

Ассоциация судебно-медицинских экспертов



Association of Forensic Medical Experts

ISSN 2411-8729 (PRINT)

ISSN 2409-4161 (ONLINE)

# СУДЕБНАЯ МЕДИЦИНА

ТОМ 8 ВЫПУСК 4

## RUSSIAN JOURNAL OF FORENSIC MEDICINE

VOLUME 8 ISSUE 4

2022



ECO VECTOR [HTTPS://JOURNALS.ECO-VECTOR.COM/2411-8729](https://journals.eco-vector.com/2411-8729)

## УЧРЕДИТЕЛИ

- Ассоциация судебно-медицинских экспертов
- ООО «Эко-Вектор»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77 - 81753 от 09.09.2021 г.

Свидетельство о регистрации СМИ ЭЛ № ФС 77 - 59181 от 03.09.2014 г.

## ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»

Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, д. 3, литера А, помещение 1Н

E-mail: info@eco-vector.com

WEB: <https://eco-vector.com>

## ПОДПИСКА

[www.journals.eco-vector.com](http://www.journals.eco-vector.com)

[www.akc.ru](http://www.akc.ru)

[www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru)

## ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

В электронном виде журнал распространяется бесплатно — в режиме немедленного открытого доступа

## ИНДЕКСАЦИЯ

- SCOPUS
- DOAJ
- РИНЦ
- Google Scholar
- Dimensions
- CyberLeninka
- WorldCat
- Ulrich's Periodicals Directory

## РЕДАКЦИЯ

### Заведующий редакцией

Филиппова Елена Андреевна

Телефон: +7(906)702-71-08

E-mail: [formed@eco-vector.com](mailto:formed@eco-vector.com)

Адрес: 127349, г. Москва, Шенкурский проезд, д. 3Б, оф. 311

## ОРИГИНАЛ-МАКЕТ

подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».

Литературный редактор,

корректор: *М.Н. Шошина*

Выпускающий редактор: *Е.Л. Сухачёва*

Верстка и оформление: *Ф.А. Игнащенко*

Сдано в набор 01.12.2022.

Подписано в печать 12.12.2022.

Формат 60 × 84%. Печать офсетная.

Печ. л. 13,75. Усл. печ. л. 12,79.

Уч.-изд. л. 7,5. Тираж 1500 экз. Заказ № 2-9538-lv.

Дата выхода в свет 23.12.2022.

Отпечатано в ООО «Типография Экспресс В2В».

191180, г. Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки,

д. 104, лит. А, пом. 3Н, оф. 1. Тел.: +7(812)646-33-77

ISSN 2411-8729 (Print)

ISSN 2409-4161 (Online)

# Судебная медицина

Том 8 | Выпуск 4 | 2022

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ  
СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Издаётся с 2015 года

## Главный редактор

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

ORCID: 0000-0001-5693-4054

## Заместители главного редактора

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

ORCID: 0000-0003-4236-4219

Виейра Дуарте Нуно, MD, PhD, Prof. (Португалия)

ORCID: 0000-0002-7366-6765

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

ORCID: 0000-0002-4753-3125

Тсокок Михаэль, MD, PhD, Prof. (Германия)

ORCID: 0000-0001-7805-6352

## Ответственный секретарь

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

ORCID: 0000-0003-2113-0480

## Редакционная коллегия

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

ORCID: 0000-0003-1506-5547

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

ORCID: 0000-0003-4229-8012

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

ORCID: 0000-0002-5548-0967

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

ORCID: 0000-0002-1156-056X

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

ORCID: 0000-0003-3606-3823

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

ORCID: 0000-0002-3590-753X

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

ORCID: 0000-0001-6007-2629

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

ORCID: 0000-0001-7571-0312

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

ORCID: 0000-0003-4228-8973

Мадея Буркхард, MD, PhD, Prof. (Германия)

ORCID: 0000-0002-1248-1556

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

ORCID: 0000-0001-7756-6959

Мимасака Сотаро, MD, PhD, Prof. (Япония)

ORCID: 0000-0002-1790-9726

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

ORCID: 0000-0002-4629-4521

Парилов Сергей Леонидович, д.м.н. (Россия)

ORCID: 0000-0001-9888-4534

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

ORCID: 0000-0001-9421-8534

Феррара Санто Давиде, MD, PhD, Prof. (Италия)

ORCID: 0000-0002-5900-8715

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

ORCID: 0000-0002-6439-7110

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

ORCID: 0000-0003-2219-5315

## Редакционный совет

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

ORCID: 0000-0001-5106-8644

Ашиджиоглу Фарук, MD, PhD, Prof. (Турция)

ORCID: 0000-0003-1691-6171

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

ORCID: 0000-0002-1530-7852

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

ORCID: 0000-0002-9023-6898

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

(Россия)

ORCID: 0000-0001-7896-2080

Капело Хосе Луис Мартинес, MD, PhD, Prof. (Португалия)

ORCID: 0000-0001-6276-8507

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

ORCID: 0000-0002-3702-0174

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

ORCID: 0000-0002-9711-3532

Максимов Александр Викторович, д.м.н. (Россия)

ORCID: 0000-0003-1936-4448

Тали Майкл, MD, PhD, Prof. (Швейцария)

ORCID: 0000-0002-2613-6956

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

ORCID: 0000-0001-9922-3818

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

ORCID: 0000-0002-8849-3043

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://for-medex.ru/>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».

16+

© ООО «Эко-Вектор», 2022

ЭКО • ВЕКТОР



## FOUNDERS

- Association of Forensic Medical Experts
- Eco-Vector

## PUBLISHER

Eco-Vector

Address: Aptekarskiy pereulok, 3A, office 1H,  
Saint-Petersburg, Russian  
Federation, 191186

E-mail: [info@eco-vector.com](mailto:info@eco-vector.com)

WEB: <https://eco-vector.com>

## SUBSCRIPTION

[www.journals.eco-vector.com](http://www.journals.eco-vector.com)

## OPEN ACCESS

Immediate Open Access is mandatory  
for all published articles

## PUBLICATION ETHICS

Journal's ethic policies are based on:

- ICMJE
- COPE
- ORE
- CSE
- EASE

## INDEXATION

- SCOPUS
- DOAJ
- Google Scholar
- Dimensions
- CyberLeninka
- WorldCat
- Ulrich's Periodicals Directory

## EDITORIAL

### Executive editor

Elena A. Philippova

E-mail: [formed@eco-vector.com](mailto:formed@eco-vector.com)

Phone: +7(906)702-71-08

## TYPESET

complete in Eco-Vector

Copyeditor, proofreader: *M.N. Shoshina*

Managing Editor: *Elena L. Sukhacheva*

Layout editor: *P.A. Ignashchenko*

ISSN 2411-8729 (Print)

ISSN 2409-4161 (Online)

# Russian Journal of Forensic Medicine

Volume 8 | Issue 4 | 2022

INTERNATIONAL PEER-REVIEW JOURNAL  
IN FORENSIC AND RELATED SCIENCES

Publish since 2015

## EDITOR-IN-CHIEF

**Vladimir A. Klevno**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0001-5693-4054

## DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

**Evgeniy Kh. Barinov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0003-4236-4219

**Pavel L. Ivanov**, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0002-4753-3125

**Michael Tsokos**, MD, PhD, Prof. (Germany)

ORCID: 0000-0001-7805-6352

**Duarte Nuno Vieira**, MD, PhD, Prof. (Portugal)

ORCID: 0000-0002-7366-6765

## EXECUTIVE SECRETARY

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

ORCID: 0000-0003-2113-0480

## EDITORIAL BOARD

**Aleksandr I. Avdeev**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0003-1506-5547

**Mger S. Bisharyan**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Armenia)

ORCID: 0000-0003-4229-8012

**Santo Davide Ferrara**, MD, PhD, Prof. (Italy)

ORCID: 0000-0002-5900-8715

**Frants A. Galitskiy**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Kazakhstan)

ORCID: 0000-0002-5548-0967

**Adalat Beybala oglu Gasanov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Azerbaijan)

ORCID: 0000-0002-1156-056X

**Alisher I. Iskandarov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Uzbekistan)

ORCID: 0000-0001-6007-2629

**Vladimir V. Khokhlov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0002-6439-7110

**Evgeniy M. Kil'dyushov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0001-7571-0312

**Sergey V. Leonov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0003-4228-8973

**Burkhard Madea**, MD, PhD, Prof. (Germany)

ORCID: 0000-0002-1248-1556

**Aleksey E. Mal'tsev**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0001-7756-6959

**Sohtaro Mimasaka**, MD, PhD, Prof. (Japan)

ORCID: 0000-0002-1790-9726

**Yuriy V. Nazarov**, MD, Dr. Sci. (Med.) (Russia)

ORCID: 0000-0002-4629-4521

**Sergey L. Parilov**, MD, Dr. Sci. (Med.) (Russia)

ORCID: 0000-0001-9888-4534

**Pavel O. Romodanovskiy**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0001-9421-8534

**Sergey V. Shigeev**, MD, Dr. Sci. (Med.) (Russia)

ORCID: 0000-0003-2219-5315

**Oleg V. Zairat'yants**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0003-3606-3823

**El'vira V. Zimina**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0002-3590-753X

## EDITORIAL COUNCIL

**Faruk Aşıcıoğlu**, MD, PhD, Prof. (Turkey)

ORCID: 0000-0003-1691-6171

**Oksana Yu. Alexandrova**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0001-5106-8644

**Ivan V. Buromskiy**, MD, Dr. Sci. (Med.) (Russia)

ORCID: 0000-0002-1530-7852

**Jose Luis Martinez Capelo**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Portugal)

ORCID: 0000-0001-6276-8507

**Lev V. Kakturskiy**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0001-7896-2080

**Oleg I. Khvan**, MD, Dr. Sci. (Med.), (Uzbekistan)

ORCID: 0000-0002-8849-3043

**Vladimir P. Konev**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0002-3702-0174

**Sergey N. Puzin**, MD, PhD, Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0002-9711-3532

**Aleksandr V. Maksimov**, MD, Dr. Sci. (Med.) (Russia)

ORCID: 0000-0003-1936-4448

**Michael Thali**, MD, PhD, Prof. (Switzerland)

ORCID: 0000-0002-2613-6956

**Andrey A. Tkachenko**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof. (Russia)

ORCID: 0000-0001-9922-3818

**Igor V. Vlasyyuk**, MD, Dr. Sci. (Med.) (Russia)

ORCID: 0000-0002-9023-6898

The editors are not responsible for the content of advertising materials. The point of view of the authors may not coincide with the opinion of the editors. Only articles prepared in accordance with the guidelines are accepted for publication. By sending the article to the editor, the authors accept the terms of the public offer agreement. The guidelines for authors and the public offer agreement can be found on the website: <https://for-medex.ru/>. Full or partial reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the publisher — the Eco-Vector publishing house.

