



## Клинические и морфологические аспекты диагностики ушиба сердца

Савченко С.В.<sup>1,2\*</sup>, Новоселов В.П.<sup>1,2</sup>, Кошляк Д.А.<sup>1</sup>, Порвин А.Н.<sup>1,2</sup>, Казанская Г.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 630091, Новосибирск, Красный проспект, 52

<sup>2</sup> Новосибирское областное клиническое бюро судебно-медицинской экспертизы, 630087, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 134

Поступила в редакцию 3 февраля 2016 г. Принята к печати 12 февраля 2016 г.

\*Для корреспонденции: sme@sibsme.ru

В статье приведены современные данные о клинических и морфофункциональных изменениях, развивающихся при ушибе сердца. Оценены методы клинического обследования пострадавших, лабораторные показатели и аутопсия диагностика этого вида травмы сердца. Для своевременной клинической диагностики ушиба сердца информативно выявление связанных с травмой аритмогенных расстройств и нарушений частоты сердечных сокращений, а также повышение уровня сердечных тропонинов в плазме крови, снижение фракции выброса и увеличение объема левого желудочка. Морфологическую оценку ушиба сердца следует основывать на выявлении повреждений груди, очага ушиба в сердечной мышце, а также множественных субсегментарных контрактур, очагов релаксации и диссоциации мышечных волокон в сочетании с распространенными интрамуральными кровоизлияниями, реакцией сосудов микроциркуляторного русла с характерным замедлением кровотока и агрегацией эритроцитов.

**Ключевые слова** Ушиб сердца • Клиника • Морфология • Диагностика

Наряду с врожденной патологией и приобретенными заболеваниями встречаются повреждения сердца [1–4]. Ушиб – одно из наиболее частых повреждений сердца с высокими показателями летальности [1, 5, 6]. Актуальность рассматриваемого вопроса связана со сложностью клинической и морфологической диагностики ушиба сердца [1, 6–11].

Ушиб сердца происходит при закрытой тупой травме груди в результате ударного воздействия в проекции расположения сердца, часто при дорожно-транспортных происшествиях (удар автомобилем, о рулевое колесо и так далее), падениях с высоты, криминальных обстоятельствах (удары кулаками, ногами и другими предметами), а также занятиях спортом (например, кикбоксинг, карате, регби, восточные единоборства) [3, 7, 8, 12].

Как показывает опыт оказания неотложной помощи пострадавшим с повреждениями груди, врачи устанавливают ушиб сердца значительно позже [12] в связи с тем, что клиницисты уделяют первоочередное внимание повреждениям костей грудной клетки и часто развивающемуся при тяжелой травме шоку

[6, 9, 13]. Кроме того, диагностика ушиба сердца затруднительна из-за отсутствия специфических клинических и лабораторных данных. Таким образом, нередко при закрытой травме груди ушиб сердца выявляют уже патологи при аутопсии [8, 14].

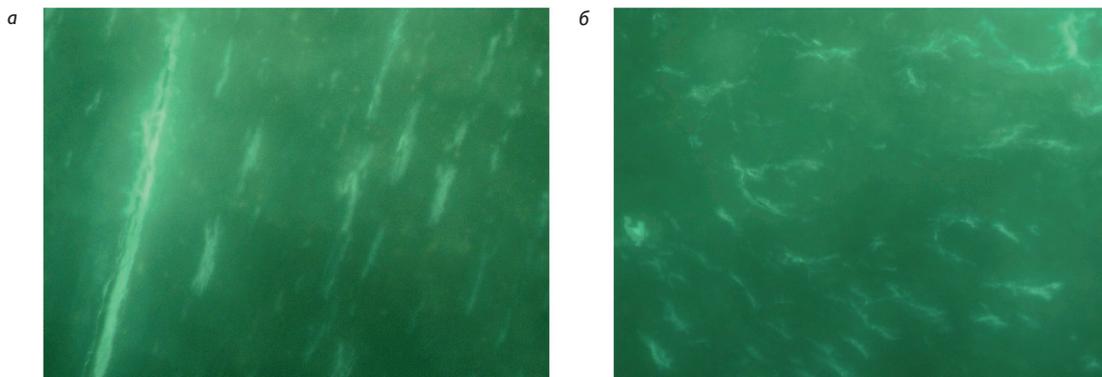
В настоящее время предложена унифицированная классификация степени тяжести ушибов сердца [15]:

- легкая – характеризуется отсутствием выраженных расстройств гемодинамики, быстро проходящими нарушениями ритма и проводимости, а также непродолжительными изменениями электрической активности сердца;
- средняя (стенокардитическая) – связана со стойкими нарушениями сердечного ритма и проводимости с преходящими нарушениями гемодинамики;
- тяжелая (инфарктоподобная) – сопровождается стойкими и прогрессирующими расстройствами гемодинамики.

При ушибе сердца тяжелой степени быстро развиваются нарушения сердечного ритма, часто сопровождающиеся фибрилляцией желудочков и смертью, которая

**Для цитирования:** Савченко С.В., Новоселов В.П., Кошляк Д.А., Порвин А.Н., Казанская Г.М. Клинические и морфологические аспекты диагностики ушиба сердца // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016. Т. 20. № 1. С. 40–46.

**Citation:** Savchenko SV, Novoselov VP, Koshlyak DA, Porvin AN, Kazanskaya GM. Clinical and morphological aspects of heart injury diagnostics. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya* [Circulation Pathology and Cardiac Surgery]. 2016;20(1):40-46. (In Russ.).



**Рис. 1.** Интенсивность люминесценции адренергических нервных сплетений миокарда правого желудочка: а – в норме. Метод Фалька – Хилларпа. Увеличение  $\times 630$ .  $I = 111,85$  усл. ед.; б – уменьшение интенсивности люминесценции при ушибе сердца. Метод Фалька – Хилларпа. Увеличение  $\times 630$ .  $I = 31,46$  усл. ед.

наступает в течение нескольких минут. Фибрилляцию желудочков следует рассматривать как наиболее вероятный механизм прекращения сердечной деятельности при этом виде травмы [5, 9, 16].

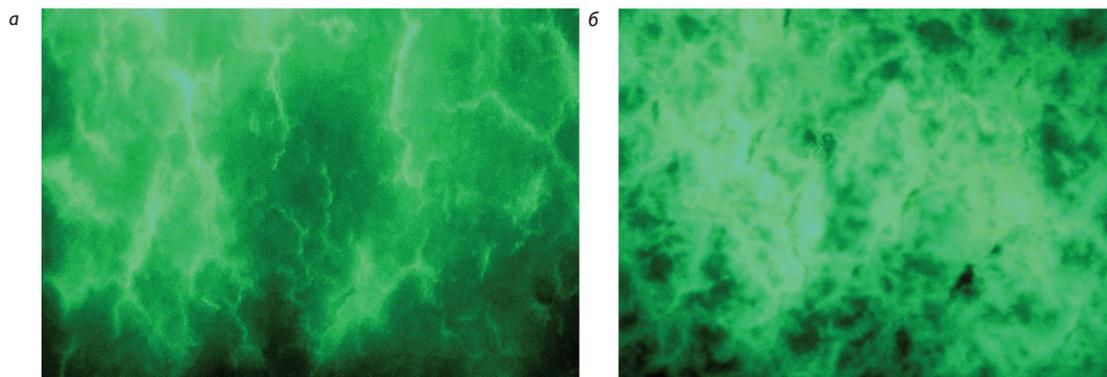
При оказании медицинской помощи в случаях травмы груди, сопровождающейся ушибом сердца легкой или средней степени, клиницисты в первую очередь оценивают повреждение костей, составляющих каркас грудной клетки – грудины или ребер [6]. Наряду с болью в области переломов костей грудной клетки пострадавшие часто жалуются на сердцебиение, одышку, общую слабость, болевые ощущения за грудиной, возникшие сразу или через некоторое время после травмы. Болевые ощущения могут напоминать таковые при инфаркте миокарда, они часто иррадиируют в лопаточную область, левую руку. В некоторых случаях боль в области сердца у пострадавших может отсутствовать в покое и появляться только при физической нагрузке, иногда через несколько часов или дней после травмы. При объективном обследовании наблюдают учащенное сердцебиение и дыхание, снижение артериального давления, нарушения сердечного ритма, приглушенные тоны сердца, бледность кожи и слизистых оболочек [6, 7, 9, 13, 12]. Различные аритмогенные нарушения у пострадавших врачи объясняют обострением сердечно-сосудистой патологии на фоне закрытой тупой травмы груди [11, 17, 18].

