксин.

Материалы и методы. Исследование выполнено с использованием аутопсийного и экспериментального материала. Аутопсийный материал включал в себя 23 случая различных нозологий, сопровождавшихся острой сердечной недостаточностью. Экспериментальный материал представлял собой две модели острого повреждения миокарда. В первом эксперименте на 22 крысах ишемия воспроизводилась прекращением перфузии изолированного сердца по методу Лангендорфа, во втором на 28 крысах создавали физическую нагрузку на миокард методом принудительного плавания с грузом до полного утомления.

Результаты. Окрашивание по Маллори так же, как и по Ли, позволяет выявить фуксинофильный субстрат, указывающий на ишемическое повреждение кардиомиоцитов различного происхождения как на аутопсийном, так и на экспериментальном материале. Поврежденные кардиомиоциты, положительно окрашенные основным фуксином, имеют красно-коричневый цвет на интактном желтом фоне. При окрашивании по Маллори они обладают оранжево-красным цветом на красно-фиолетовом фоне. В экспериментальных моделях наблюдается полное соответствие результатов обоих методов, окрашивание по Маллори характеризуется высокой чувствительностью и специфичностью (96,88 и 92,31%). В секционных наблюдениях совпадение результатов окрашивания отмечено в 82%. Также при окрашивании по Маллори становятся видны участки фиброза, выявляемые анилиновым синим.

Заключение. Окрашивание трихромом по Маллори может служить дополнительным методом верификации ишемических повреждений миокарда при исследовании аутопсийного и экспериментального материала. Помимо выявления признаков ранней ишемии оно дает возможность оценить хроническую ишемию миокарда по характеру фиброзных изменений. Метод хорошо воспроизводим и доступен в каждодневной практике.

Ключевые слова: окрашивание ГОФП, окрашивание по Маллори, ишемия миокарда

Для корреспонденции: Влас Сергей Викторович Щекин. E-mail: vlas-s@mail.ru

Для цитирования: Щекин В.С., Ванг Ю., Лебедева А.И., Муслимов С.А., Терезулов И.И., Власов А.О., Загитов Р.Р., Самородов А.В. Сравнение гистохимических методов Ли и Маллори для выявления ишемических повреждений миокарда. Клин. эксп. морфология. 2025;14(3):72–79. DOI: 10.31088/CEM2025.14.3.72-79.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 24-45-00071 (грант-партнер NSFC: № 82361138563).

Статья поступила 11.11.2024. **Получена после рецензирования** 15.02.2025. **Принята в печать** 17.02.2025.

Comparative analysis of Lie and Mallory methods for detecting myocardial ischemic injury

V.S. Shchekin¹, Y. Wang², A.I. Lebedeva¹, S.A. Muslimov¹,
I.I. Teregulov¹, A.O. Vlasova¹, R.R. Zagitov¹, A.V. Samorodov¹

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

² Hangzhou Normal University, Hangzhou, China

Abstract. Introduction. In pathological practice, one of the primary histochemical methods for detecting early ischemic damage to cardiomyocytes is staining with hematoxylin-basic fuchsin-picric acid (HBFP), commonly known as the Lie method. HBFP staining results in red-brown staining of the sarcoplasm of ischemic cardiomyocytes due to basic fuchsin, while intact myocytes appear yellow due to picric acid. However, critical evaluations have raised concerns about using the Lie method in postmortem diagnosis. Therefore, to improve the diagnosis of early ischemic damage, it appears reasonable to supplement the Lie method with an equally accessible and informative histochemical approach, which is why our study included the Mallory staining method, as this technique employs acid fuchsin, but differs in its staining profile from the Lie method.

Materials and methods. The study was performed using autopsy and experimental materials. The autopsy material included 23 samples of various nosologies accompanied by acute heart failure. The experimental material included 50 rats, in which two types of experiments modeled acute myocardial injury. The first one was conducted on 22 rats, in which ischemia was induced by perfusion arrest in isolated hearts using the Langendorff method. In the other 28 animals, ischemic injury was stimulated through forced swimming with a load until exhaustion.

Results. Both Mallory and Lie staining methods allow for identifying a fuchsinophilic substrate indicative of ischemic damage to cardiomyocytes of various origins in both autopsy and experimental materials. Damaged cardiomyocytes positively stained with basic fuchsin appeared red-brown against an intact yellow background, while Mallory staining produced orange-red against a red-purple background. In the experimental models, the results of both staining methods were in full agreement, with Mallory staining demonstrating high sensitivity (96.88%) and specificity (92.31%). In sectional observations, staining results were consistent between the two methods in 82% of cases. Additionally, Mallory staining revealed areas of fibrosis when aniline blue was employed.

