



WEBSITE
WWW.FOR-MEDEX.RU
PUBLISHED SINCE 2015

ISSN 2411-8729 PRINT
ISSN 2409-4161 ONLINE

**RUSSIAN
JOURNAL
OF
FORENSIC
MEDICINE**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**СУДЕБНАЯ
МЕДИЦИНА**

Том 7 | № 3 | 2021 • Vol. 7 | Issue 3 | 2021

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОРНК С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ



ХАРАКТЕРИСТИКА ФРАГМЕНТОВ СНАРЯДОВ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТРИПЛЕКСНОГО СТЕКЛА АВТОМОБИЛЯ ВЫСТРЕЛАМИ ИЗ ОХОТНИЧЬЕГО КАРАБИНА



НОВЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ ПО МЕТОДУ HENSSGE



RUSSIA

ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ / OFFICIAL PUBLICATION OF:

АССОЦИАЦИЯ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТОВ
www.ассоциация-смэ.рф

ASSOCIATION OF FORENSIC MEDICAL EXPERTS
www.asme.nichost.ru



Рецензируемый научно-практический журнал для специалистов в области судебно-медицинской экспертизы

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ЭЛ № ФС 77-59181, ПИ № ФС 77-60835

Периодичность: 4 раза в год

Входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ.

Подписной индекс журнала в каталоге «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать» — 80461

Если не указано иначе, то контент журнала доступен свободно в электронном виде в рамках лицензии CC BY-NC 4.0

Учредители

Ассоциация судебно-медицинских экспертов
<http://ассоциация-смэ.рф>; info@for-medex.ru

ООО «Эко-Вектор»
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <http://eco-vector.com/>

Информационно-методическое обеспечение

Горячев Артём Викторович
Кононов Евгений Вячеславович

Зав. редакцией

Пугачёва Ульяна Григорьевна

Адрес редакции

129110, Россия, г. Москва, ул. Щепкина, д. 61/2
<https://судебная-медицина.рф>; <https://for-medex.ru/jour>
E-mail: formed@eco-vector.com
Тел.: +7 (916) 608-45-19

Издатель

ООО «Эко-Вектор», 191186, Санкт-Петербург,
Аптекарский переулок, 3А, 1Н

Отпечатано в типографии Михаила Фурсова
196105, г. Санкт-Петербург, ул. Благodatная, 69
Тел.: +7 (812) 646-33-76

Подписано в печать 30.09.2021. Гарнитура MinionPro.
Формат 60×84 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная.
Заказ № 1-6627-1v. Тираж 1500 экз.

Москва, 2021

Выходит в двух форматах:

- электронном — ISSN 2409-4161
- печатном — ISSN 2411-8729

Номер свидетельства Эл № ФС 77-59181

Номер свидетельства ПИ № ФС 77-60835

Индексируется в БД РИНЦ, договор с НЭБ № 647-10/2014

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СУДЕБНАЯ МЕДИЦИНА

НАУКА | ПРАКТИКА | ОБРАЗОВАНИЕ

Том 7 | № 3 | 2021 | издается с 2015 года

Онлайн-издание:

<https://судебная-медицина.рф>



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

• Главный редактор

Клевно Владимир Александрович, д.м.н., проф. (Россия)

• Заместители главного редактора

Баринев Евгений Христофорович, д.м.н., доц. (Россия)

Виейра Дуарте Нуно, д.м.н., проф. (Португалия)

Иванов Павел Леонидович, д.б.н., проф. (Россия)

Тсокок Михаэль, д.м.н., проф. (Германия)

• Ответственный секретарь

Романько Наталья Александровна, к.м.н. (Россия)

• Члены редакционной коллегии

Авдеев Александр Иванович, д.м.н., проф. (Россия)

Бишарян Мгер Спандарович, д.м.н., проф. (Армения)

Галицкий Франц Антонович, д.м.н., проф. (Казахстан)

Гасанов Адалят Бейбала оглы, д.м.н., проф. (Азербайджан)

Ерофеев Сергей Владимирович, д.м.н., проф. (Россия)

Зайратьянц Олег Вадимович, д.м.н., проф. (Россия)

Зимина Эльвира Витальевна, д.м.н., проф. (Россия)

Искандеров Алишер Искандерович, д.м.н., проф. (Узбекистан)

Кильдюшов Евгений Михайлович, д.м.н., проф. (Россия)

Леонов Сергей Валерьевич, д.м.н., проф. (Россия)

Мадея Буркхард, д.м.н., проф. (Германия)

Мальцев Алексей Евгеньевич, д.м.н., проф. (Россия)

Мимасака Сотаро, д.м.н., проф. (Япония)

Назаров Юрий Викторович, д.м.н., доц. (Россия)

Парилев Сергей Леонидович, д.м.н., доц. (Россия)

Ромодановский Павел Олегович, д.м.н., проф. (Россия)

Феррара Санто Давиде, д.м.н., проф. (Италия)

Хохлов Владимир Васильевич, д.м.н., проф. (Россия)

Шигеев Сергей Владимирович, д.м.н., доц. (Россия)

• Редакционный совет

Александрова Оксана Юрьевна, д.м.н., проф. (Россия)

Ашиджиоглу Фарук, д.м.н., проф. (Турция)

Буромский Иван Владимирович, д.м.н., доц. (Россия)

Власюк Игорь Валентинович, д.м.н., доц. (Россия)

Кактурский Лев Владимирович, д.м.н., проф., член-корр. РАН (Россия)

Капело Хосе Луис Мартинес, д.м.н., проф. (Португалия)

Конев Владимир Павлович, д.м.н., проф. (Россия)

Пузин Сергей Никифорович, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия)

Ткаченко Андрей Анатольевич, д.м.н., проф. (Россия)

Хван Олег Иннокентьевич, д.м.н. (Узбекистан)



International peer-reviewed journal in forensic and related sciences

Registered by the Federal Service for Supervision of Mass Media, Communications and Cultural Heritage Protection, as a mass media (MM). Published in 2 versions:

- online version — ISSN 2409-4161; certificate number № FS 77-59181
- printed version — ISSN 2411-8729; certificate number № FS 77-60835

The journal is included into the List of peer-reviewed science press of the State Commission for Academic Degrees and Titles of Russian Federation

Indexed in the Russian Index of Scientific Citation, the contract with the SEL (Scientific Electronic Library) 647-10/2014

The journal is issued 4 times per year.

Subscription index of journal in catalogue “Newspapers, Journals” of Agency “Rospechat” — 80461

Unless specified otherwise, online content is freely available under license CC BY-NC 4.0

Founders

Association of Forensic Medical Experts
<http://ассоциация-смэ.рф>; info@for-medex.ru

Eco-Vector

E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <http://eco-vector.com/>

Information and methodological support

Goryachev Artem Viktorovich
Kononov Evgeniy Vyacheslavovich

Managing Editor

Pugacheva Uliana Grigorievna

Address

61/2 Shchepkina St, Moscow, 129110, Russian Federation
<https://судебная-медицина.рф>; <https://for-medex.ru/jour>
E-mail: formed@eco-vector.com
Phone: +7 (916) 608-45-19

Publisher

“ECO-vector” LLC

Printed in printing-office of Mikhail Fursov,
69, Blagodatnaya st., 196105, St. Petersburg,
Phone: +7 (812) 646-33-76

Signed to print 30.09.2021.
Format 60×84 1/8.
Circulation 1500

Russian Federation, Moscow, 2021

Published in 2 versions:

online version — ISSN 2409-4161
printed version — ISSN 2411-8729.

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications, Registration certificate № FS 77-59181, № FS 77-60835.

Russian Science Citation Index (database eLIBRARY.ru) № 647-10/2014

RUSSIAN JOURNAL OF FORENSIC MEDICINE

SCIENCE | PRACTICE | EDUCATION

Vol. 7 | Issue 3 | 2021 | Published since 2015

ONLINE PUBLISHED:

<https://for-medex.ru/>



EDITORIAL BOARD

• Editor-in-Chief

Vladimir A. Klevno, Dr. Sci. (Med.), Prof. Main affiliation:
Head of the Department of Forensic Medicine, M.F. Vladimirsky Moscow
Regional Research Clinical Institute; 61/2 Shchepkina St, Moscow, 129110,
Russian Federation

• Associate Editors

Evgeniy Kh. Barinov, Dr. Sci. (Med.), Ass. Prof. (Russia)
Pavel L. Ivanov, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Russia)
Michael Tsokos, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Germany)
Duarte Nuno Vieira, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Portugal)

• Managing Editor

Natalia A. Romanko, Cand. Sci. (Med.) (Russia)

• Editorial Board

Aleksandr I. Avdeev, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Mger S. Bisharyan, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Armenia)
Sergey V. Erofeev, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Santo Davide Ferrara, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Italy)
Frants A. Galitskiy, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Kazakhstan)
Adalat Beybala oglu Gasanov, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Azerbaijan)
Alisher I. Iskandarov, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Uzbekistan)
Vladimir V. Khokhlov, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Evgeniy M. Kil'dyushov, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Sergey V. Leonov, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Burkhard Madea, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Germany)
Aleksy E. Mal'tsev, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Sohtaro Mimasaka, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Japan)
Yuriy V. Nazarov, Dr. Sci. (Med.), Ass. Prof. (Russia)
Sergey L. Parilov, Dr. Sci. (Med.), Ass. Prof. (Russia)
Pavel O. Romodanovskiy, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Sergey V. Shigeev, Dr. Sci. (Med.), Ass. Prof. (Russia)
Oleg V. Zairat'yants, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
El'vira V. Zimina, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

• Advisory Board

Faruk Açıcıoğlu, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Turkey)
Oksana Yu. Alexandrova, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Ivan V. Buromskiy, Dr. Sci. (Med.), Ass. Prof. (Russia)
Jose Luis Martinez Capelo, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Portugal)
Lev V. Kakturskiy, Dr. Sci. (Med.), Prof., corr. member RAS (Russia)
Oleg I. Khvan, Dr. Sci. (Med.), (Uzbekistan)
Vladimir P. Konev, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Sergey N. Puzin, Dr. Sci. (Med.), Prof., academic of the RAS (Russia)
Andrey A. Tkachenko, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)
Igor V. Vlasyuk, Dr. Sci. (Med.), Ass. Prof. (Russia)

Содержание

Contents

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ОБЗОРЫ

- 132 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОРНК С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ: ОБЗОР
А.А. Халиков, Е.М. Кильдюшов, К.О. Кузнецов, Л.Р. Искужина, Г.Р. Рахматуллина

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

- 139 ХАРАКТЕРИСТИКА ФРАГМЕНТОВ СНАРЯДОВ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТРИПЛЕКСНОГО СТЕКЛА АВТОМОБИЛЯ ВЫСТРЕЛАМИ ИЗ ОХОТНИЧЬЕГО КАРАБИНА «САЙГА» ПОД ПАТРОН 5,45×39
С.В. Леонов, П.В. Пинчук, М.А. Сухарева, Ю.П. Шакирьянова
- 146 СОЧЕТАННАЯ ТРАВМА ГРУДИ И ЖИВОТА У ПЕШЕХОДОВ, ПОСТРАДАВШИХ В АВТОМОБИЛЬНЫХ АВАРИЯХ
С.И. Индиаминов, С.Н. Пардаев, А.А. Ким
- 152 НОВЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ ПО МЕТОДУ HENSSEGE
Г.В. Недугов
- 159 ВОЗМОЖНОСТИ НАРУЖНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУПА ПРИ РЕШЕНИИ ВОПРОСА О НАСТУПЛЕНИИ СМЕРТИ ОТ ОТРАВЛЕНИЙ ПСИХОТРОПНЫМИ И НАРКОТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ
Е.Н. Травенко, В.А. Породенко

ЭКСПЕРТНАЯ ПРАКТИКА

- 168 ОБРАЗОВАНИЕ ЗАКРЫТОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ ПО НЕПРЯМОМУ МЕХАНИЗМУ: СЛУЧАЙ ИЗ ЭКСПЕРТНОЙ ПРАКТИКИ
В.Е. Ульянов, А.Ю. Куприянов, Е.А. Зюбина, П.А. Мачинский
- 172 ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ СУДЕБНО-ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Д.В. Богомолов, В.А. Путинцев, Д.В. Сундуков, О.Л. Романова, А.В. Смирнов, П.Г. Джувалыков
- 180 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛИБРА И ВИДА ОГНЕСТРЕЛЬНОГО СНАРЯДА МЕТОДОМ НАЛОЖЕНИЯ ПО ВЫХОДНОМУ ПОВРЕЖДЕНИЮ СВОДА ЧЕРЕПА
В.В. Семёнов, А.М. Тетюев
- 186 СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДА, ПРИЧИНЁННОГО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА В СЛУЧАЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕСТУПЛЕНИЙ
С.В. Кузнецов, Ю.А. Молин, С.Ю. Мелихов

REVIEWS

- 132 USE OF MICRORNA TO ESTIMATE TIME SCIENCE DEATH: REVIEW
Airat A. Halikov, Evgeniy M. Kildyushov, Kirill O. Kuznetsov, Laysan R. Iskuzhina, Gulnaz R. Rahmatullina

ORIGINAL ARTICLE

- 139 CHARACTERISTICS OF SHELL FRAGMENTS AFTER HITTING TRIPLEX CAR GLASS WITH SHOTS FROM A HUNTING “SAIGA” CARBINE UNDER THE 5.45×39 CARTRIDGE
Sergey V. Leonov, Pavel V. Pinchuk, Marina A. Suhareva, Juliya P. Shakiryanova
- 146 COMBINED CHEST AND ABDOMINAL TRAUMA IN PEDESTRIANS INJURED DURING CAR ACCIDENTS
Sayit I. Indiaminov, Saidkosim N. Pardaev, Antonina A. Kim
- 152 NEW COMPUTER TECHNOLOGIES TO DETERMINE POSTMORTEM INTERVAL BY THE HENSSEGE METHOD
German V. Nedugov
- 159 EXTERNAL STUDY POSSIBILITIES OF A DEAD BODY SOLUTION ABOUT THE DEATH OCCURRENCE FROM PSYCHOTROPIC AND NARCOTIC DRUG POISONING
Elena N. Travenko, Valeriy A. Porodenko

CASE REPORT

- 168 CLOSED CRANIOCEREBRAL INJURY FORMATION ACCORDING TO AN INDIRECT MECHANISM: A CASE FROM EXPERT PRACTICE
Vladislav E. Ulyankin, Alexey Yu. Kupriyanov, Ekaterina A. Zyubina, Petr A. Machinsky
- 172 RESEARCH RESULT RECORDING OF FORENSIC HISTOLOGICAL EXAMINATION COURSE IN RUSSIA
Dmitriy V. Bogomolov, Vladimir A. Putintsev, Dmitriy V. Sundukov, Olga L. Romanova, Ascold V. Smirnov, Pavel G. Dzhuvalyakov
- 180 GUNSHOT MISSILE CALIBER AND TYPE ESTIMATION USING SUPERPOSITION METHOD BY EXIT GUNSHOT CRANIAL VAULT FRACTURE
Vlachsaslau V. Siamionau, Andrei M. Tsiatsiuyeu
- 186 FORENSIC MEDICAL DETERMINATION OF HARM CAUSED TO HUMAN HEALTH IN ENVIRONMENTAL CRIME CASES
Semyon V. Kuznetsov, Yuri A. Molin, Sergey Yu. Melikhov

<https://doi.org/10.17816/fm412>



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОРНК С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ: ОБЗОР

А.А. Халиков¹, Е.М. Кильдюшов², К.О. Кузнецов¹, Л.Р. Искужина¹, Г.Р. Рахматуллина³

¹ Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Российская Федерация

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

³ Приволжско-Уральское бюро судебно-медицинской экспертизы, Уфа, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. Оценка давности наступления смерти до сих пор является одним из самых сложных вопросов в судебно-медицинской практике. Цель обзора — оценка потенциала использования микроРНК в диагностике давности наступления смерти. МикроРНК — это небольшие некодирующие РНК, которые имеют длину от 18 до 24 нуклеотидов и хорошо сохраняются в эукариотических клетках. Их роль заключается в регулировании экспрессии генов в биологических процессах во время посттранскрипционной фазы. МикроРНК уже доказала свою эффективность в клинической медицине для диагностики различных заболеваний, а также открылась возможность её применения в судебной медицине в качестве маркера для оценки давности наступления смерти благодаря низкой молекулярной массе, тканеспецифической экспрессии и высокой устойчивости к факторам внешней и внутренней среды. В результате анализа научной литературы было выявлено, что внутренние характеристики молекул микроРНК и их высокая устойчивость к деградации делают их пригодными в качестве биомаркеров для оценки давности наступления смерти, особенно в позднем постмортальном периоде, однако необходимо проведение дальнейших масштабных исследований на трупном материале.

Ключевые слова: давность наступления смерти; микроРНК; судебная медицина.

Для цитирования: Халиков А.А., Кильдюшов Е.М., Кузнецов К.О., Искужина Л.Р., Рахматуллина Г.Р. Использование микроРНК с целью определения давности наступления смерти: обзор. *Судебная медицина*. 2021;7(3):132–138. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm412>

Поступила 02.07.2021

Принята после доработки 13.08.2021

Опубликована 10.09.2021

USE OF MICRORNA TO ESTIMATE TIME SCIENCE DEATH: REVIEW

Airat A. Halikov¹, Evgeniy M. Kildyushov², Kirill O. Kuznetsov¹, Laysan R. Iskuzhina¹, Gulnaz R. Rahmatullina³

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

² N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

³ Volga-Ural Bureau of Forensic Medicine, Ufa, Russian Federation

ABSTRACT. Death prescription evaluation is still one of the most difficult issues in forensic medical practice. This review aimed to assess the potential use of micro ribonucleic acid (miRNA) in death prescription diagnosis. MiRNAs are small non-coding RNAs that are 18–24 nucleotides long and are well preserved in the eukaryotic cells. Their role is to regulate gene expression in biological processes during the post-transcriptional phase. MiRNA was proven to be effective in clinical medicine for various disease diagnoses, with its possible use in forensic medicine as a marker for death prescription assessment due to its low molecular weight, tissue-specific expression, and high resistance to external and internal environmental factors. The analysis results of scientific literature revealed that the internal characteristics of miRNA molecules and their high resistance to degradation make them suitable as biomarkers for the duration of death assessment, especially in the late postmortem period; however, further large-scale studies on cadaveric material are necessary.

Keywords: time science death; miRNA; forensic medicine.

For citation: Halikov AA, Kildyushov EM, Kuznetsov KO, Iskuzhina LR, Rahmatullina GR. Use of microRNA to estimate time science death: review. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3):132–138. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm412>

Submitted 02.07.2021

Revised 13.08.2021

Published 10.09.2021

ВВЕДЕНИЕ

Оценка давности наступления смерти (ДНС) является одним из основных вопросов теории и практики судебно-медицинского эксперта. На сегодняшний день используют огромное количество методов оценки ДНС как в раннем [1, 2], так и позднем посмертном периоде [3]. Каждый из предложенных методов имеет свои неоспоримые преимущества, тем не менее остаётся множество пробелов, связанных чаще с факторами эндогенного и экзогенного характера, что делает необходимым постоянное усовершенствование знаний по данной тематике с целью достижения максимальной точности в оценке ДНС при различных условиях внешней и внутренней среды.

В ряде работ последних лет путём количественного анализа выявлена зависимость скорости деградации биологических макромолекул (ДНК и РНК) от увеличения срока ДНС [4–6]. Считается, что РНК более, чем ДНК, предрасположена к посмертной деградации из-за повсеместного присутствия человеческих и бактериальных рибонуклеаз [7], поэтому исследование РНК можно рассматривать в качестве инструмента для определения ДНС.

МикроРНК — это небольшие некодирующие РНК, которые имеют длину от 18 до 24 нуклеотидов и хорошо сохраняются в эукариотических клетках. Их роль заключается в регулировании экспрессии генов в биологических процессах во время посттранскрипционной фазы. МикроРНК связывают комплементарные последовательности мишеней матричной РНК (мРНК) и подавляют их за счёт деградации посредством расщепления мРНК или ингибирования синтеза белка [8].

Огромный интерес к изучению микроРНК в клинической медицине возник после публикации исследований, доказавших их тканеспецифичность [9–12], а также роль во многих патологических процессах, что позволило использовать микроРНК в качестве маркера таких патологий, как сахарный диабет [13], онкология [14], заболевания сердечно-сосудистой системы [15], травмы и заболевания спинного мозга [16]. В судебной медицине исследование микроРНК впервые провели Е. К. Hanson и соавт. [17] с целью идентификации биологических жидкостей, в другой работе показана эффективность этой одноцепочечной молекулы в определении давности повреждения [18].

А. Odriozola и соавт. [19] проанализировали микроРНК в стекловидном теле, и полученные результаты подтвердили возможность их использования с целью оценки ДНС благодаря их низкой молекулярной массе и тканеспецифичности. Принципиальное отличие микроРНК от других макромолекул заключается в том, что они обладают высокой стабильностью даже при экстремальных условиях температуры, рН, а также устойчивы к различным химическим агентам [20], что позволяет оценивать ДНС с максимальной точностью, исключая влияние экзогенных и эндогенных факторов.

Настоящий обзор литературы выполнен с целью критической оценки собранного материала. Произведён электронный поиск публикаций в базах данных

PubMed и Science Direct Scopus. Условиями поиска было наличие слов «post-mortem interval AND microRNA» и «microRNA AND time of death» в заголовках, аннотациях и ключевых словах. Методологическую оценку исследований проводили в соответствии со стандартами PRISMA, включая оценку систематической ошибки. Авторы независимо друг от друга проанализировали те статьи, названия и аннотации которых были релевантны условиям поиска. Разногласия между авторами относительно приемлемости разрешали путём консенсуса. В поиск включали статьи и аннотации только на английском языке. В обзор включены исследования, опубликованные за последние 16 лет. Анализу подвергали полные тексты статей и их аннотации.

РНК КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ

Стремительное развитие молекулярной биологии позволило учёным в области судебной медицины подробно изучить скорость деградации биомаркеров, в том числе РНК и ДНК, с целью точной оценки ДНС.

Многие исследования сосредоточены на количественной оценке деградации РНК и ДНК как возможным маркере оценки ДНС [21–23]. РНК является более специфичным маркером, чем ДНК, т.к. продукты её деградации являются очень чувствительными с точки зрения корреляции со временем наступления смерти организма [24].

После смерти организма происходит разрушение РНК рибонуклеазами человека, бактериями, а также факторами окружающей среды. Следовательно, процесс деградации РНК зависит не только от времени, прошедшего с момента наступления смерти, но и от таких факторов, как причина смерти и факторы окружающей среды [23, 25].

На сегодняшний день опубликовано множество исследований, посвящённых изучению различных видов РНК для оценки ДНС, включая мРНК, рРНК и микроРНК. Доступен широкий спектр тестов, позволяющих количественно определить РНК, включая количественную полимеразную цепную реакцию в реальном времени (quantitative real-time polymerase chain reaction, qRT-PCR), которая является методом выбора благодаря своей высокой чувствительности [26, 27]. Однако высокая точность является не только плюсом, но и минусом метода из-за возможной ошибочной интерпретации результатов вследствие мельчайших изменений в уровнях мРНК, возникающих при обработке образцов. Таким образом, необходима стандартизация данных.

Метод qRT-PCR широко используют при оценке ДНС. Известно, что увеличение времени с момента наступления смерти имеет обратную корреляцию с уровнем транскрипции РНК [23, 27]. F. Samraio-Silva и соавт. [23] разработали математическую модель с достоверностью оценки ДНС 95% и доверительным интервалом 651 минута с использованием РНК из висцеральных и мышечных тканей мышей. В исследовании были

выявлены 4 гена четырёхглавой мышцы бедра (*Actb*, *Hapdh*, *Ppia* и *Srp72*), которые значительно коррелировали с ДНС. М. Вауг и соавт. [28] пытались определить ДНС путём количественной оценки деградации мРНК с использованием мультиплексной qRT-PCR в сочетании с лазерно-индуцированным флуоресцентным капиллярным электрофорезом. Полученные данные показали существенную корреляцию между деградацией РНК и ДНС в охлаждённых образцах крови и головного мозга человека. Однако другие авторы, наоборот, указывают на отсутствие корреляции между деградацией мРНК и ДНС в ткани мозга человека [29, 30].

Опубликованные на сегодняшний день исследования, в которых проводили количественную оценку деградации РНК с целью оценки ДНС, были сконцентрированы на ограниченных транскриптах мРНК, что привело к появлению больших доверительных интервалов и, соответственно, снижению точности оценки ДНС [28]. S. T. Young и соавт. [31] использовали РНК зубной пульпы с целью точной оценки ДНС: было показано, что ген *B-actb* РНК может применяться для оценки ДНС в более длительном посмертном периоде — до 84 дней.

Неэффективными были и попытки установить связь между деградацией РНК и ДНС, т.к. не удалось обнаружить достаточно стабильных генов: гены «домашнего хозяйства», рРНК и малые ядерные РНК, которые обычно используются при проведении RT-qPCR, показали непредсказуемый уровень экспрессии в различных тканях [32].

СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О МИКРОРНК КАК ИНСТРУМЕНТЕ ОЦЕНКИ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ

За последние несколько лет проведено множество исследований, в которых выявлен потенциал микроРНК в оценке ДНС.

Так, W. C. Li и соавт. [33] изучали микроРНК-1 и микроРНК-2 в сердечной мышце крыс с различной ДНС; образцы хранили при температуре 25°C. Результаты показали, что уровень исследуемых микроРНК оставался стабильным до 120 ч после смерти, а затем постепенно снижался.

Н. Рап и соавт. [34] исследовали корреляцию между ДНС и микроРНК-203, а также другими маркерами РНК: образцы кожи крыс были разделены на три группы в зависимости от температуры хранения (4; 15 и 35°C), в результате чего выявлена высокая устойчивость микроРНК-203 при различных показателях температуры окружающей среды, что обуславливает возможность практического применения данного маркера.

Y. H. Lv и соавт. [35] исследовали образцы селезёнки двух групп крыс: образцы первой группы хранили в течение 144 ч при температуре 25°C, образцы второй — 312 ч при 4°C. Были сделаны выводы, что микроРНК можно использовать для оценки ДНС (в первой группе достоверность была выше из-за меньшего временного интервала) и что микроРНК-125b более устойчив, нежели микроРНК-143.

J. Ma и соавт. [36] исследовали мозговую ткань 270 крыс, разделённых на 5 групп: 1-я — контроль (ДНС составила 0 ч), 2–5-я — экспериментальные. Образцы 2-й группы хранили при температуре 4°C, образцы 3-й — при 15°C, 4-й — при 25°C, 5-й — при 35°C. Затем экспериментальные группы были исследованы в разное время в течение 144 ч с момента наступления смерти. Дальнейший анализ показал, что микроРНК-125b и микроРНК-9 были самыми эффективными маркерами, т.к. имели наибольшую стабильность и сохранялись до 144 ч после наступления смерти при различных условиях внешней среды.

Y. H. Lv и соавт. [24] исследовали образцы сердца, печени и мозга 13 трупов с известной ДНС, а также ткани сердца и печени мышей с целью контроля результатов. Анализ микроРНК-1, микроРНК-9 и микроРНК-133a, микроРНК-122 показал, что микроРНК-1 и микроРНК-133a имели высокую устойчивость на протяжении более 5 дней, а микроРНК-122, который является специфичным для печени, быстро деградировал при повышении температуры окружающей среды. Ошибка при определении ДНС составила менее 5 ч в 6 случаях из 13.

C. Tu и соавт. [37] провели эксперимент, в котором изучили ткани сердца, печени и скелетных мышц 15 самцов мышей. Мыши были разделены на 5 групп в зависимости от ДНС (0; 1,5; 3,5; 5,5; 7,5 дней), исследуемые ткани хранились при температуре 25°C. Авторы построили математическую модель для оценки ДНС, используя микроРНК-122 в качестве эталонного биомаркера для сердца и печени, а микроРНК-133a — для скелетных мышц.

Имеются также сведения об определении ДНС с помощью микроРНК при экстремально низких температурах. Так, например, H. Wang и соавт. [38] изучали сердце, печень, головной мозг и скелетные мышцы 33 самцов мышей, которые случайным образом были сгруппированы в 10 временных точек в течение 48 ч после смерти. В каждой группе было по 4 мыши, все они хранились при температуре –80°C. Авторы проанализировали 5 видов микроРНК: 122, 133a, 150, 195, 206. МикроРНК-133a и микроРНК-206 сохранялись в течение первых 24 ч, но после их количество начинало значительно сокращаться, при этом количество микроРНК-195 продолжало увеличиваться даже спустя 24 ч. На основании этого можно сделать вывод, что микроРНК-195 продолжает вырабатываться после смерти.

В другом исследовании C. Tu и соавт. [39] обнаружено, что одинаковые виды микроРНК могут вести себя по-разному в зависимости от типа ткани. Авторы изучили сердце, печень, скелетные мышцы 45 мышей и выявили, что микроРНК-122 и микроРНК-133a были более устойчивыми в разлагающихся тканях сердечной мышцы, но в других исследуемых тканях их количество быстро снижалось.

Интересные данные опубликовали A. Odriozola и соавт. [19], которые предположили, что микроРНК возможно использовать как инструмент для определе-

ния времени суток наступления смерти. С целью подтверждения данной теории авторы исследовали стекловидное тело человека: лучшим и единственным рабочим маркером оказался микроРНК-222. Имеются также сведения о микроРНК-541 и микроРНК-142-р, количество которых оказалось повышенным у людей, умерших в ночное время суток, и, наоборот, пониженным, если смерть наступала днём [7].

S. Sharma и соавт. [40] исследовали мРНК фактора транскрипции, противодействующего апоптозу и микроРНК-2909 в тканях мозга, сердца, лёгких, почек, поджелудочной железы, селезёнки и печени мышей (температура хранения 25°C). Выявлено, что микроРНК-2909 сохранялась до 48 ч после смерти, если мышь умерщвляли в 8 ч вечера, и до 12 ч, если мышь умерщвляли в полдень. Авторы также выявили, что микроРНК-2909 намного более устойчива к ферментативному разложению, нежели мРНК ААТФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДНС имеет огромное правовое и исследовательское значение. Несмотря на большой научный прорыв, оценка ДНС по-прежнему остаётся проблемой для судебно-медицинских экспертов. На сегодняшний день нет способа, который позволил бы назвать точное время наступления смерти, но при этом можно ограничить интервал, насколько это реально в пределах имеющихся научных знаний.

Анализ данных литературы о возможности использования микроРНК с целью оценки ДНС позволил выявить, что характеристики этих молекул и также устойчивость к разложению делают их пригодными для определения ДНС. Потенциальным способом их использования в экспертной практике является создание математической модели путём сравнения молекул с известными скоростями нарастания концентрации и деградации в различных тканях трупа. Исследование микроРНК не является дорогостоящей методикой, что может способствовать введению данного метода в практику судебно-медицинских экспертов, особенно при исследовании гнилостно-трансформированных трупов.

На сегодняшний день существует мало методик для оценки ДНС в позднем постмортальном периоде (более 24 ч), что увеличивает потенциал дальнейшего изучения

микроРНК. Большинство проанализированных нами работ выполнены на экспериментальных животных, поэтому невозможно выбрать конкретную микроРНК или конкретную ткань для оценки ДНС на человеческих трупах, что делает актуальным дальнейшее проведение масштабных стандартизированных исследований с использованием трупного материала человека.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

А. А. Халиков, Е. М. Кильдюшов — концепция и дизайн исследования, научная редакция и одобрение окончательного варианта рукописи; *К. О. Кузнецов* — анализ и интерпретация данных, написание рукописи; *Л. Р. Искужина* — набор материала и сбор данных; *Г. Р. Рахматуллина* — сбор данных. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

A. A. Khakikov and E. M. Kildyushov — study concept and design, scientific editing, and approval of the final version of the manuscript; *K. O. Kuznetsov* — data analysis and interpretation and manuscript writing; *L. R. Iskuzhina* — set of material and data collection; and *G. R. Rahmatullina* — set of material. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

The study had no sponsorship.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Индияминов С.И., Жуманов З.Э., Блинова С.А. Проблемы установления давности наступления смерти // Судебно-медицинская экспертиза. 2020. Т. 63, № 6. С. 45–50. doi: 10.17116/sudmed20206306145
2. Халиков А.А., Кильдюшов Е.М., Кузнецов К.О., и др. О возможности определения давности повреждений на основании изменения гистоморфометрических характеристик тимуса в эксперименте // Судебная медицина. 2021. Т. 7, № 2. In Press. doi: 10.17816/fm401
3. Кильдюшов Е.М., Ермакова Ю.В., Туманов Э.В., Кузнецова Г.С. Диагностика давности наступления смерти в позднем посмертном периоде в судебно-медицинской практике (обзор литературы) // Судебная медицина. 2018. Т. 4, № 1. С. 34–38.
4. Kang S., Kassam N., Gauthier M.L., O'Day D.H. Postmortem changes in calmodulin binding proteins in muscle and lung // Forensic Sci Int. 2003. Vol. 131, N 2–3. P. 140–147. doi: 10.1016/S0379-0738(02)00426-7
5. Inoue H., Kimura A., Tuji T. Degradation profile of mRNA in a dead rat body: Basic semi-quantification study // Forensic Sci Int. 2002. Vol. 130, N 2–3. P. 127–132. doi: 10.1016/S0379-0738(02)00352-3
6. Larkin B., Iaschi S., Dadour I., Tay G.K. Using accumulated degree-days to estimate postmortem interval from the DNA