Таким образом, одним из информативных клинических проявлений ушиба сердца является нарушение ритма сердечной деятельности, поэтому своевременное электрокардиографическое исследование – важный метод диагностики, в том числе на догоспитальном этапе

медицинской помощи. Большинство авторов признают электрокардиографическое исследование в качестве информативного метода у пациентов с закрытой травмой груди, сопровождающейся ушибом сердца, которое можно использовать как скрининговое, поскольку частота выявлений электрокардиографических изменений при травме сердца приближается к 100% [1, 4, 9, 10].

При ушибе сердца могут наблюдаться почти все виды аритмий. Наиболее часто выявляют экстрасистолию, желудочковую тахикардию, мерцательную аритмию, трепетание предсердий, пароксизмальную тахикардию и фибрилляцию желудочков. Нарушения проводимости выражаются в виде АВ-блокады, блокады ножек пучка Гиса и некоторых других. Нередко диагностируют одновременно несколько видов аритмий и нарушений проводимости [1, 6]. Электрокардиографические изменения при травме сердца характеризуются отклонением электрической оси сердца вправо, увеличением амплитуды зубца Р в отведениях II, III, aVF, депрессией или элевацией сегмента ST [6, 7]. Выявляют изменения в конечной части желудочкового комплекса в виде удлинения интервала QT, снижение амплитуды и сглаженности зубца Т, что следует рассматривать как проявления ишемических нарушений в сердечной мышце при данной травме. Однако интерпретацию электрокардиографических изменений в каждом случае следует проводить с учетом индивидуальных особенностей течения травмы и сопутствующей патологии [1, 6, 7, 13].

Данные, уточняющие некоторые механизмы электрической нестабильности миокарда при ушибе сердца, были получены на экспериментальном и аутопсийном



**Рис. 2.** Интенсивность люминесценции мозгового вещества надпочечника: а – в норме. Метод Фалька – Хилларпа. Увеличение  $\times 630$ .  $I = 312,22$  усл. ед.; б – увеличение интенсивности люминесценции при ушибе сердца. Метод Фалька – Хилларпа. Увеличение  $\times 630$ .  $I = 481,11$  усл. ед.

материалах [5, 7, 16, 19, 20]. Диагностически значимыми при ушибе сердца являются синусовая тахикардия, медленные замещающие (выскальзывающие) ритмы, АВ-блокады 1-2-й степени, бифасцикулярная блокада, синусовая брадикардия, желудочковая экстрасистолия, арест синусового узла, желудочковая пароксизмальная тахикардия, фибрилляция и трепетание желудочков [5, 7, 16, 19, 20].

При описанных электрокардиографических изменениях гистохимическое исследование позволило выявить при ушибе сердца истощение адренергических волокон миокарда, так называемую десимпатизацию миокарда (рис. 1), и активацию хромаффиноцитов мозгового вещества надпочечников (рис. 2) [5].