Conclusion. Mallory trichrome staining can serve as a supplementary method for verifying ischemic myocardial damage in both autopsy and experimental materials. Beyond detecting early signs of ischemia, it also enables the assessment of chronic myocardial ischemia via visualization of fibrotic changes. The method is reproducible and accessible in everyday practice.

Keywords: HBFP staining, Mallory staining, myocardial ischemia

Corresponding author: Vlas S. Shchekin. E-mail: vlas-s@mail.ru

For citation: Shchekin V.S., Wang Y., Lebedeva A.I., Muslimov S.A., Teregulov I.I., Vlasov A.O., Zagitov R.R., Samorodov A.V. Comparative analysis of Lie and Mallory methods for detecting myocardial ischemic injury. Clin. exp. morphology. 2025;14(3):72–79 (In Russ.). DOI: 10.31088/CEM2025.14.3.72-79.

Funding. The study was supported by the Russian Science Foundation, grant No. 24-45- 00071 (NSFC Grant Partner: No. 82361138563).

Received 11.11.2024. **Received in revised form** 15.02.2025. **Accepted** 17.02.2025.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания, среди которых лидирует ишемическая болезнь сердца, занимают ведущее место среди причин смертности населения в России и в мире [1]. Морфологическим субстратом ишемической болезни является выраженное в той или иной степени повреждение кардиомиоцитов вследствие нарушения кровотока в коронарных сосудах [2]. Кроме этого, при патоморфологическом исследовании приходится учитывать изменения в миокарде, связанные с проведенными при жизни кардиохирургическими операциями [3–6].

Диагностика раннего ишемического повреждения миокарда после смерти остается сложной задачей как для патологоанатомов, так и для судебно-медицинских экспертов [7]. Хотя при жизни можно выявлять изменения с помощью электрокардиографии (ЭКГ) или лабораторных тестов с использованием кардиоспецифических маркеров, таких как тропонин Т, I и КФК-МВ, эти данные не всегда находят подтверждение при посмертном гистологическом исследовании на светооптическом уровне.

В патологоанатомической практике одним из основных методов выявления раннего ишемического повреждения кардиомиоцитов является комбинированное гистохимическое окрашивание гематоксилином – основным фуксином – пикриновой кислотой (ГОФП), описанное J.T. Lie et al. в 1971 году и названное ими фуксиноррагическим методом. Термин «фуксиноррагия» был предложен авторами как альтернатива термину «фуксинофилия», обозначающему известную реакцию Г. Селье на повреждение кардиомиоцитов с использованием в качестве красителя кислого фуксина. Результат реакции по методу Ли, или методу ГОФП, характеризуется красно-коричневым окрашиванием основным фуксином саркоплазмы ишемизированных кардиомиоцитов, тогда как интактные миоциты приобретают желтую окраску, иногда с зеленоватым оттенком. При этом размеры очагов красно-коричневых кардиомиоцитов коррелируют с развитием ишемии миокарда. Отмечено, что при наступлении некроза кардиомиоцитов фуксинофильный субстрат исчезает. Наиболее вероятным механизмом возникновения фуксинофильного субстрата считается взаимодействие фуксина как катионного красителя с продуктами распада гликогена в саркоплазме кардиомиоцитов с окрашиванием их в красно-коричневый цвет [8]. Метод окрашивания ГОФП имеет высокую специфичность в эксперименте [9].

Тем не менее существуют и критические оценки метода ГОФП. Некоторые авторы отмечают частые случаи ложноположительного и ложноотрицательного окрашивания, а также неравномерное распределение красителя фуксина в нормальных тканях [10, 11].

Обнаружено несколько факторов, существенно влияющих на положительный результат реакции при окрашивании по методу ГОФП: аутолиз ткани в аутопсийном материале, время фиксации и толщина срезов [12]. Воспроизводимость окрашивания и достижение высокого уровня согласованности в интерпретации результатов возможны только при использовании тщательно стандартизованных процедур. Изложенное выше, а также результаты собственных исследований позволили сделать вывод, что применение одного критерия для диагностики раннего инфаркта миокарда и/или ишемического повреждения кардиомиоцитов не может решить диагностическую проблему.