# СОДЕРЖАНИЕ

---

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*N. Harshitha, K. Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka*

Радиоморфометрическая оценка возрастных изменений в строении нижней челюсти. . . . . 5

*О.Л. Романова, А.М. Голубев, А.А. Чурилов, Д.В. Сундуков, М.А. Кислов, А.В. Ершов*

Повреждения нейронов коры головного мозга при острых отравлениях баклофеном и его сочетанием с этиловым спиртом. . . . . 15

*А.Ш. Ибрагимов, Ш.М. Мусеев*

Определение пола человека по одонтометрическим признакам с помощью уравнений логистической регрессии . . . . . 25

*З.А. Гиясов, К.А. Махсумхонов, И.И. Бахриев, Ш.Э. Исламов*

Ретроспективный судебно-медицинский анализ динамики показателей смертности при суицидах. . . . . 37

*А.А. Волкова, Р.А. Калёкин, А.М. Орлова*

Обнаружение клобазама и его метаболита в моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием при отравлении. . . . . 47

*С.И. Индиаминов, Х.Н. Абдумуминов, Ф.Х. Бойманов*

Характеристика повреждений у велосипедистов, пострадавших при наезде других транспортных средств сбоку корпуса движущихся велосипедов. . . . . 57

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

*Т.В. Потанькина, О.В. Лысенко, В.А. Клевно*

Перспективы исследования колото-резаных повреждений плоских костей при воздействии клинком ножа с различной толщиной обуха . . . . . 67

*М.С. Съедин, С.С. Плис, В.А. Клевно*

Электросамокаты и ассоциированный травматизм: судебно-медицинские аспекты . . . . . 77

## ЭКСПЕРТНАЯ ПРАКТИКА

*С.В. Леонов, П.В. Пинчук, Ю.П. Шакирьянова, В.Н. Троян*

Возможности диагностики колото-резаных повреждений у живых лиц с использованием результатов компьютерной томографии . . . . . 89

*Н.М. Аничков, Е.Ю. Калинина, З.В. Давыдова, Е.В. Щербакова, О.Д. Ягмуров*

Клинические и морфологические особенности злокачественной гипертермии: редкий случай из практики . . . . . 97

## НОВОСТИ

*А.И. Щеголев, У.Н. Туманова*

II Научно-практическая конференция Межрегионального танаториологического общества «Лучевая диагностика для патологической анатомии и судебно-медицинской экспертизы: от прижизненной к посмертной» . . . . . 105

# CONTENTS

---

## ORIGINAL STUDY ARTICLES

- N. Harshitha, Karthikeya Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka*  
A radiomorphometric evaluation of age-related changes in mandibular morphology. . . . . 5
- Olga L. Romanova, Arkady M. Golubev, Alexey A. Churilov, Dmitriy V. Sundukov, Maksim A. Kislov, Anton V. Ershov*  
Damage to neurons of the cerebral cortex in acute poisoning with baclofen and its combination with ethanol . . . . . 15
- Anar Sh. Ibragimov, Shakir M. Musayev*  
Determination of human sex by odontometric characteristics using equations of logistic regression. . . . . 25
- Zaynitdin A. Giyasov, Kulfiddikhon A. Makhsumkhonov, Ibrokhim I. Bakhriev, Shavkat E. Islamov*  
Forensic medical analysis of the dynamics of death rates in suicides. . . . . 37
- Alla A. Volkova, Roman A. Kalekin, Alevtina M. Orlova*  
Detection of clobazam and its metabolites in urine during poisoning using HPLC-QqQ-MS/MS . . . . . 47
- Sayit I. Indiaminov, Khasan N. Abdumuminov, Farxod Kh.Boymanov*  
Characteristics of injuries in cyclists injured when other vehicles collide  
with the side of the body of moving bicycles . . . . . 57

## REVIEWS

- Tatiana V. Potankina, Oleg V. Lysenko, Vladimir A. Klevno*  
Perspectives of the study of cutting and stabbing damages caused by knives with various spine thicknesses. . . . . 67
- Maxim S. Siedin, Semyon S. Plis, Vladimir A. Klevno*  
Electric scooters and associated injuries: forensic aspects . . . . . 77

## CASE REPORTS

- Sergey V. Leonov, Pavel V. Pinchuk, Julia P. Shakiryanova, Vladimir N. Troyan*  
Possibilities of diagnosing stab-cut wounds in living persons using computed tomography results. . . . . 89
- Nikolai M. Anichkov, Elena Yu. Kalinina, Zlata V. Davydova, Ekaterina V. Shcherbakova, Oraz D. Yagmurov*  
Clinical and morphological features of malignant hyperthermia: a rare case from practice . . . . . 97

## NEWS

- Alexandr I. Shchegolev, Ulyana N. Tumanova*  
II Scientific and practical conference of the Interregional Thanatoradiological Society  
“Radiological diagnostics for pathological anatomy and forensic medicine: from lifetime to postmortem” . . . . . 105

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

# Радиоморфометрическая оценка возрастных изменений в строении нижней челюсти

N. Harshitha, K. Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka

JSS Dental College and Hospital, JSS Academy of Higher Education and Research, Карнатака, Индия

## АННОТАЦИЯ

**Цели.** Основная цель настоящего исследования заключалась в определении, сравнении и разграничении изменений в строении нижней челюсти у добровольцев разных возрастных групп мужского и женского пола с естественным зубным рядом с использованием панорамной цифровой визуализации, а также в определении достоверности полученных таким образом данных при оценке возраста для обоснования судебно-медицинского заключения.

**Материал и методы.** Выполнили панорамную цифровую визуализацию нижней челюсти у 620 добровольцев четырёх возрастных групп: 12–18 лет, 19–40 лет, 41–60 лет и старше 60 лет. Измерили и проанализировали такие показатели, как нижнечелюстной угол, длина мышцелкового отростка нижней челюсти, длина ветви нижней челюсти, толщина кортикального слоя кости и ширина вырезки ветви нижней челюсти. Полученные данные обработали с применением методов описательного статистического анализа, а также с использованием двустороннего t-критерия Стьюдента и критерия двухфакторного дисперсионного анализа.

**Результаты.** При выполнении углового и четырёх линейных измерений между всеми возрастными группами было выявлено статистически значимое различие ( $p < 0,05$ ), при этом для всех показателей, кроме нижнечелюстного угла, была установлена следующая закономерность: чем старше возрастные группы, тем больше различие. Отмечено также статистически значимое различие ( $p < 0,05$ ) между правой и левой сторонами по всем параметрам (нижнечелюстной угол, длина ветви нижней челюсти и ширина вырезки ветви нижней челюсти).

**Заключение.** Подтверждена возможность оценки возраста на основании результатов углового и линейных измерений нижней челюсти в исследуемой популяции. Установлено, что все параметры, кроме нижнечелюстного угла, позволяют надёжно определить возраст, при этом чем старше возраст, тем больше среднее значение всех параметров, и для всех параметров, кроме нижнечелюстного угла, выявлено статистически значимое различие. Таким образом, на основании результатов настоящего исследования можно рекомендовать использование всех рассматриваемых параметров, кроме нижнечелюстного угла, для оценки возраста при проведении судебно-медицинской экспертизы.

**Ключевые слова:** цифровая рентгенография; установление возраста; ортопантомография; линейные и угловые измерения; нижняя челюсть.

## Как цитировать

Harshitha N., Patil K., Sanjay C.J., Nagabhushana D., Viveka S. Радиоморфометрическая оценка возрастных изменений в строении нижней челюсти // Судебная медицина. 2022. Т. 8, № 4. С. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

# A radiomorphometric evaluation of age-related changes in mandibular morphology

N. Harshitha, Karthikeya Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka

JSS Dental College and Hospital, JSS Academy of Higher Education and Research, Mysore Karnataka, India

## ABSTRACT

**AIMS:** The main aim of this study was to determine, compare and differentiate the morphologically related changes of the mandible in dentate males and females among different age groups on digital panoramic images and to assess their authenticity in age estimations to provide evidence in forensics.

**MATERIALS AND METHODS:** Digital panoramic images were made of 620 subjects, belonging to into four groups of ages ranging between 12–18 years, 19–40 years, 41–60 years, and older than 60 years. Measurements such as gonial angle, condylar length, ramus length, cortical bone thickness, and ramal notch width were measured and evaluated. The data obtained was then subjected to descriptive statistical analysis followed by a Paired t-test and a Two-way ANOVA test to arrive at the results.

**RESULTS:** On measuring an angular and four linear measurements a statistically significant differences were found among all the age groups with  $p < 0.05$  and also increased on aging except for the gonial angle. Among all the parameters, the gonial angle, ramus length, and ramal notch width depicted a statistically significant difference between the right and left sides and with  $p < 0.05$ .

**CONCLUSION:** Age estimation with linear and angular measurements of the mandible was possible among the study population. It is found that all parameters except gonial angle are reliable for age determination. It was found that as age increased, the mean value of all the parameters increased and showed a significant difference between all age groups except the gonial angle. Hence, this study positively recommends the use of all parameters except gonial angle for the purpose of age estimation in the field of forensics.

**Keywords:** digital radiographic assessment; age estimation; orthopantomography; linear and angular measurements; mandible.