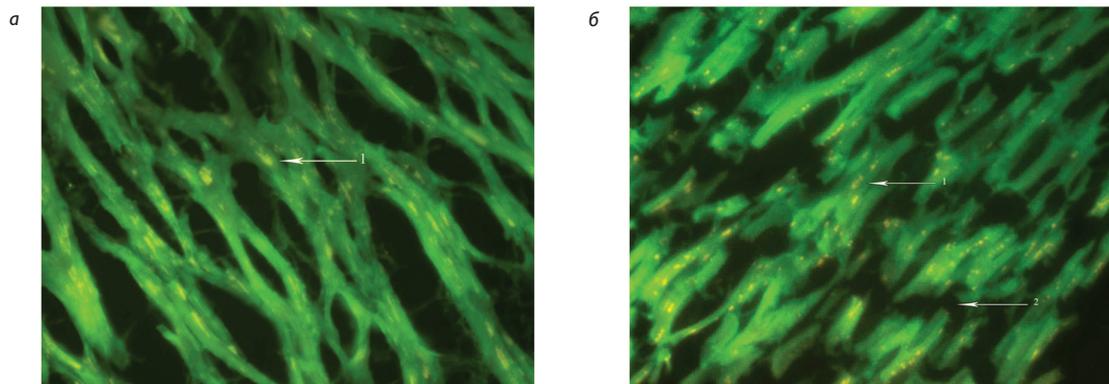
При ушибе сердца развиваются изменения содержания ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  как в кардиомиоцитах, так и межклеточном пространстве в виде повышения суммарного и внутриклеточного содержания ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в миокарде левого и правого желудочков (рис. 3) в сочетании со снижением ионов  $\text{K}^+$  и увеличением содержания ионов  $\text{Na}^+$  в миокарде желудочков, обусловленных острыми ишемическими и метаболическими изменениями при данном виде травмы [19].

Перспективным при диагностике ушиба сердца в случаях закрытой тупой травмы груди является определение содержания тропонинов, креатинфосфокиназы и миофибриллярной креатинфосфокиназы в плазме крови [21]. Наряду с электрокардиографическим исследованием в клинической диагностике ушиба сердца важна оценка выявленных кардиальных тропонинов Т и I. Сердечные тропонины – кардиоспецифичные белки, не выявляемые в скелетной мускулатуре, в связи

с чем они имеют высокую чувствительность при ишемических повреждениях миокарда в случаях инфаркта миокарда или повреждения сердца. Содержание тропонинов повышается через 4–6 ч после травмы, пик концентрации отмечается через 28 ч, он остается повышенным в течение 7–15 дней. Нормальная концентрация сердечных тропонинов, по результатам нескольких определений в динамике, является объективным доказательством отсутствия повреждения сердечной мышцы. Чувствительность метода определения тропонина I в плазме крови колеблется от 23 до 100%, специфичность – от 85 до 97%. Напротив, оценка уровней креатинфосфокиназы и миофибриллярной креатинфосфокиназы при ушибе сердца позволила установить низкую информативность данных исследований в связи со слабой выраженностью некроза при ушибе сердца и повышением этих ферментов при повреждениях скелетной мускулатуры [21].

Информативным методом исследования при ушибе сердца является ультразвуковая диагностика, позволяющая оценить внутрисердечную гемодинамику. При этом часто выявляют снижение фракции выброса и увеличение объема левого желудочка, а также повышение сердечного давления в легочной артерии. Применение данного метода позволяет выявить нарушения анатомической целостности сердца и крупных сосудов [22, 23]. Несмотря на информативность, применение ультразвуковой диагностики может быть ограничено рядом причин, в том числе тяжестью травмы груди.

При тяжелом ушибе сердца, закончившемся смертельным исходом, значение в диагностике травмы сердца имеют данные морфологических изменений,



**Рис. 3.** Интенсивность флюоресценции кальция (1) в миокарде левого желудочка: а – в норме; б – увеличение интенсивности флюоресценции кальция в сочетании с выраженной фрагментацией кардиомиоцитов (1); левого желудочка при ушибе сердца (2). Увеличение  $\times 400$