Современные методы, такие как иммуногистохимия [13], поляризационная микроскопия [14] и т.п., значительно повышают диагностические возможности патологоанатомического исследования, однако их применение в повседневной практике сопряжено с определенными трудностями.

Представляется целесообразным дополнить метод ГОФП таким же доступным и информативным гистохимическим методом. Наше внимание привлек метод окрашивания трихромом по Маллори, в котором в отличие от ГОФП используется не основной, а кислый фуксин [10]. Как отмечено выше, для выявления фук-

синофильного субстрата в кардиомиоцитах изначально использовался кислый фуксин в окрашивании по Селье. Позже J.T. Lie подтвердил, что окрашивание кислым фуксином способно определять поврежденные участки миокарда в эксперименте, однако специфика окрашивания требует подтверждения [15].

Окрашивание по Маллори широко распространено, используется преимущественно для выявления компонентов соединительной ткани [16] и для идентификации ранней ишемии кардиомиоцитов ранее не применялось.

Цель исследования – провести сравнительный анализ информативности методов ГОФП и окрашивания по Маллори при выявлении ранних ишемических повреждений миокарда.

Материалы и методы

Исследование выполнено с использованием аутопсийного и экспериментального материала. Аутопсийный материал (23 случая) пациентов с различными нозологическими формами, преимущественно сопровождающимися острой сердечной недостаточностью, был получен из архива патологоанатомического отделения городской клинической больницы № 21 Уфы. Для верификации ложноположительных результатов вследствие аутолиза ткани во всех случаях учитывалось время, прошедшее после смерти до момента аутопсии. Основным диагнозом в 10 случаях был инфаркт миокарда, в семи – постинфарктный кардиосклероз, в шести – другая нозологическая форма. Во всех случаях в клинике фиксировалась острая сердечная недостаточность с помощью функциональных методов (ЭКГ, эхокардиография) и лабораторных исследований (миоглобиновая фракция креатинкиназы, тропонины I, T). Вскрытие проводилось в промежутке от 12 до 48 часов с момента наступления биологической смерти, при этом для исследования брали от двух до четырех кусочков миокарда.

Экспериментальная работа выполнена на 50 белых беспородных половозрелых самцах крыс (225,7±22,4 грамма), которые содержались в условиях вивария Башкирского государственного медицинского университета при комнатной температуре и обычном рационе с неограниченным доступом к питьевой воде в соответствии с санитарно-эпидемическими правилами СП 2.2.1.3218-14 с соблюдением международных рекомендаций Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях (Страсбург, 1986), утвержденных правил проведения лабораторных доклинических исследований в Российской Федерации (ГОСТ 3 51000.3-96, ГОСТ 51000.4-96, ГОСТ 50258-92) и лабораторной практики (приказ Минздравсоцразвития России от 23.08.2010 № 708н). Исследования одобрены этическим комитетом Башкирского государственного медицинского университета (протокол № 1 от 12.10.2020, протокол № 63 от 22.08.2022).

Для получения экспериментального материала были проведены два вида исследований, отличающихся воспроизведением ишемического воздействия на миокард. В первом эксперименте у 22 крыс воспроизводили ишемию миокарда прекращением перфузии изолированного сердца по методу Лангендорфа [17], а во втором у 28 крыс воспроизводили физическую нагрузку на миокард методом принудительного плавания с грузом до полного утомления [18].

Методика первого эксперимента заключалась в следующем. Животным под тиопенталовым наркозом («Синтез АКО ОАО», Россия) была проведена операция по выделению магистральных сосудов сердца. Затем орган извлекали и помещали в раствор Кребса–Хензеля с карбогеном [17] с последующим подключением к системе для перфузии («КардиоПротект», Россия). После стабилизационного периода начинался 30-минутный период ишемии, далее перфузия возобновлялась на 2 часа. После реперфузии сердце фиксировали в растворе 10% забуференного нейтрального формалина («БиоВитрум», Россия), а зону ишемии определяли макроскопически с помощью трифенилтетразолия хлорида («ЛенРеактив», Россия). Суть второго эксперимента – принудительное плавание крыс с грузом до полного утомления как модель анаэробной физической нагрузки, при которой преимущественно используется гликолиз как источник энергии, и в крови растет уровень лактата. Этот тест проводили ежедневно в течение 30 дней утром, с 09:00 до 11:00. Масса груза составляла 10% от массы тела крыс. В качестве наркоза использовали хлоралгидрат («Химпром-М», Россия), извлекали сердца после инсуффляции летальной дозы паров хлороформа («ЭКОС-1», Россия).