- yield of porcine skeletal muscle // *Forensic Sci Med Pathol.* 2010. Vol. 6, N 2. P. 83–92. doi: 10.1007/s12024-009-9109-5
7. Birdsill A.C., Walker D.G., Lue L.F., et al. Postmortem interval effect on RNA and gene expression in human brain tissue // *Cell Tissue Bank.* 2011. Vol. 12, N 4. P. 311–318. doi: 10.1007/s10561-010-9210-8
8. Maiese A., Scatena A., Costantino A., et al. MicroRNAs as useful tools to estimate time since death. a systematic review of current literature // *Diagnostics (Basel).* 2021. Vol. 11, N 1. P. 64. doi: 10.3390/diagnostics11010064
9. Calin G.A., Dumitru C.D., Shimizu M., et al. Frequent deletions and down-regulation of micro-RNA genes miR15 and miR16 at 13q14 in chronic lymphocytic leukemia // *Proc Natl Acad Sci USA.* 2002. Vol. 99, N 24. P. 15524–15529. doi: 10.1073/pnas.242606799
10. Ambros V. The functions of animal microRNAs // *Nature.* 2004. Vol. 431, N 7006. P. 350–355. doi: 10.1038/nature02871
11. Bartel D.P. MicroRNAs: genomics, biogenesis, mechanism, and function // *Cell.* 2004. Vol. 116, N 2. P. 281–297. doi: 10.1016/s0092-8674(04)00045-5
12. Lu J., Getz G., Miska E.A., et al. MicroRNA expression profiles classify human cancers // *Nature.* 2005. Vol. 435, N 7043. P. 834–838. doi: 10.1038/nature03702
13. Lees T., Nassif N., Simpson A., et al. Recent advances in molecular biomarkers for diabetes mellitus: a systematic review // *Biomarkers.* 2017. Vol. 22, N 7. P. 604–613. doi: 10.1080/1354750X.2017.1279216
14. Croce C.M., Calin G.A. miRNAs, cancer, and stem cell division // *Cell.* 2005. Vol. 122, N 1. P. 6–7. doi: 10.1016/j.cell.2005.06.036
15. Pinchi E., Frati P., Aromatario M., et al. miR-1, miR-499 and miR-208 are sensitive markers to diagnose sudden death due to early acute myocardial infarction // *J Cell Mol Med.* 2019. Vol. 23, N 9. P. 6005–6016. doi: 10.1111/jcmm.14463
16. Pinchi E., Frati A., Cantatore S., et al. Acute spinal cord injury: a systematic review investigating miRNA families involved // *Int J Mol Sci.* 2019. Vol. 20, N 8. P. 1841. doi: 10.3390/ijms20081841
17. Hanson E.K., Lubenow H., Ballantyne J. Identification of forensically relevant body fluids using a panel of differentially expressed microRNAs // *Anal Biochem.* 2009. Vol. 387, N 2. P. 303–314. doi: 10.1016/j.ab.2009.01.037
18. Neri M., Fabbri M., D'Errico S., et al. Regulation of miRNAs as new tool for cutaneous vitality lesions demonstration in ligature marks in deaths by hanging // *Sci Rep.* 2019. Vol. 9, N 1. P. 20011. doi: 10.1038/s41598-019-56682-7
19. Odriozola A., Riancho J.A., de la Vega R., et al. miRNA analysis in vitreous humor to determine the time of death: a proof-of-concept pilot study // *Int J Legal Med.* 2013. Vol. 127, N 3. P. 573–578. doi: 10.1007/s00414-012-0811-6
20. Partemi S., Berne P.M., Batlle M., et al. Analysis of mRNA from human heart tissue and putative applications in forensic molecular pathology // *Forensic Sci Int.* 2010. Vol. 203, N 1–3. P. 99–105. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.07.005
21. Li W.C., Ma K.J., Lv Y.H., et al. Post-mortem interval determination using 18S-rRNA and microRNA // *Sci Justice.* 2014. Vol. 54, N 4. P. 307–310. doi: 10.1016/j.scijus.2014.03.001
22. Poór V.S., Lukács D., Nagy T., et al. The rate of RNA degradation in human dental pulp reveals post-mortem interval // *Int J Legal Med.* 2016. Vol. 130, N 3. P. 615–619. doi: 10.1007/s00414-015-1295-y
23. Sampaio-Silva F., Magalhães T., Carvalho F., et al. Profiling of RNA degradation for estimation of post-mortem [corrected] interval // *PLoS One.* 2013. Vol. 8, N 2. e56507. doi: 10.1371/journal.pone.0056507
24. Lv Y.H., Ma J.L., Pan H., et al. Estimation of the human postmortem interval using an established rat mathematical model and multi-RNA markers // *Forensic Sci Med Pathol.* 2017. Vol. 13, N 1. P. 20–27. doi: 10.1007/s12024-016-9827-4
25. Scrivano S., Sanavio M., Tozzo P., Caenazzo L. Analysis of RNA in the estimation of post-mortem interval: a review of current evidence // *Int J Legal Med.* 2019. Vol. 133, N 6. P. 1629–1640. doi: 10.1007/s00414-019-02125-x
26. Nolan T., Hands R.E., Bustin S.A. Quantification of mRNA using real-time RT-PCR // *Nat Protoc.* 2006. Vol. 1, N 3. P. 1559–1582. doi: 10.1038/nprot.2006.236
27. Zhang H., Zhang P., Ma K.J., et al. The selection of endogenous genes in human postmortem tissues // *Sci Justice.* 2013. Vol. 53, N 2. P. 115–120. doi: 10.1016/j.scijus.2012.11.005
28. Bauer M., Gramlich I., Polzin S., Patzelt D. Quantification of mRNA degradation as possible indicator of postmortem interval — a pilot study // *Leg Med (Tokyo).* 2003. Vol. 5, N 4. P. 220–227. doi: 10.1016/j.legalmed.2003.08.001
29. Heinrich M., Matt K., Lutz-Bonengel S., Schmidt U. Successful RNA extraction from various human postmortem tissues // *Int J Legal Med.* 2007. Vol. 121, N 2. P. 136–142. doi: 10.1007/s00414-006-0131-9
30. Preece P., Cairns N.J. Quantifying mRNA in postmortem human brain: influence of gender, age at death, postmortem interval, brain pH, agonal state and inter-lobe mRNA variance // *Brain Res Mol Brain Res.* 2003. Vol. 118, N 1–2. P. 60–71. doi: 10.1016/s0169-328x(03)00337-1
31. Young S.T., Wells J.D., Hobbs G.R., Bishop C.P. Estimating postmortem interval using RNA degradation and morphological changes in tooth pulp // *Forensic Sci Int.* 2013. Vol. 229, N 1–3. P. 163.e1–6. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.03.035
32. Heinrich M., Lutz-Bonengel S., Matt K., Schmidt U. Real-time PCR detection of five different «endogenous control gene» transcripts in forensic autopsy material // *Forensic Sci Int Genet.* 2007. Vol. 1, N 2. P. 163–169. doi: 10.1016/j.fsigen.2007.01.002
33. Li W.C., Ma K.J., Zhang P., et al. Estimation of postmortem interval using microRNA and 18S rRNA degradation in rat cardiac muscle // *Fa Yi Xue Za Zhi.* 2010. Vol. 26, N 6. P. 413–417.
34. Pan H., Zhang H., Lü Y.H., et al. Correlation between five RNA markers of rat's skin and PMI at different temperatures // *Fa Yi Xue Za Zhi.* 2014. Vol. 30, N 4. P. 245–249.
35. Lv Y.H., Ma K.J., Zhang H., et al. A time course study demonstrating mRNA, microRNA, 18S rRNA, and U6 snRNA changes to estimate PMI in deceased rat's spleen // *J Forensic Sci.* 2014. Vol. 59, N 5. P. 1286–1294. doi: 10.1111/1556-4029.12447
36. Ma J., Pan H., Zeng Y., et al. Exploration of the R code-based mathematical model for PMI estimation using profiling of RNA degradation in rat brain tissue at different temperatures // *Forensic Sci Med Pathol.* 2015. Vol. 11, N 4. P. 530–537. doi: 10.1007/s12024-015-9703-7
37. Tu C., Du T., Ye X., et al. Using miRNAs and circRNAs to estimate PMI in advanced stage // *Leg Med (Tokyo).* 2019. Vol. 38. P. 51–57. doi: 10.1016/j.legalmed.2019.04.002
38. Wang H., Mao J., Lib Y.B., et al. 5 miRNA expression analysis in postmortem interval (PMI) within 48h // *Forensic Sci Int Genet Suppl Ser.* 2013. Vol. 4. P. e190–e191. doi: 10.1016/j.fsigs.2013.10.098
39. Tu C., Du T., Shao C., et al. Evaluating the potential of housekeeping genes, rRNAs, snRNAs, microRNAs and circRNAs as reference genes for the estimation of PMI // *Forensic Sci Med Pathol.* 2018. Vol. 14, N 2. P. 194–201. doi: 10.1007/s12024-018-9973-y
40. Sharma S., Singh D., Kaul D. AATF RNome has the potential to define post mortem interval // *Forensic Sci Int.* 2015. Vol. 247. P. e21–24. doi: 10.1016/j.forsciint.2014.12.008

REFERENCES

1. Indiaminov SI, Zhumanov ZE, Blinova SA. Problems of establishing the prescription of death. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2020;63(6):45–50. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed20206306145
2. Khalikov AA, Kildyushov EM, Kuznetsov KO, et al. Possibility of determining injury duration based on changes in histomorphometric characteristics of the thymus. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(2):96–100. (In Russ.). doi: 10.17816/fm40
3. Kildyushov EM, Ermakova YuV, Tumanov EV, Kuznecova GS. Diagnostics of the prescription of death in the late postmortem period in forensic practice (literature review). *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2018;4(1):34–38. (In Russ).
4. Kang S, Kassam N, Gauthier ML, O'Day DH. Postmortem changes in calmodulin binding proteins in muscle and lung. *Forensic Sci Int*. 2003;131(2–3):140–147. doi: 10.1016/S0379-0738(02)00426-7
5. Inoue H, Kimura A, Tuji T. Degradation profile of mRNA in a dead rat body: Basic semi-quantification study. *Forensic Sci Int*. 2002;130(2–3):127–132. doi: 10.1016/S0379-0738(02)00352-3
6. Larkin B, Iaschi S, Dadour I, Tay GK. Using accumulated degree-days to estimate postmortem interval from the DNA yield of porcine skeletal muscle. *Forensic Sci Med Pathol*. 2010;6(2):83–92. doi: 10.1007/s12024-009-9109-5
7. Birdsill AC, Walker DG, Lue LF, et al. Postmortem interval effect on RNA and gene expression in human brain tissue. *Cell Tissue Bank*. 2011;12(4):311–318. doi: 10.1007/s10561-010-9210-8
8. Maiese A, Scatena A, Costantino A, et al. MicroRNAs as useful tools to estimate time since death. a systematic review of current literature. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11(1):64. doi: 10.3390/diagnostics11010064
9. Calin GA, Dumitru CD, Shimizu M, et al. Frequent deletions and down-regulation of micro- RNA genes miR15 and miR16 at 13q14 in chronic lymphocytic leukemia. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2002;99(24):15524–15529. doi: 10.1073/pnas.242606799
10. Ambros V. The functions of animal microRNAs. *Nature*. 2004;31(7006):350–355. doi: 10.1038/nature02871
11. Bartel DP. MicroRNAs: genomics, biogenesis, mechanism, and function. *Cell*. 2004;116(2):281–297. doi: 10.1016/S0092-8674(04)00045-5
12. Lu J, Getz G, Miska EA, et al. MicroRNA expression profiles classify human cancers. *Nature*. 2005;435(7043):834–838. doi: 10.1038/nature03702
13. Lees T, Nassif N, Simpson A, et al. Recent advances in molecular biomarkers for diabetes mellitus: a systematic review. *Biomarkers*. 2017;22(7):604–613. doi: 10.1080/1354750X.2017.1279216
14. Croce CM, Calin GA. miRNAs, cancer, and stem cell division. *Cell*. 2005;122(1):6–7. doi: 10.1016/j.cell.2005.06.036
15. Pinchi E, Frati P, Aromatario M, et al. miR-1, miR-499 and miR-208 are sensitive markers to diagnose sudden death due to early acute myocardial infarction. *J Cell Mol Med*. 2019;23(9):6005–6016. doi: 10.1111/jcmm.14463
16. Pinchi E, Frati A, Cantatore S, et al. Acute spinal cord injury: a systematic review investigating miRNA families involved. *Int J Mol Sci*. 2019;20(8):1841. doi: 10.3390/ijms20081841
17. Hanson EK, Lubenow H, Ballantyne J. Identification of forensically relevant body fluids using a panel of differentially expressed microRNAs. *Anal Biochem*. 2009;387(2):303–314. doi: 10.1016/j.ab.2009.01.037
18. Neri M, Fabbri M, D'Errico S, et al. Regulation of miRNAs as new tool for cutaneous vitality lesions demonstration in ligature marks in deaths by hanging. *Sci Rep*. 2019;9(1):20011. doi: 10.1038/s41598-019-56682-7
19. Odriozola A, Riancho JA, de la Vega R, et al. miRNA analysis in vitreous humor to determine the time of death: a proof-of-concept pilot study. *Int J Legal Med*. 2013;127(3):573–578. doi: 10.1007/s00414-012-0811-6
20. Partemi S, Berne PM, Battle M, et al. Analysis of mRNA from human heart tissue and putative applications in forensic molecular pathology. *Forensic Sci Int*. 2010;203(1–3):99–105. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.07.005
21. Li WC, Ma KJ, Lv YH, et al. Post-mortem interval determination using 18S-rRNA and microRNA. *Sci Justice*. 2014;54(4):307–310. doi: 10.1016/j.scijus.2014.03.001
22. Poór VS, Lukács D, Nagy T, et al. The rate of RNA degradation in human dental pulp reveals post-mortem interval. *Int J Legal Med*. 2016;130(3):615–619. doi: 10.1007/s00414-015-1295-y
23. Sampaio-Silva F, Magalhães T, Carvalho F, et al. Profiling of RNA degradation for estimation of post-mortem [corrected] interval. *PLoS One*. 2013;8(2):e56507. doi: 10.1371/journal.pone.0056507
24. Lv YH, Ma JL, Pan H, et al. Estimation of the human postmortem interval using an established rat mathematical model and multi-RNA markers. *Forensic Sci Med Pathol*. 2017;13(1):20–27. doi: 10.1007/s12024-016-9827-4
25. Scrivano S, Sanavio M, Tozzo P, Caenazzo L. Analysis of RNA in the estimation of post-mortem interval: a review of current evidence. *Int J Legal Med*. 2019;133(6):1629–1640. doi: 10.1007/s00414-019-02125-x
26. Nolan T, Hands RE, Bustin SA. Quantification of mRNA using real-time RT-PCR. *Nat Protoc*. 2006;1(3):1559–1582. doi: 10.1038/nprot.2006.236
27. Zhang H, Zhang P, Ma KJ, et al. The selection of endogenous genes in human postmortem tissues. *Sci Justice*. 2013;53(2):115–120. doi: 10.1016/j.scijus.2012.11.005
28. Bauer M, Gramlich I, Polzin S, Patzelt D. Quantification of mRNA degradation as possible indicator of postmortem interval — a pilot study. *Leg Med (Tokyo)*. 2003;5(4):220–227. doi: 10.1016/j.legalmed.2003.08.001
29. Heinrich M, Matt K, Lutz-Bonengel S, Schmidt U. Successful RNA extraction from various human postmortem tissues. *Int J Legal Med*. 2007;121(2):136–142. doi: 10.1007/s00414-006-0131-9
30. Preece P, Cairns NJ. Quantifying mRNA in postmortem human brain: influence of gender, age at death, postmortem interval, brain pH, agonal state and inter-lobe mRNA variance. *Brain Res Mol Brain Res*. 2003;118(1–2):60–71. doi: 10.1016/S0169-328X(03)00337-1
31. Young ST, Wells JD, Hobbs GR, Bishop CP. Estimating postmortem interval using RNA degradation and morphological changes in tooth pulp. *Forensic Sci Int*. 2013;229(1–3):163.e1–6. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.03.035
32. Heinrich M, Lutz-Bonengel S, Matt K, Schmidt U. Real-time PCR detection of five different «endogenous control gene» transcripts in forensic autopsy material. *Forensic Sci Int Genet*. 2007;1(2):163–169. doi: 10.1016/j.fsigen.2007.01.002
33. Li WC, Ma KJ, Zhang P, et al. Estimation of postmortem interval using microRNA and 18S rRNA degradation in rat cardiac muscle. *Fa Yi Xue Za Zhi*. 2010;26(6):413–417.
34. Pan H, Zhang H, Lü YH, et al. Correlation between five RNA markers of rat's skin and PMI at different temperatures. *Fa Yi Xue Za Zhi*. 2014;30(4):245–249.
35. Lv YH, Ma KJ, Zhang H, et al. A time course study demonstrating mRNA, microRNA, 18S rRNA, and U6 snRNA

- changes to estimate PMI in deceased rat's spleen. *J Forensic Sci.* 2014;59(5):1286–1294. doi: 10.1111/1556-4029.12447
36. Ma J, Pan H, Zeng Y, et al. Exploration of the R code-based mathematical model for PMI estimation using profiling of RNA degradation in rat brain tissue at different temperatures. *Forensic Sci Med Pathol.* 2015;11(4):530–537. doi: 10.1007/s12024-015-9703-7
37. Tu C, Du T, Ye X, et al. Using miRNAs and circRNAs to estimate PMI in advanced stage. *Leg Med (Tokyo).* 2019;38:51–57. doi: 10.1016/j.legalmed.2019.04.002
38. Wang H, Mao J, Lib YB, et al. 5 miRNA expression analysis in postmortem interval (PMI) within 48h. *Forensic Sci Int Genet Suppl Ser.* 2013;4:e190–e191. doi: 10.1016/j.fsigs.2013.10.098
39. Tu C, Du T, Shao C, et al. Evaluating the potential of housekeeping genes, rRNAs, snRNAs, microRNAs and circRNAs as reference genes for the estimation of PMI. *Forensic Sci Med Pathol.* 2018; 14(2):194–201. doi: 10.1007/s12024-018-9973-y
40. Sharma S, Singh D, Kaul D. AATF RNome has the potential to define post-mortem interval. *Forensic Sci Int.* 2015;247:e21–24. doi: 10.1016/j.forsciint.2014.12.008

ОБ АВТОРАХ

* **КУЗНЕЦОВ Кирилл Олегович**, студент 6-го курса; адрес: Российская Федерация, 450008, Республика Башкортостан, Уфа, ул. Ленина, д. 3; e-mail: kirillkuznetsov@aol.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2405-1801>
ХАЛИКОВ Айрат Анварович, д.м.н., профессор; e-mail: airat.expert@mail.ru; eLibrary SPIN: 1895-7300; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1045-5677>
КИЛЬДЮШОВ Евгений Михайлович, д.м.н., профессор; e-mail: kem1967@bk.ru; eLibrary SPIN: 6412-0687; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7571-0312>
ИСКУЖИНА Ляйсан Раисовна, ассистент; e-mail: laysan.iskuzhina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9376-0874>
РАХМАТУЛЛИНА Гульназ Рифовна, эксперт; e-mail: rgulnaz779@gmail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9509-5978>

AUTHOR'S INFO

* **Kirill O. Kuznetsov**, Student; address: 450008, Ufa, Lenin street, 3, Russia; e-mail: kirillkuznetsov@aol.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2405-1801>
Airat A. Halikov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; e-mail: airat.expert@mail.ru; eLibrary SPIN: 1895-7300; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1045-5677>
Evgeny M. Kildyushov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; e-mail: kem1967@bk.ru; eLibrary SPIN: 6412-0687; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7571-0312>
Laysan R. Iskuzhina, Assistant; e-mail: laysan.iskuzhina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9376-0874>
Gulnaz R. Rahmatullina, Expert; e-mail: rgulnaz779@gmail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9509-5978>

* Автор, ответственный за переписку / The author responsible for the correspondence

<https://doi.org/10.17816/fm381>



ХАРАКТЕРИСТИКА ФРАГМЕНТОВ СНАРЯДОВ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТРИПЛЕКСНОГО СТЕКЛА АВТОМОБИЛЯ ВЫСТРЕЛАМИ ИЗ ОХОТНИЧЬЕГО КАРАБИНА «САЙГА» ПОД ПАТРОН 5,45×39

С.В. Леонов^{1,2}, П.В. Пинчук^{1,3}, М.А. Сухарева², Ю.П. Шакирьянова^{1,2}

¹ Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз Минобороны России, Москва, Российская Федерация

² Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. Актуальность. Статья посвящена возможностям инновационных методов исследования в судебной медицине — сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) с энергодисперсионным анализом. Описываемые методы были использованы при проведении экспериментальных исследований в случае огнестрельной запреградной травмы. **Цель** — исследование частиц, образующихся при разрушении полубололочного снаряда и преграды (триплексное стекло автомобиля) при выстрелах из карабина охотничьего «Сайга» патронами 5,45×39. **Материал и методы.** В качестве преграды использовали автомобильные триплексные лобовые стекла от автомобилей BMW и Mercedes-Benz. Выстрелы производились из карабина охотничьего «Сайга» под патрон 5,45×39. Выстрелы осуществлялись с расстояния 10 м. В качестве мишеней использовалась белая бязь размерами 100×150 см, натянутая на деревянную рамку или закрепленная на древесно-стружечном щите. Расстояние между мишенью и преградой было 100 см, что примерно соответствовало расстоянию от лобового стекла автомобиля до водителя и пассажира переднего сидения. Исследования проводились с помощью СЭМ Hitachi FlexSem1000 II и энергодисперсионного рентгеновского спектрометра Bruker Quantax 80. **Результаты.** На поверхности мишени с помощью микроскопии обнаружено 7 видов инородных тел, которые являются продуктами разрушения огнестрельного снаряда и преграды: отломки стекла; осколки стекла; крошковидное отложение частиц стекла; осколки стекла, спекшиеся с металлом снаряда; фрагменты снаряда; сферические частицы металла; наложения расплавленного металла в виде луж. При помощи энергодисперсионного анализа удалось установить элементный состав частиц преграды, огнестрельного снаряда, выявить наложение частиц мишени. **Заключение.** В результате проведенного экспериментального исследования установлено, что применение СЭМ и энергодисперсионного анализа значительно повышает эффективность и доказательность экспертных исследований при решении вопросов причинения повреждений через преграду — ветровое стекло современных автомобилей.

Ключевые слова: сканирующая электронная микроскопия; огнестрельная травма; энергодисперсионный анализ; фрагменты преграды.

Для цитирования: Леонов С.В., Пинчук П.В., Сухарева М.А., Шакирьянова Ю.П. Характеристика фрагментов снарядов после повреждения триплексного стекла автомобиля выстрелами из охотничьего карабина «Сайга» под патрон 5,45×39. *Судебная медицина*. 2021;7(3):139–145. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm381>

Поступила 10.03.2021

Принята после доработки 16.03.2021

Опубликована 10.06.2021

АКТУАЛЬНОСТЬ

Запреградная травма является одним из проблемных вопросов проведения медико-криминалистических экспертиз в случаях причинения пострадавшим огнестрельных повреждений через такую преграду, как ветровое стекло автомобилей. В специальной судебно-медицинской литературе этому вопросу уделено крайне мало внимания [1, 2]. Вместе с тем в экспертной практике коллегия авторов статьи был опыт проведения подобных

экспертиз, при производстве которых отмечены существенные трудности в решении ряда вопросов, касающихся, например, сложности выявления факторов выстрела на одежде, теле пострадавшего, обшивке и интерьере автомобиля, а также трактовки и анализа обнаруживаемых фрагментов огнестрельных снарядов, преграды, материала деталей автомобиля и т.д. Кроме этого, сложности возникли и с визированием, поскольку имело место отклонение снаряда к нормали при пробитии преграды.

CHARACTERISTICS OF SHELL FRAGMENTS AFTER HITTING TRIPLEX CAR GLASS WITH SHOTS FROM A HUNTING “SAIGA” CARBINE UNDER THE 5.45×39 CARTRIDGE

Sergey V. Leonov^{1,2}, Pavel V. Pinchuk^{1,3}, Marina A. Suhareva², Juliya P. Shakiryanova^{1,2}

¹ Main State Center for Medical Forensic and Criminalistical Examination, Moscow, Russian Federation

² Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russian Federation

³ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT. Background: The article aims to assess the possibilities of innovative research methods in scanning electron microscopy (SEM) with energy dispersion analysis (EDS) forensic medicine. The described methods were used in experimental studies of a gunshot retrograde injury. **Aim:** The purpose of this study was to evaluate the particles formed during the destruction of a semi-shell shell and an obstacle (triplex car glass) when fired from a hunting Saiga carbine with 5.45×39 cartridges. **Material and methods:** Triplex windshields from BMW and Mercedes-Benz cars were used as barriers. The shots were fired from a hunting Saiga carbine with a 5.45×39 cartridge from a distance of 10 m. As targets, white calico with dimensions of 100×150 cm was used, while stretched on a wooden frame or fixed on a chipboard. The distance between the target and the barrier was 100 cm, which approximately corresponded to the distance from the car windshield to the driver and the passenger in the front seat. The studies were conducted using the SEM Hitachi FlexSem1000 II and the energy-dispersive X-ray spectrometer Bruker Quantax 80. **Results:** Microscopy helped identify seven types of foreign bodies on the surface of the target, which were the products of destruction of the fire projectile and the barrier: glass fragments, glass fragments, crumbly depositions of glass particles, glass fragments caked with the projectile metal, fragments of the projectile, spherical metal particles, and overlays of molten metal in the form of puddles. EDS helped determine the elemental composition of the barrier particles, fire shell, and the overlap of target particles. **Conclusion.** The experimental study demonstrated that the use of SEM and EDS significantly increased the effectiveness and evidence-based expert research value while solving the problems of causing damage through the barrier-the windscreen of modern cars.

Keywords: scanning electron microscopy; gunshot trauma; energy dispersion analysis; fragments of the barrier.

For citation: Leonov SV, Pinchuk PV, Suhareva MA, Shakiryanova JP. Characteristics of shell fragments after hitting triplex car glass with shots from a hunting “Saiga” carbine under the 5.45×39 cartridge. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3):139–145. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm381>

Submitted 10.03.2021

Revised 16.03.2021

Published 10.06.2021

Решить традиционными методами исследования перечень вопросов нам удалось лишь частично. Именно поэтому авторы приняли решение провести экспериментальное исследование с использованием новых нетрадиционных методов для определения особенностей морфологии, механизма образования и закономерностей распределения на мишени фрагментов оболочечных снарядов и преграды (триплексное стекло автомобиля), образующихся при их разрушении вследствие выстрелов из карабина охотничьего «Сайга» патронами калибра 5,45×39.

Электронный микроскоп был изобретен в 1932 г. [3]. В 1938 г. создан растровый, или сканирующий, электронный микроскоп с расширенными возможностями (в первую очередь, увеличивающий площадь исследования). Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) — это прибор, предназначенный для полу-

чения увеличенного изображения объекта путем его сканирования сфокусированным пучком электронов и регистрации детектором сигнала, возникающего в результате взаимодействия электронов с веществом. Микроскоп включает в себя источник электронов, оптическую систему для фокусировки электронов и сканирования (электронную колонну), камеру с образцом и детекторы для регистрации сигнала, а также систему откачки, необходимую для создания вакуума в микроскопе. СЭМ позволяет работать в широком диапазоне увеличений — от 10 до 1 000 000 крат [4]. Электроны зонда (пучка) взаимодействуют с материалом образца и генерируют различные типы сигналов — вторичные электроны, обратноотраженные электроны, рентгеновское излучение, световое излучение (катодолуминесценция) и т. д. Эти сигналы являются носителями информации о топографии и материале образца [5].

Отражаясь и проникая на глубину до 2 нм в исследуемый объект, электроны несут информацию о его поверхности, особенностях рельефа, а также об элементном составе частиц, расположенных на поверхности объекта. В зависимости от плотности объекта исследования интенсивность освещения (поглощения) изменяется, что реализуется в различной степени яркости изображения на мониторе персонального компьютера. Информация об элементном составе обнаруженных частиц ложится в основу энергодисперсионного (energy-dispersive, EDS) анализа, в рамках которого возможно определение практически всех элементов таблицы Менделеева (за исключением редких и недавно зарегистрированных).

Цель исследования — исследование частиц, образующихся при разрушении полубололочного снаряда и преграды (триплексное стекло автомобиля) при выстрелах из карабина охотничьего «Сайга» патронами 5,45×39.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве преграды применялись автомобильные триплексные лобовые стекла от автомобилей BMW и Mercedes-Benz. Выстрелы производились из карабина охотничьего «Сайга» под патрон 5,45×39. При экспериментальных выстрелах применялись охотничьи патроны 5,45×39 с массой пули 3,85 г, предназначенные для стрельбы из гражданского нарезного оружия. Пуля полубололочная с конусом. Капсюль неоржавляющий. Гильза стальная лакированная. При производстве экспериментов выстрелы осуществлялись с расстояния 10 м (всего было произведено 60 выстрелов). В качестве мишеней использовалась белая хлопчатобумажная ткань (бязь) размерами 100×150 см, натянутая на деревянную рамку или закрепленная на древесно-стружечном щите. Расстояние между мишенью и преградой составля-

ло 100 см, что примерно соответствовало расстоянию от лобового стекла автомобиля до водителя и пассажира переднего сидения. Исследованию подвергались кусочки ткани мишени диаметром до 80 мм, полученные в области края входного повреждения.

Исследования проводились с помощью СЭМ Hitachi FlexSem1000 II (Япония) и энергодисперсионного рентгеновского спектрометра Bruker Quantax 80 (США). Сканирование производилось в режиме низкого вакуума (VP-SEM 30 Pa). Применялось увеличение от 45 до 2500. Ускоряющее напряжение — 15 кВ, величина силы поглощенного тока — 600–800 пА, рабочая дистанция — 8,4–14 мм. Набор спектра осуществлялся в автоматическом режиме до получения статистически достоверного результата (1 миллион импульсов). Для увеличения доли элементов, входящих в продукты выстрела, при EDS-анализе применена оценка массовых процентов, углерод исключен из анализа (как основной элемент, из которого состоит бязевая мишень). При исследовании производились визуальная оценка морфологии частиц огнестрельных снарядов и преграды, изучение их химического состава и картирование элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного исследования на поверхности мишени установлено наличие 7 видов инородных тел, которые являются продуктами разрушения огнестрельного снаряда и преграды: отломки стекла; осколки стекла; крошковидное отложение частиц стекла; осколки стекла, спекшиеся с металлом снаряда; фрагменты снаряда; сферические частицы металла; наложения расплавленного металла в виде луж. Морфология, элементный состав и топография распределения элементов представлены ниже. При EDS-анализе определено, что в состав стекла входили кислород (O), кремний (Si), кальций (Ca) и натрий (Na).

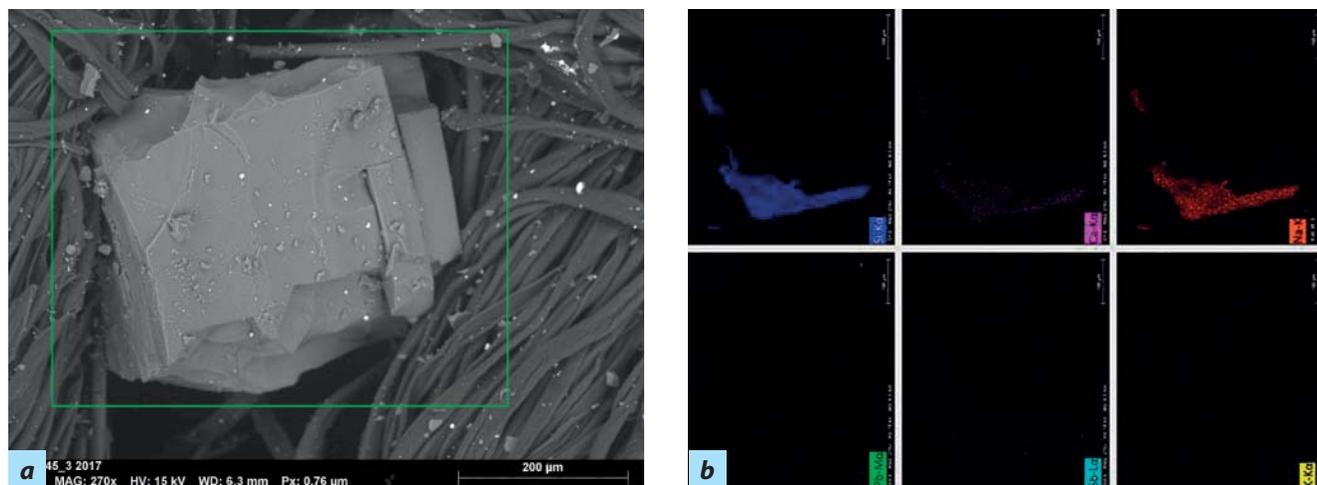


Рис. 1. Крупный отломок стекла: а — электронограмма; б — картирование химических элементов: кремния (Si), кальция (Ca), натрия (Na), свинца (Pb), сурьмы (Sb) и калия (Ka).

Fig. 1. A large fragment of glass: a — electronogram; b — mapping of the chemical elements: silicon (Si), calcium (Ca), sodium (Na), plumbum (Pb), antimony (Sb) and potassium (Ka).

Отломки стекла располагались снизу от центрального отверстия (огнестрельного повреждения). Отломки имели форму, приближающуюся к параллелограмму. Все частицы представляли собой один слой стекла (разделительной пленки и второго слоя стекла триплекса не наблюдали). Отломки стекла имели террасовидные уступы, размеры частиц колебались в значительном диапазоне — от 66 до 374 мкм. На поверхности отломка регистрировались следовые пылевидные наложения сурьмы (рис. 1).

Осколки стекла располагались по периферии центрального отверстия. Частицы имели треугольную или трапециевидную форму на поперечном сечении. Все осколки имели острые углы, размеры частиц колебались в значительном диапазоне — от 10 до 65 мкм. На поверхности осколка регистрировались следовые пылевидные наложения сурьмы (рис. 2).

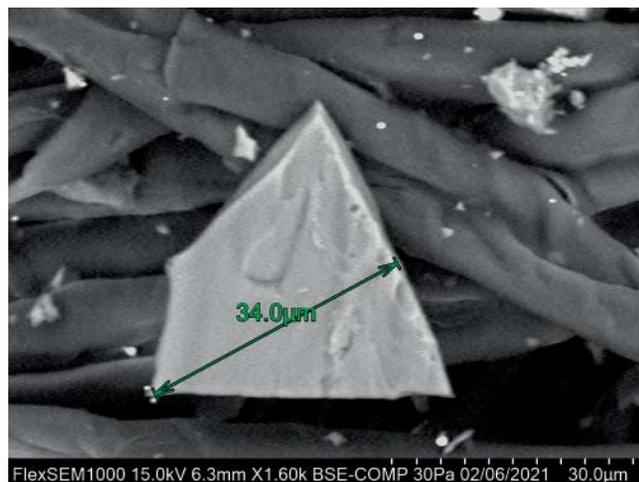


Рис. 2. Электронограмма осколка стекла.

Fig. 2. Electronogram of a glass fragment.

Крошковидное отложение частиц стекла. Группы частиц располагались по периферии центрального отверстия в виде круга, центр которого наполовину был смещен вниз относительно центрального отверстия. Форма частиц значительно варьировала, но имела тенденцию к параллелограмму или тетраэдру. Среди крошковидного отложения частиц стекла обнаруживались осколки стекла. Частицы лежали плотными группами, размер их значительно варьировал — от 1 до 9 мкм (рис. 3). Среди частиц стекла обнаруживались частицы металлов — свинца и сурьмы.

Осколки стекла, спекшиеся с металлом снаряда, выделены в отдельную группу исходя из высокоспецифичной морфологии и топографии расположения — на незначительном расстоянии от центрального отверстия. Осколки имели наложения свинца со всех сторон, свинец в виде потеков и затеков покрывал поверхность стекла, четко ассоциируясь с расположением густой жидкости на несмачиваемой поверхности. Сурьма равномерно диффузно покрывала поверхность стекла (рис. 4).

Фрагменты снаряда представляли собой его частицы, образовавшиеся в результате разрушения при встрече с преградой. Очевидно, обнаруженные фрагменты являлись задней частью снаряда, поскольку головка пули при ударе о преграду расплавлялась (рис. 5). При исследовании фрагментов снарядов изолированно медная оболочка не выявлена ни в одном наблюдении. По нашему мнению, это связано с тем, что частицы оболочки отбрасываются ударной волной, образующейся при поражении преграды, и остаются на ней (это обнаруженное явление будет одной из целей наших дальнейших изысканий). Кроме того, на фрагменте снаряда обнаруживались привнесения от преграды (стекла).

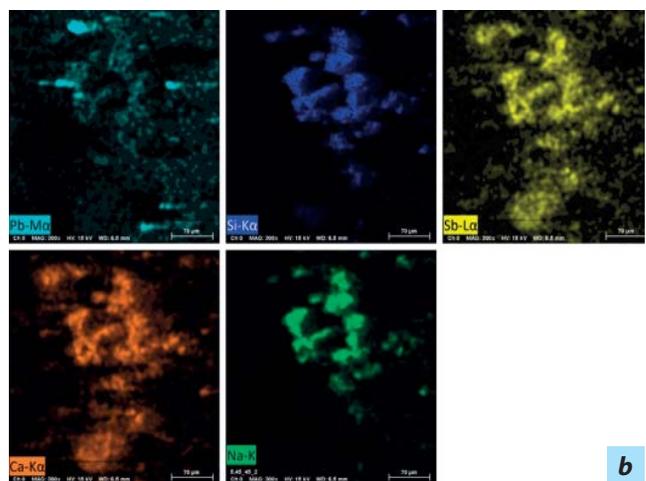
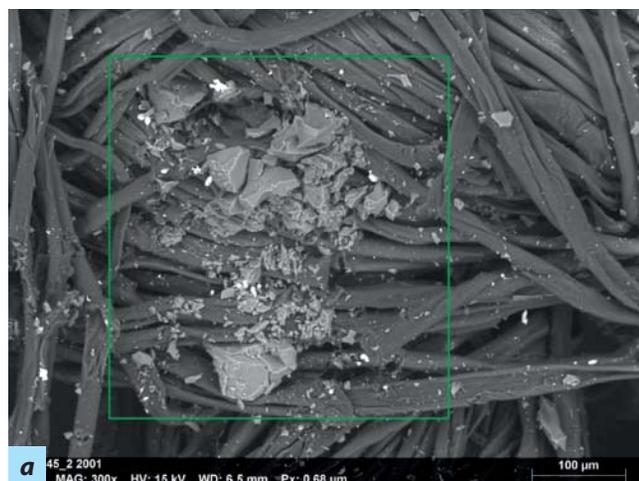


Рис. 3. Крошковидные частицы стекла: а — электронограмма; б — картирование химических элементов: кремния (Si), кальция (Ca), натрия (Na), свинца (Pb), сурьмы (Sb) и калия (Ka).

Fig. 3. Tiny glass particles: a — electronogram; b — mapping of the chemical elements: silicon (Si), calcium (Ca), sodium (Na), plumbum (Pb), antimony (Sb) and potassium (Ka).

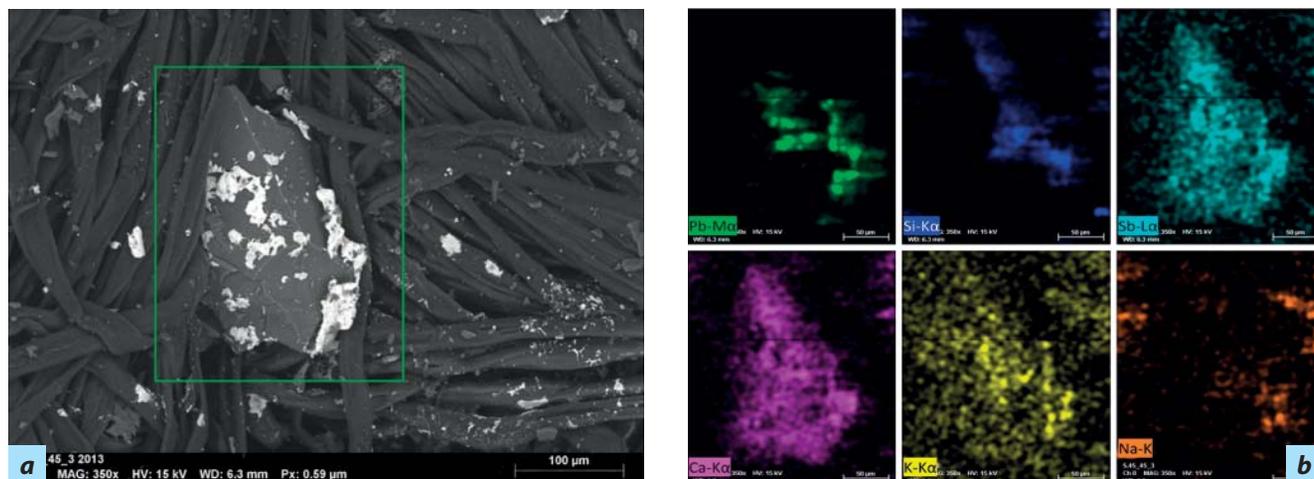


Рис. 4. Осколок стекла, спекшийся с металлом снаряда: *a* — электронограмма; *b* — картирование химических элементов: кремния (Si), кальция (Ca), натрия (Na), свинца (Pb), сурьмы (Sb) и калия (Ka).