## To cite this article

Harshitha N, Patil K, Sanjay CJ, Nagabhushana D, Viveka S. A radiomorphometric evaluation of age-related changes in mandibular morphology. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):5–14. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

Received: 05.03.2022

Accepted: 24.10.2022

Published: 29.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

# 下颌骨结构中随着年龄有关的变化放射形态学评估

N. Harshitha, Karthikeya Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka

JSS Dental College and Hospital, JSS Academy of Higher Education and Research, Mysore Karnataka, India

## 简评

**目的。**本研究的主要目的是利用全景数字成像技术，确定、比较和区分不同年龄段的男性和女性自然牙齿志愿者的下颌骨结构的变化，并确定由此获得的数据在年龄评估中的可靠性，以支持法医意见。

**材料与方**法。我们对620名志愿者进行了下颌骨的全景数字成像，分四个年龄组：12-18岁、19-40岁、41-60岁和60岁以上。我们测量并分析了下颌角、下颌骨髁突长度、下颌骨分支长度、皮质骨厚度和下颌骨分支切口宽度。数据的处理采用了描述性的统计分析方法，以及双侧学生t检验和双因素方差分析。

**结果。**角度和四项线性测量显示，所有年龄组之间的差异具有统计学意义 ( $p < 0.05$ )，除下颌角外，所有测量都有以下规律：年龄组越大，差异越大。左右两边的所有参数（下颌角、下颌支长度和下颌支切口宽度）都有统计学上的显著差异 ( $p < 0.05$ )。

**结论。**研究人群中，根据下颌骨的角度和线性测量来估计年龄的可能性已被证实。研究发现，除下颌角外的所有参数都能可靠地确定年龄，年龄越大，所有参数的平均值越大，对于除下颌角外的所有参数，发现有统计学上的显著差异。因此，根据这项研究的结果，可以建议在法医检查中使用除下颌角以外的所有参数进行年龄评估。

**关键词：**数字放射照相术；年龄确定；正射断层摄影术；线性和角度测量；下颌。

## To cite this article

Harshitha N, Patil K, Sanjay CJ, Nagabhushana D, Viveka S. 下颌骨结构中随着年龄有关的变化放射形态学评估. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):5-14. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

收到: 05.03.2022

接受: 24.10.2022

发布日期: 29.11.2022



## BACKGROUND

According to evolutionary biology studies, humans are descended from ancient apes. There are exciting developments in all fields that contribute to our understanding of human evolution [1]. Many studies have characterised the evolution of genetically based variations in personality between age and sex groups as well as their genetic components [2].

In legal medicine and forensic anthropology, establishing the identity of the unknown deceased person in a crime, accident, suicide, or mass tragedy, as well as for criminals who are hiding their identities, is very critical and skeletal traits are among the most commonly used traits to determine a person's gender and age [3].

The mandible exhibits many anatomical and morphological changes with progression of age. Changes in the size and shape of the mandible are noticed along with gradual growth and function of jaws, which vary according to age, gender, and dental condition [4]. A gonial area, antegonial region, condyle, and ramus are some of the remodelling areas in the mandible that alter [5]. All these areas are best viewed, measured, and evaluated by Orthopantomography (OPG), which is a commonly employed method in scientific research and criminal investigations for age and sex determination [6].

The current study aims to evaluate the morphological alterations in the mandible with ageing and dental condition by considering one angular and four linear measurements across the body and ramus of the mandible.

## MATERIALS AND METHODS

In the Department of Oral Medicine and Radiology, a prospective study was conducted with the sample size of 620. After critically reviewing, the research was approved by JSS Dental College and Hospital Institutional Ethics Committee [ IEC PROTOCOL NO 63/2019 dated on 25/10/2019].

This study included groups of young and old dentulous individuals who had complete sets of medical records and whose teeth that were all intact except for third molars (present or absent). over 60 years old with at least five teeth in each quadrant, except third molars. Old denture wearers and any patients with the presence of supernumerary teeth (erupted or impacted), any systemic disease affecting the jaw bone, and history or evidence of orthodontic or orthognathic treatment were excluded from the study.

The panoramic digital radiographs were taken using the Planmeca Promax Digital Panoramic system, under standard exposure conditions as recommended by the manufacturer. All the age groups were comprised of 180 individuals, except for the age group of greater than 60 years, which comprised of 80 individuals. All mandibular measurements were made bilaterally using ROMEXIS DICOM viewer software (Planmeca, Helsinki, Finland). The present study was performed for about 18 months.

The parameters that were measured in our study were as follows: (Fig. 1)

- 1) **Gonial angle (GA):** It is formed by drawing a line between two imaginary lines that extend from the inferior border of the mandible to the ramus of the mandible.
- 2) **Condylar length (CL):** It is the distance between two lines drawn tangentially, one at the superior most point of the condylar head and the other at the deepest point of the sigmoid notch's concavity.
- 3) **Ramus length (RL):** It is calculated by drawing two lines, one parallel to the ramus tangent line at the level of the most lateral image of the condyle and the other parallel to the ramus tangent line at the level of the most lateral image of the ramus. The distance between these two lines is RL.
- 4) **Cortical bone thickness:** The thickness of the radiopaque band is measured at the lower border of the mandible's body, where the antegonial notch begins mesially.
- 5) **Ramal notch depth (RND):** It is the distance between the ramus tangent line and the ramus notch concavity's deepest point.

For each variable, descriptive statistics followed by Two-way ANOVA test were determined. The difference in measures between the left and right sides of the mandible were analysed using a paired t test.

## RESULTS

In our study, all 620 subjects were categorised into 4 different age groups. Group 1 of 12–18 years, group 2 of 19–40 years and group 3 of 41–60 years were comprised of 180 (28.6%) individuals each, except for group 4 of greater than 60 years, which was comprised of 80 (14.3%) individuals.

### Gonial angle

The mean value of the Gonial Angle among groups 1 (12–18 years) was 180.8372°, group 2 (19–40 years) was 180.0166°, group 3 (41–60 years) was 180.6042°, and group 4 (greater than 60 years) was 180.4131°.

The mean value of the gonial angle was comparatively higher among the younger age group and less among the

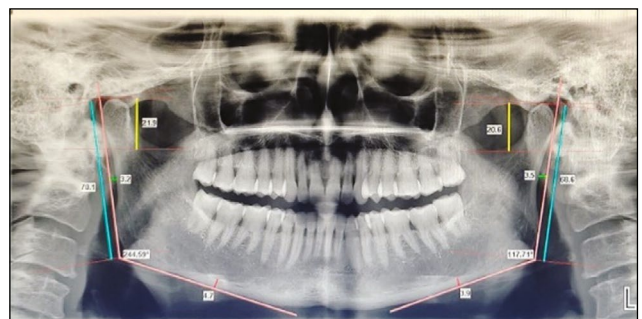


Fig. 1. All linear and angular parameters on OPG using Planmeca Romexis Software

older age group. Therefore, the gonial angle decreases as age increases.

The mean value of the gonial angle showed no significant difference between all age groups. Thus, this was found to be statistically insignificant with a  $p$  value ( $p=0.568$ ) (Table 1).

The right and left sides of the gonial angle showed a significant difference and were found to be statistically significant with  $p < 0.05$ . The gonial angle on the right side showed a significantly higher value than the left side (Table 2)

### Condylar length

The mean value of the condylar length among groups 1 (12–18 years) was 20.9397 mm, group 2 (19–40 years) was 22.1681 mm, group 3 (41–60 years) was 22.2246 mm and group 4 (greater than 60 years) was 22.1692 mm.

The mean value of condylar length was comparatively lower among the younger age group and higher among the older age group. Therefore, the gonial angle increases as age increases.

The mean value of condylar length showed a significant difference between all age groups. Thus, this was found to be statistically significant with a  $p$  value. ( $p=0.035$ ).

The right and left sides of condylar length showed no significant difference and were found to be statistically insignificant with  $p > 0.05$ .

### Ramus length

The mean value of Ramus length among group 1 (12–18 years) was 65.9610 mm, group 2 (19–40 years) was 69.8940 mm, group 3 (41–60 years) was 70.1633 mm and group 4 (greater than 60 years) was 70.8367 mm.

The mean value of ramus length was comparatively lower among the younger age group and higher among the older age group. Therefore, the ramus length increases as age increases.

The mean value of ramus length showed a significant difference between all age groups. Thus, this was found to be statistically significant with a  $p$  value ( $p=0.000$ ).

The right and left sides of the ramus length showed a significant difference and were found to be statistically significant with  $p < 0.05$ . The ramus length on the right showed a significantly higher value than on the left.

### Cortical bone thickness

The mean value of cortical bone thickness among groups 1 (12–18 years) was 3.3413 mm, group 2 (19–40 years) was

**Table 1.** Comparison of four Age groups (Group 1, Group 2, Group 3, Group 4) with mean values and standard deviation of gonial angle ( $^{\circ}$ ), ramus height (mm), condylar length (mm), cortical bone thickness (mm) and ramus notch depth (mm). Two-way ANOVA test for all parameters.

Variables	Descriptive Statistics			Two-way ANOVA test		
	Ages (in years)	Mean	Std. Deviation	Mean Square	F	Sig.
Gonial angle	12–18	180.8372	6.35736	14.399	0.674	0.568
	19–40	180.0166	5.20161			
	41–60	180.6042	2.44684			
	60+	180.4131	1.92699			
Condylar length	12–18	20.9397	3.88782	58.004	3.584	0.014*
	19–40	22.1681	4.44695			
	41–60	22.2246	3.70023			
	60+	22.1692	4.06674			
Ramus length	12–18	65.9610	9.78409	522.762	7.731	0.000*
	19–40	69.8940	8.07540			
	41–60	70.1633	7.99625			
	60+	70.8367	7.07502			
Cortical bone thickness	12–18	3.3413	0.62294	5.794	11.531	0.000*
	19–40	3.6350	0.59964			
	41–60	3.8704	0.73088			
	60+	3.7517	0.91614			
Ramus notch width	12–18	2.5629	0.94160	8.275	8.419	0.000*
	19–40	2.8821	1.01761			
	41–60	2.9317	0.86233			
	60+	3.3858	1.08460			

Note. \*—  $p < 0.05$  significance at 5% level of significance.

**Table 2.** Comparison of right and left sides of gonial angle (°), ramus height (mm), condylar length (mm), cortical bone thickness (mm) and ramus notch depth (mm) with mean values and standard deviation. Paired T-test for all parameters.

Variables	Sides	Mean	Std. Deviation	Paired differences		p
				mean	Std. dev	
Gonial angle	Right	236.0962	8.19937	111.24123	15.46445	0.000*
	Left	124.8550	9.76338			
Condylar length	Right	21.8139	4.19556	-0.03900	2.69601	0.767
	Left	21.8529	4.35044			
Ramus length	Right	69.2093	8.78312	0.45469	3.06425	0.003*
	Left	68.7546	8.76774			
Cortical bone thickness	Right	3.6179	0.75727	-0.03429	0.46712	0.133
	Left	3.6521	0.76497			
Ramus notch width	Right	2.7962	1.03384	-0.16167	0.69174	0.000*
	Left	2.9579	1.07159			

Note. \* —  $p < 0.05$  significance at 5% level of significance.

3.6350 mm, group 3 (41–60 years) was 3.8704 mm, and group 4 (greater than 60 years) was 3.7517 mm.