Сердца фиксировали в 10% забуференном нейтральном формалине («БиоВитрум», Россия). Для патогистологического исследования вырезали пять поперечных сегментов миокарда, которые затем подвешивали стандартной проводке в изопропиловом спирте («БиоВитрум», Россия) и уплотнению ткани в парафине «гистомикс» («БиоВитрум», Россия). Срезы из одной парафиновой ленты окрашивали по методу ГОФП («БиоВитрум», Россия) и трихромом по Маллори («БиоВитрум», Россия). Готовые стеклопрепараты были отсканированы на Pannoramic 250 (3DHISTECH Ltd, Венгрия) с последующим изучением гистологических срезов при разном увеличении с помощью программы CaseViewer (3DHISTECH Ltd, Венгрия). В микропрепаратах, окрашенных ГОФП и трихромом по Маллори, определяли выраженность повреждения миокарда полуколичественным методом: 0 баллов – интактный миокард, 1 балл – минимальная выраженность (<26% миокарда), 2 балла – от минимального до умеренного уровня (26–50% миокарда), 3 балла – умеренный уровень (51–75% миокарда), 4 балла – тяжелое повреждение (>75% миокарда) [19].

Статистический анализ данных выполняли в программе Statistica 12 (StatSoft Inc., США). Для выявления

нормального распределения количественные показатели оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для оценки различий между группами использовали критерии χ^2 Пирсона.

Результаты

Анализ экспериментального и аутопсийного материала показал, что ишемически измененные кардиомиоциты при окрашивании по методу ГОФП содержали фуксинофильный субстрат с типичной красно-коричневой окраской. Интактные миоциты окрашивались в желтый цвет. При использовании трихрома по Маллори ишемизированные кардиомиоциты имели красно-оранжевую окраску, интактные мышечные волокна окрашивались в пурпурно-фиолетовый цвет (рис.).

На аутопсийном материале при окрашивании по ГОФП в 14 случаях ишемические повреждения кардиомиоцитов не выявлены (0 баллов), в восьми случаях наблюдалась минимальная выраженность повреждения (1 балл), в одном случае – от минимального до умеренного уровня (2 балла). При окрашивании трихромом по Маллори патология не была выявлена в 10 случаях (0 баллов), в 12 случаях – 1 балл, в одном случае – 2 балла. Таким образом, в 17 случаях оценки по баллам совпадали между двумя методами, а в четырех случаях наблюдалось расхождение, причем при окрашивании по методу ГОФП оценки составляли 0 баллов, а при трихромом по Маллори – 1 балл. Критерий χ^2 Пирсона не выявил статистически значимой разницы между показателями окрашивания ($p=0,475$).

При исследовании миокарда перфузируемого сердца были получены следующие результаты. В срезах, окрашенных с применением методов ГОФП и Маллори, кардиомиоциты с признаками ишемического повреждения выявлялись очагово в субэпикардальной зоне миокарда и были диффузно распределены в субэндокардальной зоне. При оценке выраженности повреждения в баллах результаты совпадали полностью.

При окрашивании сердца крыс с вынужденной физической нагрузкой обоими методами положительная гистохимическая реакция отмечалась преимущественно в субэпикардальной зоне миокарда. В участках окрашивания продемонстрирована фуксинофилия. Количество баллов при подсчете выраженности повреждения миокарда совпадало.

В таблице представлены результаты количественной оценки чувствительности и специфичности обоих методов в группах аутопсийного и экспериментального материала. Из представленных данных видно, что на аутопсийном материале окрашивание трихромом по Маллори обладает более высокой чувствительностью, однако оба метода демонстрируют относительно низкие показатели, что может быть связано с началом аутолиза ткани. Напротив, при экспериментальных моделях окрашивание одинаково высокочувствительно и высокоспецифично.