Fig. 4. A fragment of glass caked with the projectile metal: *a* — electronogram; *b* — mapping of the chemical elements: silicon (Si), calcium (Ca), sodium (Na), plumbum (Pb), antimony (Sb) and potassium (Ka).

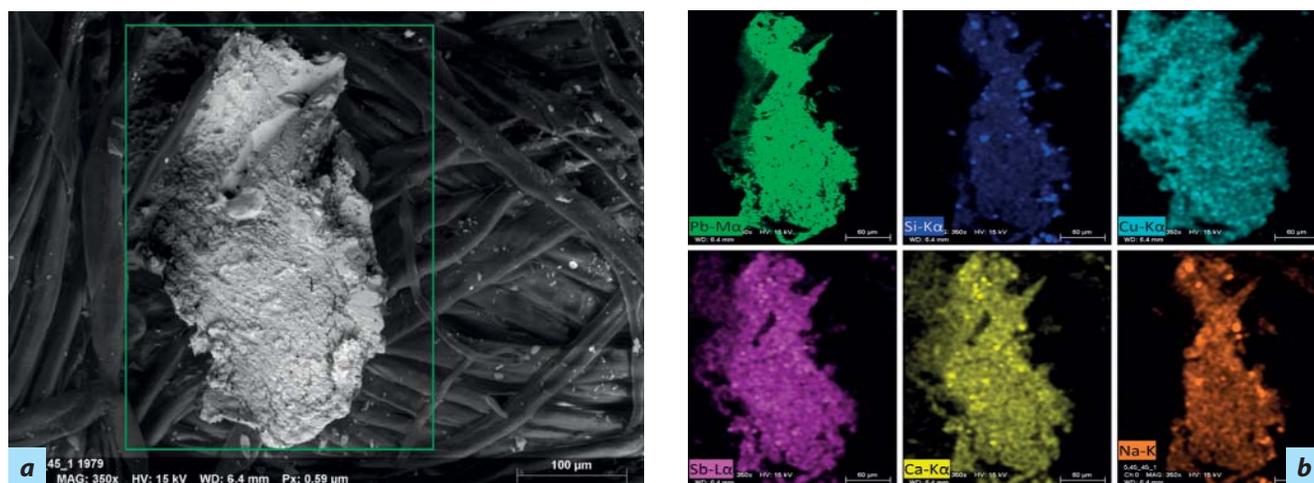


Рис. 5. Фрагмент металла: *a* — электронограмма; *b* — картирование химических элементов: кремния (Si), кальция (Ca), натрия (Na), свинца (Pb), сурьмы (Sb) и калия (Ka).

Fig. 5. Metal fragment: *a* — electronogram; *b* — mapping of the chemical elements: silicon (Si), calcium (Ca), sodium (Na), plumbum (Pb), antimony (Sb) and potassium (Ka).

Сферические частицы металла и наложения расплавленного металла в виде луж имеют один источник — это расплавленная головная часть снаряда. Крупные капли расплавленного металла располагались вблизи центрального отверстия (рис. 6), сферические — по всей поверхности мишени (рис. 7). Размер сферических частиц находился в пределах 10–20 мкм, крупных частиц — до 150 мкм. Полагаем, что сферические частицы формируются как непосредственно в процессе взаимодействия снаряда с преградой, так и носят вторичный характер, разбрызгиваясь при соударении больших расплавленных частиц металла с мишенью. На всех частицах при EDS-анализе установлено наличие привнесений материала преграды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного экспериментального исследования установлено, что применение СЭМ и EDS анализа значительно повышает эффективность и доказательность экспертных исследований при решении вопросов причинения повреждений через преграду — ветровое стекло современных автомобилей.

Установлено, что при выстрелах из карабина охотничьего «Сайга» патронами 5,45×39 в результате взаимодействия огнестрельного снаряда и преграды происходит разрушение как полубололочной пули, так и преграды (триплексного стекла автомобиля). При этом на поверхности мишени выявлены семь групп видов инородных тел, достоверно свидетельствующих

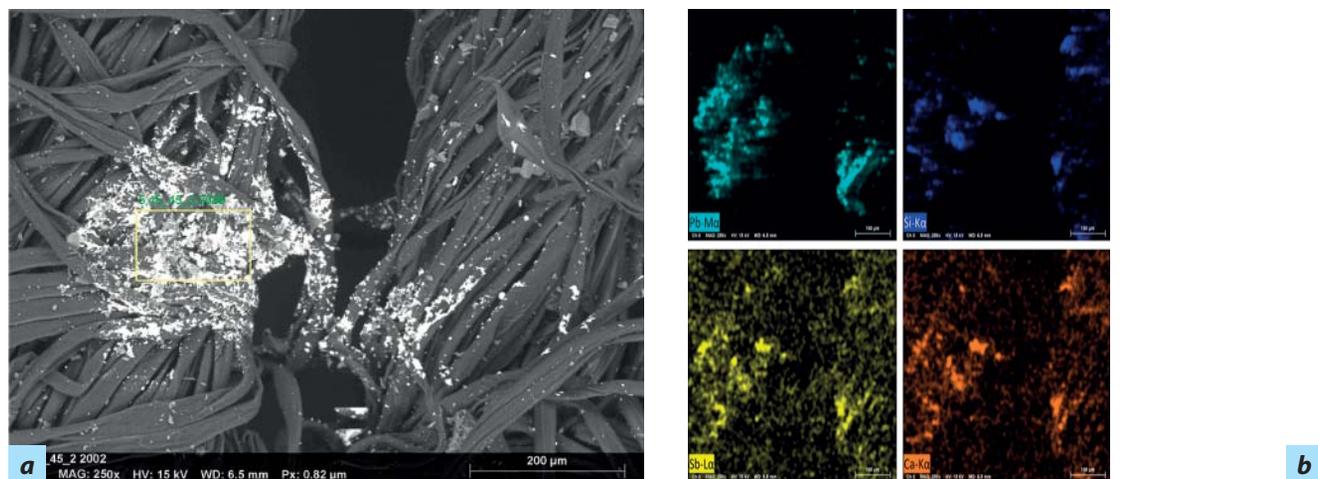


Рис. 6. Наложения расплавленного металла: а — электронограмма; б — картирование химических элементов: кремния (Si), кальция (Ca), натрия (Na), свинца (Pb), сурьмы (Sb) и калия (Ka).

Fig. 6. Overlays of molten metal: a — electronogram; b — mapping of the chemical elements: silicon (Si), calcium (Ca), sodium (Na), plumbum (Pb), antimony (Sb) and potassium (Ka).

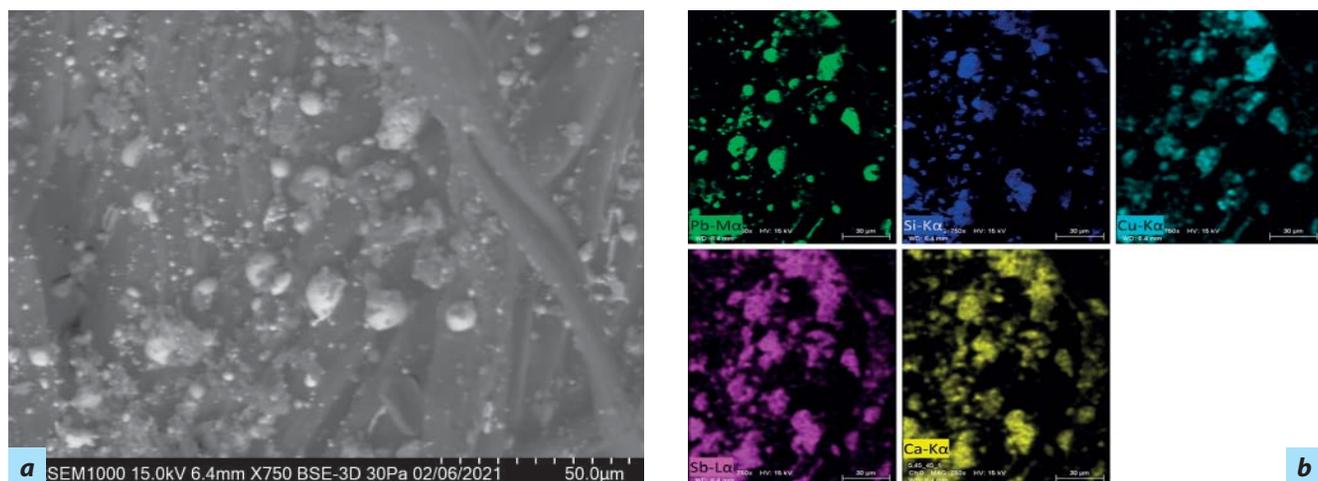


Рис. 7. Сферические частицы металла снаряда: а — электронограмма; б — картирование химических элементов: кремния (Si), кальция (Ca), натрия (Na), свинца (Pb), сурьмы (Sb) и калия (Ka).

Fig. 7. Spherical metal particles of the projectile: a — electronogram; b — mapping of the chemical elements: silicon (Si), calcium (Ca), sodium (Na), plumbum (Pb), antimony (Sb) and potassium (Ka).

как о выстреле через преграду, так и о свойствах указанной преграды. Применение традиционных методов исследования огнестрельных повреждений (световая микроскопия, контактно-диффузионный метод, исследование в поляризованном свете) не позволило обнаружить большинство из выявленных посредством СЭМ и EDS анализа фрагментов огнестрельного снаряда и преграды.

Очевидно, что различный химический состав, плотность, дисперсность частиц будут формировать своеобразную топографию их распределения на мишени. Установление особенностей и закономерностей указанных факторов огнестрельных повреждений является целью наших дальнейших исследований.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

С.В. Леонов, М.А. Сухарева, Ю.П. Шакирьянова — сбор данных; **М.А. Сухарева** — написание черновика рукописи; **П.В. Пинчук** — научная редакция рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

S.V. Leonov, M.A. Sukhareva, J.P. Shakiryanova — data collection; **M.A. Sukhareva** — draft ig of the manuscript; **P.V. Pinchuk** — critical revision of the manuscript for important intellectual content. Authors made a substantial

contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренко В.А., Переверзев М.М. Особенности установления места выстрела при пробивании снарядом некоторых прозрачных материалов // Эксперт-криминалист. 2007. № 3. С. 10–14.
2. Пинчук П.В., Шакирьянова Ю.П., Леонов С.В., Верескунов А.М. Особенности морфологии и механизма образования входных огнестрельных повреждений при прилежании к ним твердой преграды // Военно-медицинский журнал. 2019. Т. 340, № 6. С. 28–32.
3. Knoll M., Ruska E. Das elektronenmikroskop // Zeitschrift für Physik A Hadrons and Nuclei. 1932. Vol. 78, N 5–6. P. 318–339. doi: 10.1007/BF01342199
4. Von Ardenne M. Das elektronen-rastermikroskop // Zeitschrift für Physik A Hadrons and Nuclei. 1938. Vol. 108, N 9–10. P. 553–572. doi: 10.1007/BF01341584
5. Гоудстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., и др. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Москва: Мир, 1984. 303 с.

REFERENCES

1. Fedorenko VA, Pereverzev MM. Features of establishing the place of the shot when the projectile penetrates some transparent materials. *Expert criminalist*. 2007;(3):10–14. (In Russ).
2. Pinchuk PV, Shakiryanova JP, Leonov SV, Vereskunov AM. Features of the morphology and mechanism of formation of output gunshot injuries with the diligence to them of a solid barrier. *Military Medical Journal*. 2019;340(6):28–32. (In Russ).
3. Knoll M, Ruska E. Das elektronenmikroskop. *Zeitschrift für Physik A Hadrons and Nuclei*. 1932;78(5-6):318–339. doi: 10.1007/BF01342199
4. Von Ardenne M. Das elektronen-rastermikroskop. *Zeitschrift für Physik A Hadrons and Nuclei*. 1938;108(9-10):553–572. doi: 10.1007/BF01341584
5. Gouldstejn Dzh, N'yuberi D, Echlin P, et al. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Moscow: Mir; 1984. 303 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **ЛЕОНОВ Сергей Валерьевич**, д.м.н., профессор; адрес: Российская Федерация, 105094, Москва, Госпитальная площадь, д. 3; e-mail: sleonoff@inbox.ru; eLibrary SPIN: 2326-2920; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4228-8973>
ПИНЧУК Павел Васильевич, д.м.н., доцент, профессор; e-mail: pinchuk1967@mail.ru; eLibrary SPIN: 7357-3038; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0223-2433>
СУХАРЕВА Марина Анатольевна, к.м.н.; e-mail: ma-suha@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3422-6043>
ШАКИРЬЯНОВА Юлия Павловна, к.м.н., доцент; e-mail: tristeza_ul@mail.ru; eLibrary SPIN: 1429-6230; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1099-5561>

AUTHOR'S INFO

* **Sergey V. Leonov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; address: 3 Hospitalnaya Square, Moscow, 105094, Russia; e-mail: sleonoff@inbox.ru; eLibrary SPIN: 2326-2920; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4228-8973>
Pavel V. Pinchuk, MD, Dr. Sci. (Med.), Assistant Professor, Professor; e-mail: pinchuk1967@mail.ru; eLibrary SPIN: 7357-3038; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0223-2433>
Marina A. Suhareva, MD, Cand. Sci. (Med.); e-mail: ma-suha@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3422-6043>
Juliya P. Shakiryanova, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor; e-mail: tristeza_ul@mail.ru; eLibrary SPIN: 1429-6230; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1099-5561>

<https://doi.org/10.17816/fm396>



СОЧЕТАННАЯ ТРАВМА ГРУДИ И ЖИВОТА У ПЕШЕХОДОВ, ПОСТРАДАВШИХ В АВТОМОБИЛЬНЫХ АВАРИЯХ

С.И. Индияминов, С.Н. Пардаев, А.А. Ким

Самаркандский государственный медицинский институт, Самарканд, Республика Узбекистан

АННОТАЦИЯ. Обоснование. Сочетанная тяжёлая травма, обусловленная дорожно-транспортным травматизмом и падениями с высоты, по всему миру является весьма глобальной медико-социальной и экономической проблемой. Основной контингент пострадавших при сочетанной травме (СТ) — люди наиболее трудоспособного возраста. **Цель исследования** — выявление особенностей формирования повреждений структуры грудной клетки и органов брюшной полости у пешеходов при их столкновениях с движущимися автомобилями. **Материал и методы.** Проведена судебно-медицинская экспертиза 215 трупов лиц, погибших при столкновениях с движущимися автомобилями. Среди погибших мужчин было 173, женщин — 42; возраст пострадавших — от 14 до 75 лет. **Результаты.** Установлено, что у пешеходов, погибших при столкновениях с автомобилями, преобладали травмы двух и более частей тела с переломами костей конечностей (55,8%) и СТ головы, груди, живота (23,3%). В составе СТ повреждения структуры груди и органов грудной полости отмечены в 85,6% случаев. Переломы рёбер выявлены в 57,7% случаев, по локализации преобладали переломы по среднеключичной и подмышечным линиям. Повреждения структуры органов и тканей брюшной полости в составе СТ живота у пешеходов составили 71,0%, при этом у 80,8% погибших пешеходов выявлены признаки ушиба органов и тканей с выраженным кровоизлиянием в подвешивающих аппаратах, стенках и паренхиме органов. В 23,2% случаев наряду с кровоизлиянием отмечается нарушение анатомической целостности органов, преимущественно печени и селезёнки. **Заключение.** Изложенный характер повреждений структуры груди, органов грудной и брюшной полости позволил установить возможность их формирования в 3-й фазе автомобильной травмы — при падении пострадавших на дорожное покрытие. Травматический (плевропульмональный), геморрагический шок и гемопневмоторакс явились основной причиной смерти пострадавших на догоспитальном этапе.

Ключевые слова: автомобильная травма; пешеходы; структуры груди, живота; повреждения; механизм; диагностика.

Для цитирования: Индияминов С. И., Пардаев С. Н., Ким А. А. Сочетанная травма груди и живота у пешеходов, пострадавших в автомобильных авариях. Судебная медицина. 2021;7(3):146–151. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm396>

Поступила 13.05.2021

Принята после доработки 26.08.2021

Опубликована 15.09.2021

COMBINED CHEST AND ABDOMINAL TRAUMA IN PEDESTRIANS INJURED DURING CAR ACCIDENTS

Sayit I. Indiaminov, Saidkosim N. Pardaev, Antonina A. Kim

Samarkand State Medical Institute, Samarkand, Uzbekistan

ABSTRACT. Background: Severe injury associated with road traffic injuries and falls from heights is highly global health, social, and economic problem worldwide. The main contingent of victims of concomitant injury (CI) is mostly at working age. **Materials and methods:** A forensic medical examination was performed in 215 corpses of persons killed in moving car collisions, wherein 173 were males and 42 females. The victims were between 14 and 75 years old. **Results:** Injuries of two or more parts of the body with fractures of the limb bones (55.8%) and head, chest, and abdominal CI (23.3%) prevail in pedestrians who died in car collisions. CI composed of structural damages of the chest and chest cavity organs in 85.6% of cases. Rib fractures were detected in 57.7% of cases; fractures in the midclavicular and axillary lines predominated in localization. Structural damages of the abdominal cavity organs and tissues are 71.0% of the abdominal CI in pedestrians. In addition, 80.8% of dead pedestrians showed signs of organ and tissue injuries with pronounced hemorrhages in the suspension apparatuses, walls, and parenchyma of organs. Along with hemorrhages, a violation of the anatomical integrity of organs, mainly the liver and spleen, was found in 23.2% of cases. **Conclusion:** The outlined nature of structural damage of the chest and chest and abdominal cavity organs establish the possibility of their formation in the third phase of car injury — the fall

of the injured on the road surface. Traumatic (pleuropulmonary), hemorrhagic shock, and hemorrhagic pneumothorax were the main causes of injuries at the prehospital stage.

Keywords: car injury; pedestrians; structures of the chest; abdomen; injuries; mechanism; diagnostics.

For citation: Indiaminov SI, Pardaev SN, Kim AA. Combined chest and abdominal trauma in pedestrians injured during car accidents. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3):146–151. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm396>

Submitted 13.05.2021

Revised 26.08.2021

Published 15.09.2021

ОБОСНОВАНИЕ

Сочетанная тяжёлая травма (СТ), обусловленная дорожно-транспортным травматизмом и падениями с высоты, по всему миру является весьма глобальной медико-социальной и экономической проблемой. Основной контингент пострадавших при СТ — люди наиболее трудоспособного (от 15 до 49 лет) возраста. В мире ежегодно более 5 млн человек погибают от различных травм. У людей в возрастных группах от 5 до 49 лет травмы занимают 1-е место в общей структуре смертности населения. СТ определяется как синдром множественных и сочетанных повреждений, суммарная тяжесть которых по шкале повреждений (Injury Severity Score, ISS) составляет 17 баллов и более. Не менее чем у 75% пострадавших при СТ выявляются повреждения структуры головы, которые в 50–60% случаев сочетаются с травмой груди и живота. Подобные состояния увеличивают летальность от травмы головы более чем в 2 раза. Осознание специфических особенностей и необходимость нового подхода при оказании медицинской помощи пострадавшим способствовали выделению СТ в отдельную категорию [1].

В настоящее время отмечается увеличение повреждений живота в составе СТ до 38%, и летальность при этом продолжает оставаться высокой — от 18 до 65% [2]. Более опасными среди закрытых повреждений органов брюшной полости являются повреждения печени, особенно в случаях размозжения её паренхимы, сопровождаемого внутрибрюшным кровотечением; летальность при этом может достигать 35% [3].

В судебно-медицинском отношении СТ груди и живота представляет интерес в плане установления танагогенеза, квалификации степени тяжести и определения механогенеза травмы, а также выявления и оценки дефектов в оказании медицинской помощи на различных этапах. Эти и другие аспекты СТ для решения задач судебно-медицинской экспертизы изучены и исследованы недостаточно [4].

Цель исследования — выявить особенности формирования и оценки механизма повреждений структуры грудной клетки и органов брюшной полости у пешеходов при их столкновениях с движущимися автомобилями.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведена судебно-медицинская экспертиза в отношении 215 трупов пешеходов, погибших при

столкновениях с движущимися автомобилями. Среди погибших мужчин было 173, женщин — 42. Возраст пострадавших — от 14 до 75 лет. В 190 случаях произошли столкновения пешеходов с современными легковыми автомобилями, из них наиболее часто (100 случаев) с автомобилями марок Daewoo, Nexia, в 17 — с легковыми автомобилями старых марок, в 4 — с грузовыми и пассажирскими автомобилями, еще в 4 случаях марки автомобилей не установлены. По материалам предварительного дознания (следствия), в большинстве случаев столкновения были передними и переднекраевыми.

В процессе исследования были изучены и детально проанализированы характер, локализация, частота и объём повреждений тканей и органов у пострадавших пешеходов. Учитывали данные материалов предварительного дознания осмотра транспорта, конструктивные детали внешних частей кузовов автомобилей, а также результаты автотехнической экспертизы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На теле у 206 (95,8%) погибших пешеходов имела место СТ двух и более частей тела, и лишь в 9 (4,7%) случаях выявлена изолированная черепно-мозговая травма. Преобладали травма двух и более частей тела с переломами костей конечностей (55,8%) и СТ головы, груди, живота (23,3%) — у 120 и 50 погибших соответственно. Повреждения структуры головы (черепно-мозговая травма) как в составе СТ, так и в изолированном виде отметили почти у всех погибших пешеходов.

В составе СТ повреждения структуры груди и органов грудной полости зафиксированы в 184 (85,6%) случаях, при этом у 17 (7,9%) погибших пешеходов отмечены переломы ключицы, чаще по её концам, что свидетельствовало о формировании переломов при падении пострадавших на дорожное покрытие в 3-й фазе автомобильной травмы.

Локализация переломов рёбер у пешеходов, погибших от автомобильной травмы, приведена в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что 124 (57,7%) пешехода имели переломы рёбер по разным линиям с повреждениями межреберных мышц и париетальной плевры. Переломы чаще всего (у 59 из 124) были двусторонними, а переломы правых и левых рёбер фиксировали в одинаковой степени (31 и 34 соответственно). В 64 (29,8%) случаях переломы у погибших пешеходов охватывали

Таблица 1. Локализация переломов рёбер у пешеходов

Table 1. Localization of rib fractures in pedestrians

Локализация переломов	Частота встречаемости
Справа	31
Слева	34
С обеих сторон	59
Всего	124
Верхние рёбра (1–5)	45
Нижние рёбра (6–11)	15
Верхние и нижние рёбра	64
Всего	124
По анатомическим линиям:	
• среднеключичной	38
• окологрудинной	12
По подмышечным линиям:	
• передней подмышечной	20
• средней подмышечной	10
• задней подмышечной	16
• лопаточной	12
• околопозвоночной	16
Всего	124

почти все рёбра (с 1-го по 11-е); по локализациям преобладали переломы по среднеключичной и подмышечным линиям, которые по характеру были непрямыми, с признаками сжатия на внутренней и растяжениями на наружной пластинах, что свидетельствовало о формировании переломов рёбер в основном в 3-й фазе автомобильной травмы — при падениях пострадавших на дорожное покрытие.

Со стороны грудной полости у 184 (85,6%) погибших отмечались наиболее выраженные кровоизлияния в области средостения, в корни и другие отделы лёгких, а также сердечную сорочку, мышцы сердца и стенки магистральных сосудов; интенсивность кровоизлияний преобладала в тканях лёгких, из них в 36 случаях имели место разрывы лёгких, сердца, аорты, трахеи и сердечной сорочки (табл. 2).

Повреждения структуры органов брюшной полости в составе СТ у пешеходов выявлено в 172 (71%) случаях (табл. 3).

Из приведённых данных следует, что у 132 погибших пешеходов имели место признаки ушиба органов и тканей, что сопровождалось выраженными кровоизлияниями в подвешивающих аппаратах, стенках и паренхиме органов. В 40 случаях наряду с кровоизлияниями были выявлены нарушения анатомической целостности органов, преимущественно печени и селезёнки, в основном в виде разрывов, а иногда разможжённой паренхимы, которые явились причиной массивного внутреннего кровотечения.

Таблица 2. Характеристика повреждённой структуры органов грудной полости у пешеходов

Table 2. Characteristics of structural damage of chest cavity organs in pedestrians

Характер повреждений	Частота встречаемости
Кровоизлияния:	
• в ткань лёгких	137
• в стенках магистральных сосудов	10
• в сердечную сорочку, органы средостения, стенки желудочков сердца	3
Всего	150
Разрывы:	
• ткани лёгких с кровоизлияниями	27
• аорты с кровоизлияниями	1
• трахеи с кровоизлияниями	1
• сердца и сердечной сорочки с кровоизлияниями	5
Всего	34
Итого	184

Повреждения целостности структуры печени отметили у 29 (16,8%) погибших пешеходов, при этом изолированные её повреждения выявлены в 14 случаях — у 10 в виде обширных разрывов паренхимы по диафрагмальным и нижним поверхностям, у 4 — разможжения паренхимы с нарушением целостности желчного пузыря. В остальных 15 случаях повреждения печени сочетались с травмой других внутренних органов, чаще всего с повреждениями селезёнки (у 12). Отмеченные повреждения структуры печени и селезёнки явились основной причиной смерти пострадавших пешеходов на догоспитальном этапе в результате массивной кровопотери. В составе повреждений органов брюшной полости нередкими были и нарушения целостности селезёнки как в виде изолированных (у 3), так и сочетанных её повреждений (у 12), с травмой других органов, чаще всего печени (у 11). Разрывы диафрагмы, желудка, кишечника, брыжеек кишечника и почек отмечены в единичных случаях.

Ушибы и сотрясения внутренних органов в виде кровоизлияний в связочном аппарате и тканях органов брюшной полости выявлены в 60,8% наблюдений (у 132 из 215), при этом наибольшей травматизации подверглись как паренхиматозные, так и полые органы брюшной полости — желудок, кишечник и их структуры. Эти данные указывают на то, что ушибы органов брюшной полости, в том числе и разрывы внутренних органов, у пешеходов при столкновениях с движущимися автомобилями формируются в 3-й фазе автомо-

Таблица 3. Характеристика поврежденных органов брюшной полости у пешеходов, получивших сочетанные травмы при столкновениях с движущимися автомобилями

Table 3. Characteristics of injuries in the abdominal organs in pedestrians with concomitant injuries in moving car collisions

Характер повреждений структуры органов живота	Частота встречаемости
Кровоизлияния в структурах органов брюшной полости без нарушения целостности внутренних органов	132
Кровоизлияния в структурах органов брюшной полости с нарушениями целостности внутренних органов и явлениями внутреннего кровотечения, из них с разрывом:	40
• печени	14
• печени, селезёнки	11
• селезёнки	4
• почки	3
• кишечника и брыжейки	3
• печени, селезёнки, почек	1
• печени и диафрагмы	1
• диафрагмы, брыжейки тонкого и толстого кишечника	1
• печени и толстой кишки	1
• желудка и двенадцатиперстной кишки	1
• печени, желудка и почек	1
Итого	172

бильной травмы — при падениях пострадавших на дорожное покрытие, при котором развивается общее сотрясение тела.

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным литературы, у 50–60% пострадавших с СТ наблюдаются повреждения органов грудной клетки, при этом повреждения лёгких и трахеобронхиальных структур являются наиболее частыми причинами летальности больных. Эффективность оказания медицинской помощи пострадавшим при СТ на догоспитальном и госпитальном этапах в определённой степени зависит от тяжести травмы.

Наиболее распространённой и общепризнанной оценкой тяжести повреждений и состояний пострадавших является шкала комы Глазго (Glasgow Coma Scale, GCS) — сокращённая версия шкалы повреждений (Abbreviated Injury Scale, AIS) и производная от неё шкала тяжести повреждений (Injury Severity Score, ISS). В последнее время оценка тяжести повреждений и тяжести состояния пострадавших находит своё применение в новом учении — контроле повреждений (damage control), что подразумевает применение определенных методов лечения для каждого интервала баллов тяжести, направленных на предупреждение серьёзных осложнений [1].

Н.К. Ермолаев с соавт. [5] на основе анализа 102 лиц, находившихся в стационаре и умерших в течение до 7 сут после получения при разных условиях повреждений живота и забрюшинного пространства, установили, что в происхождении травмы этих струк-

тур превалировало дорожно-транспортное происшествие (52%), реже отмечались бытовая (избиение) травма (22,5%), кататравмы (18,6%) и прочие (сдавления и другие виды тупой механической травмы) обстоятельства (6,9%). В 36,3% случаев летальность наступила в течение 1-х сут, при этом в 43,2% больные, у которых имела место наиболее тяжёлая СТ, охватывающая от трёх и более анатомических частей тела, умерли в первые 3 ч в результате травматического и геморрагического шока. В 44,1% случаев при закрытой травме живота имелись повреждения органов брюшной полости, преобладали травмы паренхиматозных органов и брыжейки, при этом объём внутрибрюшного кровотечения составил от 1,5 л и более. Повреждения органов брюшной полости с нарушениями их целостности отмечены у 77,5% (79 из 102) умерших, в том числе ушибы органов и тканей с проявлениями кровоизлияний (гематомы) в них — у 22,5% (у 23). По результатам нашего наблюдения, включавшего только случаи автомобильной травмы, нарушения целостности внутренних органов при закрытой СТ живота были у 16,8% пострадавших.

По данным А.В. Базаева с соавт. [3], повреждения печени при СТ чаще всего (35,5%) сочетаются с травмой селезёнки, которые и являются основной причиной неблагоприятного исхода в результате внутрибрюшного кровотечения, в связи с чем выбор адекватных способов гемостаза имеет особое значение.

Вопросам изучения особенностей формирования и характера повреждений, возникающих у пешеходов в результате столкновения с современными автомо-

биями, посвящено крайне мало научных работ. Разработанные ранее судебными медиками качественные и количественные показатели повреждений для этого вида травмы не отвечают новым диагностическим требованиям. Повреждения, до недавнего времени считавшиеся типичными и характерными для автомобильной травмы, стали встречаться реже [6]. В последние годы возможности установления механизма травмы структуры груди, основанные на изучении морфологии переломов рёбер, существенно расширились. Установлено, что в условиях компрессии грудной клетки микроразрушения в зоне пластинчатой деформации формируются в большей степени, чем при ударном воздействии [7]. По данным разных авторов, у пострадавших при тупой травме грудной клетки переломы рёбер встречаются в 20–42% случаев, в 54% переломы рёбер выявляются в левой половине. Наибольшей степени травматизма при этом подвергаются 4–7-е рёбра. Полагают, что в условиях дорожно-транспортного происшествия, связанного со столкновением автомобиля с пешеходом, переломы на боковых сегментах рёбер чаще всего формируются от удара выступающими частями грузового или пассажирского транспорта. У детей-пешеходов при автомобильной травме повреждения каркаса грудной клетки отмечаются в 30% случаев [4]. Эти данные указывают на необходимость дальнейшего изучения судебно-медицинских аспектов современной автомобильной травмы по установлению механогенеза повреждений у пешеходов.

У пешеходов, погибших при столкновениях с автомобилями, преобладали травмы двух и более частей тела с переломами костей конечностей (у 120; 55,8%) и СТ головы, груди, живота (у 50; 23,3%). Повреждения структуры головы (черепно-мозговая травма) как в составе СТ, так и в изолированном виде отметили почти у всех погибших пешеходов.

В составе СТ повреждения структуры груди и органов грудной полости наблюдали в 184 (85,6%) случаях. У 124 (57,7%) пешеходов отмечены переломы рёбер, которые чаще всего (у 59 из 124) были двусторонними, а переломы правых и левых рёбер возникали в одинаковой степени (у 31 и 34 соответственно). В 64 (29,8%) случаях переломы у погибших пешеходов охватывали почти все рёбра (с 1-го по 11-е ребро), по локализациям преобладали переломы по среднеключичной и подмышечным линиям. Со стороны органов грудной полости отмечались наиболее выраженные кровоизлияния в области корней и других отделах лёгких, а также в клетчатке средостения, сердечной сорочке, мышцах сердца и стенках магистральных сосудов, которые нередко (у 36) сочетались с разрывами органов грудной полости, при которых интенсивность поражения преобладала в структурах лёгких. Изложенный характер повреждений структуры груди и органов грудной полости позволил установить возможность их формирования

в 3-й фазе автомобильной травмы — при падении пострадавших на дорожное покрытие. Травматический (геморрагический, плевропульмональный) шок и гемопневмоторакс явились основной причиной смерти пострадавших на догоспитальном этапе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повреждения структуры органов и тканей брюшной полости в составе СТ живота у пешеходов при столкновениях с движущимися автомобилями наблюдаются довольно часто (71,0%), при этом у 80,8% погибших пешеходов выявляются признаки ушиба органов и тканей с выраженными кровоизлияниями в подвешивающих аппаратах, стенках и паренхиме органов. В 23,2% случаев наряду с кровоизлияниями отмечается нарушение анатомической целостности органов, преимущественно печени и селезёнки, в основном в виде разрывов и нередко — разрозненной паренхимы, которые и являются причиной массивного внутреннего кровотечения. Повреждения структуры органов живота при столкновениях пешеходов с движущимися автомобилями формируются в 3-й фазе травмы вследствие общего сотрясения тела при падениях пострадавших на дорожное покрытие.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

А. А. Ким — сбор данных; *А. А. Ким, С. И. Индиаминов* — написание черновика рукописи; *С. И. Индиаминов, С. Н. Пардаев* — научная редакция рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

А. А. Ким — data collection; *А. А. Ким and S. I. Indiaminov* — manuscript drafting; *S. I. Indiaminov and S. N. Pardaev* — critical manuscript revision for important intellectual content, review, and final manuscript approval. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.
The study had no sponsorship.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no apparent or potential conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тулупов А.Н. Тяжелая сочетанная травма. Санкт-Петербург: Русский ювелир, 2015. 316 с.
2. Reihani H, Pirazghandi H, Bolvardi E, et al. Assessment of mechanism, type and severity of injury in multiple trauma patients: A cross sectional study of a trauma center in Iran // *Chin J Traumatol*. 2017. Vol. 20, N 2. P. 75–80. doi: 10.1016/j.cjtee.2016.02.004
3. Базаев А.В., Кокобелян А.Р., Королёв С.К., Родин А.Г. Массивные кровотечения при повреждениях печени у пострадавших с сочетанной травмой // *Хирургия. Медиа*. 2015. Т. 2, № 16. С. 11–14.
4. Хохлов В.В. Механизм травмы грудной клетки при фронтальном столкновении легвого автомобиля с ребенком-пешеходом // *Судебная медицина*. 2018. Т. 4, № 1. С. 8–10. doi: 10.19048/2411-8729-2018-4-1-8-10
5. Ермолаев Н.К., Маскин С.С., Боско О.Ю., и др. Структура летальности и анализ ошибок при сочетанной закрытой травме живота // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013. № 7. С. 177–181.
6. Шевченко К.В., Бородулин Д.В. Необычный случай отчленения нижней конечности при травме в салоне автомобиля // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2019. № 4. С. 61–62.
7. Клевно В.А. Морфология и механика разрушения ребер: судебно-медицинская диагностика механизмов, последовательности, прижизненности и давности переломов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Ассоциация СМЭ, 2015. 298 с.