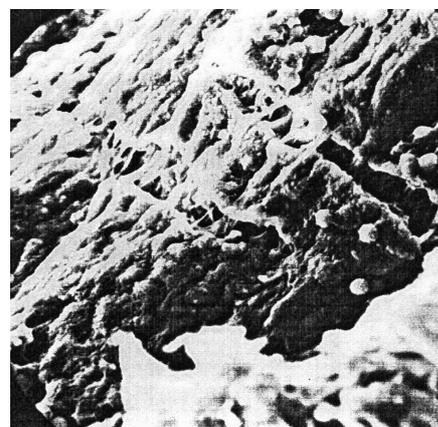
выявляемые при аутопсии. При ушибе сердца на передней поверхности груди часто выявляют ссадины, кровоподтеки, нередко обнаруживают переломы ребер или грудины. При отсепаровке мягких тканей можно определить кровоизлияния в мягких тканях (клетчатке, мышцах) груди [8, 14]. При макроскопическом исследовании в случаях ушиба сердца часто наблюдают кровоизлияния в области предсердий и передней стенки правого желудочка, располагающиеся под эпикардом и в толще миокарда [5, 8].

Особую информативность при ушибе сердца приобретает микроскопическое исследование. При световой микроскопии выявляют очаговые кровоизлияния, локализующиеся преимущественно в субэпикардиальных и интрамуральных слоях миокарда [5, 19]. Кроме того, отмечают диссоциации и релаксации мышечных волокон, а также агрегацию эритроцитов по типу «монетных столбиков». При поляризационной микроскопии определяют множественные распространенные субсегментарные контрактуры [8, 24, 25]. Нередко обнаруживают разрывы эндокарда и прилежащего слоя миокарда. В местах разрывов эндокард деструктивно изменен, представлен в виде бесформенной массы, неразличимой по строению. Повреждения эндокарда связаны с влиянием гидродинамического фактора крови при ударном травматическом воздействии на переднюю поверхность груди в проекции сердца [14, 24].

По результатам сканирующей электронной микроскопии эндокарда в случаях ушиба сердца устанавливают диагностические морфологические признаки, к которым относят десквамацию эндотелиоцитов, надрывы, разрывы и разрушение эндокарда (рис. 4). В мес-

тах повреждений эндокарда можно обнаружить фибриновые массы [14].

Ультраструктурный анализ кардиомиоцитов и эндотелиоцитов кровеносных капилляров миокарда, полученный при трансмиссионной электронной микроскопии миокарда в случаях ушиба сердца, показал, что формирующиеся при ушибе сердца изменения структуры митохондрий за счет набухания, редукции, деформации и деструкции крист (рис. 5), вызванных механическим воздействием, в значительной степени нарушают перенос электронов по электронно-транс-



**Рис. 4.** Щелевидные разрывы эндокарда, выпадение фибриновых масс при ушибе сердца. Сканирующая электронная микроскопия. Увеличение  $\times 1\ 100$



**Рис. 5.** Расширение перикапиллярного пространства за счет отека, выраженная фестончатость сарколеммы, связанная с пересокращением миофибрилл, нарушение упорядоченности и гомогенизация крист митохондрий при ушибе сердца. Трансмиссионная электронная микроскопия. Увеличение  $\times 8\,000$

портной цепи внутренней мембраны митохондрий, что сказывается на окислительном фосфорилировании [16, 19, 26].

Снижение синтеза макроэргических фосфатов неизбежно вызывает нарушение сократительной способности миофибрилл. Кроме того, повреждение структуры мембран митохондрий приводит к быстрому освобождению из органелл ионов кальция с неблагоприятными последствиями для клетки. Активация микропиноцитозной активности эндотелия кровеносных капилляров миокарда при повреждающем механическом воздействии свидетельствует об усилении компенсаторно-приспособительных реакций в миокарде. Данным нарушениям, по нашему мнению, принадлежит ведущая роль в развитии острой сократительной недостаточности миокарда при механическом повреждении сердца в результате ушиба [16, 19, 26].

Таким образом, ушиб – одно из частых повреждений сердца с высокими показателями летальности. Актуальность изучения различных аспектов ушиба сердца связана с трудностями его диагностики, так как ни один из выявляемых клинических или морфологических признаков не является специфичным для данного вида травмы. Установление ушиба сердца должно осуществляться путем комплексной оценки всех выявленных изменений и повреждений. Особую настороженность у врачей клинического профиля должны вызывать пострадавшие с травмой грудной клетки, имеющие кардинальную симптоматику. Информативными клиническими проявлениями ушиба сердца при закрытой тупой травме груди являются нарушения сердечного ритма в сочетании с повышением уровня сердечных тропонинов в плазме крови, а также снижение фракции выброса и увеличение объема левого желудочка.