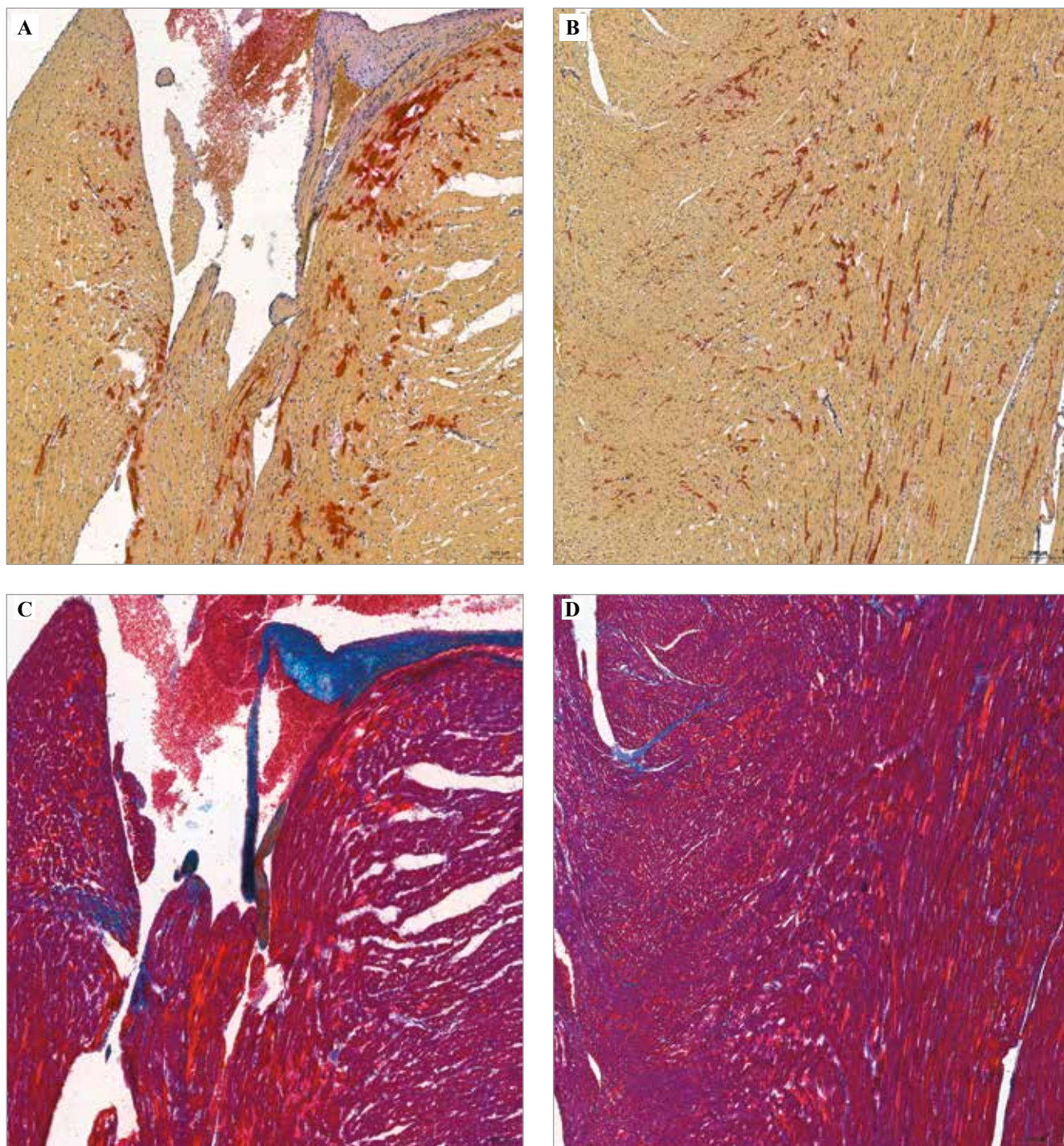


Рис. Сопоставление результатов окрашивания по методу ГОФП и Маллори в сердце крыс.
 А, В – преимущественно субэндокардиальная локализация острых повреждений кардиомиоцитов,
 С, D – преимущественно интрамуральная локализация острых повреждений кардиомиоцитов. А, В – окраска по методу ГОФП, С, D – окраска по Маллори, $\times 100$

Fig. Results of staining using the Lie and Mallory methods in the hearts of rats.
 А, В – primarily subendocardial localization of acute cardiomyocyte injury, C, D – primarily intramural localization of acute cardiomyocyte injury. А, В – Lie staining, C, D – Mallory staining, $\times 100$

Таблица | Table

Распределение чувствительности и специфичности метода окрашивания на аутопсийном и экспериментальном материале | Distribution of sensitivity and specificity of the staining methods on autopsy and experimental materials