REFERENCES

1. Tulupov AN. Severe combined injury. Saint Petersburg: Russian Jeweler; 2015. 316 p. (In Russ).
2. Reihani H, Pirazghandi H, Bolvardi E, et al. Assessment of mechanism, type and severity of injury in multiple trauma patients: A cross sectional study of a trauma center in Iran. *Chin J Traumatol*. 2017;20(2):75–80. doi: 10.1016/j.cjtee.2016.02.004
3. Bazaev AV, Kokobelyan AR, Korolyov SK, Rodin AG. Massive bleeding in case of liver damage in patients with concomitant injury. *Surgery. Media*. 2015;2(16):11–14. (In Russ).
4. Khokhlov VV. The mechanism of chest trauma in a frontal collision of a passenger car with a pedestrian child. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2018;4(1):8–10. (In Russ). doi: 10.19048/2411-8729-2018-4-1-8-10
5. Ermolaev NK, Maskin SS, Bosko OYu, et al. The structure of mortality and analysis of errors in concomitant closed abdominal trauma. *Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik*. 2013;(7):177–181. (In Russ).
6. Shevchenko KV, Borodulin DV. An unusual case of detachment of the lower limb in case of injury in the car. *Forensic-medical examination*. 2019;(4):61–62. (In Russ).
7. Klevno VA. Morphology and mechanics of rib fracture: forensic diagnostics of mechanisms, sequence, lifetime and duration of fractures. 2nd ed., revised and updated. Moscow: SME Association; 2015. 298 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **ИНДИАМИНОВ Сайит Индиаминович**, д.м.н., профессор; адрес: Республика Узбекистан, 140100, Самарканд, ул. Амира Темура, д. 18; e-mail: antonina_amurovna@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9735-0338>

ПАРДАЕВ Саидкосим Норкулович, к.м.н.; e-mail: said-03-10@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9743-0482>

КИМ Антонина Амуровна, ассистент; e-mail: antonina_amurovna@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9083-5105>

AUTHOR'S INFO

* **Sayit I. Indiaminov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; address: 140100, Samarqand, Amir Temur str., 18, Uzbekistan; e-mail: antonina_amurovna@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9735-0338>

Saidkosim N. Pardaev, MD, Cand. Sci. (Med.); e-mail: said-03-10@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9743-0482>

Antonina A. Kim, Assistant Lecturer; e-mail: antonina_amurovna@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9083-5105>

* Автор, ответственный за переписку / The author responsible for the correspondence

<https://doi.org/10.17816/fm406>



НОВЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ ПО МЕТОДУ HENSSGE

Г.В. Недугов

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. Актуальность. Метод Henssge по-прежнему является основным термометрическим методом определения давности наступления смерти. Однако его программные реализации характеризуются рядом недостатков, связанных с копированием без каких-либо попыток оптимизации упрощённых номографических вариантов исходных математических моделей, а также несовершенством процедуры поиска корней неявных функций. В настоящей статье предложены методы оптимизации решений математических моделей Henssge и определения их погрешностей, а также реализующие их программные приложения. **Цель исследования** — оптимизация алгоритма Henssge и разработка на основе полученных данных серии приложений, предназначенных для определения давности наступления смерти. **Материал и методы.** Оптимизированы способы решения двойных экспоненциальных моделей Henssge и определения их погрешностей на основе вычислительной математики и регрессионного моделирования методом наименьших квадратов с последующей реализацией в формате компьютерной программы на языке C#. **Результаты.** Устранён дискретный характер изменений остаточных дисперсий двойных экспоненциальных моделей Henssge, предназначенных для определения посмертного интервала по данным ректальной и краниоэнцефальной термометрии в условиях постоянства внешней температуры. Достигнута возможность определения интервальных оценок давности наступления смерти при любой доверительной вероятности. Разработаны прикладные программы Warm Bodies HR и Warm Bodies AHBG, предназначенные соответственно для реализации применённых методов оптимизации и определения давности наступления смерти методом Henssge в условиях однократного дискретного понижения или повышения постоянной температуры внешней среды, в том числе с изменением условий охлаждения трупа. Поиск корней неявных функций в программах осуществлён по методу касательных Ньютона, благодаря чему обеспечен континуальный характер исходных данных и устранены погрешности, связанные с необходимостью округления прямо измеряемых физических величин. **Заключение.** Разработанные программы рекомендуется использовать в судебно-медицинской экспертной практике для определения давности наступления смерти.

Ключевые слова: давность наступления смерти; охлаждение трупа; двойная экспоненциальная модель; компьютерная программа.

Для цитирования: Недугов Г.В. Новые компьютерные технологии определения давности наступления смерти по методу Henssge. Судебная медицина. 2021;7(3):152–158. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm406>

Поступила 16.06.2021

Принята после доработки 13.08.2021

Опубликована 02.09.2021

NEW COMPUTER TECHNOLOGIES TO DETERMINE POSTMORTEM INTERVAL BY THE HENSSGE METHOD

German V. Nedugov

Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

ABSTRACT. Background: The Henssge method is still the main thermometric method to determine postmortem interval. However, its existing software implementations are characterized by several disadvantages associated with copying simplified nomographic variants of the original mathematical models without any optimization attempts, as well as procedural imperfection in finding the roots of implicit functions. In this paper, methods are proposed for optimizing solutions to the Henssge mathematical models and determine their errors, as well as software application implementation. **Aim:** Optimization of the Henssge algorithm and development of a series of applications based on the obtained data, designed to determine postmortem interval. **Material and methods:** Methods for solving double exponential Henssge models and determining their errors based on computational mathematics and regression modeling using the least-squares method with subsequent implementation in the format of computer programs in C# language optimized. **Results:** The discrete nature of residual variance changes of the double exponential Henssge

models intended to determine the postmortem interval according to rectal and cranioencephalic thermometry data under constant external temperature conditions is eliminated. The interval estimate determination of postmortem interval at any confidence probability is possible. The application program Warm Bodies HR was developed, which implements applied optimization methods. The application program Warm Bodies AHBG, designed to determine postmortem interval by the Henssge method in a single discrete decrease or increase conditions in the constant temperature of the external environment, including a change in the cooling conditions of the corpse, was developed. The search for the roots of implicit functions in programs is carried out using the Newton tangent method, which ensures continuous source data nature and eliminates errors associated with the need to round directly measured physical quantities. **Conclusions:** The developed programs are recommended for forensic medical expert practice to determine postmortem interval.

Keywords: postmortem interval; corpse cooling; double exponential model; computer program.

For citation: Nedugov GV. New computer technologies to determine postmortem interval by the Henssge method. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3):152–158. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm406>

Submitted 16.06.2021

Revised 13.08.2021

Published 02.09.2021

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительные результаты, достигнутые за последние десятилетия, метод С. Henssge в мировой судебно-медицинской практике по-прежнему остаётся основным термометрическим методом определения давности наступления смерти (ДНС) [1]. Указанный метод представляет собой ряд оригинальных эмпирических модификаций классической двойной экспоненциальной модели Marshall-Ноаре, предназначенных для анализа данных ректальной и краниоэнцефальной термометрии [2, 3].

Однако по своей структуре модификации С. Henssge, как и их прототип Marshall-Ноаре, представляют собой неявно заданные функции. В этой связи их практическое применение при определении ДНС сопряжено с выполнением довольно сложных математических операций, требующих знаний в области математического анализа и вычислительной математики и по этой причине недоступных большинству практикующих судебно-медицинских экспертов. Первым удачным решением данной проблемы было использование специальных номограмм [2, 3]. Затем распространение персональных компьютеров и смартфонов дало возможность решать задачи определения ДНС с помощью прикладных программ, ориентированных на конечного пользователя, не обладающего познаниями в области математики. Одно из первых онлайн-приложений, реализующих метод Henssge для ректальной температуры и получивших высокую оценку в профессиональной среде, было предложено в 2005 г. швейцарским судебным медиком W. Schweitzer [4].

Вместе с тем существующие программные реализации метода Henssge характеризуются рядом недостатков. Во-первых, данные приложения полностью повторяют без каких-либо попыток оптимизации упрощённые варианты исходных математических моделей, предназначенных для визуального анализа. Следствием этого является невозможность расчёта односторонних, а также каких-либо двусторонних интервальных оценок ДНС, за исключением предусмотренных номограммами 95% двусторонних толерантных интервалов.

Другой весьма существенный недостаток известных программных реализаций метода Henssge заключается в повторении заложенного в номограммах скачкообразного характера изменения остаточной дисперсии, хотя последняя характеризуется строго убывающей зависимостью от безразмерной температуры трупа:

$$Q = \frac{T - T_a}{T_0 - T_a},$$

где T и T_0 — текущая и начальная температура тела соответственно, T_a — температура внешней среды [5].

Во-вторых, величина корректирующего фактора в модели Henssge зависит не только от условий охлаждения, но и от массы тела [6]. Однако существующие программные реализации номографического метода при определении итоговых значений корректирующего фактора используют не точные аналитические решения названной функциональной зависимости, а приближённые табулированные данные, или же не учитывают данный аспект вовсе [4, 7].

В-третьих, во всех указанных программах не реализованы численные методы решения неявных функций, вследствие чего эти приложения попросту содержат конечный набор решений уравнений Henssge, позволяющих находить ДНС только для дискретных значений температуры и массы с шагом величиной 0,1 или 1°C и 1 кг, зачастую на ограниченной области определения, соответствующей таковой у номограмм Henssge. Это вынуждает пользователей округлять данные термометрии и взвешивания, что привносит дополнительную погрешность в итоговый результат определения ДНС [4, 8, 9]. Не помогло решить данную проблему и предложение находить корни неявно заданных функций Henssge методом перебора S. Asante [10].

Наконец, имеющиеся программные решения метода Henssge предназначены только для постоянной температуры внешней среды и не охватывают известные модификации метода, ориентированные на использование при наличии изменений внешней температуры и условий охлаждения трупа.

Немаловажно также, что приложения, предназначенные для определения ДНС по методу Henssge, особенно в формате онлайн-калькуляторов, не имеют свидетельств о государственной регистрации и порой снабжены предупреждениями о том, что их авторы не несут ответственности за результаты их работы, а все вычисления пользователь производит на свой страх и риск. Это значительно ограничивает возможности легитимного применения подобных программ в судебно-медицинской экспертной практике.

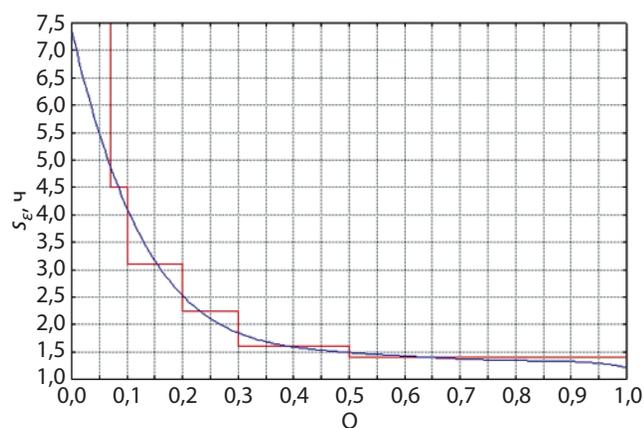


Рис. 1. Зависимость остаточного стандартного отклонения модели Henssge от безразмерной температуры при температуре внешней среды до 23,2°C и стандартных условиях охлаждения трупа.

Примечание. Здесь и на рис. 2 ступенчатая линия — номографическая зависимость Henssge, вторая линия — строго убывающая регрессионная аппроксимация.

Fig. 1. The residual standard deviation of the Henssge model dependence on the dimensionless temperature at ambient temperatures up to 23.2°C and standard cooling conditions of the corpse.

Note. Here and in Figure 2, the stepped line is the Henssge nomographic dependence, and the other line is a strictly decreasing regression approximation.

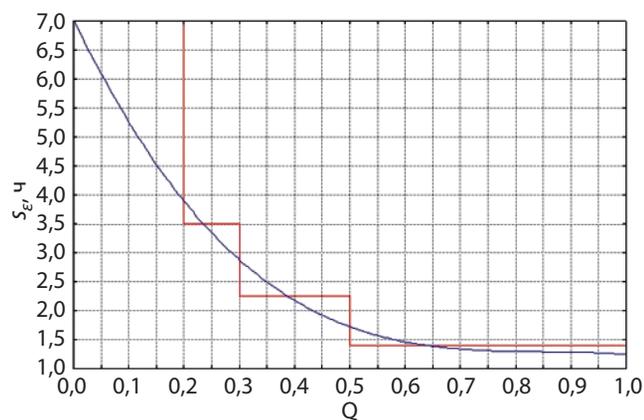


Рис. 2. Зависимость остаточного стандартного отклонения модели Henssge от безразмерной температуры при температуре внешней среды выше 23,2°C в нестандартных условиях охлаждения трупа.

Fig. 2. The residual standard deviation of the Henssge model dependence on the dimensionless temperature at an ambient temperature above 23.2°C under non-standard cooling conditions of the corpse.

Цель исследования — оптимизация алгоритма Henssge с устранением всех присущих его номографическому варианту недостатков и разработка на основе полученных данных серии переносимых приложений, предназначенных для определения ДНС.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методологический дизайн исследования представляет собой оптимизацию способов решения двойных экспоненциальных моделей Henssge и определения их погрешностей на основе вычислительной математики и регрессионного моделирования методом наименьших квадратов с последующей реализацией в формате программ для ЭВМ.

Статистическую обработку данных и иные вычислительные процедуры производили с использованием приложений Microsoft Excel пакета Office 2016 и Statistica (StatSoft) версии 7.0. Код программ для ЭВМ составляли на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2019.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Реализация строго убывающего характера зависимостей остаточной дисперсии математических моделей Henssge от безразмерной температуры трупа была достигнута путём регрессионного моделирования точечных оценок остаточных стандартных отклонений, полученных для ректального температурного профиля [5]. В стандартных условиях охлаждения трупа, подразумевающих остывание обнажённого тела на термически индифферентном ложе в сухую погоду при отсутствии ветра, указанная зависимость хорошо аппроксимируется полиномом

$$s_e = 7,378 - 44,276Q + 136,286Q^2 - 211,752Q^3 + 163,130Q^4 - 49,551Q^5,$$

где s_e — остаточное стандартное отклонение модели Henssge для температуры внешней среды до 23,2°C, Q — безразмерная температура трупа.

Адекватной аппроксимацией данной зависимости для нестандартных условий охлаждения является полином

$$s_e = 7,0393 - 20,0606Q + 23,4692Q^2 - 9,2009Q^3.$$

Геометрическая интерпретация указанных полиномиальных функций приведена на рис. 1 и 2.

Аналогичный метод был применен и в отношении модели Henssge, описывающей посмертную динамику краниоэнцефальной температуры, которая также характеризовалась неоднородностью остаточной дисперсии. Наиболее адекватным приближением дискретной номографической зависимости остаточного стандартного отклонения данной модели от безразмерной температуры является экспоненциальная функция

$$s_e = 2,0889e^{-1,1411Q}.$$

Наличие информации о величине остаточной дисперсии позволяет вычислять одно- и двусторонние интервальные оценки ДНС при различных уровнях доверительной вероятности. Поскольку математическое ожидание остатков известно и равно нулю, то интервальные оценки моделей Henssge могут быть определены по формуле

$$ДНС = \hat{t} \pm s_{\varepsilon} z_{1-\alpha},$$

где \hat{t} — точечная оценка ДНС, $z_{1-\alpha}$ — одно- или двусторонний вариант стандартной нормальной переменной при доверительной вероятности $1 - \alpha$.

Для определения значений корректирующего фактора при различной массе тела была использована формула С. Henssge:

$$f = \frac{\left[\frac{-1,2815}{-3,24596e^{-0,89959 f_{70}} (M^{-0,625} - 0,028) - 0,0354} \right]^{1,6}}{M}, \quad (1)$$

где f — итоговое, а f_{70} — табулированное значение корректирующего фактора для массы трупа, равной 70 кг, и заданных условий охлаждения; M — масса тела, кг [6, 7].

Поиск корней неявно заданных функций, какими являются математические модели Henssge, был осуществлён методом касательных Ньютона, отличающимся высокой скоростью сходимости. Использование данного численного метода позволило устранить главный недостаток существующих программных реализаций модели Henssge, связанный с дискретным характером допустимых значений исходных прямо измеряемых физических величин (температуры и массы).

Перечисленные методы оптимизации были реализованы в формате приложения Warm Bodies HR (свидетельство о государственной регистрации № 2021612195), предназначенного для определения ДНС в условиях постоянной температуры внешней среды на основе модификаций Henssge двойной экспоненциальной модели Marshall-Hoare.

Для работы с программой Warm Bodies HR пользователю необходимо выбрать требуемую диагностическую точку (прямую кишку или головной мозг), указать результат измерения температуры трупа в выбранной диагностической зоне, а также температуру внешней среды. В случае выбора в качестве измеряемого показателя ректальной температуры потребуются также отметить наличие и характер одежды на трупе, особенности его ложа и внешней среды, указать массу трупа (рис. 3). Вводить значение корректирующего фактора от пользователя не требуется. Приложение автоматически определяет его величину исходя из выбранных пользователем условий охлаждения трупа, а затем пересчитывает полученное значение корректирующего фактора по формуле (1) с учётом веса мёртвого тела.

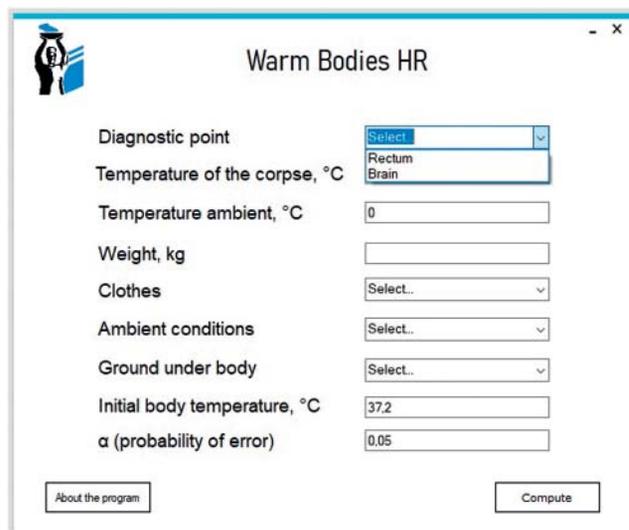


Рис. 3. Стартовое окно приложения Warm Bodies HR с не редактируемым выпадающим списком доступных диагностических точек.

Fig. 3. The start window of the Warm Bodies HR application with a non-editable drop-down list of available diagnostic points.

Приложение позволяет вычислять как двусторонние толерантные интервалы, так и односторонние толерантные пределы ДНС при любой требуемой доверительной вероятности. Для введения в программу величины последней предусмотрено соответствующее текстовое поле. Программа позволяет вводить положительные значения статистической ошибки, не превышающие 50%. По умолчанию приложение Warm Bodies HR принимает значение статистической ошибки равным 5%.

В приложении предусмотрена возможность введения пользователем произвольных значений начальной температуры трупа. По умолчанию её значение равно 37,2°C. Указанная опция полезна при гипер- или гипотермическом типе умирания, вид которого может быть установлен в ходе судебно-медицинского исследования трупа или по катанестическим данным.

Совокупность реализованных в программе Warm Bodies HR методов оптимизации обеспечила непрерывный характер исходных физических величин и возможность получения интервальных оценок ДНС любого типа при любом уровне доверительной вероятности, а также повысила их точность. Сравнение результатов определения ДНС известными методами и с помощью приложения Warm Bodies HR можно продемонстрировать на следующем примере.

Пример 1

Труп обнаружен лежащим в многослойной одежде в кровати под толстым одеялом в помещении с постоянной температурой воздуха 18,47°C. Масса трупа 90,51 кг. Ректальная температура 30,59°C. Необходимо определить ДНС методом Henssge двумя способами — но-

Таблица. Результаты определения давности наступления смерти с помощью приложений W. Schweitzer [4] и программы Warm Bodies HR (пример 1)

Table. Results of postmortem interval determination using W. Schweitzer applications [4] and the Warm Bodies HR program (example 1)

Показатель	Метод определения ДНС	
	Номографический	Warm Bodies HR
Корректирующий фактор	2,25	2,24
Остаточное стандартное отклонение, ч	1,429	1,362
95% толерантный интервал ДНС, ч	2,80	2,67
Точечная оценка ДНС, ч	37,8	35,91

Примечание. ДНС — давность наступления смерти.

Note. ДНС — time since death.

мографическим методом (приложение W. Schweitzer [4]) и с помощью программы Warm Bodies HR. Результаты вычислений приведены в таблице.

Основным недостатком семейства двойных экспоненциальных моделей Henssge является их непригодность в условиях изменяющейся температуры внешней среды. В этой связи нами также была разработана программа Warm Bodies АНВГ (свидетельство о государственной регистрации № 2021616755), предназначенная для определения ДНС методом Henssge в условиях однократного дискретного изменения постоянной температуры внешней среды. Под дискретностью изменения понимается однократное смещение внешней температуры на другой уровень при сохранении её постоянства в дальнейшем.

Математическая модель приложения Warm Bodies АНВГ основана на модификации L. Althaus и С. Henssge [11] для случая однократного понижения температуры внешней среды и модификации Р. Bisegna и соавт. [12] для случая повышения внешней температуры аналогичного характера. Обе указанные модификации метода Henssge при написании кода программы также были оптимизированы. В частности, в коде помимо учёта влияния на охлаждение трупа однократного понижения или повышения температуры внешней среды была дополнительно заложена возможность учёта смены условий охлаждения мёртвого тела (изменение характера одежды и ложа трупа, а также погодных условий) после изменения внешней температуры. При этом в соответствии с исходными математическими моделями первоначальный и конечный температурные режимы внешней среды не должны превышать 23,2°C [11, 12].

Учёт смены условий охлаждения трупа после дискретного изменения температуры внешней среды достигается за счёт возможности введения различных значений корректирующего фактора на отрезках времени до и после изменения внешнего температурного режима. Это автоматически отражается на величине постоянной охлаждения в уравнениях, описывающих кривые охлаждения в соответствующие отрезки времени. В приложении Warm Bodies АНВГ значения корректирующих факторов для условий охлаждения пользователь должен вводить самостоятельно. Приложение

осуществляет адаптацию введённых значений в зависимости от веса трупа по формуле (1). Поиск корней неявных функций данной программой также осуществляется методом касательных Ньютона.

Для работы с программой пользователю необходимо выбрать тип актуального дискретного изменения температуры внешней среды, указать результат измерения ректальной температуры трупа, а также температуру внешней среды до и после её однократного изменения, интервал времени между моментом изменения температуры внешней среды и ректальной термометрией, вес трупа, его начальную ректальную температуру и величины корректирующих факторов до и после изменения температуры внешней среды. В итоге приложение генерирует точечные оценки ДНС для введённых данных. При этом интервальные оценки ДНС приложение Warm Bodies АНВГ не определяет, поскольку их математическая модель в исследованиях-прототипах не разработана, а данная проблема требует дальнейших поисков.

С учётом изложенного программу Warm Bodies АНВГ рекомендуется использовать в экспертной практике для установления ДНС на базе ректальной термометрии трупа в условиях однократных дискретных изменений температуры внешней среды. Востребованность программы объясняется нередко наблюдающимися в практике случаями термометрии трупа уже после его перемещения в иные температурные условия внешней среды, например, в холодильную камеру. В подобных случаях обычно точно известны внешняя температура до и после перемещения трупа и промежуток времени после его перемещения и до его ректальной термометрии, а также результат последней.

Пример 2

Труп без одежды обнаружен лежащим на толстом ковре в помещении с постоянной температурой воздуха 17,9°C. После этого он был доставлен в морг и помещён в холодильную камеру с температурой 5,0°C, где и был подвергнут термометрии спустя 3 ч после обнаружения. Масса трупа 99,1 кг. Ректальная температура 27,3°C. В холодильной камере труп находился в положении лежа на спине на металлической каталке, будучи накрытым простынёй. Необходимо определить ДНС.

Выполнение оптимизированной в рамках приложения Warm Bodies АНВГ процедуры определения ДНС в данном случае включает ряд этапов (рис. 4).

Шаг 1. Выбор типа дискретного изменения температуры внешней среды (Sudden decrease).

Шаг 2. Ввод в текстовые поля зарегистрированных значений ректальной температуры (27,3°C), веса трупа (99,1 кг), температуры внешней среды до и после перемещения тела в холодильную камеру (17,9 и 5,0°C), а также промежутка времени между моментами изменения внешней температуры и ректальной термометрией (3 ч).

Шаг 3. Определение корректирующего фактора для условий охлаждения трупа в холодильной камере. Последний для тела с одним тонким слоем одежды равен 1,1 [3]. Учитывая, что труп находился на металлической поверхности с высокой теплопроводностью, полученное значение корректирующего фактора, согласно рекомендациям С. Henssge, должно быть адаптировано путём вычитания из него 0,2 [3]. Отсюда адаптированное значение корректирующего фактора для охлаждения в холодильной камере без учёта влияния массы тела составляет 0,9.

Шаг 4. Определение корректирующего фактора для условий охлаждения трупа до его перемещения в холодильную камеру. Согласно рекомендациям С. Henssge, корректирующий фактор для обнажённого тела без учёта его массы на теплоизолирующем ложе равен 1,1 [3].

Шаг 5. Определение ДНС относительно момента ректальной термометрии путём нажатия кнопки «Compute». Для заданных условий охлаждения ДНС равно 20 ч 19 мин.

Для корректной работы обоих приложений серии Warm Bodies инструментальная погрешность средств измерения температуры не должна превышать 0,1°C. Оба приложения являются переносимыми и не требуют установки для запуска процедуры. Хранить их можно на съёмных носителях информации, и с них же они могут и запускаться. В настоящее время все прикладные программы, созданные на кафедре судебной медицины Самарского государственного медицинского университета, в том числе и программы серии Warm Bodies, доступны обучающимся по программам ординатуры и дополнительного профессионального образования в электронно-информационной образовательной среде университета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Осуществлена оптимизация двойных экспоненциальных моделей Henssge, предназначенных для определения ДНС по данным ректальной и краниоэнцефальной термометрии в условиях постоянства внешней температуры, устранившая дискретный характер изменений их остаточных дисперсий и обеспечившая возможность определения интервальных оценок ДНС при любой доверительной вероятности.

Разработана прикладная программа Warm Bodies HR, реализующая примененные методы оптимизации, с по-

Рис. 4. Стартовое окно программы Warm Bodies АНВГ с введёнными данными из примера 2.

Fig. 4. The start window of the Warm Bodies АНВГ program with the entered data from Example 2.

иском корней неявно заданных функций по методу касательных Ньютона. Использование данного численного метода обеспечивает непрерывный характер исходных данных и устраняет погрешности, связанные с необходимостью округления прямо измеряемых физических величин.

Разработана прикладная программа Warm Bodies АНВГ, предназначенная для определения ДНС методом Henssge в условиях однократного дискретного понижения или повышения постоянной температуры внешней среды, в том числе с изменением условий охлаждения трупа.

Разработанные приложения рекомендуются к использованию в судебно-медицинской экспертной практике для определения ДНС в раннем посмертном периоде.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

Автор подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (разработка концепции, проведение исследования и подготовка статьи, одобрение финальной версии перед публикацией).

The author made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов • Competing interests

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The author declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cappelletti S., Bottoni E., Fiore P.A., et al. Time since death in a case of simultaneous demise due to a single gunshot: an issue concerning the use of Henssge's nomogram // *Int J Legal Med.* 2018. Vol. 132, N 3. P. 781-785. doi: 10.1007/s00414-017-1707-2
2. Henssge C., Madea B. Estimation of the time since death in the early post-mortem period // *Forensic Sci Int.* 2004. Vol. 144, N 2-3. P. 167-175. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.04.051
3. Madea B. Methods for determining time of death // *Forensic Sci Med Pathol.* 2016. Vol. 12, N 4. P. 451-485. doi: 10.1007/s12024-016-9776-y
4. Schweitzer W., Thali M.J. Computationally approximated solution for the equation for Henssge's time of death estimation // *BMC Med Inform Decis Mak.* 2019. Vol. 19, N 1. P. 201. doi: 10.1186/s12911-019-0920-y
5. Henssge C. Death time estimation in case work. I. The rectal temperature time of death nomogram // *Forensic Sci Int.* 1988. Vol. 38, N 3-4. P. 209-236. doi: 10.1016/0379-0738(88)90168-5
6. Henssge C. Rectal temperature time of death nomogram: dependence of corrective factors on the body weight under stronger thermic insulation conditions // *Forensic Sci Int.* 1992. Vol. 54, N 1. P. 51-66. doi: 10.1016/0379-0738(92)90080-g
7. Potente S., Kettner M., Ishikawa T. Time since death nomographs implementing the nomogram, body weight adjusted correction factors, metric and imperial measurements // *Int J Legal Med.* 2019. Vol. 133, N 2. P. 491-499. doi: 10.1007/s00414-018-1928-z
8. Hubig M., Muggenthaler H., Sinicina I., Mall G. Body mass and corrective factor: impact on temperature-based death time estimation // *Int J Legal Med.* 2011. Vol. 125, N 3. P. 437-444. doi: 10.1007/s00414-011-0551-z
9. Hubig M., Muggenthaler H., Mall G. Influence of measurement errors on temperature-based death time determination // *Int J Legal Med.* 2011. Vol. 125, N 4. P. 503-517. doi: 10.1007/s00414-010-0453-5
10. Noor M., Muhammad A., Bakar A. Enhancement of newton law of cooling method based on asante's algorithm with henssge nomogram method in estimating the time of death // *Int J Eng Technol.* 2017. Vol. 9, N 2. P. 155-159. doi: 10.7763/IJET.2017.V9.962
11. Althaus L., Henssge C. Rectal temperature time of death nomogram: sudden change of ambient temperature // *Forensic Sci Int.* 1999. Vol. 99, N 3. P. 171-178. doi: 10.1016/s0379-0738(98)00188-1
12. Bisegna P., Henssge C., Althaus L., Giusti G. Estimation of the time since death: sudden increase of ambient temperature // *Forensic Sci Int.* 2008. Vol. 176, N 2-3. P. 196-199. doi: 10.1016/j.forsciint.2007.09.007

REFERENCES

1. Cappelletti S, Bottoni E, Fiore PA, et al. Time since death in a case of simultaneous demise due to a single gunshot: an issue concerning the use of Henssge's nomogram. *Int J Legal Med.* 2018;132(3):781-785. doi: 10.1007/s00414-017-1707-2
2. Henssge C, Madea B. Estimation of the time since death in the early post-mortem period. *Forensic Sci Int.* 2004;144(2-3):167-175. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.04.051
3. Madea B. Methods for determining time of death. *Forensic Sci Med Pathol.* 2016;12(4):451-485. doi: 10.1007/s12024-016-9776-y
4. Schweitzer W, Thali MJ. Computationally approximated solution for the equation for Henssge's time of death estimation. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2019;19(1):201. doi: 10.1186/s12911-019-0920-y
5. Henssge C. Death time estimation in case work. I. The rectal temperature time of death nomogram. *Forensic Sci Int.* 1988;38(3-4):209-236. doi: 10.1016/0379-0738(88)90168-5
6. Henssge C. Rectal temperature time of death nomogram: dependence of corrective factors on the body weight under stronger thermic insulation conditions. *Forensic Sci Int.* 1992;54(1):51-66. doi: 10.1016/0379-0738(92)90080-g
7. Potente S, Kettner M, Ishikawa T. Time since death nomographs implementing the nomogram, body weight adjusted correction factors, metric and imperial measurements. *Int J Legal Med.* 2019;133(2):491-499. doi: 10.1007/s00414-018-1928-z
8. Hubig M, Muggenthaler H, Sinicina I, Mall G. Body mass and corrective factor: impact on temperature-based death time estimation. *Int J Legal Med.* 2011;125(3):437-444. doi: 10.1007/s00414-011-0551-z
9. Hubig M, Muggenthaler H, Mall G. Influence of measurement errors on temperature-based death time determination. *Int J Legal Med.* 2011;125(4):503-517. doi: 10.1007/s00414-010-0453-5
10. Noor M, Muhammad A, Bakar A. Enhancement of newton law of cooling method based on asante's algorithm with henssge nomogram method in estimating the time of death. *Int J Eng Technol.* 2017;9(2):155-159. doi: 10.7763/IJET.2017.V9.962
11. Althaus L, Henssge C. Rectal temperature time of death nomogram: sudden change of ambient temperature. *Forensic Sci Int.* 1999;99(3):171-178. doi: 10.1016/s0379-0738(98)00188-1
12. Bisegna P, Henssge C, Althaus L, Giusti G. Estimation of the time since death: sudden increase of ambient temperature. *Forensic Sci Int.* 2008;176(2-3):196-199. doi: 10.1016/j.forsciint.2007.09.007

ОБ АВТОРЕ

НЕДУГОВ Герман Владимирович, к.м.н., доцент кафедры судебной медицины; адрес: Российская Федерация, 443099, Самара, ул. Чапаевская, д. 89; e-mail: nedugovh@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7380-3766>

AUTHOR'S INFO

German V. Nedugov, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor; address: 89 Chapayevskaya st., Samara, 443099, Russia; e-mail: nedugovh@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7380-3766>

<https://doi.org/10.17816/fm390>

ВОЗМОЖНОСТИ НАРУЖНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУПА ПРИ РЕШЕНИИ ВОПРОСА О НАСТУПЛЕНИИ СМЕРТИ ОТ ОТРАВЛЕНИЙ ПСИХОТРОПНЫМИ И НАРКОТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

Е.Н. Травенко, В.А. Породенко

Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. Актуальность. В общей структуре смертельных интоксикаций случаи отравления психотропными и наркотическими веществами по-прежнему занимают одно из ведущих мест. В стране фиксируется снижение смертельных отравлений традиционными психотропными и наркотическими средствами и повышение — от новых синтетических психоактивных веществ и их сочетанного потребления. **Цели исследования** — изучить динамику отравлений наркотиками по данным годовых отчетов за период 2017–2020 гг. в Краснодарском крае и установить их преобладающую этиологию. Проанализировать медицинскую литературу и выявить наиболее часто описываемые при наружном осмотре данные, позволяющие предположить возможность воздействия на организм наркотических средств. Провести сопоставление литературных сведений и результатов наружного исследования трупа из заключений эксперта (актов судебно-медицинского исследования) в целях дальнейшего использования признаков для создания «профиля» трупа, подозрительного на отравление наркотическими веществами. **Материал и методы.** Материалом исследования явились годовые отчёты ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России Краснодарского края за период 2017–2020 гг., архивная медицинская документация (заключения эксперта и акты судебно-медицинского исследования трупов в случаях смерти от наркотических веществ), отечественные и зарубежные литературные источники. **Результаты.** В Краснодарском крае большая доля смертности от наркотиков приходится на опиаты. Приём психотропных и наркотических препаратов нередко (до 30%) комбинируется с употреблением алкоголя. Проведённым исследованием показано, что эксперты на первоначальном этапе редко используют наружные признаки, составляющие «профиль» трупа, подозрительного на отравление наркотиками. Самыми частыми признаками (в 50% случаев) были следы инъекций, синюшность и одутловатость лица, кровоизлияния в конъюнктиве и белесовато-розовая пена в отверстиях носа или рта, другим признакам не уделялось должного внимания. **Заключение.** Тема исследования диктует необходимость дальнейшего изучения и разработки проблемы, накопления и систематизации получаемых материалов для последующего использования.

Ключевые слова: отравления; психотропные и наркотические средства; наружное исследование трупа; диагностика.

Для цитирования: Травенко Е.Н., Породенко В.А. Возможности наружного исследования трупа при решении вопроса о наступлении смерти от отравлений психотропными и наркотическими средствами. *Судебная медицина.* 2021;7(3):159–167. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm390>

Поступила 27.04.2021

Принята после доработки 19.09.2021

Опубликована 28.09.2021

ОБОСНОВАНИЕ

Во всём мире и в России наркомания представляет угрозу здоровью и общественной нравственности населения [1]. В США от передозировки в 2017 г. умерло 72 306 человек [2]. В 2017 г. в странах Европейского союза (ЕС), включая Турцию и Норвегию, согласно данным доклада Европейского мониторингового центра по наркотикам и наркомании (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, EMCDDA), зафиксировано 9461 смертельное отравление [3], в Российской Федерации — 5379 [4]. В 2019 г. состояние наркоситуации в соответствии с критериями оценки в целом по России оценивалось как «тяжёлое» [5, 6]. Таковым оно было и в Краснодарском крае (2,14 человек на 100 тыс. населения), хотя по сравнению с 2018 г. показатель несколько уменьшился (3,19 человек на 100 тыс. населения) [7].

Современной тенденцией в США, Европе и России является отсутствие роста или снижение потребления героина и кокаина на фоне появления и увеличения употребления новых психоактивных веществ, прежде всего синтетических каннабиноидов, входящих в состав растительных курительных смесей [8]. Для сравнения, в США с 2007 по 2017 г. прирост уровня смертности от отравления героином составил 6,5 единиц, от синтетических опиоидов (преимущественно фентанила) — 129 [9]. Число россиян с зависимостью от новых потенциально опасных психоактивных веществ за период с 2010 по 2019 г. увеличилось более чем в 2,5 раза и более чем в 3 раза — с зависимостью от лекарственных препаратов с психоактивным действием [10].

В общей структуре смертельных отравлений психотропные и наркотические вещества по-прежнему зани-

EXTERNAL STUDY POSSIBILITIES OF A DEAD BODY SOLUTION ABOUT THE DEATH OCCURRENCE FROM PSYCHOTROPIC AND NARCOTIC DRUG POISONING

Elena N. Travenko, Valeriy A. Porodenko

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

ABSTRACT. Background: *Poisoning with psychotropic and narcotic substances is still leads to the general structure of fatal intoxications. A decreased traditional psychotropic and narcotic drug fatal poisoning and an increased new synthetic psychoactive substances and combined consumption are recorded in the country. Aims:* This study aimed to study the dynamics of drug poisoning incidence according to the annual report data in 2017–2020 in the Krasnodar territory and establish their predominant etiology. Analyze the medical literature and identify the data mostly described during the external examination that suggests narcotic drug exposure possibility of the body. Comparison of the literature and external examination results of the corpse from the Expert Conclusions (Acts of forensic medical research) to further use the signs to create a “profile” of the suspected poisoned corpse with narcotic substances. **Material and methods:** The study material includes the annual reports of the State Budgetary Healthcare Institution “Bureau SME” of the Ministry of Health of the Krasnodar Territory in 2017–2020, archival medical documentation — autopsy reports in cases of death from narcotic substances; domestic and foreign literary sources. **Results:** In the Krasnodar Territory, opiates account for a large proportion of drug deaths. Psychotropic and narcotic drug intake is often (up to 30%) combined with alcohol consumption. The study showed that forensic pathology rarely uses external signs that make up the “profile of a corpse” suspected of drug poisoning at the initial stage. The most common signs (in 50% of cases) were: injection traces, cyanotic and flushed face, conjunctival hemorrhages, and whitish-pink foam in the nose or mouth openings. Others were not given due attention. **Conclusion:** The research topic dictates the need for further study and problem development, accumulation, and systematization of the obtained material for subsequent use.