The mean value of cortical bone thickness was comparatively lower among the younger age group and higher among the older age group, and again, after 60 years, the cortical bone thickness starts decreasing. Therefore, the gonial angle increases as age increases, and after 60 years it starts to decrease.

The mean value of cortical bone thickness showed a significant difference between all age groups. Thus, this was found to be statistically significant with a  $p$  value ( $p=0.000$ ).

The right and left sides of cortical bone thickness showed no significant difference and were found to be statistically insignificant with  $p > 0.05$ .

### Ramus notch width

The mean value of Ramal notch width among group 1 (12–18 years) was 2.5629 mm, group 2 (19–40 years) was 2.8821 mm, group 3 (41–60 years) was 2.9317 mm, and group 4 (greater than 60 years) was 3.3858 mm.

The mean value of ramal notch width was comparatively lower among the younger age group and higher among the older age group. Therefore, the ramal notch width increases as age increases.

The mean value of ramal notch width showed a significant difference between all age groups. Thus, this was found to be statistically significant with a  $p$  value ( $p=0.000$ ).

The right and left sides of the ramal notch width showed a significant difference and were found to be statistically significant with  $p < 0.05$ . The ramal notch width on the left showed a significantly higher value than on the right side.

## DISCUSSION

This study's discussion centres on a number of methodological challenges that frequently occur when attempting to estimate age at death or when providing

osteological evidence that may aid in confirming identifications [7]. The identification of the person and the assessment of the cause of death are the two basic issues that arise when human skeletal and dental remains are discovered. In forensic science, determining age and gender from skeletal remains is the first step [8].

To aid forensic identification, recent research has focused on using multiple skeleton features to assess variation linked to age and ethnicity [9]. Bones change constantly during a person's life, and those changes in the skeleton follow a chronological pattern. Knowing what changes occur in the bones can aid in determining the age of the skeleton. The skull and mandible, in addition to the pelvis, are the few additional skeletal remains that display the most sexual dimorphism and should be used for this purpose when accessible [10]. The mandible is considered a significant tool in age determination because it is a strong bone that is difficult to break and disintegrate, as well as because of the changes in the size and shape of the jaw bones that occur during adult life.

Radiology is critical in determining a person's age. Radiological images were utilised in the process of estimating age, which is among the most important tools in forensic science [9]. Panoramic imaging is a widely implemented technology in routine dental exams. It is a practical method for surveying dental problems since it provides all of the necessary information on a single panoramic film. As a result, the parameters in this investigation were measured using panoramic radiography [11].

This study assessed, correlated, and evaluated one angular (gonial angle) and four linear (condylar length, ramus length, cortical bone thickness, and ramal notch width) mandibular measurements as seen on digital panoramic radiographs in order to determine their utility in determining the age.

### Gonial angle

In our present study, there was no significant difference in gonial angle between any of the age groups, which was

found to be statistically not significant with  $p > 0.05$ . This statement is in agreement with the studies conducted by RJDvan OkGayan et al. [4], Raustia and Salonen [12], Xie and Ainamo [13], who also found no significant difference in the gonial angle between the different age groups. In contrast, the study performed by Ohm and Silness [14], who found the gonial angle increasing with age and advancing edentulism, As our study did not include edentulous subjects, this could be one of the reasons for the difference observed in the increased gonial angle found by Ohm and Silness. However, on considering the dentate subjects, this study was found to be correlated with our study. Overall, this parameter (gonial angle) did not show a promising parameter for age determination.

In our study, we discovered a significant difference in gonial angle between both sides of the jaw. This is in correlation with the findings of Revant H. Chole et al. [15], who also discovered a significant difference in the gonial angle between right and left sides of the jaw. However, this factor is not in agreement with the findings of Larheim et al. [16], who observed no significant difference between right and left gonial angles. This disagreement might be due to a disparity in sample size and the age group (14–28 years) of their study population.

In addition, our study also reported that the gonial angle was significantly greater on the right side of the mandible and was found to be statically significant when pairing right and left gonial angles with a  $p$  value  $< 0.05$ .

### Condylar length

When comparing different age groups, a few studies, which were performed by V. Sairam et al. [14] and Huuonen et al. [17], revealed a significant difference in condylar length. In our study, condylar length was found to be comparatively greater in the elderly age group than in the younger age group. In contrast, Okayson et al. [4], Joo et al. [18], Raustia and Salonen [12], and Merrot et al. [19] revealed no significant differences in condylar length when comparing different age groups. This disagreement in the study might be due to disparities in ethnicity, sample size, and age group. The studies that are in disagreement included edentulous subjects. Our study did not include edentulous subjects. Overall, this parameter (condylar length) appears to be a promising age determination.

In addition, our study did not show a statistically significant difference in condylar length when comparing both sides of the mandible and found to be statistically insignificant with  $p > 0.05$ .

### Ramus length

In our study, a significant difference in ramus length was observed between all age groups. This statement is in agreement with the other study by RJDvan OkGayan et al. [4], who also noted significant differences in RL values between all age groups. However, this is not in agreement with the

findings of Joo et al. [18], Raustia and Salonen [12], and Merrot et al. [19], who reported no significant difference in the RL with ageing. This disagreement in the study might be due to differences in ethnicity, sample size, and age group. In our study and the study conducted by V. Sairam et al. [11], found that the RL increases with aging. In contrast, studies by RJDvan OkGayan et al. [4] and Huuonen et al. [17] observe that RL decreases as age increases. This disagreement might be due to the fact that our study did not include edentulous subjects. Overall, this parameter (ramus length) can be used for age determination.

In our study, a difference in ramus length was found between the right and left sides of the mandible and was found to be statistically significant, with the right side showing a higher value. ( $p = < 0.05$ ).

### Cortical bone thickness

In our present study, a statistically significant difference in the thickness of cortical bone was observed between all age groups of dentate subjects and was shown to be in accordance with a few other studies carried out by JEONG-KI JOO [18], C.L. Schwartz-Dabney and P.C. Dechow [20]. The cortical bone thickness found in our study was statistically lower in younger age groups and increased in older age groups. Our study did not include completely edentulous individuals. Hence, this factor cannot be compared with the findings involving edentulous subjects in previous studies. Overall, this parameter (cortical bone thickness) can be strongly used for age determination.

In our study, though a difference in the cortical bone thickness was found between right and left sides of the mandible, the right side showed a greater value than the left side and was found to be statistically insignificant with  $p > 0.05$ .

### Ramal Notch width

The study by RJDvan OkGayan et al. [4], observed that RNW increases with age but showed no statistically significant differences when compared with different age groups. In our study, ramal notch width was found to be statistically significant, being less in younger age groups and increasing in older age groups. This was in accordance with the study carried out by RJDvan OkGayan et al., who found RNW increases with aging. There was a statistically significant difference in ramal notch width even in our study between all age groups. This factor is not correlated with the study conducted by RJDvan OkGayan et al., who did not find any significant differences in the ramus notch width when comparing different age groups. This disagreement in the study might be due to the fact that it involved much older age group subjects (60–69 years) as well as edentulous subjects and also due to variations in ethnicity and sample size. Our study did not include subjects in this age group or edentulous subjects. Overall, this parameter (RNW) was found to be a promising parameter for age determination.

In our study, when comparing the right and left sides, the ramal notch width was greater on left side than on right. However, this was statistically not significant with  $p > 0.05$ .

## CONCLUSION

Forensic research has been conducted for many years on both living and non-living subjects for various investigative goals. In the field of forensic sciences, radiographic pictures are regarded as the best vital tool for estimating age. Of many, the measurements of the gonial condyle length, ramus length, cortical bone thickness, and ramal notch width are the most important, as these can be considered as stable indicators even when the skull is severely destructed.

The results obtained in the present study revealed that all parameters cannot be used as a tool for age estimation, as the condyle length, ramus length, cortical bone thickness, and ramal notch width except the gonial angle show anatomic variations between different age groups and are found to be statistically significant. Therefore, it is concluded that all linear measurements, except the angular measurement on digital panoramic images, with significant differences among different age groups can be used in forensic anthropology as a valuable tool for the estimation of age. Hence, these measurements are advocated varyingly for providing

evidence in forensics, especially when other bones of the skeleton are unavailable.

## LIMITATIONS

As this was a time-bound study, a statistically qualified minimum sample size was assessed. Further studies are recommended to validate our hypothesis with the larger sample size, including various ethnicity and socioeconomic groups for age determination.

## ADDITIONAL INFORMATION

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

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. N. Harshitha, S. Viveka — participation in planning and conducting research, data acquisition, data analysis, editing and writing; K. Patil — participation in planning, study design, manuscript writing and manuscript editing; C.J. Sanjay — study design, data acquisition, data analysis and manuscript writing; D. Nagabhushana — data analysis, manuscript editing and writing.

## REFERENCES

1. Gluckman PD, Low FM, Buklijas T, et al. How evolutionary principles improve the understanding of human health and disease. *Evol Appl.* 2011;4(2):249–263. doi: 10.1111/j.1752-4571.2010.00164
2. Ngun TC, Ghahramani N, Sánchez FJ, et al. The genetics of sex differences in brain and behavior. *Front Neuroendocrinol.* 2011;32(2):227–246. doi: n10.1016/j.yfrne.2010.10.001
3. Weisberg YJ, Deyoung CG, Hirsh JB. Gender differences in personality across the ten aspects of the big five. *Front Psychol.* 2011;(2):178. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00178
4. Okşayan R, Asarkaya B, Palta N, et al. Effects of edentulism on mandibular morphology: evaluation of panoramic radiographs. *Sci World J.* 2014;2014:254932. doi: 10.1155/2014/254932
5. Ghosh S, Vengal M, Pai KM, Abhishek K. Remodeling of the antegonial angle region in the human mandible: A panoramic radiographic cross-sectional study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010;15(5):e802–807. doi: 10.4317/medoral.15.e802
6. Maat GJ, Maes A, Aarents MJ, Nagelkerke NJ. Histological age prediction from the femur in a contemporary Dutch sample. The decrease of nonremodeled bone in the anterior cortex. *J Forensic Sci.* 2006;51(2):230–237. doi: 10.1111/j.1556-4029.2006.00062.x
7. Konigsberg LW, Herrmann NP, Wescott DJ, Kimmerle EH. Estimation and evidence in forensic anthropology: Age-at-death. *J Forensic Sci.* 2008;53(3):541–557. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00710
8. Mann RW, Ubelakar DH. The forensic anthropologist. F.B.I Law enforcement bulletin. *Am J Phys Anthropol.* 1990;81:17–25.
9. Franklin D, Cardini A, Higgins PO, et al. Mandibular morphology as an indicator of human subadult age: Geometric morphometric approaches. *J Forensic Sci Med Pathol.* 2008;4(2):91–99. doi: 10.1007/s12024-007-9015-7
10. Dudar JC, Pfeiffer S, Saunders SR. Evaluation of morphological and histological adult skeletal age-at-death estimation techniques using ribs. *J Forensic Sci.* 1993;38(3):677–685.
11. Sairam V, Potturi GR, Praveen B, Vikas G. Assessment of effect of age, gender, and dentoalveolar changes on mandibular morphology: A digital panoramic study. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(1):49–54. doi: 10.4103/ccd.ccd\_704\_17
12. Raustia AM, Salonen MA. Gonial angles and condylar and ramus height of the mandible in complete denture wearers—a panoramic radiograph study. *J Oral Rehabil.* 1997;24(7):512–516. doi: 10.1046/j.1365-2842.1997.00532.x
13. Xie QF, Ainamo A. Correlation of gonial angle size with cortical thickness, height of the mandibular residual body, and duration of edentulism. *J Prosthet Dent.* 2004;91(5):477–482. doi: 10.1016/S0022391304001118
14. Ohm E, Silness J. Size of the mandibular jaw angle related to age, tooth retention and gender. *J Oral Rehabil.* 1999;26(11):883–891. doi: 10.1046/j.1365-2842.1999.00464.x
15. Chole R, Patil R, Chole BS, et al. Association of mandible anatomy with age, gender, and dental status: a radiographic study. *ISRN Radiology.* 2013;2013:453763. doi: 10.5402/2013/453763