Окрашивание/методы Staining/method	Аутопсийный материал Autopsy material		Экспериментальные модели Experimental models	
	чувствительность sensitivity, %	специфичность specificity, %	чувствительность sensitivity, %	специфичность specificity, %
Метод ГОФП HBFP	53,33	87,5%	96,88	92,31
Трихром по Маллори Mallory's trichrome	66,67	62,5	96,88	92,31

Обсуждение

В результате проведенного исследования установлено, что окрашивание по Маллори так же, как и по методу ГОФП, позволяет выявить фуксинофильный субстрат, указывающий на ишемическое контрактурное повреждение кардиомиоцитов различного происхождения, как на аутопсийном, так и на экспериментальном материале. Кардиомиоциты, положительно окрашенные по методу ГОФП, имеют красно-коричневый цвет на фоне интактного желтого, при окрашивании трихромом по Маллори – красно-оранжевый цвет на фоне пурпурно-фиолетового. На представленном нами аутопсийном материале окрашивание по методу ГОФП и трихромом по Маллори демонстрирует фуксинофилию, выраженную примерно в равной степени. Отмеченная нами несколько более высокая частота положительных результатов при окрашивании по Маллори требует дальнейшего статистического подтверждения. Оба метода при окрашивании аутопсийного материала при сравнении с экспериментальным находятся в границах низкой чувствительности диагностического теста. В экспериментальных моделях ишемического повреждения различного генеза наблюдается положительное гистохимическое окрашивание, обладающее высокой чувствительностью и специфичностью (96,88 и 92,31%, соответственно) и выраженное в равной степени для обоих методов.

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что окрашивание трихромом по Маллори может служить дополнительным методом, уточняющим степень ишемических повреждений миокарда при исследовании аутопсийного и экспериментального материала. Для экспериментального материала этот метод более информативен, чем для аутопсийного. Метод Маллори помимо верификации ранней ишемии дает возможность оценить фиброзные изменения, характеризующие хроническую ишемию миокарда. При этом метод хорошо воспроизводим и доступен в ежедневной практике.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования – В.С. Щекин, А.И. Лебедева, А.В. Самородов, Ю. Ванг.
Сбор и обработка материала – В.С. Щекин, А.И. Лебедева, А.В. Самородов, И.И. Терегулов, А.О. Власова, Р.Р. Загитов.
Написание текста – В.С. Щекин, А.И. Лебедева, И.И. Терегулов, С.А. Муслимов.
Редактирование – С.А. Муслимов, А.В. Самородов.

Author contributions

Conceived the study and designed the experiment – V.S. Shchekin, A.I. Lebedeva, A.V. Samorodov, Y. Wang.
Collected the data and performed the analysis – V.S. Shchekin, A.I. Lebedeva, A.V. Samorodov, I.I. Teregulov, A.O. Vlasova, R.R. Zagitov.
Wrote the paper – V.S. Shchekin, A.I. Lebedeva, I.I. Teregulov, S.A. Muslimov.
Edited the manuscript – S.A. Muslimov A.V. Samorodov.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare no conflict of interest.

Литература/References

1. Здравоохранение в России. Статистический сборник. Москва: Росстат, 2021. 171 с.
Healthcare in Russia. Statistical yearbook. Moscow: Rosstat, 2021. 171 p. (In Russ.).

2. Патологическая анатомия: Национальное руководство / Под ред. М.А. Пальцева, Л.В. Кактурского, О.В. Зайратьянца. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 1264 с.
Anatomic pathology: National guide / Ed. by MA Paltsev, LV Kaktursky, OV Zayratyants. Moscow: GEOTAR-Media, 2014. 1264 p. (In Russ.).

3. Нуриманшин А.Ф., Богданов Р.Р., Хусаенова А.А. Периоперационные особенности ведения пациентов при маммарокоронарном шунтировании с применением робот-ассистированной хирургической системы Da Vinci. Креативная хирургия и онкология. 2023;13(1):27–32. DOI: 10.24060/2076-3093-2023-13-1-27-32.
Nurimanshin AF, Bogdanov RR, Khusaenova AA. Perioperative patient management in mammarycoronary bypass surgery using Da Vinci surgical system. Creative surgery and oncology. 2023;13(1):27–32 (In Russ.). DOI: 10.24060/2076-3093-2023-13-1-27-32.