Keywords: *poisoning; psychotropic and narcotic drugs; external examination of a corpse; diagnosis.*

For citation: Travenko EN, Porodenko VA. External study possibilities of a dead body solution about the death occurrence from psychotropic and narcotic drug poisoning. *Russian Journal of Forensic Medicine.* 2021;7(3):159–167. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm390>

Submitted 27.04.2021

Revised 19.09.2021

Published 28.09.2021

мают одно из ведущих мест. За период с 2016 по 2018 г. в Российской Федерации, по данным Российского центра судебно-медицинской экспертизы, фиксировалось снижение смертельных отравлений традиционными наркотиками растительного происхождения (морфин, героин, кодеин, марихуана, гашиш, кокаин) и их повышение — от новых синтетических психоактивных веществ (российский вариант названия — наркотики новой волны по разным основаниям: аналоговые, дизайнерские, клубные, легальные, рекреационные), таких как опиоиды, амфетамины, «спайсы», «соли», ингалянты, синтетические каннабимиметики и кататионы и др., а также их сочетанного потребления. Так, в 2018 г. частота определения опиатов уменьшилась до 49,2% против 58,2% в 2016 г., а прочих (мефедрон, тропикамид, габапентин, трамадол, карфентанил, альфа-пирролидинопентиофенон и др.) наркотических средств — увеличилась с 40,1 до 49,4% [11].

Разработка и усовершенствование диагностики острых и хронических отравлений психотропными ле-

карственными средствами и наркотиками, в том числе в сочетании с приёмом алкоголя, является актуальной проблемой судебно-медицинской экспертизы. Нередко отравления протекают под маской скоростной смерти и различных заболеваний, а при судебно-химическом исследовании токсикант не обнаруживается [12–14]. В связи с этим возникает задача поиска новых экспертных критериев диагностики отравлений наркотическими средствами. В клинической практике встречается описание ряда признаков, свидетельствующих о наркотическом опьянении тем или иным средством [15–17]. Изучение судебно-медицинской литературы выявило ряд работ, где приводятся наружные признаки, выявляемые при отравлении тем или иным наркотиком [18–20].

Цели исследования — изучить динамику отравлений наркотиками по данным годовых отчётов за период 2017–2020 гг. в Краснодарском крае и установить их преобладающую этиологию. Проанализировать медицинскую литературу и выявить наиболее часто

описываемые при наружном осмотре проявления, позволяющие предположить возможность воздействия на организм психоактивных веществ. В последующем провести анализ заключений эксперта и актов судебно-медицинского исследования трупов в случаях отравлений наркотическими средствами и сопоставить встречаемость отмечаемых признаков в целях дальнейшего использования их для создания «профиля» трупа, подозрительного на отравление наркотическими веществами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Ретроспективное исследование.

Методы исследования

Анализ годовых отчётов ГБУЗ «Бюро СМЭ» Минздрава России Краснодарского края за 2017–2020 гг.

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников, как печатных, так и в электронных базах публикаций (PubMed, Elibrary, Ciberleninka); выявление признаков потребления и отравления психотропными и наркотическими веществами при наружном исследовании трупов.

Изучение заключений эксперта (актов судебно-медицинского исследования трупа).

Критериями включения являлись случаи установления в качестве основной причины смерти отравления наркотическими веществами за период 2017–2020 гг. ($n=355$). Критериями исключения — смерть от отравлений психотропными ($n=67$), снотворными ($n=37$) и неустановленными ($n=111$) препаратами.

Всего проанализировано 177 экспертных заключений (актов судебно-медицинского исследования трупов).

На первом этапе изучали динамику встречаемости отравлений психотропными и наркотическими средствами в Краснодарском крае в 2017–2020 гг. и преобладающую этиологию таких отравлений. На втором этапе проводили анализ литературных данных; глубина исследования — 10 лет. На третьем этапе изучали заключения эксперта и акты судебно-медицинского исследования трупов (наружное исследование) в случаях смерти от психотропных и наркотических веществ. На четвертом этапе проведено сопоставление литературных данных и результатов анализа данных наружного исследования трупов.

Статистическая обработка включала определение средней и её среднеквадратичного отклонения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные результаты исследования

По данным годовых отчётов ГБУЗ «Бюро СМЭ» Минздрава России Краснодарского края за 2017–2020 гг., отравления психотропными препаратами и наркотиками остаётся весомым в структуре отравлений, в том числе в сочетании с приёмом алкоголя (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что в 2017 г. таких смертельных отравлений зарегистрировано всего 97, тогда как в 2018 г. — 101. В 2019 г. показатели вернулись к значению 2017 г., однако в 2020 г. отмечен вновь резкий подъём — 128 случаев. Количество комбинированных отравлений (в сочетании с алкоголем) также росло: если в 2017 г. таких случаев было 18, то в 2020 — 34.

Таблица 1. Структура отравлений психотропными и наркотическими веществами в 2017–2020 гг. по данным годовых отчётов ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России Краснодарского края, n (абсолютные показатели)

Table 1. The poisoning structure with psychotropic and narcotic substances in 2017–2020 according to the annual reports of the State Budgetary Health Institution "Bureau SME" of the Ministry of Health of the Krasnodar Territory, n (absolute indicators)

Вещества	2017		2018		2019		2020	
	всего	из них с алкоголем						
Население Краснодарского края	5570,9		5603,4		5648,2		5675,5	
Всего отравлений	765		696		713		763	
<i>Психотропные вещества:</i>								
• бензодиазепины	18	4	3	0	6	0	10	1
• фенотиазины	6	1	12	3	5	1	7	2
Всего	24	5	15	3	11	1	17	3
<i>Наркотические вещества:</i>								
• опиаты	49	12	43	12	60	20	80	23
• каннабиноиды	1	0	0	0	0	0	3	2
• кокаин	1	0	2	1	0	0	0	0
• прочие	22	1	41	10	25	2	31	6
Всего	73	13	86	23	85	22	111	31

Доля отравлений психотропными средствами от общего числа смертельных интоксикаций составляла 1,5–3%. Диагностировались как отравления группой бензодиазепинов, так и фенотиазиним. Динамика отравлений препаратами из группы бензодиазепинов носила волнообразный характер: 18 случаев в 2017 г., 3 — в 2018, 6 — в 2019, 10 — в 2020. Пик повышения отравлений препаратами из группы фенотиазина приходился на 2018 г. — 12 случаев против 6 в 2017 г. В 2020 г. их выявлено 7, т.е. больше чем в 2017 и 2019 гг. Фенотиазины чаще обнаруживали в сочетании с алкоголем.

Доля интоксикаций наркотическими веществами от общего количества отравлений составила от 9,5 до 14,5%. Лидирующее положение среди наркотических отравлений занимали отравления опиатами: в 2017 г. — 49, в 2018 — 43. В последующем динамика носила возрастающий характер: в 2019 г. зарегистрировано 60 смертельных случаев, в 2020 г. — уже 80. Увеличение показателя в 2020 г. относительно 2019 г. составило 33,3%. Приём опиатов комбинировался с алкоголем почти в 1/3 случаев.

Второе место занимали отравления прочими (согласно строке годового отчёта) наркотическими веще-

ствами: если с 2017 по 2018 г. можно отметить тренд в виде их резкого увеличения (абсолютное число случаев в 2017 г. составило 22, а в 2018 — 41), то в 2019 г. произошло снижение до 25 наблюдений. В 2020 г. умер 31 человек, при этом впервые установлены 2 случая смерти детей до 14 лет.

Обращают на себя внимание стабильно низкие показатели смерти от каннабиноидов и кокаина: зарегистрированы единичные случаи в 2017–2018 гг. и их отсутствие в 2019 г. В 2020 г. имели место 3 смертельных случая отравлений каннабиноидами.

Перед анализом экспертных заключений и актов была изучена доступная информация с последующей систематизацией признаков, описываемых в случаях смерти при отравлениях психотропными и наркотическими веществами при наружном осмотре трупа на месте его обнаружения и в ходе вскрытия тела. Сводные данные представлены в табл. 2.

Подвергнутые анализу заключения экспертов (акты судебно-медицинского исследования трупов) в сопоставлении с описываемыми признаками показали, что средний возраст при отравлениях наркотиками составил $24,9 \pm 0,84$ года и $27,4 \pm 0,76$ года при комбиниро-

Таблица 2. Сводная информация из литературных источников о признаках, описываемых при наружном осмотре трупа на месте его обнаружения и в ходе вскрытия тела при подозрении на отравления психотропными и наркотическими веществами

Table 2. Summary information from literary sources about the signs described during external examination of the corpse at the place of discovery and during the autopsy of the body with suspected poisoning of psychotropic and narcotic substances

№	Признаки
1	Средний возраст 20–30 лет
2	Мужской пол чаще, чем женский
3	Катамнестические данные об употреблении наркотических средств и данные осмотра места происшествия: обнаружение приспособлений для инъекций, остатки сухого растительного сырья и пр.
4	Специфический запах от одежды (например, тлеющих листьев и др.); наличие в карманах шприцев, игл, ампул, закопченных ложек, приспособлений для изготовления жгута, пустых спичечных коробков, курительных трубок, зажигалок, кусочков фольги, глазных капель, противоаллергических препаратов; порошкообразных и кристаллических смесей белесоватого, серого или ионного цвета, жидкостей в пузырьках различного объёма, так называемых марок, пустых пакетиков из-под льда под одеждой в области мошонки, пустых пластиковых бутылок; свежие пятна крови, потёки молока, рвотных масс
5	Дефицит массы тела
6	Кожа: <ul style="list-style-type: none"> • сухая, шелушится или сальная с нездоровым блеском; редко «гусиная»; глубокие морщины на лице • цвет бледный, сероватый или синюшный, возможен желтушный; сосудистые звёздочки (ангиомы), экхимозы на руках, ногах, груди • угревая и/или гнойничковая сыпь • пигментация кожи вследствие заживления сыпи • «колодцы», уплотнение кожи (линейные, в виде кнопок, туннели), рубцы • следы расчёсов кончика носа, тела, кистей рук, по ходу вен • отёк, покраснение рук или синюшность пальцев, эритема ладоней • ломкость, рельефность, изменение окраски ногтевых пластин • целлюлиты, абсцессы, язвы, флегмоны, гангрена кожного покрова • лимфангит, лимфаденит, тромбофлебит
7	Татуировки на коже, отображающие приём наркотических средств, пребывание в местах лишения свободы за подобные преступления
8	Точечные ранки (следы инъекций), дорожки — на предплечье, в локтевых сгибах, на тыле кистей рук и стоп, паховой области, наружной поверхности бёдер, под корнем языка и пр.; следы жгута

№	Признаки
9	Наличие ожогов слизистой полости носа, между пальцами, опаление бровей, ресниц; раны, порезы
10	Плохое состояние волос (редкие, ломкие, грязные)
11	Плохое состояние зубов и полости рта (отсутствуют многие, кариес, дефекты эмали, налёт, изношенность нижних вследствие скрежетания ими, явления стоматита)
12	Заострённые черты лица, вытянутая форма лица («торчат» нос и скулы) или выраженный отёк лица или век; бледная, синюшная или ярко-красная окраска лица, переходной каймы губ
13	Узкие или резко расширенные зрачки; множественные расширенные сосуды и очаговые мелкие кровоизлияния в конъюнктиву глаз
14	Наличие остатков порошкообразных белесоватых веществ в носовых ходах, преддверии рта и ротовой полости, в прямой кишке; белесоватая, розоватая пена в отверстиях носа и рта; повышенное количество слизи в отверстиях носа, потёки крови из носа; мацерация, буллёзный дерматит на носу; высыпания (акне) в области лба, щёк, подбородка; трещины в углах рта
15	Редко следы мочеиспускания, семяизвержения, дефекации

рованных отравлениях (в сочетании с алкоголем). Все умершие были мужчинами. В 30% случаев имелись катанестические данные, а результатами осмотра места происшествия эксперты располагали в 10%. При наружном осмотре ни в одном из наблюдений не имелось описания одежды с указанием её особенностей — специфического запаха, вложений, загрязнений. Ни в одном случае не фиксировано дефицита массы тела.

Согласно клиническим рекомендациям 2016 г. [21], три симптома визуальной оценки состояния больного (уровень изменения сознания, размер зрачка, состояние кожных покровов и слизистых) являются отправной точкой для системы диагностики таких отравлений, два из них могут быть оценены экспертами в ходе судебно-медицинского вскрытия трупа. Однако наш ана-

лиз показал, что изменение диаметра зрачков (резкое сужение) зарегистрировано только в половине случаев, а при описании кожных покровов не отмечалось сухости кожи, изменений её окраски (рис. 1) и других характеристик (рис. 2). Описание гнойничковой сыпи или пигментации имелось в 20% случаев (рис. 3). Практически ни в одном из заключений не указаны особенности на трупе в виде татуировок (рис. 4). В 50% выявлялись следы инъекций (рис. 5), в 20% — тоннели, уплотнение кожи по ходу подкожных вен (рис. 6), рубцы (рис. 7), и ни разу не описаны следы от жгута. Возможно, это связано с тем, что отмечается неуклонное снижение числа лиц, употребляющих наркотики инъекционным способом. За 5 лет (с 2015 г.) их число в Российской Федерации снизилось на 34,5%. В 2018 г. употребляли



Рис. 1. Отравление метадонем: красно-цианотическая окраска лица; синюшность переходной каймы губ; подсохшие потёки крови у отверстий носа; личинки мух у отверстий носа.

Fig. 1. Methadone poisoning: reddish-cyanotic coloration of the face; cyanosis of the transitional border of the lips; dried blood streaks near the openings of the nose; larvae of flies near the openings of the nose.



Рис. 2. Наркотик «дизайнерской группы» — мефедрон: следы расчёсывания тела.

Fig. 2. The drug of the «design group» — mephedrone: traces of scratching of the body.



Рис. 3. Приём амфетамина: аллергическая реакция в виде полиморфной сыпи с признаками воспаления.

Fig. 3. Taking amphetamine: an allergic reaction in the form of a polymorphic rash and signs of inflammation.



Рис. 4. Отравление морфином: татуировка, которую делают иногда наркоманы, а также указывающая на отбывание в местах лишения свободы.

Fig. 4. Morphine poisoning: a tattoo sometimes done by drug addicts and indicating that they have served in places of deprivation of vaults.



Рис. 5. Передозировка трамадола: множественные следы инъекций в паховой области, передней поверхности бедра.

Fig. 5. Overdose tramadol: multiple injection marks in the groin, front of the thigh.



Рис. 6. Длительное потребление морфина: наличие в области локтевых ямок «колодцев», уплотнения кожи в виде кнопок, туннели.

Fig. 6. Long-term consumption of morphine: presence of «wells» in the area of the cubital fossa, tightening of the skin in the form of buttons, tunnels.



Рис. 7. След от инъекции со следами от расчёсывания кожи (введение героина). Множественные линейные рубцы предплечья (исход заживления резаных ран).

Fig. 7. Injection mark with skin scratching marks (heroin injection). Multiple linear scars of the forearm (outcome of incised wounds healing).



Рис. 8. Комбинированное отравление морфином и алкоголем: быстрое развитие гниения верхней половины туловища.

Fig. 8. Combined morphine and alcohol poisoning: rapid development of rotting of the upper half of the trunk.



Рис. 9. Потребление метамfetамfина: высыпания в области носа, щёк, подбородка.

Fig. 9. Consumption of metamfetamine: rashes in the area of the nose, cheeks, chin.

наркотики инъекционным способом 35,5% общего числа зарегистрированных потребителей наркотиков [22]. Для сравнения, в 2008 г. их количество составляло 70,8% от общего числа [23]. В 5% отмечены изъязвления и гангрена кожных покровов. Описание кожи лица встречалось редко (единичные случаи). При отравлении опиатами не регистрировали синюшность и одутловатость лица, резкое полнокровие соединительных оболочек глаз и кровоизлияний в конъюнктиву, тогда как при сочетании его с алкоголем признаки были постоянными

и отмечались более чем в половине случаев; при этом обращало на себя внимание развитие к концу уже первых суток быстрого гнилостного изменения мягких тканей лица либо верхней половины грудной клетки (рис. 8). Этот признак мы также наблюдали очень часто и при отравлениях другими психоактивными веществами в комбинации с алкоголем (20%). Наличие белесовато-розовой пены — частый признак отравления морфином, описанный в 50% случаев, редко отмечался при сочетании его приёма с этанолом (10%). В 2% вы-

являли изменения состояния кожи у носовых ходов — мацерация, язвы, потёки крови (рис. 9). Описание волос и зубов носило стандартный характер, особенностей не отмечалось. Во всех случаях регистрировались выраженные интенсивные трупные пятна; кровоизлияния на их фоне чаще встречались при комбинации опиатов и этилового спирта (10%).

ОБСУЖДЕНИЕ

Статистика числа отравлений психотропными и наркотическими препаратами и преобладающая этиологическая характеристика потребляемых веществ в Краснодарском крае соответствует в целом мировой и российской статистике [24, 25].

Вместе с тем, согласно совместной оценке Управления ООН по наркотикам и преступности и Всемирной организации здравоохранения, в последнее время после спада потребления опиатов вновь наблюдается рост заболеваемости и смертности от них. Такой рост, в особенности героином, наблюдается в США, странах Восточной Европы, Центральной Азии, Закавказья, Юго-Западной Азии и Океании.

По причине того что основной объём опиатов, находящийся в незаконном обороте, приходится на героин, то в структуре потребления наркотических веществ в Российской Федерации его доля является также значительной, несмотря на то что изъятие опиатов (выраженные в героиновых эквивалентах) сократилось в России почти на 80%. В 2019 г. в Российской Федерации от героина умер 651 человек, от морфина и кодеина — 1363. В Краснодарском крае аналогичная ситуация, смертность от опиатов превалирует, с 2017 по 2020 г. выявляется неуклонный рост таких отравлений, которые нередко (до 30%) комбинированы с приёмом алкоголя.

Анализ научных источников свидетельствует об отсутствии систематизации данных, позволяющих составить «профиль» трупа, подозрительного на отравление наркотиками. Из тех признаков, которые нам удалось выявить в литературе, в анализируемых заключениях экспертов (актах судебно-медицинского исследования трупов) самыми частыми (в 50% случаев) были следы инъекций, синюшность и одутловатость лица, кровоизлияния в конъюнктиве и белесовато-розовая пена в отверстиях носа или рта. Другим признакам должного внимания не уделялось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев А.Ю. Современное состояние, тенденции наркотизма в России и система мер по его противодействию // Вопросы российского и международного права. 2018. Т. 8, № 7А. С. 115–127.
2. Управление ООН по наркотикам и преступности. Всемирный доклад о наркотиках за 2019 год [электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.unodc.org/unodc/ru/frontpage/2019/June/world-drug-report-2019_35-million-people-worldwide-suffer-from-drug-use-disorders-while-](https://www.unodc.org/unodc/ru/frontpage/2019/June/world-drug-report-2019_35-million-people-worldwide-suffer-from-drug-use-disorders-while)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённое исследование демонстрирует, что отравления наркотическими средствами, с учётом частоты их встречаемости, по-прежнему представляют интерес для судебно-медицинских экспертов. В своей работе эксперты редко на первоначальном этапе используют наружные признаки, составляющие «профиль» трупа, подозрительного на отравление наркотиками. Это диктует необходимость разработки обозначенной проблемы, накопления и систематизации получаемых данных для дальнейшего использования.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

Е. Н. Травенко — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, статистический анализ, написание черновика рукописи; **В. А. Породенко** — концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, научная редакция рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Е. Н. Травенко — study concept and design, data collection, analysis, and interpretation, statistical analysis, and draft manuscript writing; **V. A. Porodenko** — research concept and design, data analysis and interpretation, and scientific edition of the manuscript. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The authors declare that they have no competing interests.

only-1-in-7-people-receive-treatment.html. Дата обращения: 26.06.2021.

3. EMCDDA–Europol 2017 Annual Report on the implementation of Council Decision 2005/387/JHA [электронный ресурс]. 2018. Режим доступа: https://www.emcdda.europa.eu/publications/implementation-reports/2017_sk. Дата обращения: 26.06.2021.
4. The European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. Spotlight [электронный ресурс]. 2018. Режим до-

- ступа: http://www.emcdda.europa.eu/emcdda-home-page_en. Дата обращения: 26.06.2021.
5. Государственный антинаркотический комитет. Доклад о наркоситуации в Российской Федерации в 2019 г. [электронный ресурс]. Москва, 2019. 51 с. Режим доступа: <https://drugmap.ru/wp-content/uploads/2020/08/Doklad-GAK-2019-KMM.pdf>. Дата обращения: 26.06.2021.
 6. Официальный сайт Государственного антинаркотического комитета. Методика и порядок осуществления мониторинга, а также критерии оценки развития наркоситуации в Российской Федерации и ее субъектах [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--80afw.xn--b1aew.xn--p1ai/komitet/pravo/metodika>. Дата обращения: 26.06.2021.
 7. Интернет-портал «Кубанские Новости». Информационно-аналитическая справка об итогах мониторинга наркоситуации в Краснодарском крае за 2019 год. Режим доступа: <https://kubnews.ru/obshchestvo/2020/05/18>. Дата обращения: 26.06.2021.
 8. Зиненко Ю.В., Моисеев В.Ф., Донской А.В. Анализ смертельных отравлений наркотическими средствами и психотропными веществами по Красноярскому краю за 2013–2017 гг. (по архивным материалам ГБУЗ «Красноярское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы») // *Аллея Науки*. 2018. Т. 1, № 9. С. 126–134.
 9. Головки А.И., Иванов М.Б., Рейнюк В.Л., и др. Токсикологическая характеристика дизайнерских наркотиков из группы синтетических опиоидов // *Токсикологический вестник*. 2019. № 1. С. 3–11. doi: 10.36946/0869-7922-2019-1-3-11
 10. Указ Президента РФ от 23.11.2020 N 733 «Об утверждении Стратегии государственной антинаркотической политики Российской Федерации на период до 2030 года». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_368501/. Дата обращения: 26.06.2021.
 11. Владымиров В.Ю., Ковалев А.В., Минаева П.В., Самоходская О.В. Смертельные отравления наркотическими средствами и психотропными веществами в России (по материалам 2003–2018 гг.) // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2019. Т. 62, № 5. С. 4–8. doi: 10.17116/sudmed2019620514
 12. Джувалыков П.Г., Збруева Ю.В., Кабакова С.С., и др. Морфологическая диагностика токсического воздействия курительных смесей в случаях смертельных отравлений пирролидинвалерофеноном // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2017. Т. 60, № 4. С. 18–20. doi: 10.17116/sudmed201760418-20
 13. Гоголян М.О., Штарберг А.И., Черемкин М.И. Патоморфологические изменения внутренних органов при сочетанной интоксикации алкоголем и наркотиками // *Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы: сборник статей / под ред. А.И. Авдеева, И.В. Власюка, А.В. Нестерова*. Хабаровск, 2019. С. 58–61.
 14. Балабанова О.Л., Шилов В.В., Лодягин А.Н., Глушков С.И. Структура и лабораторная диагностика немедицинского потребления современных синтетических наркотических средств // *Неотложная медицинская помощь. Журнал имени Н.В. Склифосовского*. 2019. Т. 8, № 3. С. 315–319. doi: 10.23934/2223-9022-2019-8-3-315-319
 15. Ассоциация наркологов. Клинические рекомендации. Острая интоксикация психоактивными веществами [электронный ресурс]. 2020. Режим доступа: <http://xn--80aaaie1abrjrhgbyja5gc5p.xn--p1ai/upload/klinik-rec/pav-2020.pdf>. Дата обращения: 26.06.2021.
 16. Жевелик О.Д., Работин Р.А., Судаков А.Ю., и др. Ретроспективное исследование случаев острой интоксикации синтетическими аналогами наркотических веществ (дизайнерскими наркотиками) в БУ «Нижневартовская психоневрологическая больница» // *Здравоохранение Югры: опыт и инновации*. 2016. № 4. С. 36–44.
 17. Donroe J.H., Tetrault J.M. Substance use, intoxication, and withdrawal in the critical care setting // *Crit Care Clin*. 2017. Vol. 33, N 3. P. 543–558. doi: 10.1016/j.ccc.2017.03.003
 18. Клевню В.А., Шпехт Д.Ю., Богомолова И.Н., и др. Исследование следов инъекций у лиц, употребляющих наркотики, в судебно-медицинской практике // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2009. Т. 51, № 1. С. 35–39.
 19. Sorrentino A., Trotta S., Colucci A.P., et al. Lethal endomyocarditis caused by chronic “Krokodil” intoxication // *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2018. Vol. 14, N 2. P. 229–235. doi: 10.1007/s12024-018-9967-9
 20. Misailidi N., Papoutsis I., Nikolaou P., et al. Fentanyl continue to replace heroin in the drug arena: the cases of ofentanyl and carfentanyl // *Forensic Toxicol*. 2018. Vol. 36, N 1. P. 12–32. doi: 10.1007/s11419-017-0379-4
 21. Орлов Ю.П., Васильев С.А. Клинические рекомендации. Реанимация и интенсивная терапия пациентов с отравлением наркотиками и психодислептиками. Общероссийская общественная организация «Федерация анестезиологов и реаниматологов», 2016. 19 с.
 22. Лисихина Н.В. К вопросу о проблеме смертельных отравлений психоактивными веществами в свете мониторинга наркоситуации // *Вестник Сибирского юридического института МВД России*. 2017. № 4. С. 62–66. doi: 10.51980/2542-1735_2017_4_62
 23. Киржанова В.В. Основные показатели деятельности наркологической службы в Российской Федерации в 2007–2008 годах (анализ данных федерального статистического наблюдения) // *Социальные аспекты здоровья населения*. 2009. № 3. С. 8.
 24. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации. Борьба с незаконным оборотом наркотиков [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--b1aew.xn--p1ai/news/rubric/14/>. Дата обращения: 26.06.2021.
 25. Lobato-Freitas C., Brito-da-Costa A.M., Dinis-Oliveira R.J., et al. Overview of synthetic cannabinoids ADB-FUBINACA and AMB-FUBINACA: clinical, analytical, and forensic implications // *Pharmaceuticals (Basel)*. 2021. Vol. 14, N 3. P. 186. doi: 10.3390/ph14030186

REFERENCES

1. Gordeev AYu. The current state, trends in drug addiction in Russia and the system of measures to counter it. *Questions of Russian and International Law*. 2018;8(7A):115–127. (In Russ).
2. United Nations Office on Drugs and Crime. World Drug Report 2019 [Electronic resource]. (In Russ). Available from: https://www.unodc.org/unodc/ru/frontpage/2019/June/world-drug-report-2019_-35-million-people-worldwide-suffer-from-drug-use-disorders-while-only-1-in-7-people-receive-treatment.html. Accessed: 26.06.2021.
3. EMCDDA–Europol 2017 Annual Report on the implementation of Council Decision 2005/387/JHA [Electronic resource]. 2018. Available from: https://www.emcdda.europa.eu/publications/implementation-reports/2017_sk. Accessed: 26.06.2021.

4. The European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. Spotlight [Electronic resource]. 2018. Available from: http://www.emcdda.europa.eu/emcdda-home-page_en. Accessed: 26.06.2021.
5. State Anti-Drug Committee. Report on the drug situation in the Russian Federation in 2019 [Electronic resource]. Moscow; 2019. 51 p. (In Russ). Available from: <https://drugmap.ru/wp-content/uploads/2020/08/Doklad-GAK-2019-KMM.pdf>. Accessed: 26.06.2021.
6. Official website of the State Anti-Drug Committee. Methodology and procedure for monitoring, as well as criteria for assessing the development of the drug situation in the Russian Federation and its subjects [Electronic resource]. (In Russ). Available from: <https://xn--80afw.xn--b1aew.xn--p1ai/komitet/pravo/metodika>. Accessed: 26.06.2021.
7. Internet portal "Kuban News". Information and analytical report on the results of monitoring of the drug situation in the Krasnodar Territory for 2019. (In Russ). Available from: <https://kubnews.ru/obshchestvo/2020/05/18>. Accessed: 26.06.2021.
8. Zinenko YuV, Moiseev VE, Donskoy AV. Analysis of fatal poisoning with narcotic drugs and psychotropic substances in the Krasnoyarsk Territory for 2013–2017 (according to archival materials of the State Medical Institution "Krasnoyarsk Regional Bureau of Forensic Medical Examination"). *Alleya Nauki*. 2018;1(9):126–134. (In Russ.).
9. Golovko AI, Ivanov MB, Reinyuk VL, et al. Toxicological characteristics of designer drugs from the group of synthetic opioids. *Toxicological Bulletin*. 2019;(1):3–11. (In Russ). doi: 10.36946/0869-7922-2019-1-3-11
10. Decree of the President of the Russian Federation of 23.11.2020 N 733 "On approval of the Strategy of the state anti-drug policy of the Russian Federation for the period up to 2030". (In Russ). Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_368501/. Accessed: 26.06.2021.
11. Vladimirov VYu, Kovalev AV, Minaeva PV, Samokhodskaya OV. Fatal poisoning with narcotic drugs and psychotropic substances in Russia (based on the materials of 2003–2018). *Forensic Medical Examination*. 2019;62(5):4–8. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed2019620514
12. Dzhvalyakov PG, Zbrueva YuV, Kabakova SS, et al. Morphological diagnostics of the toxic effects of smoking mixtures in cases of fatal poisoning with pyrrolidine valerophenone. *Forensic Medical Examination*. 2017;60(4):18–20. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed201760418-20
13. Gigolyan MO, Starberg AI, Cheremkin MI. Pathomorphological changes of internal organs during combined intoxication with alcohol and drugs. In: Selected issues of forensic medical examination: collection of articles. Ed. by A.I. Avdeev, I.V. Vlasuyk, A.V. Nesterov. Khabarovsk; 2019. P. 58–61. (In Russ.).
14. Balabanova OL, Shilov VV, Lodyagin AN, Glushkov SI. Structure and laboratory diagnostics of non-medical consumption of modern synthetic narcotic drugs. *Emergency Medical Care. Sklifosovsky Journal*. 2019;8(3):315–319. (In Russ). doi: 10.23934/2223-9022-2019-8-3-315-319
15. Association of Narcologists. Clinical recommendations. Acute intoxication with psychoactive substances [Electronic resource]. 2020. (In Russ). Available from: <http://xn--80aaiae1abrjrhgbyja5gc5p.xn--p1ai/upload/klinik-rec/pav-2020.pdf>. Accessed: 26.06.2021.
16. Zhevelik OD, Rabodin RA, Sudakov AYU, et al. A retrospective study of cases of acute intoxication with synthetic analogues of narcotic substances (designer drugs) in the Nizhnevartovsk Psychoneurological Hospital. *Healthcare of Ugra: Experience and Innovations*. 2016;(4):36–44. (In Russ).
17. Donroe JH, Tetrault JM. Substance use, intoxication, and withdrawal in the critical care setting. *Crit Care Clin*. 2017; 33(3):543–558. doi: 10.1016/j.ccc.2017.03.003
18. Klevno VA, Shpekht DYU, Bogomolova IN, et al. Investigation of traces of injections in drug users in forensic medical practice. *Forensic Medical Examination*. 2009;51(1):35–39. (In Russ).
19. Sorrentino A, Trotta S, Colucci AP, et al. Lethal endomyocarditis caused by chronic "Krokodil" intoxication. *Forensic Sci Med Pathol*. 2018;14(2):229–235. doi: 10.1007/s12024-018-9967-9
20. Misailidi N, Papoutsis I, Nikolaou P, et al. Fentanyl continues to replace heroin in the drug arena: the cases of ocfentanil and carfentanil. *Forensic Toxicol*. 2018;36(1):12–32. doi: 10.1007/s11419-017-0379-4
21. Orlov YuP, Vasiliev SA. Clinical recommendations. Resuscitation and intensive care of patients with drug poisoning and psychodisruptants. All-Russian public organization "Federation of Anesthesiologists and Resuscitators"; 2016. 19 p. (In Russ).
22. Lisikhina NV. On the issue of the problem of fatal poisoning with psychoactive substances in the light of monitoring the drug situation. *Bulletin of the Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2017;(4):62–66. (In Russ). doi: 10.51980/2542-1735_2017_4_62
23. Kirzhanova VV. Main indicators of the activity of the narcological service in the Russian Federation in 2007–2008 (analysis of federal statistical observation data). *Social Aspects of Population Health*. 2009;(3):8. (In Russ).
24. Official website of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation. The fight against illegal drug trafficking [Electronic resource]. Available from: <https://xn--b1aew.xn--p1ai/news/rubric/14/>. Accessed: 26.06.2021.
25. Lobato-Freitas C, Brito-da-Costa AM, Dinis-Oliveira RJ, et al. Overview of synthetic cannabinoids ADB-FUBINACA and AMB-FUBINACA: clinical, analytical, and forensic implications *Pharmaceuticals (Basel)*. 2021;14(3):186. doi: 10.3390/ph14030186

ОБ АВТОРАХ

* **ТРАВЕНКО Елена Николаевна**, д.м.н., доцент; адрес: Российская Федерация, 350063, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; e-mail: elenaschon@yandex.ru; eLibrary SPIN: 8748-3506; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7403-2521>
ПОРОДЕНКО Валерий Анатольевич, д.м.н., профессор; e-mail: porodenko52@mail.ru; eLibrary SPIN: 6685-8824; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6353-7380>

AUTHOR'S INFO

* **Elena N. Travenko**, MD, Dr. Sci. (Med.), Assistant Professor; address: 4 Mitrofan Sedina Street, Krasnodar, 350063, Russia; e-mail: elenaschon@yandex.ru; eLibrary SPIN: 8748-3506; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7403-2521>
Valeriy A. Porodenko, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; e-mail: porodenko52@mail.ru; eLibrary SPIN: 6685-8824; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6353-7380>

<https://doi.org/10.17816/fm380>



ОБРАЗОВАНИЕ ЗАКРЫТОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ ПО НЕПРЯМОМУ МЕХАНИЗМУ: СЛУЧАЙ ИЗ ЭКСПЕРТНОЙ ПРАКТИКИ

В.Е. Ульяновкин¹, А.Ю. Куприянов², Е.А. Зюбина¹, П.А. Мачинский¹

¹ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва, Саранск, Российская Федерация

² Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы, Саранск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. Актуальность. Из 600 тыс. человек, получивших черепно-мозговую травму, умирает порядка 50 тыс., т. е. около 10%. В литературе описаны случаи повреждения мозга и его оболочек при закрытой черепно-мозговой травме по непрямому механизму, без непосредственного контакта тупых твёрдых предметов с головой, что характерно для импульсной травмы. **Описание экспертного случая.** В нашей практике встретился необычный случай не прямой закрытой черепно-мозговой травмы со смертельным исходом, полученной при дорожно-транспортном происшествии. При судебно-медицинской экспертизе трупа установлено, что черепно-мозговая травма образовалась без непосредственного контакта тупых твёрдых предметов с головой. Образование черепно-мозговой травмы по импульсному механизму редко встречается в судебно-медицинской практике, поэтому каждый случай такой травмы представляет определённый интерес как в практическом, так и научном плане. **Заключение.** Анализ приведённого случая наводит на мысль, что импульсный механизм травмы головы в сочетании с ударно-противоударным механизмом при дорожно-транспортных происшествиях встречается значительно чаще, чем принято считать в настоящее время. Источником кровотечения в данном случае явились венозные сосуды левого полушария мозга, впадающие в сагиттальный синус твёрдой мозговой оболочки.

Ключевые слова: экспертный случай не прямой черепно-мозговой травмы; импульсная травма; первичные и вторичные повреждения при черепно-мозговой травме.

Для цитирования: Ульяновкин В. Е., Куприянов А. Ю., Зюбина Е. А., Мачинский П. А. Образование закрытой черепно-мозговой травмы по непрямому механизму: случай из экспертной практики. *Судебная медицина*. 2021;7(3):168–171. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm380>

Поступила 09.03.2021

Принята после доработки 07.09.2021

Опубликована 15.09.2021

CLOSED CRANIOCEREBRAL INJURY FORMATION ACCORDING TO AN INDIRECT MECHANISM: A CASE FROM EXPERT PRACTICE

Vladislav E. Ulyankin¹, Alexey Yu. Kupriyanov², Ekaterina A. Zyubina¹, Petr A. Machinsky¹

¹ Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation

² Republican Bureau of Forensic Medical Expertise, Saransk, Russian Federation

ABSTRACT. Background: Approximately, 50 thousand die (i.e., about 10%) out of the 600 thousand people with a head injury. Literature examples reported some cases with brain damage with membranes in closed craniocerebral trauma formed by an indirect mechanism without direct contact of blunt solid objects in the head, which is characteristic of impulse trauma. **Case presentation:** In our practice, an unusual case of an indirect closed craniocerebral trauma with a fatal outcome resulting from a road traffic accident was encountered. The forensic medical examination of the corpse established a traumatic brain injury that formed without direct contact with blunt solid objects in the head. Traumatic brain injury formation by an impulse mechanism is rare in forensic medical practices; therefore, each case of such an injury is of certain interest, both in practical and scientific terms. **Conclusion:** The impulse mechanism of head trauma, combined with the shock mechanism in road traffic accidents, is much more common than is currently believed. The bleeding source in such cases is often the venous vessels of the cerebral hemispheres, which flow into the sagittal sinus of the dura mater.