16. Larheim TA, Svanaes DB. Reproducibility of rotational panoramic radiography: Mandibular linear dimensions and angles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90(1):45–51. doi: 10.1016/0889-5406(86)90026-0
17. Huuomonen S, Sipilä K, Haikola B, et al. Influence of edentulousness on gonial angle, ramus and condylar height. *J Oral Rehabil.* 2010;37(1):34–38. doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.02022.x
18. Joo JK, Lim YJ, Kwon HB, Ahn SJ. Panoramic radiographic evaluation of the mandibular morphological changes in elderly dentate and edentulous subjects. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(2):357–362. doi: 10.3109/00016357.2012.690446
19. Merrot O, Vacher C, Merrot S, et al. Changes in the edentate mandible in the elderly. *Surg Radiol Anat.* 2005;27(4):265–270. doi: 10.1007/s00276-005-0323-x
20. Schwartz-Dabney CL, Dechow PC. Edentulation alters material properties of cortical bone in the human mandible. *J Dent Res.* 2002;81(9):613–617. doi: 10.1177/154405910208100907

## AUTHORS' INFO

\* **Karthikeya Patil**, MDS, Professor; Mysore 570015, Karnataka, India; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7941-2467>; e-mail: [dr.karthikeyapatil@jssuni.edu.in](mailto:dr.karthikeyapatil@jssuni.edu.in)

**Harshitha N.**, MDS; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8795-5365>; e-mail: [harshi.bnk@gmail.com](mailto:harshi.bnk@gmail.com)

**Sanjay C.J.**, MDS, Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2830-1481>; e-mail: [drsanjaycj\\_dch@jssuni.edu.in](mailto:drsanjaycj_dch@jssuni.edu.in)

**Nagabhushana D.**, MDS, Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9035-0888>; e-mail: [dr.nagabhushand@jssuni.edu.in](mailto:dr.nagabhushand@jssuni.edu.in)

**Viveka S.**, MDS; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2232-579X>; e-mail: [sviveka96@gmail.com](mailto:sviveka96@gmail.com)

---

\* Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm431>

# Повреждения нейронов коры головного мозга при острых отравлениях баклофеном и его сочетанием с этиловым спиртом

О.Л. Романова<sup>1,2</sup>, А.М. Голубев<sup>1,2</sup>, А.А. Чурилов<sup>2</sup>, Д.В. Сундуков<sup>1</sup>,  
М.А. Кислов<sup>3</sup>, А.В. Ершов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** За последнее время увеличилось число отравлений миорелаксантом баклофеном. Одним из органов-мишеней при отравлении баклофеном является мозг.

**Цель исследования** — выявление и количественная оценка повреждения нейронов коры головного мозга при отравлении баклофеном и его комбинацией с этанолом.

**Материал и методы.** Проводили гистологическое исследование коры головного мозга крыс. Группа контроля ( $n=5$ ) не получала ни баклофена, ни этанола. Животные экспериментальных групп 1 и 3 ( $n=5$ ) получали баклофен (85 мг/кг), групп 2 и 4 ( $n=5$ ) — комбинацию баклофена в той же дозе и этанола (7 мл/кг). Животных групп 1 и 3 выводили из эксперимента через 4 ч, а групп 2 и 4 — через сутки после введения препаратов. Гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином и по Ниссля, далее исследовали методом световой микроскопии ( $\times 400$ ). Подсчитывали число нейронов с повреждениями. Статистическую обработку полученных данных проводили непараметрическим методом Манна–Уитни.

**Результаты.** Проведено гистологическое исследование коры головного мозга 25 крыс. В контрольной группе содержание нейронов с обратимыми изменениями составило 13%, с необратимыми — 9%. При введении баклофена через 4 ч обратимые изменения составили 22%, необратимые — 21%. В эти же сроки совместное введение баклофена и этанола приводило к возрастанию как обратимых (24%), так и необратимых (29%) изменений нейронов. Через сутки после введения баклофена доля обратимых изменений нейронов составила 25%, необратимых — 37%. При совместном введении баклофена и этанола возрастало содержание нейронов как с обратимыми (27%), так и необратимыми (41%) изменениями. Результаты статистической обработки свидетельствуют о достоверных изменениях через 4 ч по отношению к контролю, а через 24 ч статистически значимые различия регистрируются как по отношению к группе контроля, так и к результатам, полученным через 4 ч.

**Заключение.** Понимание процессов, происходящих в головном мозге при отравлении баклофеном и его комбинацией с этанолом, позволит наиболее эффективно оказывать помощь данной категории пострадавших. Выявленные признаки повреждения нейронов головного мозга наряду с результатами судебно-химического анализа могут быть использованы в обосновании непосредственной причины смерти в таких случаях.

**Ключевые слова:** отравления; баклофен; этанол; повреждения нейронов коры головного мозга обратимые и необратимые.

## Как цитировать

Романова О.Л., Голубев А.М., Чурилов А.А., Сундуков Д.В., Кислов М.А., Ершов А.В. Повреждения нейронов коры головного мозга при острых отравлениях баклофеном и его сочетанием с этиловым спиртом // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm431>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm431>

# Damage to neurons of the cerebral cortex in acute poisoning with baclofen and its combination with ethanol

Olga L. Romanova<sup>1,2</sup>, Arkady M. Golubev<sup>1,2</sup>, Alexey A. Churilov<sup>2</sup>, Dmitriy V. Sundukov<sup>1</sup>, Maksim A. Kislov<sup>3</sup>, Anton V. Ershov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The number of poisoning with a muscle relaxant baclofen has increased recently. The brain is one of the target organs in baclofen poisoning.

**AIM:** To identify and quantify cerebral cortex neuron damage in baclofen and baclofen ethanol poisoning.

**MATERIAL AND METHODS:** A histological study of rat cerebral cortex was performed. The controls ( $n = 5$ ) received neither baclofen nor ethanol. Groups 1 and 3 received baclofen (85 mg/kg), whereas groups 2 and 4 received baclofen (85 mg/kg) and ethanol (7 ml/kg). Groups 1 and 3 were euthanized 4 h after the drug administration, whereas groups 2 and 4 were euthanized after 24 h. Histological sections were stained with hematoxylin and eosin and by the Nissl method and examined by light microscopy ( $\times 400$ ). The number of damaged neurons was calculated. Statistical processing was performed by the nonparametric Mann–Whitney method.

**RESULTS:** Neurons with reversible and irreversible changes in the controls accounted for 13% and 9%, respectively. At 4 h after baclofen administration, neurons with reversible and irreversible changes accounted for 22% and 21%; 4 h after baclofen and ethanol administration, 24% and 29%; 24 h after baclofen administration, 25% and 37%, respectively. Baclofen and ethanol administration caused an increase in the share of neurons with reversible (27%) and irreversible (41%) changes. The differences between group 3 and the control group were significant, and the difference was significant when group 4 was compared with the control group and group 3.

**CONCLUSION:** Understanding the processes in the brain during baclofen and baclofen ethanol administration will allow the provision of medical care to this category of patients more effectively. The signs of brain neuron damage, along with the results of forensic chemical analysis, can be used to establish the immediate cause of death.

**Keywords:** poisoning; baclofen; ethanol; damage to neurons of the cerebral cortex reversible and irreversible.

## To cite this article

Romanova OL, Golubev AM, Churilov AA, Sundukov DV, Kislov MA, Ershov AV. Damage to neurons of the cerebral cortex in acute poisoning with baclofen and its combination with ethanol. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):15–24. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm431>

Received: 18.09.2021

Accepted: 25.10.2022

Published: 28.11.2022



DOI: <https://doi.org/10.17816/fm431>

# 急性巴氯芬中毒及其与乙醇的结合对大脑皮层神经元的损害

Olga L. Romanova<sup>1,2</sup>, Arkady M. Golubev<sup>1,2</sup>, Alexey A. Churilov<sup>2</sup>, Dmitriy V. Sundukov<sup>1</sup>, Maksim A. Kislov<sup>3</sup>, Anton V. Ershov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

## 简评

**论证。**使用肌松剂巴氯芬的中毒事件最近有所增加。巴氯芬中毒的目标器官之一是大脑。

**该研究的目的是**检测和量化巴氯芬中毒及其与乙醇结合时的皮质神经元损伤。

**材料与方法。**对大鼠大脑皮层进行了组织学检查。对照组 (n=5) 既没有接受巴氯芬也没有接受乙醇。实验组1和3 (n=5) 的动物接受巴氯芬 (85毫升/公斤), 而2和4组 (n=5) 的动物接受相同剂量的巴氯芬和乙醇 (7毫升/公斤) 的组合。第1和第3组的动物在4小时后退出实验, 第2和第4组的动物在给药一天后退出。组织学准备用苏木精和伊红以及Nissl染色, 并通过光镜检查 (×400)。对有损伤的神经元数量进行计数。采用非参数的曼-惠特尼方法对数据进行统计处理。