4. Васильев Д.К., Руденко Б.А., Фещенко Д.А., Шукуров Ф.Б., Шаноян А.С. Эндоваскулярное лечение пациента с многососудистым поражением в сочетании с хронической окклюзией правой коронарной артерии. Креативная хирургия и онкология. 2022;12(3):217–223. DOI: 10.24060/2076-3093-2022-12-3-217-223.
Vasiliev DK, Rudenko BA, Feshchenko DA, Shukurov FB, Shanoyan AS. Endovascular treatment of a patient with multivessel disease combined with chronic occlusion of the right coronary artery. Creative surgery and oncology. 2022;12(3):217–223 (In Russ.). DOI: 10.24060/2076-3093-2022-12-3-217-223.
5. Харитонов Н.В., Вищукаев В.В., Трофимов Н.А., Макальский П.Д., Завгородний В.Н. Особенности обеспечения гемодинамики во время хирургической реваскуляризации миокарда у пациентов с систолической дисфункцией левого желудочка. Креативная хирургия и онкология. 2021;11(3):228–234. DOI: 10.24060/2076-3093-2021-11-3-228-234.
Kharitonov NV, Vitsukaev VV, Trofimov NA, Makalsky PD, Zavgorodny VN. Haemodynamics support during surgical myocardial revascularisation in patients with systolic left ventricular dysfunction. Creative surgery and oncology. 2021;11(3):228–234 (In Russ.). DOI: 10.24060/2076-3093-2021-11-3-228-234.
6. Валиева Р.А., Мультиановский Б.Л., Сибгатуллин Н.Г. Аортокоронарное шунтирование у пациентов с рецидивирующей стенокардией после стентирования коронарных артерий. Креативная хирургия и онкология. 2021;11(3):260–264. DOI: 10.24060/2076-3093-2021-11-3-260-264.
Valieva RA, Multanovskiy BL, Sibgatullin NG. Aortocoronary bypass surgery in patients with recurrent post-coronary stenting angina. Creative surgery and oncology. 2021;11(3):260–264 (In Russ.). DOI: 10.24060/2076-3093-2021-11-3-260-264.
7. Sabatasso S, Mangin P, Fracasso T, Moretti M, Docquier M, Djonov V. Early markers for myocardial ischemia and sudden cardiac death. Int J Legal Med. 2016;130(5):1265–80. DOI: 10.1007/s00414-016-1401-9.
8. Коржевский Д.Э., Гуляров А.В. Основы гистологической техники. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2010. 95 с.
Korzhevskiy DE, Gilyarov AV. Fundamentals of histological technique. Saint Petersburg: SpetsLit, 2010. 95 p. (In Russ.).
9. Huang Y, Pan SS, Guo YP, Wang JY, Wan DF, Chen TR et al. Comparison of myocardial ischemic/hypoxic staining techniques for evaluating the alleviation of exhaustive exercise-induced myocardial injury by exercise preconditioning. J Mol Histol. 2021;52(2):373–83. DOI: 10.1007/s10735-021-09958-0.
10. van Reempts J, Borgers M, Reneman RS. Early myocardial ischaemia: evaluation of the histochemical haematoxylin-basic fuchsin-picric acid (HBFP) staining technique. Cardiovasc Res. 1976;10(2):262–7. DOI: 10.1093/cvr/10.2.262.
11. Zeitlin P, Segovia E, McNamara JJ. Critical evaluation of the hematoxylin-basic fuchsin picric acid stain as an indication of early muscle ischemia. Hawaii Med J. 1974;33(2):65–9. PMID: 4131542.
12. Rajs J, Jakobsen S. Experiences with the hematoxylin basic fuchsin picric acid staining method for morphologic diagnosis of myocardial ischemia – an experimental study in forensic pathology. Forensic Sci. 1976;8(1):37–48. DOI: 10.1016/0300-9432(76)90045-5.
13. Buğra A, Daş T. The role of immunohistochemical markers in the diagnosis of early myocardial infarction. Cureus. 2022;14(2):e22391. DOI:10.7759/cureus.22391.
14. Резник А.Г. Сравнительный анализ сократительной способности сердца при некоторых причинах смерти. Судебно-медицинская экспертиза. 2013;56(4):46–50. Доступно по адресу: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20193726> (получено 08.11.2024).
Reznik AG. The comparative analysis of cardiac contractility associated with certain causes of death. Forensic Medical Expertise. 2013;56(4):46–50 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20193726> (accessed 08.11.2024).
15. Lie JT. Detection of early myocardial infarction by the acid fuchsin staining technic. Am J Clin Pathol. 1968;50(3):317–9. DOI: 10.1093/ajcp/50.3.317.
16. Маркарян Н.М., Вандышева Р.А., Нузиева Н.В., Гюева З.В., Михалев С.А., Хамошина М.Б. и др. Клинико-морфологическая оценка рубцов на матке после кесарева сечения у пациенток с гинекологическими и экстрагенитальными заболеваниями. Клиническая и экспериментальная морфология. 2023;12(1):34–45. DOI: 10.31088/CEM2023.12.1.34-45.
Markaryan NM, Vandyшева RA, Nizyaeva NV, Gioeva ZV, Mikhalev SA, Khamoshina MB et al. Clinical and morphological assessment of uterine scars after cesarean section in patients with gynecological and extragenital diseases. Clinical and experimental morphology. 2023;12(1):34–45. DOI:10.31088/CEM2023.12.1.34-45.
17. Сташкевич Д., Наумов А., Тимхина Н. Метод перфузии изолированного сердца. Наука и инновации. 2012;12(118):66–69. Доступно по адресу: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23926085> (получено 08.11.2024).
Stashkevich D, Naumov A, Timokhina N. Method of perfusion of an isolated heart. Science and Innovations. 2012;12(118):66–69 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23926085> (accessed 08.11.2024).
18. Voltarelli FA, Gobatto CA, de Mello MA. Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. Braz J Med Biol Res. 2002;35(11):1389–94. DOI: 10.1590/s0100-879x2002001100018.
19. Авагимян А.А. Влияние триметазида на энергетический баланс миокарда при химиотерапии доxorубицином и циклофосфамидом. Сибирский научный медицинский журнал. 2022;42(3):41–46. DOI: 10.18699/SSMJ20220304.
Avagimyan AA. Influence of trimetazidine on myocardium energy balance during chemotherapy with doxorubicin and cyclophosphamide. Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal. 2022;42(3):41–46. (In Russ.). DOI: 10.18699/SSMJ20220304.