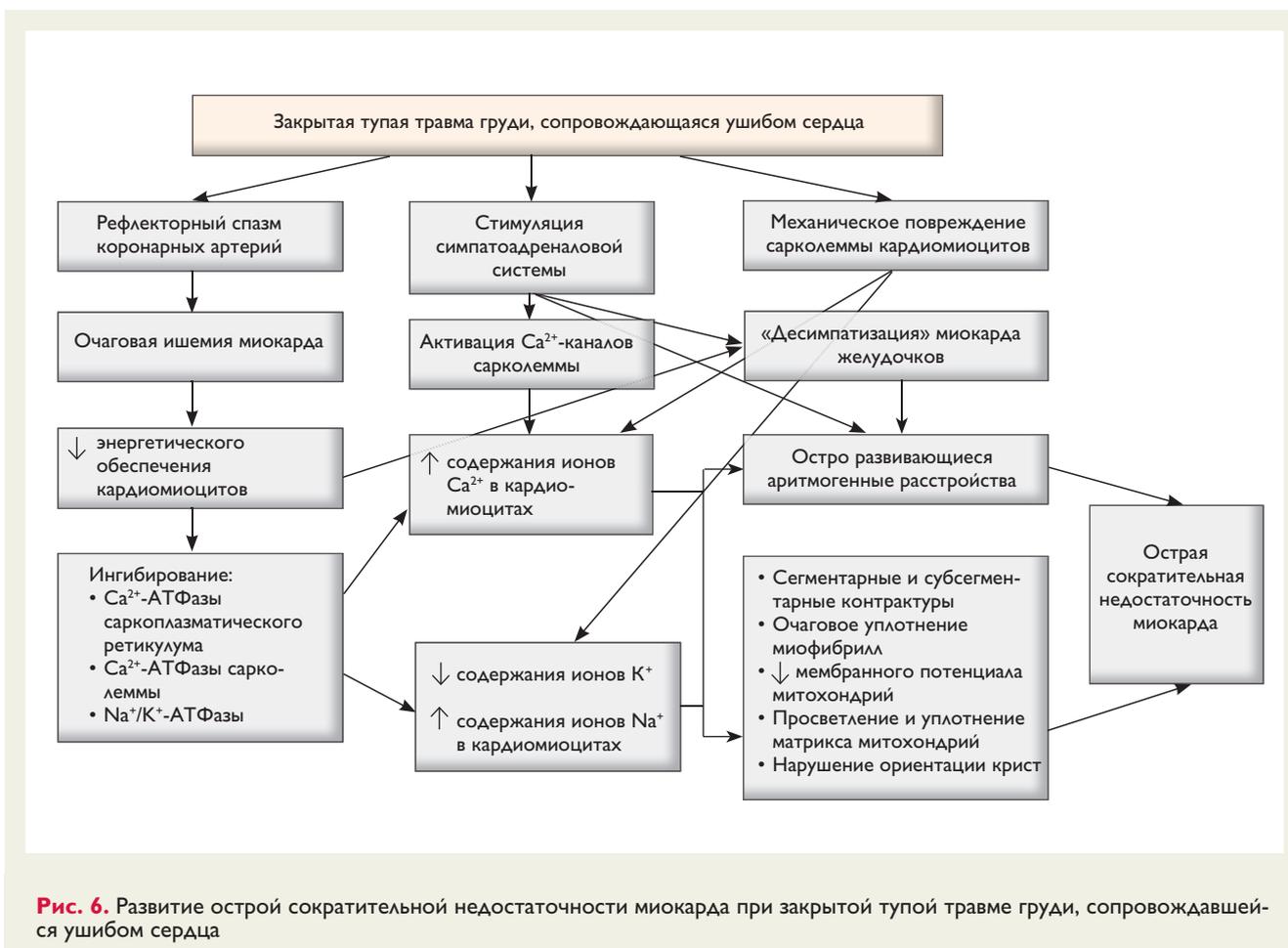
Морфологическая оценка ушиба сердца основана на выявлении очага ушиба в сердечной мышце, характерных микроскопических изменений в миокарде в виде множественных субсегментарных контрактур, очагов релаксации и диссоциации мышечных волокон, распространенных интрамуральных кровоизлияний, реакции сосудов микроциркуляторного русла с характерным замедлением кровообращения и агрегацией эритроцитов. Обязательно должны учитываться различные повреждения груди – кровоподтеки, ссадины, кровоизлияния, переломы костей.