**结果。**对25只大鼠的大脑皮层进行了组织学检查。对照组有13%的神经元有可逆转的变化, 9%的神经元有不可逆的变化。当4小时后施用巴氯芬时, 可逆变化为22%, 不可逆变化为21%。在同一天, 巴氯芬和乙醇的联合给药导致了可逆 (24%) 和不可逆 (29%) 的神经元变化的增加。服用巴氯芬一天后, 可逆的神经元变化的比例为25%, 不可逆的为37%。当巴氯芬和乙醇共同注射时, 具有可逆 (27%) 和不可逆 (41%) 变化的神经元含量增加。统计结果显示, 与对照组相比, 4小时后有明显的变化, 24小时后, 与对照组和4小时后得到的结果相比, 都有统计学上的显著差异。

**结论。**了解巴氯芬中毒及其与乙醇结合所涉及的大脑过程, 将能够对这类伤员提供最有效的护理。检测到的大脑神经元损伤的迹象, 以及法医化学分析的结果, 可用于证实此类案件的直接死因。

**关键词:** 中毒; 巴氯芬; 乙醇; 可逆和不可逆损害的皮质神经元。

## To cite this article

Romanova OL, Golubev AM, Churilov AA, Sundukov DV, Kislov MA, Ershov AV. 急性巴氯芬中毒及其与乙醇的结合对大脑皮层神经元的损害. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):15–24. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm431>

收到: 18.09.2021

接受: 25.10.2022

发布日期: 28.11.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Отравления занимают одну из лидирующих позиций в структуре насильственной смерти [1–3]. За последнее время увеличилось число отравлений миорелаксантом баклофеном, который выпускается под торговыми названиями Баклосан и Лиорезал [4]. По химической структуре баклофен не имеет сходства с другими миорелаксантами и является бета-р-хлорфенильным производным одного из тормозных нейромедиаторов — гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) [5–7].

На сегодняшний день механизм действия баклофена не выяснен до конца [7, 8]. Известно, что он оказывает угнетающее действие на моносинаптические и полисинаптические рефлексы, снижает возбудимость гаммотонейронов, чем и обуславливается миорелаксирующее действие этого препарата [5].

Баклофен оказывает угнетающее действие на рефлекторные коллатерали, объединяющие альфа-1-волокна миофибрилл и альфа-мотонейроны эфферентного отдела гамма-петли, что приводит к инактивации мышечных волокон. Препарат не влияет на механизмы нейромышечной передачи. Он активирует ГАМК<sub>B</sub>-рецепторы, снижая при этом высвобождение глутамата и аспартата, от действия которых зависит возникновение спазма [9–11].

Баклофен доступен в пероральной и интратекальной форме. Пероральный баклофен показан пациентам с рассеянным склерозом при выраженной мышечной спастичности, при заболеваниях головного и спинного мозга (включая опухоли, инфекционные заболевания, травмы), при менингите и острых нарушениях мозгового кровообращения. Доказана также эффективность этого препарата при алкоголизме [12, 13] и детском церебральном параличе [14–16]. Подоболочечное введение баклофена показано при повреждении головного и спинного мозга, а также неэффективности и непереносимости пероральных миорелаксантов [17].

При передозировке баклофеном отмечаются рвота, сонливость, спутанность сознания, нарушение походки, головокружение, астения и сухость во рту. В отдельных случаях возможны задержка мочи, констипация (запор) или диарея, резкое снижение артериального давления, эйфория или апатия, депрессия, парестезии, миастения, миалгия, атаксия, тремор, нистагм, парез аккомодации, возникновение галлюцинаций, дизурия, энурез, снижение судорожного порога, судороги, мидриаз. Иногда при терапии баклофеном отмечают возрастание массы тела. При длительном применении баклофен оказывает гепатотоксическое действие [4–6]. В случае резкого прекращения терапии препаратом возникает синдром отмены [18–20].

При значительном превышении дозы баклофена развиваются острые отравления, которые могут иметь летальный исход [21–23]. Чаше интоксикации этим

препаратом отмечают среди детей и подростков [24–26]. Например, за период с 2009 по 2013 г., по данным областного токсикологического центра, у лиц возрастной группы от 15 до 17 лет доля таких отравлений от общего числа лекарственных отравлений возросла с 2,2 до 6,6% [25].

Острые отравления баклофеном сопровождаются бессонницей, потерей сознания, комой [27, 28], нарушением дыхания, появлением галлюцинаций и тахикардией [29]. Отмечаются тошнота, рвота, гиперсаливация, нарушение аккомодации, потеря корнеального рефлекса, мышечная гипотония; возможно появление клонических судорог [30, 31], гипорефлексии, арефлексии, брадикардии; регистрируются также периферическая вазодилатация, тревожность [32, 33]. Специфического антидота при острых отравлениях баклофеном не существует.

Баклофен обладает выраженным психоактивным эффектом, что обуславливает его популярность среди наркозависимых лиц [8, 9]. Зависимость от баклофена развивается достаточно быстро. Наркотическое опьянение обычно сопровождается сильной сухостью во рту, тошнотой, рвотой, зрительными и слуховыми галлюцинациями, сонливостью, головокружением, апатией, тремором рук, нарушенной координацией движений, мидриазом и невнятной речью [21–23].

При поступлении пациентов с подозрением на отравление баклофеном необходима дифференциальная диагностика с другими отравлениями с целью обеспечения адекватных реабилитационных мероприятий. Глубокое понимание механизмов процессов, происходящих в организме на разных этапах отравления баклофеном, позволяет оказывать своевременную помощь этой категории пациентов. В случае летального исхода требуется обосновать непосредственную причину смерти [23]. Обязательным в таком случае является проведение химикотоксикологического исследования [8, 9].

Одним из органов-мишеней при отравлении баклофеном является мозг. Показано, что этот препарат накапливается в ткани мозга и оказывает прямое нейротоксическое действие [34]. При терапии баклофеном возможно развитие энцефалопатии, что подтверждено в эксперименте на крысах (доза баклофена 116 мг/кг). Диагностику энцефалопатии проводили с применением электроэнцефалографии (ЭЭГ), на которой наблюдали трёхфазные острые волны, эпилептический статус и изоэлектрические сигналы [35].

В литературе описан случай острой интоксикации баклофеном, приведший к возникновению глубокой комы. При этом в первые сутки на ЭЭГ отмечали наличие феномена «вспышка-подавление», что является одним из признаков умирания головного мозга. Позже на ЭЭГ отмечали положительную динамику изменений и регресс неврологической симптоматики. Авторы сделали вывод, что феномен «вспышка-подавление», который регистрировался на ЭЭГ, при проведении адекватного лечения имеет обратимый характер [36].

Число работ, посвящённых морфологическим исследованиям внутренних органов при отравлении баклофеном, относительно невелико и представлено единичными публикациями [7]. Гистологические исследования мозга при отравлении баклофеном ранее не проводились.

**Цель исследования** — выявление и количественная оценка гистоморфологических изменений в коре головного мозга при отравлении баклофеном и его комбинацией с этанолом.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено экспериментальное исследование. Длительность эксперимента — одни сутки.

### Условия проведения

Исследование проводили на базе Научно-исследовательского института общей реаниматологии (НИИ ОР) федерального государственного научного учреждения «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Исследование проведено в период с 16 апреля 2021 г. по 17 апреля 2021 г.

### Исследуемые популяции

Эксперимент проводили на крысах-самцах линии Wistar массой 290–350 г и возрастом 20 нед.

### Методы

Баклофен и его комбинацию с этанолом вводили крысам под общим наркозом через желудочный зонд.

Выделили следующие группы животных:

- 1) Контроль ( $n=5$ ): животные, которые получали изотонический раствор NaCl из расчёта 10 мл/кг, но не получали ни этанола, ни баклофена;
- 2) Баклофен ( $n=5$ ): животные, получавшие баклофен в дозе 85 мг/кг в изотоническом растворе NaCl; продолжительность эксперимента 4 ч;
- 3) Баклофен и этанол ( $n=5$ ): животные, получавшие баклофен в дозе 85 мг/кг в растворе 40% этанола из расчёта 7 мл/кг; продолжительность эксперимента 4 ч;
- 4) Баклофен ( $n=5$ ): животные, получавшие баклофен в дозе 85 мг/кг в изотоническом растворе NaCl; продолжительность эксперимента 24 ч;
- 5) Баклофен и этанол ( $n=5$ ): животные, получавшие баклофен в дозе 85 мг/кг в растворе 40% этанола из расчёта 7 мл/кг; продолжительность эксперимента 24 ч.

После введения препаратов крыс выводили из наркоза и оставляли в виварии в условиях свободного доступа к воде, но без пищи. Через 4 и 24 ч животных выводили из эксперимента путём передозировки наркоза.

Мозг фиксировали в 10% нейтральном формалине и заливали в парафин по общепринятой методике. Изготавливали гистологические срезы толщиной 5 мкм, которые наносили на предметные стёкла и окрашивали стандартно гематоксилином и эозином, а также по Нислю. Далее препараты исследовали методом световой микроскопии на микроскопе Nikon Eclipse E-400 с видеосистемой на основе камеры Watec 221S (Япония) при увеличении 400 крат.

Исследовали 6 слоёв коры головного мозга. Регистрировали обратимые (децентрализация ядер и ядрышек, острое набухание) и необратимые (кариолизис, клетки-тени, нейронофагия, тёмные нейроны, тяжёлые изменения) изменения нейронов.

### Статистический анализ

Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с использованием программ Microsoft Excel, Statistica 12.0 на персональном компьютере Acer.

Системный статистический анализ результатов лабораторных исследований был проведён в несколько этапов. На первом этапе по данным о характере распределения и дисперсиям подбирали приемлемые методы параметрического или непараметрического анализа результатов к полученным количественным данным и определяли основные статистические характеристики изучаемых параметров (средняя, медиана, квартили, дисперсия, стандартное отклонение, стандартная ошибка). Затем проводили тест на нормальность распределения ( $W$ -критерий Шапиро-Уилка). При уровне статистической значимости менее 0,05 распределение оценивали как отличающееся от нормального.

Анализ распределения количественных признаков и небольшой объём выборки показали целесообразность использования непараметрических методов статистической обработки данных, поэтому на втором этапе исследования различия между группами определяли с помощью критерия Манна-Уитни.

Для категориальных переменных строили таблицы сопряжённости и применяли Хи-квадрат ( $\chi^2$ ). При частоте менее 10 использовали  $\chi^2$  с поправкой Йейтса на непрерывность. При ожидаемой частоте менее 5 дополнительно использовали двусторонний точный критерий Фишера.