Информация об авторах

Влас Сергеевич Щекин – заведующий морфологической лабораторией Института фундаментальной медицины Башкирского государственного медицинского университета.

Юи Ванг – кандидат наук, профессор института фармации Ханчжоуского педагогического университета.

Анна Ивановна Лебедева – доктор биологических наук, старший научный сотрудник отдела морфологии всероссийского центра глазной и пластической хирургии «Аллоплант» Башкирского государственного медицинского университета.

Сагит Асхатович Муслимов – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник морфологической лаборатории Института фундаментальной медицины Башкирского государственного медицинского университета.

Ильдар Ильшатovich Терегулов – младший научный сотрудник морфологической лаборатории Института фундаментальной медицины Башкирского государственного медицинского университета.

Ангелина Олеговна Власова – младший научный сотрудник морфологической лаборатории Института фундаментальной медицины Башкирского государственного медицинского университета.

Руслан Рустемович Загитов – ординатор кафедры патологической анатомии Башкирского государственного медицинского университета.

Александр Владимирович Самородов – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой фармакологии с курсом клинической фармакологии Башкирского государственного медицинского университета.

Author information

Vlas S. Shchekin – Head of the Laboratory of Morphology, Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Medical University.
<https://orcid.org/0000-0003-2202-7071>

Yi Wang – PhD, Professor, Institute of Pharmacy, Hangzhou Normal University.
<https://orcid.org/0000-0001-9048-0092>

Anna I. Lebedeva – Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Morphology, All-Russian Center for Ocular and Plastic Surgery “Alloplant”, Bashkir State Medical University.
<https://orcid.org/0000-0002-9170-2600>

Sagit A. Muslimov – Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Morphology, Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Medical University.
<https://orcid.org/0000-0002-9076-0251>

Ildar I. Teregulov – Junior Researcher, Laboratory of Morphology, Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Medical University.
<https://orcid.org/0009-0005-0062-3763>

Angelina O. Vlasova – Junior Researcher, Laboratory of Morphology, Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Medical University.
<https://orcid.org/0009-0002-1818-5077>

Ruslan R. Zagitov – Resident, Department of Anatomic Pathology, Bashkir State Medical University.
<https://orcid.org/0009-0004-3669-7660>

Aleksandr V. Samorodov – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Pharmacology with the Course of Clinical Pharmacology, Bashkir State Medical University.
<https://orcid.org/0000-0001-9302-499X>