Keywords: expert case of indirect traumatic brain injury; impulse trauma; primary and secondary injuries in traumatic brain injury.

For citation: Ulyankin VE, Kupriyanov AYu, Zyubina EA, Machinsky PA. Closed craniocerebral injury formation according to an indirect mechanism: a case from expert practice. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3):168–171. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm380>

Submitted 09.03.2021

Revised 07.09.2021

Published 15.09.2021

ОБОСНОВАНИЕ

Из 600 тыс. человек, получивших черепно-мозговую травму (ЧМТ), умирает порядка 50 тыс., т. е. около 10%. В литературе имеются примеры того, что в некоторых случаях повреждения мозга и его оболочек при закрытой ЧМТ могут образоваться по непрямому механизму, без непосредственного контакта тупых твёрдых предметов с головой, что характерно для импульсной травмы [1–5]. В нашей практике тоже встретился необычный случай не прямой закрытой ЧМТ со смертельным исходом, полученной при дорожно-транспортном происшествии (ДТП).

Цель исследования — описание морфологических характеристик закрытой ЧМТ при импульсном механизме её образования, обстоятельств получения данной травмы и последующей экспертной оценки.

ПРИМЕР ИЗ ПРАКТИКИ

Обстоятельства травмы

27.12.2018 водитель М., управляя автобусом марки ПАЗ-4234, сбил на проезжей части дороги пешехода Ш., 60 лет, который с места происшествия был доставлен в травмпункт. На обзорной рентгенограмме грудной клетки был обнаружен разрыв правого акромиально-ключичного сочленения; повреждений внутренних органов и костных образований грудной клетки не выявлено. Больной от дальнейшего обследования и стационарного лечения отказался. В крови, взятой на химико-токсикологическое исследование, обнаружен этиловый спирт в концентрации 5,1 промилле. В течение последующих 2,5 дней Ш. лечился дома, где после «светлого промежутка» произошло постепенное ухудшение самочувствия. Со слов родственников, Ш. систематически злоупотреблял алкоголем. Врачом скорой медицинской помощи пациент срочно был доставлен в ГБУЗ РМ «Мордовская республиканская центральная клиническая больница», где после предварительного обследования ему была произведена операция по удалению острой субдуральной гематомы. В ближайшем послеоперационном периоде и в последующие дни, несмотря на проводимое лечение, состояние пациента оставалось тяжёлым, без положительной динамики. Смерть наступила через 7 дней после операции.

Данные медицинских документов

Диагноз заключительный клинический: Закрытая ЧМТ. Ушиб головного мозга средней степени тяжести. Острая субдуральная гематома левой лобно-теменно-височной локализации объёмом 90 мл. Операция

от 30.12.2018: Костно-пластическая трепанация черепа в левой лобно-височно-теменной области. Удаление острой субдуральной гематомы. Осложнение: Дислокационный синдром. Отёк головного мозга. Мозговая декомпенсация. Двусторонняя гипостатическая пневмония. Синдром полиорганной острой недостаточности (мозговой, дыхательной, сердечно-сосудистой).

Результаты судебно-медицинского исследования трупа

Труп гражданина Ш. был вскрыт 08.01.2019 в морге ГКУЗ РМ «Республиканское бюро судебно-медицинской экспертизы». Каких-либо повреждений мягких тканей головы и костей черепа, кроме следов оказания медицинской помощи, не обнаружено. В области фрезевых отверстий и костного фрагмента в зоне трепанации черепа над твёрдой мозговой оболочкой имеются сгустки крови, плотные на ощупь, тёмно-красного цвета с буроватым оттенком, тусклого вида (общим объёмом около 20 мл), которые спаяны с наружным листком твёрдой мозговой оболочки нитями фибрина и с трудом отделяются от неё. Сгустки крови аналогичной характеристики имеются под твёрдой мозговой оболочкой вдоль сагиттального синуса (объёмом 25 мл), в проекции левой теменной доли, а также во всех черепных ямках слева (объёмом около 30 мл) (рис. 1).

Извилины головного мозга уплощены, борозды между ними резко сужены. Под мягкой мозговой оболочкой практически на всём протяжении выпуклой поверхности левого полушария обнаружено очагово-диффузное субарахноидальное кровоизлияние. Здесь же на разрезах в коре и подлежащем белом веществе левого полушария большого мозга местами прослеживаются множественные мелкоточечные и полосовидные кровоизлияния с геморрагическим пропитыванием окружающих тканей (рис. 2).

На обеих миндалинах мозжечка дугообразные следы от давления большого затылочного отверстия. Срединные структуры мозга смещены в направлении слева направо. При гистологическом исследовании обнаружены кровоизлияния в мягкую и твёрдую мозговые оболочки, а также отёк, полнокровие, мелкоочаговые кровоизлияния и геморрагические некрозы в коре и подкорковом белом веществе левого полушария головного мозга. Кроме того, на теле трупа гражданина Ш. были обнаружены разрыв правого акромиально-ключичного сочленения, кровоподтёки жёлто-зелёного цвета в области переднебоковой поверхности грудной клетки и живота справа. На конечностях имелись аналогичные крово-

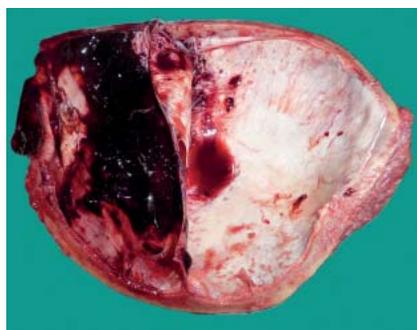


Рис. 1. Левосторонняя субдуральная гематома вдоль сагиттального синуса (зона противоудара) в виде сгустка крови.

Fig. 1. Left-sided subdural hematoma in the form of a blood clot, located along the sagittal sinus (counter-impact zone).

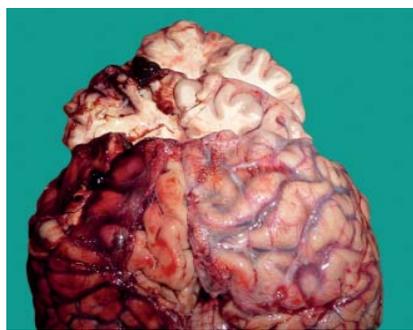


Рис. 2. Субарахноидальное кровоизлияние слева; в коре и подлежащем белом веществе головного мозга на разрезах прослеживаются мелкоочаговые и полосовидные кровоизлияния (зона противоудара).

Fig. 2. Subarachnoid hemorrhage on the left sections in the cortex and the underlying white matter of the brain, small punctate and stripe hemorrhages are traced (the counter-impact zone).



Рис. 3. Следы деформации на капоте автобуса, образовавшиеся в результате наезда на гражданина Ш. (зоны деформации отмечены стрелками).

Fig. 3. Traces of deformation on the hood of the bus formed from the collision with mr. Sh. (deformation zones are marked with arrows).

подтёки, а также ссадины, покрытые тёмно-коричневыми корочками, возвышающимися над окружающей кожей с тенденцией к отслойке и отпадению.

Судебно-медицинский эксперт пришёл к выводу, что смерть гражданина Ш. наступила от закрытой ЧМТ в виде ушиба головного мозга, субарахноидальной и субдуральной гематом со сдавлением левого полушария головного мозга, которые осложнились отёком и дислокацией головного мозга, а также полиорганной недостаточностью (мозговой, дыхательной и сердечно-сосудистой). Все повреждения, обнаруженные на теле гражданина Ш., образовались от действия тупых твёрдых предметов и могли возникнуть при ДТП 27.12.2018. В совокупности они причинили тяжкий вред здоровью и были расценены как опасные для жизни.

По результатам назначенных экспертиз (ситуационная, медико-криминалистическая и автотехническая) для уточнения механизма образования некоторых повреждений у гражданина Ш. установлено следующее. В момент совершения ДТП скорость движения автобуса марки ПАЗ-4234 составляла около 15,9 км/ч (судя по длине следа торможения колёса автобуса на покрытии дороги). При этом гражданин Ш. находился в вертикальном или близком к нему положении, обращённым правой боковой стороной к передней части наезжающего автобуса. От удара наружных частей автобуса у потерпевшего произошёл разрыв правого акромиально-ключичного сочленения, а также образовались кровоподтёки на правой половине тела. Одновременно с этим на передней части капота автобуса возникли следы деформации, которые чётко соответствовали высоте расположения повреждений на правой половине тела потерпевшего (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Основные первичные компоненты непрямого закрытой ЧМТ возникли у гражданина Ш. в момент ДТП преимущественно на стороне противоудара. По нашему

мнению, в их образовании ведущую роль сыграл импульсный механизм травмы с инерционным смещением головного мозга в полости черепа, что подтверждается отсутствием каких-либо повреждений на голове потерпевшего, а также характером морфологических изменений структур мозга и его оболочек. Необычное клиническое течение закрытой ЧМТ (длительный латентный период) связано с особенностями развития вторичных изменений в повреждённых структурах мозга и его оболочек, которые окончательно сформировались через некоторое время после ДТП. Определённую роль в этом процессе могло сыграть тяжёлой степени алкогольное опьянение пешехода в момент ДТП и длительное злоупотребление при жизни спиртными напитками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ приведённого случая непрямого закрытой ЧМТ наводит на мысль, что импульсный механизм травмы головы в сочетании с ударно-противоударным механизмом при ДТП встречается значительно чаще, чем принято считать в настоящее время. Особенностью данного наблюдения является то обстоятельство, что все основные клиничко-морфологические признаки непрямого закрытой ЧМТ появились не сразу после ДТП, а только спустя некоторое время (после «светлого промежутка»), по мере нарастания вторичных изменений в веществе мозга и его оболочках. Источником кровотечения явились венозные сосуды левого полушария мозга, впадающие в сагиттальный синус твёрдой мозговой оболочки, что привело к образованию субдуральной гематомы слева, постепенному сдавлению ею вещества головного мозга и вклиниванию ствола мозга в большое затылочное отверстие.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

П. А. Мачинский — концепция и дизайн исследования, научная редакция и одобрение окончательного

варианта рукописи; **В. Е. Ульянкин** — анализ и интерпретация данных, написание рукописи; **А. Ю. Куприянов, Е. А. Зюбина** — набор материалов и сбор данных. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Р. А. Machinsky — study concept and design, scientific editing, approval of the final version of the manuscript; **V. E. Ulyankin** — data analysis and interpretation and manuscript writing; **A. Yu. Kupriyanov** and **E. A. Zyubina** — set of material and data collection. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work,

drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

The study had no sponsorship.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме / под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. Том III: Последствия и осложнения черепно-мозговой травмы, стандарты и рекомендации, нейрореабилитация, экспертиза. Москва: Антидор, 2002. С. 572–593.
2. Лихтерман Л.Б., Потапов А.А., Клевно В.А., и др. Последствия черепно-мозговой травмы // Судебная медицина. 2016. Т. 2, № 4. С. 4–20. doi: 10.19048/2411-8729-2016-2-4-4-20
3. Гребеньков А.Б. Судебно-медицинская экспертиза черепно-мозговой травмы: справочно-информационные материалы. Курск: Бюро СМЭ, 2014. 73 с.
4. Недугов Г.В. Субдуральные гематомы. Самара: Офорт, 2011. 343 с.
5. Лихтерман Л.Б. Классификация черепно-мозговой травмы. Часть II. Современные принципы классификации ЧМТ // Судебная медицина. 2015. Т. 1, № 3. С. 37–48. doi: 10.19048/2411-8729-2015-1-3-37-48

REFERENCES

1. Clinical guide to traumatic brain injury. Ed. by A.N. Konovalov, L.B. Lichterman, A.A. Potapov. Vol. III: Consequences and complications of traumatic brain injury, standards and recommendations, neurerehabilitation, examination. Moscow: Antidor; 2002. P. 572–593. (In Russ).
2. Lihterman LB, Potapov AA, Klevno VA, et al. Aftereffects of head injury. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2016;2(4): 4–20. (In Russ). doi: 10.19048/2411-8729-2016-2-4-4-20
3. Grebenkov AB. Forensic medical examination of traumatic brain injury: reference and information materials. Kursk: Bureau of SME; 2014. 73 p. (In Russ).
4. Nedugov GV. Subdural hematomas. Samara: Ofort; 2011. 343 p. (In Russ).
5. Lichterman LB. Classification of cranial trauma. Part II. Modern principles of classification of traumatic brain injury. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2015;1(3):37–48. (In Russ). doi: 10.19048/2411-8729-2015-1-3-37-48

ОБ АВТОРАХ

* **УЛЬЯНКИН Владислав Евгеньевич**, ассистент; адрес: Российская Федерация, 430001, Саранск, Республика Мордовия, ул. Васенко, д. 7А; e-mail: Yliankin@yandex.ru; eLibrary SPIN: 2191-6740; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2695-3267>

КУПРИЯНОВ Алексей Юрьевич, врач судебно-медицинский эксперт-криминалист; e-mail: kuper.lescha@yandex.ru
ЗЮБИНА Екатерина Алексеевна, студент; e-mail: francekatusha@yandex.ru

МАЧИНСКИЙ Пётр Александрович, к.м.н., доцент; e-mail: KSudMedinfo@yandex.ru; eLibrary SPIN: 4536-4263; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0574-5768>

AUTHOR'S INFO

* **Vladislav E. Ulyankin**, Assistant; address: 7A Vasenko str., 430001, Saransk, Russia; e-mail: Yliankin@yandex.ru; eLibrary SPIN: 2191-6740; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2695-3267>

Alexey Yu. Kupriyanov, MD; e-mail: kuper.lescha@yandex.ru

Ekaterina A. Zyubina, Student; e-mail: francekatusha@yandex.ru

Petr A. Machinsky, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor; e-mail: KSudMedinfo@yandex.ru; eLibrary SPIN: 4536-4263; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0574-5768>

<https://doi.org/10.17816/fm411>



ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ СУДЕБНО-ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д.В. Богомолов^{1,2}, В.А. Путинцев^{1,2}, Д.В. Сундуков³, О.Л. Романова^{2,3}, А.В. Смирнов³, П.Г. Джувалыков²

¹ Российский центр судебно-медицинской экспертизы, Москва, Российская Федерация

² Научно-исследовательский институт морфологии человека, Москва, Российская Федерация

³ Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. *Основной метод исследования при проведении судебно-гистологических экспертиз — микроскопия. Получаемые с помощью микрокопирования изображения препаратов в виде мысленного образа сохраняются в памяти судебно-медицинского гистолога, но это не единственный носитель отображения зрительной информации. Они также могут быть зарисованы, описаны или зафиксированы с применением фотографирования и видеосъемки. Цель исследования — выявить особенности протоколирования результатов микроскопии в ходе судебно-гистологической экспертизы Российской Федерации (РФ) на современном этапе и перспективы его развития в будущем. Материалом исследования послужили заключения эксперта (специалиста) государственных судебно-медицинских учреждений РФ. При исследовании материала применялись следующие методы: сравнительно-исторический, микроскопический, танатогенетический анализ; микрофото съемка и описание гистологических препаратов. Авторами подробно проанализированы два метода протоколирования полученных результатов при микроскопии, которые наиболее часто используются на современном этапе в РФ при производстве судебно-гистологических экспертиз. В статье отражены их исторические, юридические и судебно-медицинские аспекты, а также рассматриваются некоторые нерешенные проблемы документирования информации, полученной в ходе судебно-гистологического исследования. Авторы выражают своё мнение об использовании компьютерного зрения при микроскопии гистологических препаратов в ближайшем будущем как о дополнении, но не обязательно противоположности биологическому зрению.*

Ключевые слова: *судебно-гистологическая экспертиза; документирование; гистологическое описание; цифровая микрофотография; судебно-гистологический диагноз и компьютерное зрение.*

Для цитирования: Богомолов Д. В., Путинцев В. А., Сундуков Д. В., Романова О. Л., Смирнов А. В., Джувалыков П. Г. Протоколирование результатов исследования в процессе проведения судебно-гистологической экспертизы в Российской Федерации. *Судебная медицина*. 2021;7(3):172–179. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm411>

Поступила 29.06.2021

Принята после доработки 26.08.2021

Опубликована 15.09.2021

RESEARCH RESULT RECORDING OF FORENSIC HISTOLOGICAL EXAMINATION COURSE IN RUSSIA

Dmitriy V. Bogomolov^{1,2}, Vladimir A. Putintsev^{1,2}, Dmitriy V. Sundukov³, Olga L. Romanova^{2,3}, Ascold V. Smirnov³, Pavel G. Dzhuvalyakov²

¹ Russian Centre of Forensic Medical Expertise, Moscow, Russian Federation

² Research Institute of Human Morphology, Moscow, Russian Federation

³ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT. *Microscopy is the main research method during forensic histological examinations. Section images obtained using microscopy in the form of a mental image are stored in the memory of a forensic histologist. In addition, visual information is sketched, described, or recorded using photography and videography. Aims: This study aimed to identify recording microscopy result features in the case of forensic histological examination in Russia at present and its development prospects in the future. Research material included conclusions of an expert (specialist) of state forensic medical institutions in Russia. Methods used to study the material were as follows: comparative-historical analysis, microscopic, thanatogenetic analysis, microphotography, and histological section description. The authors analyzed two methods of recording of microscopy results in detail, which are frequently used in forensic histological examinations at present in Russia. The article reflects historical, legal, and forensic aspects,*

as well as some unresolved problems of recording information obtained during forensic histological research. The authors also express their opinion about the use of computer vision of histological section microscopy in the near future, as a supplement but not the opposite of biological vision.

Keywords: forensic histological examination; recording; histological description; digital microphotography; forensic histological diagnosis and computer vision.

For citation: Bogomolov DV, Putintsev VA, Sundukov DV, Romanova OL, Smirnov AV, Dzhuvalyakov PG. Research result recording of forensic histological examination course in Russia. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3): 172–179. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm411>

Submitted 29.06.2021

Revised 26.08.2021

Published 15.09.2021

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии со статьёй 9 Федерального закона № 73 от 31 мая 2001 года «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», заключение эксперта есть письменный документ, отражающий ход и результаты исследований, проведённых экспертом¹. Заключение эксперта представляется в письменном виде, где содержатся исследования и выводы по вопросам, поставленным перед экспертом лицом, ведущим производство по уголовному делу, или сторонами.

«Судебно-гистологическая экспертиза производится для установления наличия и оценки патологических изменений в органах и тканях, обусловленных насильственными воздействиями или заболеваниями, определения прижизненности и давности причинения телесных повреждений, а также решения иных вопросов, связанных с определением микроскопической структуры органов и тканей человека. Судебно-гистологическая экспертиза включает назначение специальных окрасок и дополнительных методов исследования с учётом поставленной цели; приготовление препаратов; микроскопическое исследование; протоколирование результатов исследования; формулирование судебно-гистологического диагноза и выводов; оформление процессуально предусмотренного документа «заключение эксперта». Судебно-гистологические экспертные исследования могут выполняться в процессе проведения экспертизы трупа и его частей» [1–3].

ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной метод исследования при проведении судебно-гистологических экспертиз — микроскопия. Получаемые с помощью микрофотографирования изображения препаратов в виде мысленного образа сохраняются в памяти судебно-медицинского гистолога, но это не единственный носитель отображения зрительной информации. Они также могут быть зарисованы, описаны

или зафиксированы с применением фотографирования и видеосъёмки [4–8]. Например, разработанный порядок изготовления оригинального рисунка при микрофотографировании:

- 1) выбрать информационную зону на объекте;
- 2) смотреть в окуляр микроскопа и одновременно наносить контуры рисунка на бумагу для рисования;
- 3) постепенно вносить в контур рисунка детали;
- 4) точно помечать рисунок: указать объект, кратность увеличения, детали, Ф.И.О. исполнителя.

Для наглядности представлен оригинальный рисунок (рис. 1), который был выполнен с препарата при микроскопии в процессе подготовки одним из авторов к изданию Атласа микроскопического строения тканей и органов [5].

В настоящее время для отображения полученных изображений при микроскопии в практике судебно-ме-

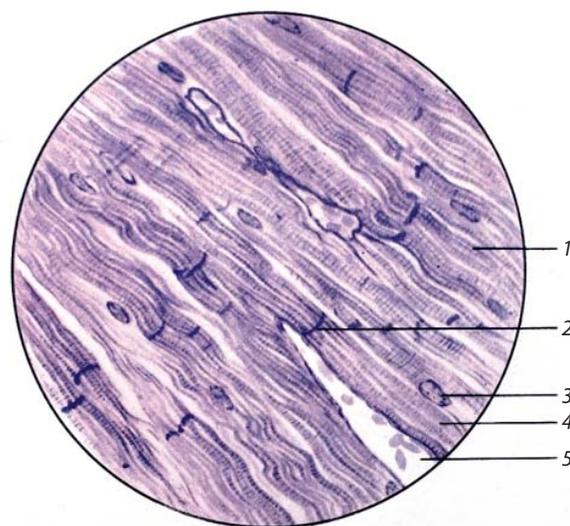
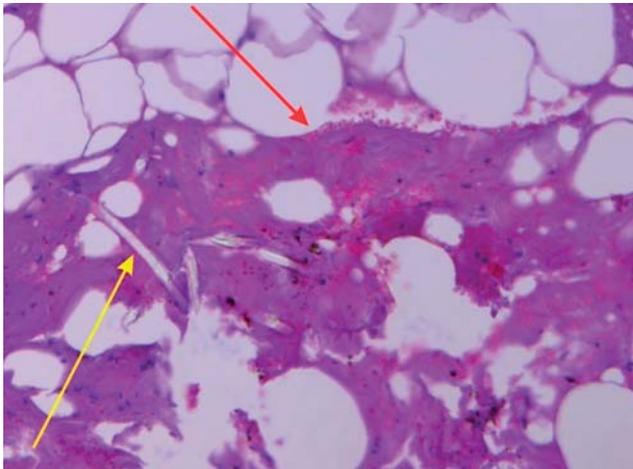


Рис. 1. Миокард: 1 — волокно мышечного синцития сердца; 2 — вставочная пластинка; 3 — ядро мышечного синцития; 4 — саркоплазма; 5 — кровеносный сосуд. Окраска триоксигематеином. Увеличение: объектив 40, окуляр 15.

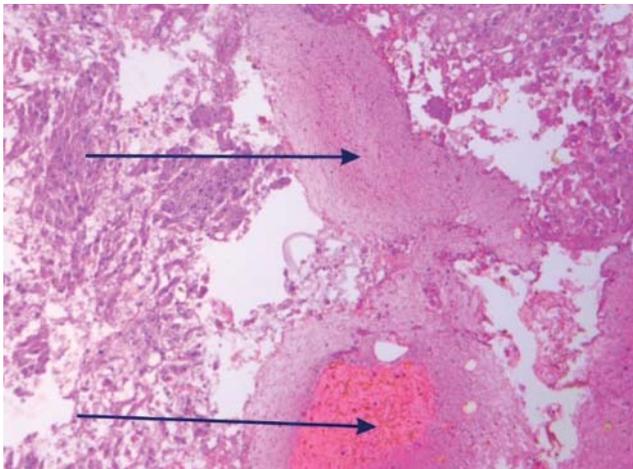
Fig. 1. Myocardium: 1 — fiber of the muscle syncytium of the heart; 2 — insert plate; 3 — the nucleus of the muscle syncytium; 4 — sarcoplasm; 5 — blood vessel. Staining with trioxihematein. Magnification: lens 40, eyepiece 15.

¹ The report of the forensic (заключение эксперта судебно-медицинской экспертизы) — аналогичный правовой документ, который оформляется экспертами за рубежом.



Мягкие ткани из области раны № 14, очаговое кровоизлияние, фрагменты синтетических волокон (указаны стрелками: кровоизлияние — красной, синтетическое волокно — желтой). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100^х.

Soft tissues from the wound area No. 14, focal hemorrhage, fragments of synthetic fibers (indicated by arrows: hemorrhage - red, synthetic fiber - yellow). Staining with hematoxylin and eosin. Magnification 100^x.



Дефект ткани печени в области раневого канала, выполненный эритроцитами и фибриновыми массами (указаны стрелками). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100^х.

Liver tissue defect in the wound canal area made by RBCs and fibrin masses (indicated by arrows). Staining with hematoxylin and eosin. Magnification 100^x.

Репродукции полученных цифровых изображений и их разметка были выполнены с помощью персонального компьютера Intel(R) Core(TM), лицензионного программного пакета для обработки векторных и растровых изображений CorelDRAW® X6 Version 16.4.1.1281, Corel PHOTO-PAINT™ X6 Version 16.4.1.1281 (цветовое пространство RGB), цветного лазерного принтера Xerox WorkCentre 7839.

Судебно-медицинский эксперт: _____ Ф.И.О.

Рис. 2. К заключению эксперта № 00/00.

Fig. 2. To the № 00/00 expert's conclusion

дицинского гистолога всё чаще применяется цифровая микрофотосъёмка². Для документирования цифровых микрофотографий при микроскопическом исследовании в судебной медицине и патологической анатомии разработаны специальные методические рекомендации [9–11]. При оформлении заключения эксперта полученная зрительная информация при микроскопии документируется с помощью электронно-вычислительных машин в виде начертательного письма (письменная речь на национальном языке с использованием гистологической терминологии в текстовом формате) и «предметного» письма (изображения микрофотографий в виде рисунков). Текст с описанием располагается в исследовательской части заключения эксперта (пример 1), а микрофотографии как материалы, иллюстрирующие заключение [12] и являющиеся его составной частью, прилагаются в виде таблиц (ч. 3 ст. 204 Уголовно-процессуального кодекса РФ). Данные таблицы изготавливаются при помощи программного обеспечения на листе бумаги как единое целое, где размещаются изображения микрофотографий в виде рисунков с комментариями³ (рис. 2).

Пример 1

«Исследование гистологических препаратов проводили в видимом проходящем свете под микроскопом Leica DM4000 B LED с увеличением изображения от 50^х до 400^х. С помощью установленной на микроскоп Leica DM4000 B LED цифровой фотокамеры Leica DFC450 C и лицензионного программного обеспечения LAS Ver. 4.5 были изготовлены 24 микрофотографии, репродукции которых с соответствующей разметкой и пояснительными подписями приведены в таблицах к данному заключению эксперта.

Описание гистологических препаратов. МАРКИРОВКА: мягкие ткани из области раны № 14 (1 кусок, 2 среза). Срезы представлены жировой тканью: в ткани визуализируются очаговые кровоизлияния, состоящие из неизмененных или нечетко контурированных эритроцитов, клеток белой крови, в том числе единичных нейтрофилов; местами видны мелкие частицы бурого цвета, фрагменты синтетических волокон. Сосуды преимущественно малокровные, отмечается спазм артерий. Отек жировой ткани отсутствует. <...> ПЕЧЕНЬ (2 кусок, 2 среза): малокровие портальных и центральных вен, капилляров. Фиброз, спазм артерий. В одном из срезов

² Цифровая микрофотография — получение микрофотографии с помощью микроскопа, соединённого с фотоаппаратом, или с помощью специальных микрофотоустановок, где фотохимические процессы изображения заменены электромагнитными.

³ «Заключение эксперта» является правовым документом и создаётся на бумажном носителе, а его вариант на электронном носителе в настоящее время не имеет законной силы в судопроизводстве РФ.

отмечается дефект ткани, выполненный гемолизированной кровью и отдельными гепатоцитами» [10].

В ходе судебно-гистологического исследования выявленные микроскопические изменения анализируются и систематизируются в судебно-гистологический диагноз по патогенетическому принципу, на русском языке с использованием терминов гистологической и патоморфологической номенклатуры (пример 2). При недостатке зрительной информации по объективной или субъективной причине используется фактографическое оформление диагноза, при котором в систематизированной последовательности приводят обнаруженные в органах и тканях изменения (пример 3). В повреждениях органов и тканей травматического и нетравматического генеза отмечают характер и степень выраженности реактивных процессов, указывая преимущественную их локализацию [13, 14].

Пример 2

«Гистологический рисунок: ГОЛОВНОЙ МОЗГ (2). Кора. Преимущественно периваскулярный отек (слабовыраженный) в коре на фоне дистонии сосудов Артериосклероз. Ишемические изменения нейронов коры с сателлитозом. Местами острое набухание пирамидных клеток с кариолизом. Диффузный глиоз за счет олиго- и микроглии. ЛЕГКОЕ (2). Умеренно выраженная очаговая центроацинарная эмфизема чередуется с полями ателектаза. Резкое полнокровие сосудов микроциркуляции, стромальный и очаговый интраальвеолярный отек. Бронхи дистоничны, местами с фесточатыми контурами. В просвете их слущенный эпителий. Местами в альвеолах примесь свежих эритроцитов, а также катар и гемосидероз альвеолярных макрофагов. СЕРДЦЕ (4). Дистония сосудов микроциркуляции. Диффузный и мелкоочаговый кардиосклероз с тучноклеточным компонентом. Гипертрофия кардиомиоцитов очагово, накопление бурого пигмента в цитоплазме перинуклеарно. Очаги контрактурных повреждений кардиомиоцитов 2–3-й ст., значительные поля фрагментации. Мелкие ветви коронарных артерий с явлениями артериосклероза и умеренного диффузного интимального утолщения. ПЕЧЕНЬ (1). Гистоархитектоника сохранена. Строма портальных трактов скупо инфильтрирована лимфо- и макрофагальными клеточными элементами. Активация купферовских клеток. Неравномерное кровенаполнение с тенденцией к полнокровию. Неравномерно выраженная мелко- и средневакуольная жировая дистрофия. Поля гидропической дистрофии. ПОЧКА (1). Очаговое полнокровие сосудов, микроциркуляции коры и пирамид. Капсулы некоторых клубочков со следами первичной мочи. Отек интерстиция мозгового слоя очагово. Очаговая гиалиново-капельная дистрофия эпителия канальцев. НАДПОЧЕЧНИК (1). Полнокровие. Кора неравномерной толщины. Очагово экстракапсулярные дольки. Делипоидизация внутрен-

ней трети коры. МЯГКИЕ ТКАНИ ШЕИ (1). Мышечная и жировая ткань с отеком и полнокровием стромы. Пропитывающие кровоизлияния с примесью фоновых клеток белой крови. Мышечные волокна местами извиты, фрагментированы. Очагово жировые кисты. В ткани встречаются единичные нервные стволы. КОЖА (4). Эпидермис на определенном промежутке отсутствует, в краях значительно осаднен, представлен базофильным, базальным и шиповатым слоем. Под ним гомогенизированные слегка базофильные коллагеновые волокна. Волосные фолликулы с вытягиванием и гипербазофилией эпителиоцитов. В подлежащей коже и мышечной ткани мышечные волокна фрагментированы, между ними пропитывающее кровоизлияние из малоизмененных эритроцитов. СУДЕБНО-ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ ДИАГНОЗ: Прижизненная осадненная странгуляционная борозда. Острые кровоизлияния в мягкие ткани шеи. Диффузный глиоз коры головного мозга. Делипоидизация внутренней трети коры надпочечников. Диффузный кардиосклероз. Гипертрофия кардиомиоцитов. Артериосклероз. Очаги фрагментации кардиомиоцитов. Острые интраальвеолярные кровоизлияния. Дистелектазы. Умеренно выраженный отек легких. Начальные явления отека головного мозга. Очаговый липофусциноз и гиперплазия лейдиговых клеток, тестикул. Очаговый жировой гепатоз. Гидропическая дистрофия гепатоцитов» [10].

Пример 3

«Результаты исследования: АРТЕРИЯ СЕРДЦА. Циркулярная фиброзная бляшка с атероматозом, очаговым обызвествлением и оссификацией, стенозом просвета на 70%. Рядом фрагмент стенки предсердия, сердца с умеренным склерозом эндокарда, склерозом стромы и гипертрофией кардиомиоцитов. ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Стенозирующий атерокальциноз артерии сердца (IV стадия). СЕРДЦЕ. В эпикарде коронарная артерия с эксцентричной фиброзной бляшкой со стенозом на 60%, с признаками свежей волны липоидоза. Мышечные волокна гипертрофированы, исчерченность сохранна, в цитоплазме глыбки бурого пигмента. Строма с диффузным склерозом, полнокровием сосудов, наличием внутрисудистой агрегации эритроцитарных тромбов. Имеются очаговые разрастания волокнистой рубцовой ткани с гиалинозом. В одном из препаратов мышечные волокна гомогенизированы, с пекнотичными ядрами и без ядер, по периферии признаки лейкодиapedеза, очаговые скопления сегментоядерных лейкоцитов и лимфоцитов, паретическое расширение сосудов. ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Постинфарктный кардиосклероз, повторный инфаркт миокарда, давностью 48–72 ч. ЛЕГКИЕ...» [10].

Нередко возникает вопрос, почему одни судебно-медицинские гистологи при оформлении заключения эксперта используют термин «Гистологический рисунок» или «Описание гистологических препара-

тов», а другие — «Результаты исследования» (см. примеры 1–3). На наш взгляд, термины «Гистологический рисунок» и «Описание гистологических препаратов» равнозначны, так как используются в случаях, когда документально отражены только выявленные микроскопические изменения (без гистологического диагноза), а «Результаты исследования» — когда отражено и то и другое [15–17].

При производстве судебно-гистологических экспертиз полученные микрофотографии с информативной зоной (дискретная единица информации) по специальной разработанной медицинской технологии, экспертной методике или алгоритму могут иметь доказательное значение, поэтому их необходимо представлять в приложении заключения как объективное документально зафиксированное доказательство [16, 17], что значительно облегчит решение спорных вопросов в дальнейшем судебном разбирательстве (рис. 3).

Информация, заключённая в препарате, может быть описана различными знаковыми системами — как словесными, так и графическими. Перевод из одной в другую представляет значительную семиотическую проблему [18]: «Письмо возникло за несколько тысяч лет до нашей эры в результате упорного стремления людей к взаимному общению. Благодаря письму мы передаём знание будущему поколению. На первой ступени своего развития письмо было предметным. Люди пытались передавать свои мысли с помощью предметов. Позднее на смену предметному письму пришло начертательное, которое прошло три стадии развития: живописное (картинное), иероглифическое и, наконец, алфавитное, т. е. буквенное (существует и в наше время). В настоящее время кроме буквенного письма существует еще

цифровое (в бухгалтерии, номера телефонов, шифровки и т. д.) и смешанное (точные науки — математика, информатика, физика, химия и т. д.). Необходимо также отметить стенографическое письмо⁴, которое родилось из обычного письма на ранней стадии развития человеческой культуры в связи с возникшей у разных народов потребностью в краткой и быстрой записи и точном запечатлении устной речи. Наибольший расцвет стенография получила в Древней Греции и Риме. Автором древнеримской стенографии считается Тирон. Латинская стенография в честь ее автора называлась тироновыми нотами (нота — по-латыни «знак»)» [18], которых насчитывалось несколько тысяч. Современная стенография⁵ значительно упрощена за счёт отдельных знаков для сочетаний букв и отказа от иератических знаков.

Остаётся еще и пиктографическое письмо⁶, которое можно отнести рисуночному письму (татуировки, секты, неформальные организации). В настоящее время пиктограммы имеют узкоспециальную роль: например, дорожные знаки, значки-элементы графического интерфейса пользователя электронно-вычислительной машины (ЭВМ), электронных устройств и т. д., в отличие от привычного нам алфавитного письма, способного отображать многоуровневый характер естественно-го языка.

Письменная речь — это содержание документа и языковые средства его выражения. В случаях установления автора документа при криминалистическом исследовании рукописного текста анализу подвергается его смысловая и графическая составляющие [19]. В настоящее время с помощью программного обеспечения ЭВМ и цифрового принтера описание и микрофотографии при оформлении документов изображаются на бумаге в виде текстовых форматов и рисунков, которые условно можно отнести к предметному письму, что не исключает в случаях необходимости применения к нему традиционной автороведческой методики. У каждого судебно-медицинского гистолога помимо индивидуальности мышления со временем вырабатываются свой стиль и манера научного изложения полученной информации, на которое большое влияние оказывает научная школа.

Наряду с этим в гистологии возникло большое количество новых терминов, характеризующих структурную организацию клеток и тканей. Многие из них были так

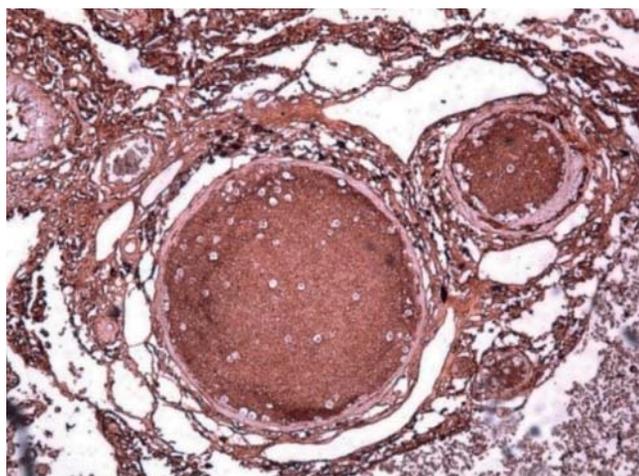


Рис. 3. Эмболия инородными массами сосудов лёгкого, шаровидные включения — мелкогранулированные инородные тела MMA-цемента, используемого в артропластике тазобедренного сустава). Иммуногистохимическое исследование на фибриноген. Ув. 100 \times .