Для понимания морфофункциональных изменений, приводящих к острой сократительной недостаточности миокарда при ушибе сердца, представлена схема ее развития (рис. 6).

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

## Список литературы

1. Лачаева М.А. Диагностика и интенсивная терапия закрытой тупой травмы сердца на догоспитальном этапе: дис. ... канд. мед. наук. М., 2006. 159 с.
2. Новоселов В.П., Савченко С.В., Грицингер В.А. Патоморфология миокарда при колото-резаных ранениях с повреждением сердца // Судебно-медицинская экспертиза. 2013. Т. 56. № 6. С. 11–13.
3. Elie M.C. Blunt cardiac injury // *Maunt. Sinai J. Med.* 2006. Vol. 73 (2). P. 542–552.
4. Fildes J.J., Betlej T.M., Mangano R., Martin M., Rogers F., Barrett J.A. Limiting cardiac evaluation in patients with suspected myocardial contusion // *Am Surg.* 1995. Vol. 61 (9). P. 832–835.
5. Ковалева М.А. Патоморфологическая оценка адренергических волокон и кровоизлияний в миокарде, а также клеток мозгового вещества надпочечников при ушибе сердца: дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2006. 131 с.
6. Кудряшова Л.Т. Ушибы сердца (оценка функционального состояния миокарда и иммунобиохимических показателей): дис. ... канд. мед. наук. Уфа, 2004. 78 с.
7. Корпачева О.В. Механизмы формирования миокардиальной дисфункции и метаболическая цитопротекция при ушибе сердца: дис. ... докт. мед. наук. Омск, 2009. 230 с.
8. Новоселов В.П., Савченко С.В., Романова Е.А., Циммерман В.Г. Патоморфология миокарда при ушибах сердца. Новосибирск: Наука, 2002. 167 с.
9. Fegheli N.T., Prisant L.M. Blunt myocardial injury // *Chest.* 1995. Vol. 108 (6). P. 1673–1677.
10. Kaye P., O'Sullivan I. Myocardial contusion: emergency investigation and diagnosis // *Emerg. Med. J.* 2002. Vol. 19 (1). P. 8–10. doi: 10.1136/emj.19.1.8.
11. Paone R.F., Peacock J.B., Smith D.L. Diagnosis of myocardial contusion // *South. Med. J.* 1993. Vol. 86 (8). P. 867–870.