Критический уровень значимости статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

### Этическая экспертиза

Содержание животных и работа с ними проводились в соответствии с Приказом Минздрава СССР № 755 от 12.08.1977 и Европейской конвенцией о защите

позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18.03.1986).

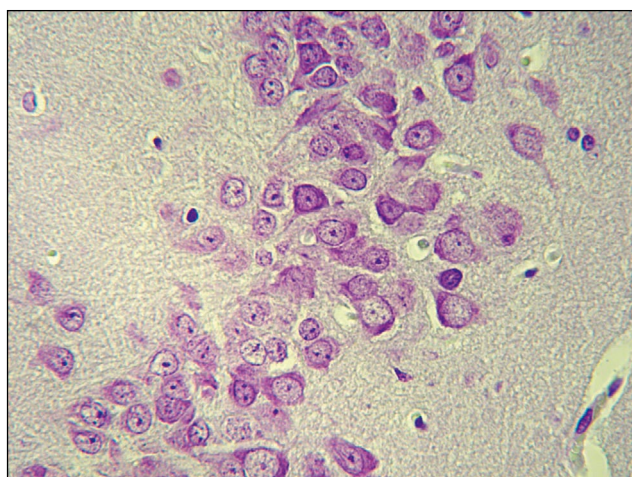
Протокол исследования был рассмотрен и одобрен локальным этическим комитетом ФГБНУ ФНКЦ РР (протокол № 1/21/4 от 17.03.2021).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Эксперимент проводили на 25 крысах-самцах линии Wistar массой 290–350 г и возрастом 20 нед, распределённых на 5 групп по 5 животных в каждой.

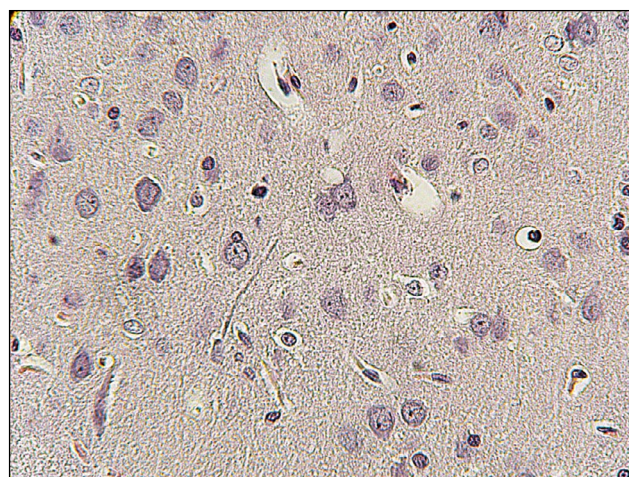
В контрольной группе содержание нейронов с обратимыми изменениями составило 13%, с необратимыми изменениями — 9%. При введении баклофена через 4 ч

обратимые изменения составили 22%, а необратимые — 21%. В эти же сроки совместное введение баклофена и этанола приводило к возрастанию как обратимых (24%), так и необратимых (29%) изменений нейронов. Через 24 ч при введении баклофена доля обратимых изменений нейронов составила 25%, а необратимых — 37%. При совместном введении баклофена и этанола возросло содержание нейронов как с обратимыми (27%), так и необратимыми (41%) изменениями. Результаты статистической обработки свидетельствуют о достоверных изменениях через 4 ч по отношению к контролю, а через 24 ч статистически значимые различия регистрируются как по отношению к группе контроля, так и к результатам, полученным через 4 ч (рис. 1–4).



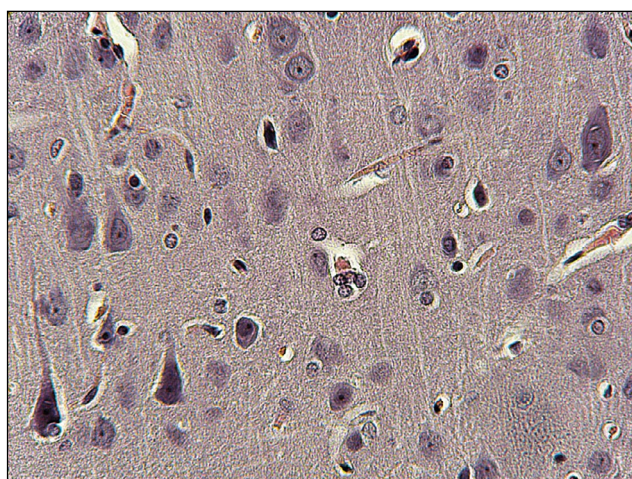
**Рис. 1.** Баклофен, 24 ч. Третий слой коры головного мозга: тигролиз вещества Ниссля. Окраска по Нислю, ×400.

**Fig. 1.** Baclofen, 24 hours. The third layer of the cerebral cortex: tigrolysis of Nissl substance. Color according to Nissl, ×400.



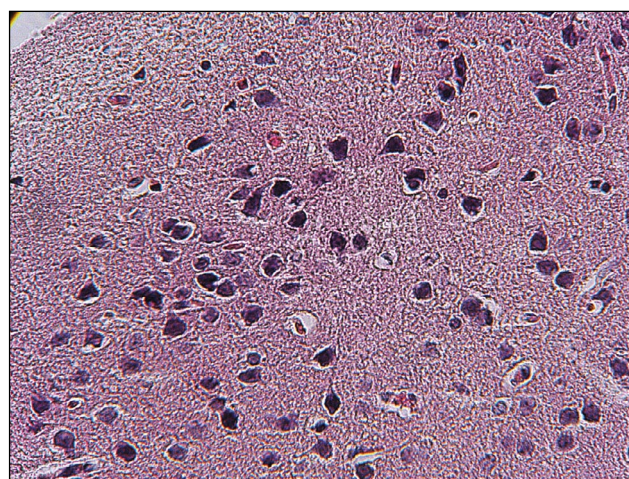
**Рис. 2.** Баклофен, 24 ч. Четвёртый слой коры головного мозга: децентрализация ядер и ядрышек, клетки-тени, тяжёлые изменения. Окраска гематоксилином-эозином, ×400.

**Fig. 2.** Baclofen, 24 hours. The fourth layer of the cerebral cortex: decentralization of nuclei and nucleoli, shadow cells, severe changes. Hematoxylin-eosin staining, ×400.



**Рис. 3.** Баклофен, 24 ч. Пятый слой коры головного мозга: тёмные нейроны. Окраска гематоксилином-эозином, ×400.

**Fig. 3.** Baclofen, 24 hours. The fifth layer of the cerebral cortex: dark neurons. Hematoxylin-eosin staining, ×400.



**Рис. 4.** Баклофен + алкоголь, 24 ч. Второй слой коры головного мозга: преобладание тёмных нейронов. Окраска гематоксилином-эозином, ×400.

**Fig. 4.** Baclofen + alcohol, 24 hours. The second layer of the cerebral cortex: prevailing of dark neurons. Hematoxylin-eosin staining, ×400.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение морфологических и функциональных нарушений, возникающих в центральной нервной системе при критических состояниях, является одной из наиболее значимых проблем анестезиологии и реаниматологии [37]. В настоящее время подробно изучены патологические изменения в коре головного мозга при отравлении этиловым спиртом, большинство из которых связаны с нарушениями гемодинамики. Такие циркуляторные расстройства в головном мозге, вызывающие морфологические изменения нейронов, наблюдают при любом смертельном отравлении. Причинами подобных изменений нейронов могут являться различные токсические, гипоксические и инфекционные воздействия.

В ходе проведённого нами эксперимента через 4 и 24 ч после введения баклофена наблюдали возрастание доли нейронов с обратимыми изменениями по сравнению с группой контроля. При совместном введении баклофена и этанола через 4 и 24 ч увеличивалась доля нейронов с обратимыми изменениями, при этом к 24 ч также значительно возрастала доля нейронов с необратимыми изменениями.

Обратимые изменения нейронов, выявленные нами, включали острое набухание нейронов, децентрализацию ядер и ядрышек. Острое набухание нейронов характеризуется увеличением их размеров и частичным растворением тигроида. Ядро клетки при этом располагается эксцентрично и может становиться гиперхромным. Ещё одним выявленным во всех группах повреждением является децентрализация ядер и ядрышек ядер.

Необратимые изменения включали появление «тёмных» нейронов, кариолизис, появление клеток-теней, нейронофагию, сателлитоз и тяжёлые изменения нейронов.

Появление «тёмных нейронов» — неспецифическая реакция нервной ткани, отражающая их функциональное состояние. Усугубление и длительное существование такого состояния может приводить к сморщиванию ядра и гибели клетки.

Тяжёлые изменения нервных клеток — это грубые нарушения структуры всех компонентов клеток: растворение тигроида, набухание нейронов, нечёткость контуров нейронов, появление патологической зернистости и вакуолей в цитоплазме, деформация ядер, их пикноз или рексис, смещение и деформация ядрышка.

Все изменения, выявленные нами в коре головного мозга животных экспериментальных групп, являются следствием прямого нейротоксического эффекта баклофена [34], а также гипоксии, возникающей под воздействием этого препарата. Баклофен усиливает пресинаптическую блокаду нервных импульсов, берущих своё начало в спинном мозге, что приводит к угнетению их передачи. Снижается напряжение мышц, в том числе межрёберных [8, 9, 34]. Их чрезмерное расслабление может вызывать затруднение дыхания и приводить к развитию гипоксии.

Особого внимания заслуживают эффекты от стимуляции ГАМК<sub>A</sub>-рецепторов на гладкую мускулатуру бронхов и на лёгкие. Известно, что агонисты ГАМК<sub>A</sub>-рецепторов вызывают сокращение гладкой мускулатуры бронхов и бронхиол, что сопровождается спазмом и затруднением дыхания [38, 39]. Хотя баклофен является селективным стимулятором ГАМК<sub>B</sub>-рецепторов, в достаточно высоких дозах он может оказывать стимулирующее влияние на ГАМК<sub>A</sub>-рецепторы [5, 6], что также усугубляет развивающуюся гипоксию и вносит свой вклад в повреждение нейронов.

## Ограничения исследования

Выявленные нами патологические изменения в нейронах головного мозга не являются специфическими и могут оцениваться только в совокупности с данными гистологического исследования других органов и результатами химико-токсикологического исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в случаях острого отравления баклофеном и его сочетанием с этанолом выявляются признаки острых повреждений нейронов головного мозга. Они характеризуются неспецифическими обратимыми и необратимыми повреждениями нейронов, численность которых возрастает через 24 ч после введения баклофена. Понимание процессов, происходящих в головном мозге при отравлении баклофеном и его комбинацией с этанолом, позволит наиболее эффективно оказывать помощь данной категории пострадавших.