Fig. 3. Embolism by foreign masses in the lung vessels, spherical inclusions — finely granulated foreign bodies of MMA-cement used in hip arthroplasty. IHC for fibrinogen. Magnification 100 \times .

⁴ Стенография (графодромия) — скоростное письмо особыми знаками, настолько краткими, что ими можно записать живую речь.

⁵ Профессия стенографа упразднена и выведена из реестра профессий Российской Федерации в 2018 году.

⁶ Пиктограмма — знак, отображающий важнейшие узнаваемые черты объекта, предмета или явления, на которые он указывает, чаще всего в схематическом виде.

называемыми словами-гибридами, т.е. образованными на основе латинских и греческих корней, но с характерными языковыми особенностями ряда стран Европы. Некоторые систолические структуры получили названия только на национальных языках, что привело к образованию большого количества синонимов и к различной трактовке одних и тех же терминов. В связи с этим была разработана Международная гистологическая номенклатура LNH⁷, которая включает 2846 латинских терминов [13]. Приоритет в её разработке был у отечественных учёных.

Кроме терминологии, для полноты семиотической системы современной гистопатологии необходимы ещё система связей и синтаксис [18, 20], без которых невозможна полноценная формализация этой области знания. В качестве логической базы для этой формализации может быть использована любая адекватная многозначная логика. Заключение эксперта как научно-практическое исследование «должно иметь логическую структуру и в обязательном порядке — логическую связь между выводами и описательной частью заключения» [21]. В практическом отношении при анализе судебно-гистологических материалов надлежит следовать алгоритму их описания с использованием LNH, а также грамматики национального языка описания [13, 22]. Желательно также иллюстрировать все морфологические значимые изменения с помощью цифровой фотосъёмки и гистостереометрии при необходимости, а судебно-гистологический диагноз необходимо строить по патогенетическому принципу с учётом имплицативного принципа причинности [23].

«Наступивший век потребует существенного изменения методологической базы всех наук, в том числе медицинских, что связано с максимальным использованием возможностей математических подходов к решению многочисленных научных и практических задач» [24]. Одним из наиболее важных применений является обработка изображений в медицине — компьютерное зрение⁸. В этих условиях важно сохранить традиционные описательные подходы и систематизацию многолетних наблюдений. Компьютерное зрение может быть использовано и как дополнение (но не обязательно противоположность) биологическому зрению. Мозг человека является неизмеримо более совершенной системой, чем машина, поэтому даже простейшие психологические действия человека являются для машины чрезвычайно сложными. В мышлении отдельного человека запрограммирован опыт предшествующих поколений, опыт

современников и личный опыт, который систематически обогащается и обновляется. В этом отношении сама по себе программа любой кибернетической машины без воздействия на неё человека малоподвижна. Умственная деятельность человека непосредственно связана с речью, а осуществляется и совершенствуется в связи с его чувствами и волей [25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По мнению авторов, судебно-медицинская гистология, всё ещё не является дедуктивной системой, и поэтому проблема интерпретации гистологических описаний и графических изображений стоит по-прежнему остро, такое положение является временным, так как оптимальной в будущем будет дедуктивная система на основе естественного языка с соответствующей терминологией и синтаксисом.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

Д. В. Богомолов, В. А. Путинцев — сбор данных; *Д. В. Богомолов, В. А. Путинцев, Д. В. Сундуков, О. Л. Романова, А. В. Смирнов, П. Г. Джувалыков* — написание черновика рукописи; *Д. В. Богомолов, В. А. Путинцев, Д. В. Сундуков, П. Г. Джувалыков* — научная редакция рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

D. V. Bogomolov, V. A. Putintsev — data collection; *D. V. Bogomolov, V. A. Putintsev, D. V. Sundukov, O. L. Romanova, A. V. Smirnov, P. G. Dzhuvalyakov* — draft of the manuscript; *D. V. Bogomolov, V. A. Putintsev, D. V. Sundukov and P. G. Dzhuvalyakov* — critical manuscript revision of important intellectual content, review, and final manuscript approval. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The authors declare that they have no competing interests.

⁷ LNH (Leningradensia Nomina Histologica) — официальная международная гистологическая номенклатура, принятая в 1970 г. в Ленинграде на IX Международном конгрессе анатомов.

⁸ Компьютерное зрение (техническое зрение) — теория и технология создания машин, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касьянов М.И. Очерки судебно-медицинской гистологии. Москва: Медгиз, 1954. С. 11–26.
2. Виттер В.И., Кунгурова В.В., Хасанянова С.В., Поздеев А.Р. Судебно-медицинская гистология: учебное пособие для вузов, 2-е изд. Москва: Юрайт, 2020. 303 с.
3. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ (Минздравсоцразвития России) от 12.05.2010 № 346н «Об утверждении Порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12077987/>. Дата обращения: 12.06.2021.
4. Brehme S, Meincke I. Wissensspeicher Biologie. Berlin: Volk und Wissen Verlag CmbH; 2003. 21 p.
5. Елисеев В.Г., Афанасьев Ю.И., Котовский Е.Ф. Атлас микроскопического строения тканей и органов (к практическим занятиям студентов по гистологии). Москва: Медгиз, 1961. 199 с.
6. Пермяков А.В., Виттер В.И., Неволин Н.И. Судебно-медицинская гистология. Руководство для врачей. (Издание второе, переработанное и дополненное). Ижевск-Екатеринбург: Экспертиза, 2003. 214 с.
7. Атлас гистологии / под ред. У. Велша; пер. с нем. под ред. В.В. Банина. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 264 с.
8. Ягмуров О.Д., Попов В.Л., Мосоян А.С. Атлас судебно-медицинской гистологии: учебное пособие для студентов. Санкт-Петербург: Юридический центр Пресс, 2019. 224 с.
9. Богомолов Д.В., Путинцев В.А., Киреева Е.А. Фотодокументирование цифровых изображений при проведении судебно-гистологических исследований // Военно-медицинский журнал. 2012. Т. 333, № 4. С. 60–61.
10. Путинцев В.А., Богомолов Д.В., Федулова М.В., Кульбицкий Б.Н. Порядок документирования цифровых изображений в судебно-медицинской гистологии // Судебно-медицинская экспертиза. 2012. Т. 55, № 6. С. 30–33.
11. Путинцев В.А., Богомолов Д.В., Федулова М.В., и др. Гистологические исследования в судебной медицине и патологической анатомии и их электронное документирование: методические рекомендации. Москва: РИО ФГБУ РЦСМЭ, 2012. 14 с.
12. Колкутин В.В., Федулова М.В., Ковалев А.В., Пинчук П.В. Порядок оформления экспертных документов в государственных судебно-экспертных учреждениях МО РФ: методические указания. Москва: РИО ФГБУ РЦСМЭ, 2007. 36 с.
13. Международная гистологическая номенклатура (Nomina histologica) / под общ. ред. Ю.Н. Копаева. Москва: Медицина, 1973. 96 с.
14. Мяделец О.Д., Кичигина Т.Н., Мяделец Н.Я. Словарь терминов по общей гистологии, цитологии и эмбриологии: пособие. Витебск: ВГМУ, 2007. 120 с.
15. Хохлов В.В., Андрейкин А.Б. Судебная медицина: учебник и практикум для вузов. 4-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2020. 462 с.
16. Путинцев В.А. Судебно-медицинская оценка динамики гистоморфологических изменений внутренних органов при критических и терминальных состояниях: Дис. ... докт. мед. наук. Москва, 2019. 227 с.
17. Путинцев В.А., Лозоватор А.Л., Богомолов Д.В. Документально зафиксированная информативная зона (дискретная единица информации) при микроскопическом исследовании в судебной медицине и ее доказательное значение в суде // Медицинская экспертиза и право. 2013. № 2. С. 47–51.
18. Степанов Ю.С. Семиотика. Москва: Академия наук СССР. Институт языкознания. Издательство «Наука», 1971. 146 с.
19. Ищенко Е.П. Криминалистика: учебник. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Юридическая фирма «Контракт». Волтерс Клувер, 2011. 512 с.
20. Морис К., Эрнест Н. Введение в логику и научный метод / пер. с англ. П.С. Куслия. Москва; Челябинск: Социум, 2015. 519 с.
21. Попов В.П., Ковалев А.В., Ягмуров О.Д. Судебная медицина: учебник для медицинских вузов. Санкт-Петербург: Юридический центр, 2016. 512 с.
22. Богомолов Д.В. Методологические проблемы современной танатологии // Всероссийское совещание судебно-медицинских экспертов по применению правил и медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека: сб. материалов. Москва, 2008. С. 65–68.
23. Богомолов Д.В., Богомолова И.Н. Алгоритм судебно-гистологического исследования. Методические рекомендации. Москва: РИО ФГБУ РЦСМЭ, 2010. 14 с.
24. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии: учебное пособие. Москва: Медицина, 2002. 240 с.
25. Луков Г.Д., Платонов К.К. Психология. Москва: Военное издательство, 1964. 345 с.

REFERENCES

1. Kasyaniv MI. Essays on forensic histology. Moscow: Medgiz; 1954. P. 11–26. (In Russ).
2. Vitter VI, Kungurova VV, Khasanyanova SV, Pozdееv AR. Forensic histology: a textbook for universities, 2nd ed. Moscow: Yurayt; 2020. 303 p. (In Russ).
3. Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation (Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation) No. 346n dated 12.05.2010 «On approval of the Procedure for organizing and conducting forensic medical examinations in state forensic expert institutions of the Russian Federation». (In Russ). Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12077987/>
4. Brehme S, Meincke I. Wissensspeicher Biologie. Berlin: Volk und Wissen Verlag CmbH; 2003. 21 p. (In German).
5. Eliseev VG, Afanasyev YuI, Kotovsky EF. Atlas of the microscopic structure of tissues and organs (for practical classes of students in histology). Moscow: Medgiz; 1961. 199 p. (In Russ).
6. Permyakov AV, Viter VI, Nevolin NI. Forensic histology. A guide for doctors. (Second edition, revised and expanded). Izhevsk-Yekaterinburg: Expertise; 2003. 214 p. (In Russ).
7. Atlas of Histology. Ed. by W. Welsh; trans. from German ed. by V.V. Banin. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. 264 p. (In Russ).
8. Yagmurov OD, Popov VL, Mosoyan AS. Atlas of forensic histology: a textbook for students. Saint Petersburg: Law Center Press; 2019. 224 p. (In Russ).

9. Bogomolov DV, Putintsev VA, Kireeva EA. Photo documentation of digital images during forensic histological studies. *Voenno-meditsinskiy zhurnal*. 2012;333(4):60–61. (In Russ).
10. Putintsev VA, Bogomolov DV, Fedulova MV, Kulbitsky BN. The procedure for documenting digital images in forensic medical histology. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2012; 55(6):30–33. (In Russ).
11. Putintsev VA, Bogomolov DV, Fedulova MV, et al. Histological studies in forensic medicine and pathological anatomy and their electronic documentation: Methodological recommendations. Moscow: RIO FSBI RCSE; 2012. 14 p. (In Russ).
12. Kolkutin VV, Fedulova MV, Kovalev AV, Pinchuk PV. The procedure for processing expert documents in state forensic expert institutions of the Ministry of Defense of the Russian Federation: methodological guidelines. Moscow: RIO FSBI RCSE; 2007. 36 p. (In Russ).
13. International histological nomenclature (Nomina histologica). Ed. by Yu.N. Kopaev. Moscow: Meditsina; 1973. 96 p. (In Russ).
14. Myadelets OD, Kichigina TN, Myadelets NYa. Dictionary of terms on general histology, cytology and embryology: stipend. Vitebsk: VSMU; 2007. 120 p. (In Russ).
15. Khokhlov VV, Andreikin AB. Forensic medicine: textbook and practical course for universities. 4th revised and updated. Moscow: Yurayt; 2020. 462 p. (In Russ).
16. Putintsev VA. Forensic medical assessment of the dynamics of histomorphological changes in internal organs in critical and terminal conditions [dissertation]. Moscow; 2019. 227 p. (In Russ).
17. Putintsev VA, Lozovator AL, Bogomolov DV. A documented informative zone (a discrete unit of information) during microscopic examination in forensic medicine and its evidentiary value in court. *Meditsinskaya ekspertiza i pravo*. 2013;(2):47–51. (In Russ).
18. Stepanov YuS. Semiotics. Moscow: Academy of Sciences of the USSR. Institute of Linguistics. Nauka Publishing House; 1971. 146 p. (In Russ).
19. Ishchenko EP. Criminalistics: textbook. 3rd revised and updated. Moscow: Kontrakt Law Firm. Volters Kluwer; 2011. 512 p. (In Russ).
20. Maurice K, Ernest N. Introduction to logic and scientific method. Trans. from the English by P.S. Kusliya. Moscow; Chelyabinsk: Socium; 2015. 519 p. (In Russ).
21. Popov VP, Kovalev AV, Yamgurov OD. Forensic medicine: textbook for medical universities. Saint Petersburg: Law Center; 2016. 512 p. (In Russ).
22. Bogomolov DV. Methodological problems of modern thanatology. In: All-Russian meeting of forensic medical experts on the application of rules and medical criteria for determining the severity of harm caused to human health: the collection of materials. Moscow; 2008. P. 65–68. (In Russ).
23. Bogomolov DV, Bogomolova IN. Algorithm of forensic histological examination. Methodological recommendations. Moscow: RIO FSBI RCSME; 2010. 14 p. (In Russ).
24. Avtandilov GG. Fundamentals of quantitative pathological anatomy: a textbook. Moscow: Meditsina; 2002. 240 p. (In Russ).
25. Lukov GD, Platonov KK. Psychology. Moscow: Military Publishing House; 1964. 345 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **РОМАНОВА Ольга Леонидовна**, к.б.н.; адрес: Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: olgpharm@yandex.ru; eLibrary SPIN: 6727-9170; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6356-9251>
БОГОМОЛОВ Дмитрий Валерьевич, д.м.н.; e-mail: usicc@yandex.ru; eLibrary SPIN: 2777-2674; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9111-8623>
ПУТИНЦЕВ Владимир Александрович, д.м.н., e-mail: pv963@rambler.ru; eLibrary SPIN: 9419-5554; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0948-0496>
СУНДУКОВ Дмитрий Вадимович, д.м.н., e-mail: sundukov_dv@rudn.university; eLibrary SPIN: 2968-7961; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8173-8944>
СМИРНОВ Аскольд Владиславович; e-mail: ascold20@yandex.ru; eLibrary SPIN: 8821-7740; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6017-5310>
ДЖУВАЛЯКОВ Павел Георгиевич, д.м.н.; e-mail: fred197490@gmail.com; eLibrary SPIN: 5925-7780; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1709-2418>

AUTHOR'S INFO

* **Olga L. Romanova**, Cand. Sci. (Biol.); address: 8, Miklukho-Maklaya street, Moscow, 117198, Russia; e-mail: olgpharm@yandex.ru; eLibrary SPIN: 6727-9170; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6356-9251>
Dmitriy V. Bogomolov, MD, Dr. Sci. (Med.); e-mail: usicc@yandex.ru; eLibrary SPIN: 2777-2674; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9111-8623>
Vladimir A. Putintsev, MD, Dr. Sci. (Med.); e-mail: pv963@rambler.ru; eLibrary SPIN: 9419-5554; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0948-0496>
Dmitriy V. Sundukov, MD, Dr. Sci. (Med.); e-mail: sundukov_dv@rudn.university; eLibrary SPIN: 2968-7961; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8173-8944>
Ascold V. Smirnov; e-mail: ascold20@yandex.ru; eLibrary SPIN: 8821-7740; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6017-5310>
Pavel G. Dzhuvalyakov, MD, Dr. Sci. (Med.); e-mail: fred197490@gmail.com; eLibrary SPIN: 5925-7780; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1709-2418>

<https://doi.org/10.17816/fm394>



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛИБРА И ВИДА ОГНЕСТРЕЛЬНОГО СНАРЯДА МЕТОДОМ НАЛОЖЕНИЯ ПО ВЫХОДНОМУ ПОВРЕЖДЕНИЮ СВОДА ЧЕРЕПА

В.В. Семёнов, А.М. Тетюев

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ. Представлен случай групповой идентификации огнестрельного снаряда с помощью сравнительного исследования методом наложения. Идентификация проведена по выходному огнестрельному повреждению костей свода черепа скелетированного трупа. Форма и размер выходного огнестрельного дырчатого перелома отобразили калибр пули и её боковой профиль. Входное повреждение, расположенное на передней дуге I шейного позвонка и базилярной части затылочной кости, в данном случае не обладало идентификационной значимостью.

Ключевые слова: огнестрельный перелом; идентификация; скелетированные останки; огнестрельный снаряд.

Для цитирования: Семёнов В. В., Тетюев А. М. Определение калибра и вида огнестрельного снаряда методом наложения по выходному повреждению свода черепа. *Судебная медицина*. 2021;7(3):180–185. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm394>

Поступила 03.05.2021

Принята после доработки 23.06.2021

Опубликована 10.09.2021

GUNSHOT MISSILE CALIBER AND TYPE ESTIMATION USING SUPERPOSITION METHOD BY EXIT GUNSHOT CRANIAL VAULT FRACTURE

Viachaslau V. Siamionau, Andrei M. Tsiatsiuyeu

Belarussian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

ABSTRACT. A case of missile group identification by comparative examination using the image superposition method is presented. Identification was carried out using a skeletonized body vault exit gunshot fracture. The exit gunshot buttonhole fracture shape and dimensions reflected the bullet caliber and its flank profile. The entrance injury located on the anterior arch of the first cervical vertebra and the basilar part of the occipital bone, in this case, had no identification significance.

Keywords: gunshot fracture; forensic identification; skeletonized remains; bullet.

For citation: Siamionau VV, Tsiatsiuyeu AM. Gunshot missile caliber and type estimation using superposition method by exit gunshot cranial vault fracture. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3):180–185. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm394>

Submitted 03.05.2021

Revised 23.06.2021

Published 10.09.2021

АКТУАЛЬНОСТЬ

В случаях судебно-медицинской экспертизы смертельной огнестрельной травмы комплексная оценка обнаруженных повреждений мягких тканей, внутренних органов и костей скелета обуславливает успешное решение поставленных вопросов. На полноту, объективность и обоснованность выводов эксперта оказывают влияние обстоятельства причинения огнестрельного ранения (выстрел через преграду, использование прибора для бесшумной стрельбы, рикошет), его характер и анатомическая локализация (касательное или сквозное ранение, отсутствие повреждений костей скелета), объект исследования, давность смерти и условия, в которых находился труп при

обнаружении. В ряде случаев сложности диагностики обусловлены характером и степенью разрушения трупа, вызванного как преднамеренными действиями с целью сокрытия преступления, так и воздействием факторов окружающей среды и представителей фауны, характером и степенью выраженности трупных явлений (давность наступления смерти к моменту проведения судебно-медицинской экспертизы). Данные обстоятельства определяют, что в случаях судебно-медицинской экспертизы скелетированных останков объектами исследования будут являться сохранившиеся предметы одежды и кости скелета.

Органы следствия интересуют не только подтверждение огнестрельного характера повреждения, уста-

новление дистанции и направления выстрела, но и характеристики огнестрельного снаряда и использованного оружия, при этом решение последних двух вопросов затруднено при сквозном и касательном характере ранений. Так, В.И. Молчанов и соавт. [1] и В.Л. Попов и соавт. [2] указывают на возможность определения калибра пули по размерам входного отверстия на одежде и/или коже и диаметру пояска обтирания (осаднения) по его краям, а также размерам пулевых дефектов в плоских костях. Приблизительно установить диаметр пули можно и по краевому повреждению кости. При этом если дырчатый перелом формируется боковым профилем пули, то по форме и размерам дефекта могут быть относительно точно установлены не только калибр пули, но и её форма [1, 2].

В случаях несмертельных огнестрельных ранений, когда пуля не может быть удалена, установление вида ранившего снаряда возможно с использованием рентгенологического метода путём выведения бокового профиля пули, определения формы и размеров изображения пули и последующего сопоставления их со специальными справочными и табличными данными [1, 2]. Для этих же целей в настоящее время можно использовать результаты компьютерной томографии (КТ) и микро-КТ [3, 4].

Вид и характер повреждений костей определяют их форма и прочность, свойства травмирующего предмета и условия его воздействия (характер и размеры контактной поверхности, вид, скорость, направление, угол, кратность и последовательность воздействий) [5]. Дырчатые переломы плоских костей черепа, образуемые в результате деформации сдвига при перпендикулярных ударных воздействиях ограниченной контактной поверхностью тупого твёрдого предмета диаметром до 3 см, наиболее полно отображают групповые идентифицирующие признаки травмирующего предмета со стороны наружной костной пластинки: форма и размеры дефекта костной ткани практически соответствуют форме и размерам ударной поверхности орудия травмы [2, 6].

Площадь слеодообразующего объекта (тупого твёрдого предмета) или контактной его части, величина кинетической энергии и степень прочности кости определяют характеристики локального следа-повреждения под действием сил сжатия и растяжения в результате деформации изолированного участка или всего свода черепа либо локально-конструкционного разрушения костей черепа [7]. Достаточная пластичность костей свода черепа в ряде случаев обуславливает хорошую фиксацию конфигурации слеодообразующей части тупого предмета в момент формирования им сквозного повреждения (дырчатого перелома). При образовании следов-повреждений костей на свойства следовоспринимающего материала (костной ткани) также оказывают влияние возрастные особенности (снижение эластичности костной ткани с возрастом) и индивидуальные особенности в толщине и степени минерализации костей. В частности, А. Paschall и А. Н. Ross [8] установили влияние минеральной плотности кости на точность отображения

диаметра пули. Кроме того, авторы продемонстрировали, что повреждения в области шва или сросшегося перелома нередко характеризуются диаметром, меньшим диаметра пули [8].

При образовании огнестрельных следов-повреждений костей имеет значение величина силы давления (воздействия) на единицу площади, обусловленная видом, калибром и контактной скоростью огнестрельного снаряда [9, 10]. Результаты экспериментальных работ А.Б. Шадымова [9] и И.А. Дубровина [10] существенно расширили возможности судебно-медицинской экспертизы огнестрельных пулевых повреждений мозгового черепа при решении вопросов об огнестрельной природе повреждений, направлении и количестве ранений, виде, калибре и контактной скорости огнестрельных снарядов.

Как отмечает V.J. DiMaio [11], по размеру входного отверстия в кости нельзя определить конкретный, а можно лишь исключить некоторые калибры пули. Например, отверстие диаметром 7,65 мм исключает причинение его пулей калибра 9 мм (.38). С другой стороны, из-за определённой эластичности кости пуля калибра 9 мм может причинить дефект диаметром 8,5 мм. Характер огнестрельного дефекта в кости определяется не только диаметром пули, но и её конструкцией. Например, при выстрелах пулями .25 ACP (Automatic Colt Pistol; 6,35 мм, оболочечная) и .22 (5,45 мм, свинцовая безоболочечная) оказалось, что в первом случае диаметр отверстия в кости составлял 6–7 мм, а во втором — от 5 до 11 мм [11]. Деформированная пуля причиняет дефект большего диаметра, чем недеформированная [12].

А. Paschall и А. Н. Ross [8] изучали зависимость между калибром пули, диаметром повреждения и минеральной плотностью кости, используя в качестве объекта огнестрельные повреждения черепа, причинённые пулями калибра .22 (5,6 мм), .32 (8 мм) и .38 (9 мм). Установлено, что наиболее достоверным показателем калибра пули служит наименьший размер огнестрельного повреждения черепа, однако достоверность определения диаметра пули в случае использования патронов близких калибров (.22 и .32) была низкой. Форма входного дефекта на кости в виде «замочной скважины» из-за своей асимметричности обуславливает завышенное определение диаметра пули [8].

Н.Е. Berrigman [13] отмечает, что, устанавливая калибр пули по огнестрельному дефекту в кости, следует учитывать многообразие сходных калибров, форм пули, возможность деформации пули, утрату гироскопической стабильности, наличие преград, попадание пули под углом, причинение огнестрельного повреждения в месте уже существовавшего перелома.

С.В. Леонов и А.В. Михайленко [14] указывают на морфологические признаки огнестрельных повреждений плоских костей, позволяющие установить направление вращения огнестрельного снаряда, что в комплексе с другими данными позволяет сузить круг возможных видов ствольного нарезного ручного огнестрельного оружия.

В приведённом ниже случае из нашей экспертной практики медико-криминалистическое исследование методом наложения (фотосовмещения) выходного огнестрельного пулевого дырчатого перелома позволило определить не только калибр пули, но и высказаться о её виде по боковому профилю, что в последующем было подтверждено результатами расследования уголовного дела.

ПРИМЕР ИЗ ПРАКТИКИ

Для остеологической идентификации личности на медико-криминалистическую экспертизу предоставлены скелетированные останки неустановленного трупа, обнаруженного в лесном массиве. На трупе в момент его осмотра на месте обнаружения имела одежда. На голове трупа имелся матерчатый мешок, после снятия которого был обнаружен дырчатый перелом левой теменной кости. Остеологическая идентификация позволила определить, что исследуемые кости — части одного женского скелета человека, биологический возраст индивидуума 14–18 лет, рост 163–164 см, давность захоронения не превышает 3 лет. Медико-криминалистиче-



Рис. 1. Входное огнестрельное пулевое повреждение I шейного позвонка и затылочной кости, вид спереди снизу.

Fig. 1. Entrance bullet injury of the atlas and occipital bone, front and bottom view.

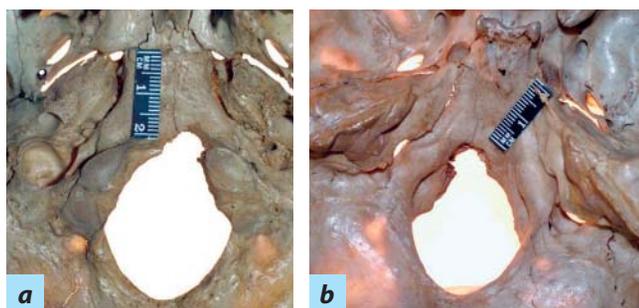


Рис. 2. Общий вид со стороны наружной поверхности основания черепа (а) и его полости (б) базиллярной части затылочной кости с краевым входным огнестрельным пулевым повреждением.

Fig. 2. General view from the outer surface of the base of the skull (a) and its cavity (b) of the basilar part of the occipital bone with a marginal entrance gunshot bullet injury.

ская экспертиза костных останков установила одиночное сквозное огнестрельное пулевое ранение I шейного позвонка (атланта) и черепа.

Входное огнестрельное пулевое повреждение (рис. 1) располагалось в центральной части передней дуги I шейного позвонка и на основной части затылочной кости (переднем крае большого затылочного отверстия (рис. 2), выходное — в левой теменной кости (рис. 3). Направление полёта огнестрельного снаряда — пули — по отношению к фронтальной плоскости тела человека и при условии, что у потерпевшей в момент причинения огнестрельного ранения были вертикально выпрямлены голова и шейный отдел позвоночника, было снизу вверх и спереди назад.

На огнестрельную природу повреждений указывали характер и морфологические свойства переломов (см. рис. 1–3), а также результаты:

- 1) диффузионно-контактного метода: на лицевой стороне ткани правой и левой полы куртки и обоих углов её воротника (наружный слой одежды трупа) установлены участки с пылевидными отложениями частиц меди (отложение копоти от выстрела, произведённого с близкой дистанции) в зоне действия дополнительных факторов выстрела;
- 2) атомно-эмиссионного спектрального анализа: обнаружение повышенного содержания меди, свинца и олова в костной ткани краёв и стенок переломов повреждённых костей.

При использовании диффузионно-контактного метода изготавливали контрольные контактограммы с лицевой и изнаночной поверхности спинки куртки; при проведении атомно-эмиссионного спектрального исследования в качестве контроля использовали фрагмент остистого отростка VII шейного позвонка.

Входное огнестрельное повреждение практически не имело значения для групповой идентификации огнестрельного снаряда по калибру и виду. Выходное огнестрельное повреждение располагалось в левой теменной кости, в 66 мм от точки пересечения венечного и стреловидного швов и в 11 мм от верхушечной части стреловидного шва, и было представлено дырчатым перело-

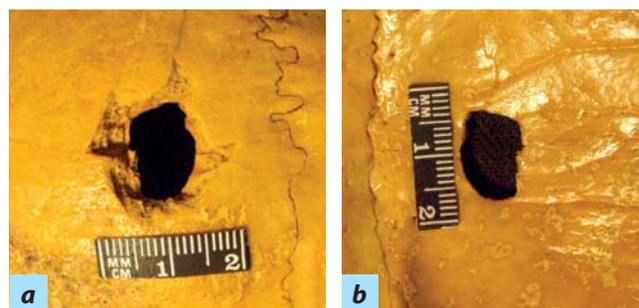


Рис. 3. Общий вид со стороны наружной (а) и внутренней (б) костных пластинок выходного огнестрельного пулевого дырчатого перелома левой теменной кости.

Fig. 3. General view from the outer (a) and inner (b) bone plates of the exit gunshot bullet perforated fracture of the left parietal bone.

мом с дефектом костной ткани размерами 12,79×10,5 мм. Данный дефект имел четырёхугольную форму с закруглённым задним концом. Его края со стороны внутренней поверхности теменной кости относительно ровные, без сколов компактного слоя (см. рис. 3, б), со стороны наружной поверхности (см. рис. 3, а) — мелкозубчатые, с выраженными сколами компактного слоя на ширину до 4 мм, что придавало всему повреждению неправильную воронкообразную форму, расширяющуюся в направлении изнутри кнаружи. От левого, переднего и правого сегментов края дефекта перпендикулярно им отходили сквозные линейные трещины протяжённостью 29; 25 и 11 мм. Края данных трещин относительно ровные, без сколов компактного слоя имели большую протяжённость и более чётко визуализировались на наружной костной пластинке.

Форма и размеры дырчатого дефекта в левой теменной кости со стороны внутренней костной пластинки (рис. 4, а) визуально сходны с боковым профилем оболочечной пули патрона 9×18 ПМ (пистолет Макарова; рис. 4, б). Оболочечная пуля патрона 9×18 ПМ также имеет определённое визуальное и размерное сходство с оболочечными пулями патронов 9×19 Парабеллум (рис. 4, с) и 9×18 Ultra.

На возможность сравнения объектов криминалистической экспертизы методом наложения с использованием цифровых фотоизображений указывали Е. Н. Дмитриев и соавт. [15]. Основу процесса отождествления составляет сравнительное исследование, которое необходимо как для анализа свойств каждого объекта, так и для оценки и сопоставления этих свойств. Как отмечает С. Д. Кустанович [7], обязательным условием для успешного проведения сравнительного исследования является одинаковое оптическое или фотографическое увеличение, одинаковое по интенсивности и направленности освещение сравниваемых объектов. Приём непосредственного сравнения предполагает наложение (фотографическое, оптическое или натуральное) и совмещение сравниваемых объектов, а приёмы сравнения оценочных данных — сопоставление данных о признаках, полученных с помощью измерений или отдельной их визуальной оценки. Несомненно, что непосредственное сравнение даёт более точные результаты и обеспечивает более высокую демонстративность результатов экспертизы [7].

Иногда калибр пули, причинившей дырчатый перелом черепа, определяют путём попытки проведения через него пули трёх близких калибров: пуля меньшего калибра проходит свободно, пуля большего калибра задерживается, а пуля такого калибра, которой было причинено ранение, проходит через отверстие при небольшом надавливании на неё [1, 2]. Этот метод целесообразно применять при экспертизе скелетированных останков из-за риска загрязнения краёв дефекта, что подвергнет сомнению достоверность результатов исследований по обнаружению металлов выстрела диффузионно-контактным методом и/или методами элементного анализа.

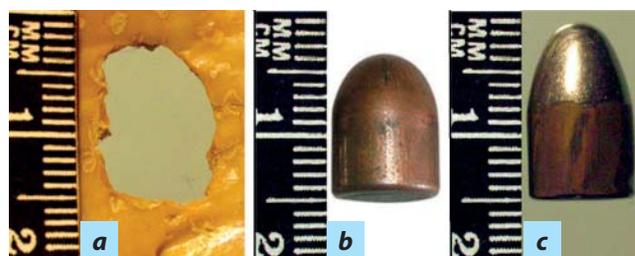


Рис. 4. Детальный вид со стороны внутренней костной пластинки дырчатого дефекта в левой теменной кости (а); детальные виды в боковой профиль оболочечных пуль патронов 9×18 ПМ (б) и 9×19 Парабеллум (с).

Fig. 4. Detailed view from the inner bone plate of the perforated left parietal bone defect (a); detailed views of side profile of jacketed bullets for 9×18 PM (b) and 9×19 Parabellum (c) cartridges.

Сравнительное исследование методом наложения (фотосовмещения) [7, 16] проведено в соответствии с принципами, принятыми в криминалистической экспертизе [16, 17], и включало 4 этапа. На первом этапе из баллистической коллекции выбраны пули-эталон — оболочечные пули патронов 9×18 ПМ (см. рис. 4, б) и 9×19 Парабеллум (см. рис. 4, с). На втором этапе с одного и того же фокусного расстояния и угла фотосъёмки получены цифровые фотоизображения дырчатого перелома левой теменной кости со стороны внутренней костной пластинки (как наиболее полно сохранившего групповые свойства травмирующего предмета) и оболочечной пули-эталоны патрона 9×18 ПМ со стороны головной части и в боковой профиль. На третьем и четвёртом этапах при помощи графического редактора Adobe Photoshop 6.0 изображения оболочечной пули-эталоны патрона 9×18 ПМ со стороны головной части и в боковой профиль переводились в зеркальные, которые в последующем были наложены на изображение дырчатого перелома левой теменной кости. Установлено, что наибольшие боковые контуры зеркально отображённой оболочечной пули-эталоны патрона 9×18 ПМ чуть меньше границ дырчатого перелома, указывающих размерные характеристики травмирующего предмета (рис. 5, а), и что контуры бокового профиля зеркально отображённой оболочечной пули-эталоны патрона 9×18 ПМ практически полностью соответствуют границам дырчатого перелома, отобразившим размерные характеристики травмирующего предмета (рис. 5, б).

Этапы со 2-го по 4-й повторены для оболочечной пули-эталоны патрона 9×19 Парабеллум (рис. 6). Наибольшие боковые контуры зеркально отображённой оболочечной пули-эталоны патрона 9×19 Парабеллум чуть меньше границ дырчатого перелома, отобразивших размерные характеристики травмирующего предмета, однако контуры её бокового профиля выходят за границы дырчатого перелома (см. рис. 6, б).

Таким образом, морфометрические характеристики выходного следа-повреждения, отобразившие форму и размер огнестрельного снаряда, позволили успешно

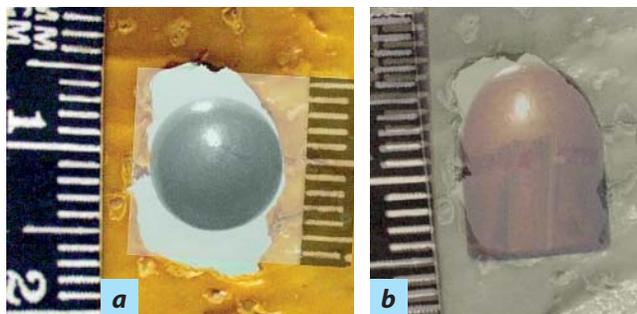


Рис. 5. Определение калибра (а) и вида (б) огнестрельного снаряда (пули) методом наложения (фотосовмещения) с использованием оболочечной пули-эталона патрона 9×18 ПМ.

Fig. 5. Projectile (bullet) caliber (a) and type (b) determination using the superposition method with a reference jacketed bullet for 9×18 PM cartridge.

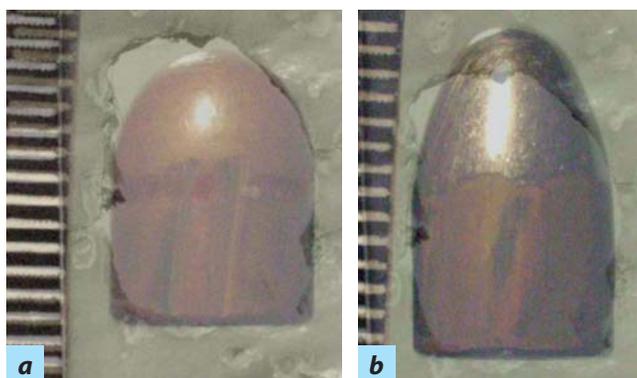


Рис. 6. Оценка результатов сравнительного исследования методом наложения с использованием оболочечных пуль-эталонов патронов 9×18 ПМ (а) и 9×19 Парабеллум (б).

Fig. 6. Evaluation of the superposition method comparative study results with reference jacketed bullets for cartridges 9×18 PM (a) and 9×19 Parabellum (b).

провести групповую идентификацию с определением калибра и вида пули.