12. Хижняк А.А., Баринов Н.В. Диагностическая информативность комплексного исследования при подозрении на травматическое повреждение сердца // Медицина неотложных состояний. 2007. № 1 (8). С. 56–57.
13. Гуманенко Е.К., Кочергаев О.В., Гаврилин С.В. Диагностика ушиба сердца у пострадавших с сочетанными травмами груди // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2000. № 6. С. 36–40.
14. Новоселов В.П., Савченко С.В., Кошляк Д.А., Порвин А.Н. Экспертная оценка повреждений, образовавшихся в результате действия гидродинамического фактора при тупой травме тела // Вестник судебной медицины. 2013. Т. 2. № 4. С. 20–23.
15. Марчук В.Г., Чепель А.И., Кузьмин А.Я., Чиж В.В. Адаптированная классификация ушибов сердца при закрытой травме груди на фоне политравмы // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2012. № 1/2. С. 92–93.
16. Новоселов В.П., Савченко С.В., Порвин А.Н., Кошляк Д.А. Нарушения трансэндотелиального переноса веществ при повреждении миокарда в случаях ушиба сердца // Вестник судебной медицины. 2015. Т. 4. № 1. С. 16–18.
17. Стажадзе Л.Л., Спиридонова Е.А., Лачаева М.А. Вопросы классификации, патогенеза, клиники и диагностики ушиба сердца // Медицина критич. состояний. 2004. № 2. С. 4–8.
18. Bansal M.K., Maraj S., Chewaproug D., Amanullah A. Myocardial contusion injury: redefining the diagnostic algorithm // Emerg. Med. J. 2005. Vol. 22 (7). P. 465–469.
19. Кошляк Д.А. Морфо-гистохимические и ультраструктурные изменения миокарда при ушибе: дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2008. 117 с.
20. Савченко С.В., Ларионов П.М. Экспериментальное моделирование ушибов сердца // Шестой Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов: тез. докл. и сообщ. М., 2000. С. 289.
21. Salim A., Velmahos G.C., Jindal A., Chan L., Vassiliu P., Belzberg H., Asensio J., Demetriades D. Clinically significant blunt cardiac trauma: role of serum troponin levels combined with electrocardiographic findings // J. Trauma. 2001. Vol. 50 (2). P. 237–243.
22. Mandavia D.P., Hoffner R.J., Mahaney K., Henderson S.O. Bedside echocardiography by emergency physicians // Ann. Emer. Med. 2001. Vol. 38 (4). P. 377–382.

23. Vignon P., Boncoeur M.P., François B., Rambaud G., Maubon A., Gastinne H. Comparison of multiplane transesophageal echocardiography and contrast-enhanced helical CT in the diagnosis of blunt traumatic cardiovascular injuries // *Anesthesiology*. 2001. Vol. 94 (4). P. 615–622.
24. Савченко С.В. Патоморфология и судебно-медицинская оценка изменений эндокарда и миокарда при ушибах сердца: дис. ... докт. мед. наук. Новосибирск, 2002. 270 с.
25. Савченко С.В. Актуальные вопросы экспертной оценки морфологии сердца // *Вестник судебной медицины*. 2012. Т. 1. № 3. С. 5–8.
26. Савченко С.В., Новоселов В.П., Кошляк Д.А., Порвин А.Н. Оценка ультраструктуры миокарда при ушибе сердца // *Вестник судебной медицины*. 2015. Т. 4. № 4. С. 5–8.

### Clinical and morphological aspects of heart injury diagnostics

Savchenko S.V.<sup>1,2\*</sup>, Novoselov V.P.<sup>1,2</sup>, Koshlyak D.A.<sup>1</sup>, Porvin A.N.<sup>1,2</sup>, Kazanskaya G.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk State Medical University, 52 Krasny Avenue, 630091 Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Novosibirsk Regional Clinical Bureau of Forensic Medical Examination, 134 Nemirovicha-Danchenko St., 630087 Novosibirsk, Russian Federation

\* Corresponding author. sme@sibsme.ru

The article presents recent data on clinical and morphofunctional changes developing due to the injury of the heart. The estimation methods of clinical examination of victims, laboratory data and autopsy diagnosis of this type of cardiac injury are assessed. For timely clinical diagnosis of cardiac contusion, it is essential to identify injury-related arrhythmogenic conditions and heart rate disorders, as well as increased level of cardiac troponins in plasma, reduced ejection fraction and increased left ventricular volume. Morphological evaluation of cardiac contusion should be based on the detected injuries of the chest and locus of heart muscle damage. Of great importance for diagnostics are multiple subsegmentary contractures, loci of relaxation and dissociation of muscle fibers in combination with prevalent intramural hemorrhage, response of microcirculatory vessels with a specific slow of blood flow and erythrocyte aggregation.

**Keywords:** cardiac contusion; clinical studies; morphology; diagnostics

**Received** 3 February 2016. **Accepted** 12 February 2016.

**Copyright:** © 2016 Savchenko et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Competing interests:** The authors declare no competing interests.