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе по судебной баллистике при рассмотрении вопросов огнестрельных пулевых переломов костей свода черепа оценивается преимущественно идентификационная значимость входных повреждений [1–3, 8–14]. Морфологические характеристики выходных огнестрельных пулевых переломов используют главным образом для установления направления и количества выстрелов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молчанов В.И., Попов В.Л., Калмыков К.Н. Огнестрельные повреждения и их судебно-медицинская экспертиза: руководство для врачей. Ленинград: Медицина, 1990. 270 с.
2. Попов В.Л., Шигеев В.Б., Кузнецов Л.Е. Судебно-медицинская баллистика. Санкт-Петербург: Гиппократ, 2002. 656 с.

Характер и локализация входного огнестрельного повреждения в представленном случае позволили только лишь приблизительно определить калибр пули, в то время как исследование выходного огнестрельного повреждения позволило высказаться как о возможном калибре, так и о виде пули.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный случай из практики продемонстрировал идентификационную значимость выходного огнестрельного пулевого дырчатого перелома в плоской кости черепа, что следует учитывать в случаях сочетанных сквозных проникающих огнестрельных пулевых ранений шеи и головы или только головы, когда входные пулевые повреждения на основании черепа либо отсутствуют, либо не пригодны для идентификационных исследований.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

В.В. Семенов — сбор данных; **В.В. Семенов, А.М. Тетюев** — написание черновика рукописи, научная редакция рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

V.V. Siamionau — data collection; **V.V. Siamionau, A.M. Tsiatisuyeu** — manuscript drafting; critical revision of the manuscript for important intellectual content; review and approve the final manuscript. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

The study had no sponsorship.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest.

3. Delannoy Y., Colard T., Le Garff E., et al. The mechanism of the keyhole lesion reassessed: An experimental approach // J Forensic Leg Med. 2015 Vol. 37. P. 1–7. doi: 10.1016/j.jflm.2015.09.020
4. Marais A., Herman D. Utilization of X-ray Computed tomography for the exclusion of a specific caliber and bullet

type in a living shooting victim // *J Forensic Sci.* 2019. Vol. 64, N 1. P. 264–269. doi: 10.1111/1556-4029.13805

- Крюков В.Н. Механика и морфология переломов. Москва: Медицина, 1986. 156 с.
- Крюков В.Н. Основы механо- и морфогенеза переломов. Москва: Фолиум, 1995. 230 с.
- Кустанович С.Д. Судебно-медицинская трасология. Москва: Медицина, 1975. 168 с.
- Paschall A., Ross A.H. Bone mineral density and wounding capacity of handguns: implications for estimation of caliber // *Int J Legal Med.* 2017. Vol. 131, N 1. P. 161–166. doi: 10.1007/s00414-016-1420-6
- Шадымов А.Б. Особенности судебно-медицинской экспертизы огнестрельных пулевых повреждений мозгового черепа // Судебно-медицинская экспертиза. 2000. Т. 43, № 1. С. 14–19.
- Дубровин И. Судебно-медицинская оценка огнестрельных переломов плоских костей. LAP LAMBERT Acad. Publ., 2017. 220 с.
- DiMaio V.J. Gunshot wounds. Practical aspects of firearms, ballistics, and forensic techniques. 3rd ed. CRC Press, 2016. 378 p.

REFERENCES

- Molchanov VI, Popov VL, Kalmykov KN. Gunshot injuries and their forensic medical examination: a guide for doctors. Leningrad: Medicine; 1990. 270 p. (In Russ).
- Popov VL, Shigeev VB, Kuznetsov LE. Forensic ballistics. Saint Petersburg: Hippocrates; 2002. 656 p. (In Russ).
- Delannoy Y, Colard T, Le Garff E, et al. The mechanism of the keyhole lesion reassessed: An experimental approach. *J Forensic Leg Med.* 2015;37:1–7. doi: 10.1016/j.jflm.2015.09.020
- Marais A, Herman D. Utilization of X-ray computed tomography for the exclusion of a specific caliber and bullet type in a living shooting victim. *J Forensic Sci.* 2019;64(1): 264–269. doi: 10.1111/1556-4029.13805
- Kryukov VN. Mechanics and morphology of fractures. Moscow: Medicine; 1986. 156 p. (In Russ).
- Kryukov VN. Fundamentals of mechanical and morphogenesis of fractures. Moscow: Folium; 1995. 230 p. (In Russ).
- Kustanovich SD. Forensic medical trasology. Moscow: Medicine; 1975. 168 p. (In Russ).
- Paschall A, Ross AH. Bone mineral density and wounding capacity of handguns: implications for estimation of caliber. *Int J Legal Med.* 2017;131(1):161–166. doi: 10.1007/s00414-016-1420-6
- Shadymov AB. Features of forensic medical examination of gunshot bullet injuries of the cerebral skull. *Forensic Medical Examination.* 2000;43(1):14–19. (In Russ).

- Wim K., Erwin M., Evelien Z., Oostra R. Relationship between bullet diameter and bullet defect diameter in human calvariums // *Int J Leg Med.* 2020. Vol. 134, N 1. P. 267–272. doi: 10.1007/s00414-019-02197-9
- Berryman H.E. A systematic approach to the interpretation of gunshot wound trauma to the cranium // *Forensic Sci Int.* 2019. Vol. 301. P. 306–317. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.05.019
- Леонов С.В., Михайленко А.В. Морфологические признаки огнестрельных повреждений плоских костей, позволяющие установить направление вращения огнестрельного снаряда // Медицинская экспертиза и право. 2014. № 1. С. 35–38.
- Дмитриев Е.И., Иванов П.Ю., Зудин С.И. Исследование объектов криминалистических экспертиз методами цифровой обработки изображений: учебное пособие. Москва: ГУ ЭКЦ МВД России, 2000. 80 с.
- Медико-криминалистическая идентификация. Настольная книга судебно-медицинского эксперта / под ред. В.В. Томилина. Москва: НОРМА-ИНФРА, 2000. 472 с.
- Шашкин С.Б., Воробьев С.А. Автоматизация сравнения методом наложения в технико-криминалистической экспертизе документов // Экспертная практика. 2000. № 49. С. 22–30.

- Dubrovin I. Forensic medical assessment of gunshot fractures of flat bones. LAP LAMBERT Acad. Publ.; 2017. 220 p. (In Russ).
- DiMaio VJ. Gunshot wounds. Practical aspects of firearms, ballistics, and forensic techniques. 3rd ed. CRC Press; 2016. 378 p.
- Wim K, Erwin M, Evelien Z, Oostra R. Relationship between bullet diameter and bullet defect diameter in human calvariums. *Int J Leg Med.* 2020;134(1):267–272. doi: 10.1007/s00414-019-02197-9
- Berryman HE. A systematic approach to the interpretation of gunshot wound trauma to the cranium. *Forensic Sci Int.* 2019; 301:306–317. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.05.019
- Leonov SV, Mikhailenko AV. Morphological signs of gunshot injuries of flat bones, allowing to determine the direction of rotation of a firearm projectile. *Medical Expertise and Law.* 2014;1:35–38. (In Russ).
- Dmitriev EI, Ivanov PY, Zudin SI. Investigation of objects of forensic examinations by methods of digital image processing: a textbook. Moscow: GU ECC of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2000. 80 p. (In Russ).
- Medical and forensic identification. The handbook of the forensic medical expert. Ed. by V.V. Tomilin. Moscow: NORMA-INFRA; 2000. 472 p. (In Russ).
- Shashkin SB, Vorobyev SA. Automation of comparison by the method of overlay in the technical and forensic examination of documents. *Expert Practice.* 2000;(49):22–30.

ОБ АВТОРАХ

* **СЕМЁНОВ Вячеслав Владимирович**, старший преподаватель; адрес: Республика Беларусь, 220116, Минск, пр-т Дзержинского, д. 83; e-mail: vjach_ws@mail.ru; eLibrary SPIN: 1298-4821; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6106-1806>
ТЕТЮЕВ Андрей Михайлович, к.м.н., доцент; e-mail: atetyuev@gmail.com; eLibrary SPIN: 2088-8111; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9240-2661>

AUTHOR'S INFO

* **Viachaslau V. Siamionau**, Senior Lecturer; address: 220116, Dzerzinskogo, 83, Minsk, Belarus; e-mail: vjach_ws@mail.ru; eLibrary SPIN: 1298-4821; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6106-1806>
Andrei M. Tsiatsiuyeu, MD, Cand. Sci (Med.); Assistant Professor; e-mail: atetyuev@gmail.com; eLibrary SPIN: 2088-8111; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9240-2661>

<https://doi.org/10.17816/fm416>

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДА, ПРИЧИНЁННОГО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА В СЛУЧАЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

С.В. Кузнецов^{1,2}, Ю.А. Молин^{3,4}, С.Ю. Мелихов⁵

¹ Российский государственный университет правосудия, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴ Государственное казенное учреждение здравоохранения Ленинградской области «Бюро судебно-медицинской экспертизы», Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁵ Санкт-Петербургская академия Следственного комитета Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ. В статье описана одна из наиболее актуальных потребностей следствия — разработка принципиально нового подхода к судебно-медицинской оценке вреда здоровью человека, причинённого экологическими преступлениями. Показана особая значимость новых подходов установления причинно-следственной связи между совершенным экологическим правонарушением и вредом для жизни и/или здоровья, в том числе для отграничения от других возможных антропогенных воздействий. Приведён практический пример экспертного содействия следствию в установлении обстоятельств, подлежащих доказыванию при расследовании экологического преступления.

Ключевые слова: судебно-медицинская экспертиза; судебно-экологическая экспертиза; причинно-следственные связи; антропогенный причинный фактор; следственные действия; специалист в области судебной медицины; экологические преступления.

Для цитирования: Кузнецов С.В., Молин Ю.А., Мелихов С.Ю. Судебно-медицинское определение вреда, причинённого здоровью человека в случаях экологических преступлений. *Судебная медицина*. 2021;7(3):186–192. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm416>

Поступила 04.08.2021

Принята после доработки 27.08.2021

Опубликована 28.09.2021

FORENSIC MEDICAL DETERMINATION OF HARM CAUSED TO HUMAN HEALTH IN ENVIRONMENTAL CRIME CASES

Semyon V. Kuznetsov^{1,2}, Yuri A. Molin^{3,4}, Sergey Yu. Melikhov⁵

¹ Russian State University of Justice, Saint Petersburg, Russian Federation

² Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg, Russian Federation

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation

⁴ Bureau of Forensic Medical Examination, Saint Petersburg, Russian Federation

⁵ Saint Petersburg Academy of the Investigative Committee of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT. The article describes one of the most urgent needs of the investigation — the development of a fundamentally new approach to the forensic medical assessment of harm to human health caused by environmental crimes. The special significance of new approaches to establishing a causal relationship between a committed environmental offense and harm to life and (or) health, including for distinguishing from other possible anthropogenic impacts, is shown. A practical example of expert assistance to the investigation in establishing the circumstances to be proved during the investigation of an environmental crime is given.

Keywords: forensic medical examination; forensic environmental expertise; causation; anthropogenic causal factor; investigative actions; specialist in the field of forensic medicine; environmental crime.

For citation: Kuznetsov SV, Molin YuA, Melikhov SYu. Forensic medical determination of harm caused to human health in environmental crime cases. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2021;7(3):186–192. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm416>

Submitted 04.08.2021

Revised 27.08.2021

Published 28.09.2021

ОБОСНОВАНИЕ

Актуальность данного направления судебно-экспертной деятельности обусловлена участвовавшими случаями техногенных аварий по всему миру, которые сопряжены с большим количеством пострадавших людей [1–3], а также отсутствием каких-либо рекомендаций и опыта проведения подобных экспертиз.

Кроме этого, дополнительно можно отметить такие моменты:

- 1) статья 42 Конституции Российской Федерации [4] закрепляет право каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью или имуществу экологическим правонарушением;
- 2) сохранение нарастающего уровня негативного воздействия на окружающую среду неизбежно приведёт к дальнейшему обострению экологических проблем;
- 3) необходимость разграничения неблагоприятных для жизни и/или здоровья последствий экологических правонарушений в ситуациях, сопряжённых с другими возможными антропогенными факторами (например, с ненадлежащим оказанием медицинской помощи).

Воздействие тех или иных негативных факторов окружающей среды может играть ведущую роль в развитии большого спектра болезней человека и приводить как к ущербу для здоровья отдельного индивидуума, так и к массовым заболеваниям населения. Зачастую исходы указанных неблагоприятных последствий формируются не сразу, в том числе после длительного лечебно-диагностического процесса, на этапах которого могут допускаться те или иные нарушения. При этом лица, совершившие экологические преступления, могут предпринимать попытки переложить ответственность за причинённый вред на медицинских работников в части недостатка медицинской помощи (услуг).

Изложенные аспекты определяют необходимость комплексной оценки вреда жизни и/или здоровью в случаях расследования экологических преступлений.

Глава 26 Уголовного кодекса Российской Федерации (УК РФ) «Экологические преступления» включает 18 статей, 7 из которых в качестве обязательных условий наступления уголовной ответственности предусматривают наступление вреда здоровью человека различной степени тяжести или его смерти, которые по данному признаку можно разделить на две группы.

1. Составы преступлений, предусмотренные статьями главы 26 УК РФ [5], содержащие в качестве обязательного признака объективной стороны преступления наступление вреда здоровью человека различной степени тяжести:
 - нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ (ст. 246);
 - нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов (ч. 2 ст. 247);

- нарушение правил безопасности при обращении с микробиологическими либо другими биологическими агентами или токсинами (ч. 1 ст. 248);
 - загрязнение вод (ч. 2 ст. 250);
 - загрязнение атмосферы (ч. 2 ст. 251);
 - загрязнение морской среды (ч. 2 ст. 252);
 - порча земли (ч. 1 и ч. 2 ст. 254).
2. Составы преступлений, предусмотренные статьями главы 26 УК РФ, содержащие в качестве обязательного признака объективной стороны преступления наступление смерти человека:
 - нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов (ч. 3 ст. 247);
 - нарушение правил безопасности при обращении с микробиологическими либо другими биологическими агентами или токсинами (ч. 2 ст. 248);
 - загрязнение вод (ч. 3 ст. 250);
 - загрязнение атмосферы (ч. 3 ст. 251);
 - загрязнение морской среды (ч. 3 ст. 252);
 - порча земли (ч. 3 ст. 254) [6].

Кроме этого, ч. 1 ст. 247 УК РФ (Нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов) в качестве общественно опасного последствия предусмотрено создание угрозы причинения существенного вреда здоровью человека (без необходимости доказывания фактического наличия данного вреда и установления причинно-следственной связи его возникновения в результате негативного антропогенного воздействия).

Согласно абз. 2 п. 6 Постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 18 октября 2012 г. № 21 «О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования» применительно к ч. 1 ст. 247 УК РФ, существенный вред здоровью человека выражается в тяжком или средней тяжести вреде здоровью хотя бы одного лица, а существенный вред окружающей среде — в её загрязнении, отравлении или заражении, изменении радиоактивного фона до величин, представляющих опасность для здоровья или жизни человека, и т. п. [7].

В установлении обстоятельств совершения названных экологических правонарушений ключевую роль играют судебные экологические и судебно-медицинские экспертизы.

При производстве судебных экологических экспертиз в рамках расследования большинства составов экологических преступлений эксперт-эколог решает две основные задачи:

- 1) определяет масштабы негативного воздействия и размеры вреда для окружающей среды;
- 2) устанавливает источники, способствующие условия и механизмы антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду.

Заключение экологической экспертизы позволяет выявить нарушение экологических норм, оценить влияние негативных воздействий на экологическую обстановку.

К сожалению, этого недостаточно в случаях расследования составов экологических преступлений, в которых в качестве общественно опасных последствий законодатель предусмотрел возникновение массового заболевания, наступление смерти или вреда здоровью человека. В таких ситуациях камнем преткновения снова становится вопрос определения причинно-следственной связи между общественно опасными деяниями и вышеуказанными неблагоприятными последствиями для жизни и здоровья людей.

Разрабатываемые методологические подходы комплексного судебно-медицинского и судебно-экологического обеспечения расследования экологических преступлений основаны на концепции определения антропогенного причинного фактора в генезе смерти или вреда здоровью отдельного индивидуума, а также в случаях массовых заболеваний. В названных составах преступлений только такой фактор отвечает потребностям уголовного судопроизводства, в котором значимым признаётся лишь прямая причинно-следственная связь.

ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

В качестве примера можно привести случай нарушения экологического законодательства, расследуемый Северо-Западным следственным управлением на транспорте Следственного комитета России, в рамках которого было дано объяснение одного из авторов настоящей статьи в качестве специалиста, обладающего компетенцией как в судебной медицине, так и в судебной экологии.

Согласно протоколу объяснения специалиста, последнему для ознакомления были предоставлены материалы доследственной проверки. С представленными материалами специалист ознакомился путём личного прочтения. После ознакомления с материалами доследственной проверки следователем был задан ряд вопросов.

— *Произошло ли негативное антропогенное воздействие на окружающую среду в результате обнаруженного загрязнения нефтепродуктами участка местности около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П.? Если такое негативное воздействие имело место, то повлекло ли оно загрязнение окружающей среды?*

Согласно представленным материалам, на участке местности около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П. произошло негативное антропогенное воздействие на окружающую среду в виде разлива нефтепродуктов:

- в пробе рег. № 2.21.36 (слой почвы 0–5 см) зафиксировано более 50 000 мг/кг нефтепродуктов (при пробе из фоновой точки 45 мг/кг);
- в пробе рег. № 2.21.37 (слой почвы 5–20 см) зафиксировано более 50 000 мг/кг нефтепродуктов (при пробе из фоновой точки менее 20 мг/кг).

Полученные данные свидетельствуют, что содержание нефтепродуктов в загрязнённых почвах (как в слое 0–5 см, так и в слое 5–20 см) — более 50 000 мг/кг, что

обеспечивает очень высокий уровень загрязнения почвы, согласно Письму Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами»:

- 1000–2000 мг/кг — низкий уровень загрязнения;
- 2000–3000 мг/кг — средний уровень загрязнения;
- 3000–5000 мг/кг — высокий уровень загрязнения;
- >5000 мг/кг — очень высокий уровень загрязнения [8, 9].

Обнаруженное количество нефтепродуктов на загрязнённом участке в слое почвы 0–5 см более чем в 1110 раз превышает фоновый показатель. С учётом того, что предельно допустимая концентрация для нефтепродуктов в почве не нормируется, вместо неё используется поправочный коэффициент, равный 0,1, к фоновому показателю. Таким образом, данные анализов пробы рег. № 2.21.36 от 14.05.2021, проведённых Центром лабораторного анализа и технических измерений по Северо-Западному федеральному округу, свидетельствуют о превышении допустимой концентрации содержания нефтепродуктов в почвах на месте предполагаемого загрязнения в 111 раз, что указывает не только на очень высокий уровень загрязнения почвогрунтов, но и на многократное превышение этого уровня.

Обнаруженное количество нефтепродуктов на загрязнённом участке в слое почвы 5–20 см более чем в 2500 раз превышает фоновый показатель. С учётом того, что предельно допустимая концентрация для нефтепродуктов в почве не нормируется, вместо неё используется поправочный коэффициент, равный 0,1, к фоновому показателю. Таким образом, данные анализов пробы рег. № 2.21.37 от 14.05.2021, проведённых Центром лабораторного анализа и технических измерений по Северо-Западному федеральному округу, свидетельствуют о превышении допустимой концентрации содержания нефтепродуктов в почвах на месте предполагаемого загрязнения в 250 раз, что указывает не только на очень высокий уровень загрязнения почвогрунта, но и на многократное превышение этого уровня.

Наличие в почве нефтепродуктов несёт сильную антропогенную нагрузку и оказывает негативное влияние на жизнедеятельность растений. Влияние загрязнения нефтепродуктами на физико-химические свойства почвы связано главным образом с обволакиванием нефтепродуктами почвенных частиц. В связи с этим происходит сильное увеличение гидрофобности почвы, она утрачивает способность впитывать и удерживать воду, происходит вытеснение воздуха из почвенных пор, и в конечном итоге нарушается водный и воздушный режимы почвы [10].

Кроме того, для растений в загрязнённой нефтепродуктами почве уменьшается доступность элементов минерального питания (азота, фосфора, калия) из-за обволакивания нефтепродуктами почвенных частиц, которое препятствует миграции подвижных форм эле-

ментов минерального питания, а также вследствие отрицательного влияния нефтепродуктов на бактерии, участвующие в круговороте азота в почве [10, 11].

Изменение физических и химических свойств почвы приводит к вытеснению воздуха нефтепродуктами, нарушению поступления воды, питательных веществ, что является основной причиной торможения роста растений и их гибели [12, 13].

Таким образом, вследствие разлива нефтепродуктов на участке местности около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П. произошло негативное антропогенное воздействие на почвенный покров, что выразилось в загрязнении и повреждении исходного почвенного покрова нефтепродуктами до уровней, способных вызвать стрессовые явления в биоценозе вплоть до полного его уничтожения, а также создало угрозу дальнейшего распространения загрязнения почв, грунтовых вод в результате распространения по естественному уклону рельефа.

С учётом вышеизложенных результатов проб рассматриваемое негативное антропогенное воздействие повлекло существенное загрязнение компонента окружающей среды нефтепродуктами, а именно почв земельного участка около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П., а также возможное загрязнение нефтепродуктами грунтовых вод, что указывает на необходимость проведения работ по ликвидации разлива нефти и нефтесодержащих продуктов, рекультивационных и иных восстановительных работ.

Эколого-экономический ущерб, причинённый почвам земельного участка около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П., может быть рассчитан в денежном выражении в рамках отдельно назначенной судебной-экологической экспертизы в случае наличия всех необходимых данных.

— *Возникла ли угроза причинения существенного вреда здоровью человека в результате загрязнения нефтепродуктами участка местности около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П.? Если такая угроза возникла, то в чём она выражается?*

В соответствии с п. 6 Постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 18 октября 2012 г. № 21 «О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования» [7], создание угрозы причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей среде означает возникновение такой ситуации, которая повлекла бы предусмотренные законом вредные последствия, если бы они не были предотвращены вовремя принятыми мерами или иными обстоятельствами, не зависящими от воли лица, нарушившего правила обращения с экологически опасными веществами и отходами. Такая угроза предполагает наличие конкретной опасности реального причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей

среде. При этом применительно к ч. 1 ст. 247 УК РФ существенный вред здоровью человека выражается в тяжком или средней тяжести вреде здоровью хотя бы одного лица, а существенный вред окружающей среде — в её загрязнении, отравлении или заражении, изменении радиоактивного фона до величин, представляющих опасность для здоровья или жизни человека, и т. п.

Исходя из изложенного, угрозой причинения существенного вреда здоровью человека в результате загрязнения нефтепродуктами участка местности около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П. можно рассматривать возможные варианты возникновения тяжкого или средней тяжести вреда здоровью хотя бы одного лица от острого или хронического отравления нефтепродуктами. Что касается токсичности, то пары нефтепродуктов высокотоксичны, оказывают отравляющее действие на организм человека, при этом особенно ядовиты пары сернистых, а также этилированных бензинов [14].

Пары нефтепродуктов часто попадают в организм человека через органы дыхания, кожу, иногда с водой, пищей и всасываются в кровь. Нефтепродукты оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки и глаза. Их токсичность зависит от фракционного и химического состава [15].

Нефть и большинство продуктов её переработки (бензин, керосин, предельные и непредельные углеводородные газы, ароматические продукты) являются нервными ядами, обладающими наркотическим действием и поражающими главным образом центральную нервную систему. Они повышают возбудимость человека, вызывают головокружение, сердцебиение, общую слабость организма, нередко заканчивающуюся потерей сознания. Нефть и жидкие нефтепродукты, попадая на кожу, обезжиривают и сушат её, вызывают различные кожные заболевания (экземы, дерматиты). К нервным ядам относятся также применяемые в нефтеперерабатывающей промышленности тетраэтилсвинец, метанол и другие вещества [16].

Углеводородные газы и пары нефтепродуктов при высокой концентрации действуют на организм наркотически, парализуют центральную нервную систему, раздражают слизистые оболочки [17]; они растворяются в крови и с нею проникают в спинной и головной мозг [18].

В тяжёлых случаях острого отравления нефтепродуктами возможны галлюцинации, судороги, нарушение сознания до полной его потери, кома, остановка дыхания и даже летальный исход. Согласно п. 1.1.6. Правил по охране труда при эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов ПОТ РО 112-002-98 (утверждённых приказом Министерства топлива и энергетики РФ от 16 июня 1998 г. № 208) [19], при концентрации паров бензина в воздухе свыше 2,2% (30 г/м³) после 10–12 вдохов человек отравляется, теряет сознание, свыше 3% (40 г/м³) происходит молниеносное отравление (2–3 вдоха) — быстрая потеря сознания и смерть [20].

Согласно п. 6.2.2. Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причинённого здоровью человека (утверждённых приказом Минздравсоцразвития РФ от 24 апреля 2008 г. № 194н) [21], кома II–III степени различной этиологии (в том числе в результате отравления) квалифицируется как вред здоровью, опасный для жизни человека, вызвавший расстройство жизненно важных функций организма человека, которое не может быть компенсировано организмом самостоятельно и обычно заканчивается смертью (угрожающее жизни состояние), что является одним из медицинских критериев тяжкого вреда здоровью человека. Кроме этого, частым осложнением острых и хронических отравлений нефтепродуктами являются различные поражения желудочно-кишечного тракта [22].

С учётом того, что при выраженных формах интоксикации, несмотря на прекращение контакта с продуктами нефти и лечение, полного восстановления здоровья может не наступить, возможны случаи стойкой утраты трудоспособности. При этом в соответствии с п. 51а Таблицы процентов стойкой утраты общей трудоспособности в результате различных травм, отравлений и других последствий воздействия внешних причин (Приложение к приказу Минздравсоцразвития РФ от 24 апреля 2008 г. № 194н «Об утверждении медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причинённого здоровью человека» [21]), нарушение функции органов пищеварения в результате травмы, острого отравления в виде холецистита, дуоденита, гастрита, панкреатита, энтерита, колита, проктита, парапроктита влечет 15% стойкой утраты общей трудоспособности, что, согласно п. 7.2. Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причинённого здоровью человека (утверждённых приказом Минздравсоцразвития РФ от 24 апреля 2008 г. № 194н) [21], квалифицируется как значительная стойкая утрата общей трудоспособности менее чем на 1/3 и по этому признаку является одним из медицинских критериев вреда здоровью человека средней степени тяжести.

Таким образом, можно заключить, что в результате загрязнения нефтепродуктами участка местности около 17-го километра 4-го пикета железнодорожной станции П. возникла угроза причинения существенного вреда здоровью человека, выразившаяся в реальной возможности возникновения тяжкого вреда здоровью человека и вреда здоровью человека средней степени тяжести. Полученные от специалиста обоснованные суждения позволили в качестве одного из вариантов квалификации рассматривать содеянное по ч. 1 ст. 247 УК РФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как для любой формирующейся отрасли знаний, несмотря на наличие классических научных и экспертных методик, начальная стадия развития судебно-экологической экспертизы характеризуется поисками индиви-

дуальных путей оптимального решения поставленных перед ней задач.

С учётом того, что при расследовании экологических преступлений в качестве значимой признаётся только прямая причинно-следственная связь, представляется, что ранее разработанные подходы (основанные на концепции определения антропогенного причинного фактора в генезе того или иного неблагоприятного исхода для жизни и/или здоровья) могут найти реальное продолжение в качестве методологической базы проведения комплексных судебно-медицинских судебно-экологических экспертиз [23].

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов • Authors' contributions

С. В. Кузнецов — концепция и идея исследования, сбор литературных данных, анализ и интерпретация результатов, научная редакция рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи; **Ю. А. Молин** — консультирование по отдельным судебно-медицинским вопросам, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи; **С. Ю. Мелихов** — консультирование по отдельным юридическим вопросам, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

S. V. Kuznetsov — study concept and idea, literature data collection, result analysis and interpretation, scientific editorial board of the manuscript, review and approval of the final version of the manuscript; **Yu. A. Molin** — certain forensic medical issue consultation, review and approval of the final version of the manuscript; **S. Yu. Melikhov** — certain legal issue consultation, and review and approval of the final version of the manuscript. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования • Funding source

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов • Competing interests

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Clifford M., Edwards T. Environmental crime. Edition: 2nd Publisher: Jones and Bartlett Learning; 2011. 448 p.
2. Shover N., Routh A.S. Environmental crime // Crime and Justice: a review of research. Tonry M., ed. University of Chicago Press, Chicago, 2005. N 32. P. 321–371.
3. Walker T., Gramlich D., Bitar M., et al. Ecological, societal, and technological risks and the financial sector. Cham: Springer International Publishing; 2020. 464 p.
4. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/. Дата обращения: 28.07.2021.
5. Уголовный кодекс Российской Федерации» от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 01.07.2021). Ст. 2954. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/. Дата обращения: 28.07.2021.
6. Иванов Н.Г. Уголовное право. Особенная часть в 2 т. Т. 2: учебник для академического бакалавриата. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2017. 241 с.
7. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 18 октября 2012 N 21 «О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70146708/>. Дата обращения: 28.07.2021.
8. Письмо Минприроды России от 27.12.1993 N 04-25/61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5189/. Дата обращения: 28.07.2021.
9. Губайдуллин М.Г., Петрова А.В., Плосков Д.Ю. Методика поэтапной биологической рекультивации нефтезагрязненных почв и грунтов на нефтебазах Северной части России // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 15–20.
10. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения // Вестник Пермского университета. 2007. № 5. С. 134–141.
11. Писарчук А.Д. Эколого-микробиологические аспекты биоремедиации нефтезагрязненных экосистем и угольных карьеров: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2014. 23 с.
12. Московец А.В. Использование трудноутилизуемых отходов нефтехимической промышленности в производстве экологически безопасных строительных материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2016. 24 с.
13. Щетнева Я.А. Влияние на окружающую среду разливов горюче-смазочных материалов при лесозаготовительных работах // Studarctic Forum. 2016. Т. 1, № 1. С. 28–33.
14. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: учебное пособие. Москва: Изд-во РУДН, 2004. 163 с.
15. Спиркин В.Г. Химмотология топлив: учебное пособие / под ред. И.Г. Фукса. Москва: Нефть и газ, 2002. 280 с.
16. Полозков В.Т., Гончарюк В.А., Егоров В.Н., и др. Охрана труда на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах. Москва: Химия, 1973. 296 с.
17. Эшенкулова А.С. Показатели микроядерного теста у лиц, контактирующих с нефтепродуктами // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2016. № 4. С. 47–49.
18. Глазов Г.И., Сидорин В.П. Каталитический риформинг и экстракция ароматических углеводородов. (Библиотека молодого рабочего). Москва: Химия, 1981. 188 с.
19. Правила по охране труда при эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов ПОТ РО 112-002-98 (утверждены приказом Министерства топлива и энергетики Российской Федерации от 16 июня 1998 г. № 208). Режим доступа: <https://base.garant.ru/70490848/>. Дата обращения: 28.07.2021.
20. Усанович С.А., Курманов В.В. Оценка травматизма и заболеваемости при работе с нефтепродуктами // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2006. № 1. С. 5–6.
21. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 24 апреля 2008 г. № 194н «Об утверждении Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека». Режим доступа: <https://base.garant.ru/12162210/>. Дата обращения: 28.07.2021.
22. Мельникова И.П. Оказание первой помощи при химических отравлениях: методические рекомендации (для практических занятий). Владивосток: ИПК МГУ имени адмирала Г.И. Невельского, 2009. 59 с.
23. Кузнецов С.В. Методология экспертного сопровождения расследования преступлений по фактам ненадлежащего оказания медицинской помощи: монография. 2-е изд., изм. и доп. Москва: Русайнс, 2021. 350 с.

REFERENCES

1. Clifford M., Edwards T. Environmental crime. Edition: 2nd Publisher: Jones and Bartlett Learning; 2011. 448 p.
2. Shover N., Routh A.S. Environmental crime. In: Crime and Justice: A review of research. Tonry M., ed. University of Chicago Press, Chicago, 2005;32:321–371.
3. Walker T., Gramlich D., Bitar M., et al. Ecological, societal, and technological risks and the financial sector. Cham: Springer International Publishing; 2020. 464 p.
4. The Constitution of the Russian Federation (adopted by popular vote on 12.12.1993 with amendments approved during the all-Russian vote on 01.07.2020). (In Russ). Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/. Accessed: 28.07.2021.
5. The Criminal Code of the Russian Federation from 13.06.1996 N 63-FZ (ed. from 01.07.2021). Article 2954. (In Russ). Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/. Accessed: 28.07.2021.
6. Ivanov NG. Criminal law. Special part in 2 vol. Vol. 2: textbook for academic bachelor's degree. 2nd ed., revised and updated. Moscow: Yurayt; 2017. 241 p. (In Russ).
7. Resolution of the Plenum of the Supreme Court of the Russian Federation No. 21 of October 18, 2012 «On the application by courts of legislation on liability for violations in the field of environmental protection and nature management». (In Russ). Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70146708/>. Accessed: 28.07.2021.

8. Letter of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 27.12.1993 N 04-25/61-5678 «On the procedure for determining the amount of damage from land pollution with chemicals». (In Russ). Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5189/. Accessed: 28.07.2021.
9. Gubaidullin MG, Petrova AV, Ploskov DYu. Methodology of step-by-step biological recultivation of oil-contaminated soils and soils at oil depots in the Northern part of Russia. *Environmental Protection in the Oil and Gas Complex*. 2012;(6): 15–20. (In Russ).
10. Nazarov AV. The influence of oil pollution of the soil on plants. *Bulletin of the Perm University*. 2007;(5):134–141. (In Russ).
11. Pisarchuk AD. Ecological and microbiological aspects of bioremediation of oil-polluted ecosystems and coal pits [dissertation abstract]. Tomsk; 2014. 23 p. (In Russ).
12. Moskovets AV. The use of hard-to-recycle waste from the petrochemical industry in the production of environmentally friendly building materials [dissertation abstract]. Ufa; 2016. 24 p. (In Russ).
13. Shchetneva YaA. The impact on the environment of fuel and lubricants spills during logging operations. *Studartctic Forum*. 2016;1(1):28–33. (In Russ).
14. Davydova SL, Tagasov VI. Oil and petroleum products in the environment: a textbook. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia Publishing House; 2004. 163 p. (In Russ).
15. Spirkin VG. Chemmotology of fuels: a textbook. Ed. by I.G. Fuchs. Moscow: Neft' i Gaz; 2002. 280 p. (In Russ).
16. Polozkov VT, Goncharyuk VA, Egorov VN, et al. Labor protection at oil refineries and petrochemical plants. Moscow: Khimiya; 1973. 296 p. (In Russ).
17. Eshenkulova AS. Indicators of the micronuclear test in persons in contact with petroleum products. *Vestnik of KSMA named after I.K. Akhunbaev*. 2016;(4):47–49. (In Russ).
18. Glazov GI, Sidorin VP. Catalytic reforming and extraction of aromatic hydrocarbons. (Young Worker's Library). Moscow: Khimiya; 1981. 188 p. (In Russ).
19. Rules on labor protection during the operation of main oil product pipelines POT RO 112-002-98 (approved by Order of the Ministry of Fuel and Energy of the Russian Federation No. 208 of June 16, 1998). (In Russ). Available from: <https://base.garant.ru/70490848/>. Accessed: 28.07.2021.
20. Usanovich SA, Kurmanov VV. Assessment of injuries and morbidity when working with petroleum products. *Design, Use and Reliability of Agricultural Machinery*. 2006;(1):5–6. (In Russ).
21. Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation No. 194n dated April 24, 2008 «On approval of Medical criteria for determining the severity of harm caused to human health». (In Russ). Available from: <https://base.garant.ru/12162210/>. Accessed: 28.07.2021.
22. Melnikova IP. First aid in case of chemical poisoning: methodological recommendations (for practical classes). Vladivostok: Admiral G.I. Nevelsky Maritime State University; 2009. 59 p. (In Russ).
23. Kuznetsov SV. Methodology of expert support for the investigation of crimes on the facts of improper provision of medical care: monograph. 2nd ed., revised and updated. Moscow: Rusains, 2021. 350 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **КУЗНЕЦОВ Семён Валерьевич**, к.м.н., доцент; адрес: Российская Федерация, 190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 96; e-mail: Nachsml@mail.ru; eLibrary SPIN: 5122-0242

МОЛИН Юрий Александрович, д.м.н., профессор; e-mail: expertfm@mail.ru; eLibrary SPIN: 7439-0540

МЕЛИХОВ Сергей Юрьевич, к.юрид.н.; e-mail: msy@skspba.ru; eLibrary SPIN: 9043-1411

AUTHOR'S INFO

* **Semyon V. Kuznetsov**, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor; address: 96, Moyka, St. Petersburg, 190000, Russia; e-mail: Nachsml@mail.ru; eLibrary SPIN: 5122-0242

Yuri A. Molin, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; e-mail: expertfm@mail.ru; eLibrary SPIN: 7439-0540

Sergey Yu. Melikhov, Cand. Sci. (Legal); e-mail: msy@skspba.ru; eLibrary SPIN: 9043-1411

* Автор, ответственный за переписку / The author responsible for the correspondence