Выявленные признаки повреждения нейронов головного мозга в совокупности с результатами судебно-химического анализа могут быть использованы в обосновании непосредственной причины смерти в таких случаях.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Все авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов.** 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.А. Чурилов, А.В. Ершов, О.Л. Романова — сбор данных; О.Л. Романова, А.А. Чурилов, М.А. Кислов, А.М. Голубев, А.В. Ершов — написание текста рукописи; А.М. Голубев, А.В. Ершов, М.А. Кислов, Д.В. Сундуков — научное редактирование рукописи; О.Л. Романова, А.М. Голубев, А.А. Чурилов, Д.В. Сундуков, М.А. Кислов, А.В. Ершов — рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The study had no sponsorship.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. A.A. Churilov, A.V. Ershov, O.L. Romanova — data collection; O.L. Romanova, A.A. Churilov, M.A. Kislov, A.M. Golubev, A.V. Ershov — writing the manuscript; A.M. Golubev, A.V. Ershov, M.A. Kislov, D.V. Sundukov — critical revision of the manuscript for important intellectual content; O.L. Romanova, A.M. Golubev, A.A. Churilov, D.S. Sundukov, M.A. Kislov, A.V. Ershov — review and approve the final version of the manuscript.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ливанов Г.А., Лодягин А.Н., Разина А.А., и др. Благоприятный исход острого тяжелого отравления метадонном (клиническое наблюдение) // *Общая реаниматология*. 2018. Т. 14, № 5. С. 25–31. doi: 10.15360/1813-9779-2018-5-25-31
2. Романова О.Л., Сундуков Д.В., Голубев М.А., и др. Патологические изменения в печени при острых отравлениях клозапином и его сочетанием с этанолом (экспериментальное исследование) // *Общая реаниматология*. 2019. Т. 15, № 2. С. 27–35. doi: 10.15360/1813-9779-2019-2-27-35
3. Кузнецов Б.В., Лодягин А.Н., Батоцыренов Б.В., и др. Особенности клинического течения острых отравлений метадонном, осложненных развитием синдрома позиционного сдавления и системного рабдомиолиза // *Токсикологический вестник*. 2015. № 4. С. 38–43.
4. Машковский М.Д. Лекарственные средства: пособие для врачей. 17-е изд. Москва: Новая волна, 2019. С. 73–74.
5. Product Information Clofen. TGA eBusiness Services. Millers Point, Australia: Alphapharm Pty Limited. 7 June 2017. Retrieved 15 August 2017.
6. Baclofen Monograph for Professionals. Drugs.com. American Society of Health-System Pharmacists. Retrieved 3 March 2019.
7. Issa S.Y., Hafez E.M., El-Banna A.S., et al. Baclofen systemic toxicity: experimental histopathological and biochemical study // *Hum Exp Toxicol*. 2018. Vol. 37, N 4. P. 431–441. doi: 10.1177/0960327117712369
8. Kampman K.M. New medications for the treatment of cocaine dependence // *Psychiatry (Edgmont)*. 2005. Vol. 2, N 12. P. 44–48.
9. Froestl W. Chemistry and pharmacology of GABA<sub>B</sub> receptor ligands // *Adv Pharmacol*. 2010. Vol. 58. P. 19–62. doi: 10.1016/S1054-3589(10)58002-5
10. Yogeewari P., Ragavendran J.V., Sriram D. An update on GABA analogs for CNS drug discovery // *Recent Pat CNS Drug Discov*. 2006. Vol. 1, N 1. P. 113–118. doi: 10.2174/157488906775245291
11. Mezler M., Müller T., Raming K. Cloning and functional expression of GABA(B) receptors from *Drosophila* // *Eur J Neurosci*. 2001. Vol. 13, N 3. P. 477–486. doi: 10.1046/j.1460-9568.2001.01410.x
12. Van den Brink W. Baclofen: a game changer in the treatment of alcohol dependence // *Alcohol Alcohol*. 2020. Vol. 55, N 1. P. 46–47. doi: 10.1093/alcac/agz085
13. Крупицкий Е.М., Рыбакова К.В., Киселев А.С., и др. Эффективность и безопасность применения баклофена в терапии алкогольной зависимости (двойное слепое рандомизированное плацебоконтролируемое пилотное исследование) // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2015. Т. 115, № 6. С. 53–62. doi: 10.17116/jnevro20151156153-62
14. Schiess M.C., Eldabe S., Konrad P., et al. Intrathecal baclofen for severe spasticity: longitudinal data from the product surveillance registry // *Neuromodulation*. 2020. Vol. 23, N 7. P. 996–1002. doi: 10.1111/ner.13097
15. McLaughlin M.J., He Y., Brunstrom-Hernandez J., et al. Response in children with cerebral palsy // *PM R*. 2018. Vol. 10, N 3. P. 235–243. doi: 10.1016/j.pmrj.2017.08.441
16. Navarrete-Opazo A.A., Gonzalez W., Nahuelhual P. Effectiveness of oral baclofen in the treatment of spasticity in children and adolescents with cerebral palsy // *Arch Phys Med Rehabil*. 2016. Vol. 97, N 4. P. 604–618. doi: 10.1016/j.apmr.2015.08.417
17. Furr-Stimming E., Boyle A.M., Schiess M.C. Spasticity and intrathecal Baclofen // *Semin Neurol*. 2014. Vol. 34, N 5. P. 591–596. doi: 10.1055/s-0034-1396012
18. Ostermann M.E., Young B., Sibbald W.J., Nicole M.W. Coma mimicking brain death following baclofen overdose // *Intensive Care Med*. 2000. Vol. 26, N 8. P. 1144–1146. doi: 10.1007/s001340051330
19. Motta F., Antonello C.E. Analysis of complications in 430 consecutive pediatric patients treated with intrathecal baclofen therapy: 14-year experience // *J Neurosurg Pediatr*. 2014. Vol. 13, N 3. P. 301–306. doi: 10.3171/2013.11.PEDS13253
20. Defayette A., Perrello A., Brewer T., et al. Enteral baclofen withdrawal managed with intravenous dexmedetomidine: a case report // *Am J Health Syst Pharm*. 2020. Vol. 77, N 5. P. 352–355. doi: 10.1093/ajhp/zxz332
21. Reynolds K., Kaufman R., Korenoski A., et al. Trends in gabapentin and baclofen exposures reported to U.S. poison centers // *Clin Toxicol*. 2019. Vol. 58, N 7. P. 763–772. doi: 10.1080/15563650.2019.1687902
22. Charifou Y., Martinet O., Jabot J., et al. Baclofen intoxication cases in an intensive care unit // *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2016. Vol. 35, N 2. P. 169–170. doi: 10.1016/j.accpm.2015.10.003
23. Дукова О.А., Покровский А.А., Мелентьев А.Б., и др. Смертельное отравление баклофеном // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2015. Т. 58, № 1. С. 35–39. doi: 10.17116/sudmed201558135-39
24. Smith R., Havens J., Walsh S. Gabapentin misuse, abuse and diversion: a systematic review // *Addiction*. 2016. Vol. 111, N 7. P. 1160–1174. doi: 10.1111/add.13324
25. Тагиров А.А., Ларионов С.С. Острые преднамеренные отравления медикаментозным препаратом «баклофен» у подростков // *Успехи современного естествознания*. 2014. № 6. С. 94.
26. De Marcellus C., le Bot S., Declèves X., et al. Report of severe accidental baclofen intoxication in a healthy 4-year-old boy and review of the literature // *Arch Pediatr*. 2019. Vol. 26, N 8. P. 475–478. doi: 10.1016/j.arcped.2019.10.003
27. Weißhaar G.F., Hoemberg M., Bender K., et al. Baclofen intoxication: a “fun drug” causing deep coma and nonconvulsive status epilepticus—a case report and review of the literature // *Eur J Pediatr*. 2012. Vol. 171, N 10. P. 1541–1547. doi: 10.1007/s00431-012-1780-y

28. Ostermann M.E., Young B., Sibbald W.J., Nicole M.W. Coma mimicking brain death following baclofen overdose // *Intensive Care Med.* 2000. Vol. 26, N 8. P. 1144–1146. doi: 10.1007/s001340051330
29. Roberge R.J., Martin T.G., Hodgman M., et al. Supraventricular tachyarrhythmia associated with baclofen overdose // *Clin Toxicol.* 1994. Vol. 32, N 3. P. 291–297. doi: 10.3109/15563659409017961
30. Katyal R., Samkutty D., Muzammil S.M., Saucedo S. Baclofen toxicity presenting as myoclonic status epilepticus // *Neurol Clin Pract.* 2019. Vol. 9, N 6. P. 516–518. doi: 10.1212/CPJ.0000000000000686
31. Rolland B., Deheul S., Danel T., et al. A case of de novo seizures following a probable interaction of high-dose baclofen with alcohol // *Alcohol Alcohol.* 2012. Vol. 47, N 5. P. 577–580. doi: 10.1093/alcalc/ags076
32. De Witte L.D., Dekker D., Veraart J., et al. [Aggression and restlessness following baclofen overdose: the narrow line between intoxication and withdrawal symptoms] // *Ned Tijdschr Geneesk.* 2016. Vol. 160. P. A9604. (In Dutch).
33. Wolf M.E., Mosnaim A.D. Baclofen-induced manic symptoms: case report and systematic review // *Psychosomatics.* 2017. Vol. 58, N 1. P. 94. doi: 10.1016/j.psym.2016.08.004
34. Chartier M., Tannous S., Benturquia N., et al. Baclofen-induced neuro-respiratory toxicity in the rat: contribution of tolerance and

- characterization of withdrawal syndrome // *Toxicol Sci.* 2018. Vol. 164, N 1. P. 153–165. doi: 10.1093/toxsci/kfy073
35. Chartier M., Malissin I., Tannous S., et al. Baclofen-induced encephalopathy in overdose — Modeling of the electroencephalographic effect/concentration relationships and contribution of tolerance in the rat // *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 2018. Vol. 86, N 30. P. 131–139. doi: 10.1016/j.pnpbp.2018.05.016
36. Михайлов А.Ю., Березина И.Ю., Поцхверия М.М., Сумский Л.И. Электроэнцефалограмма, имитирующая умирание головного мозга, при остром отравлении баклофеном // *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского.* 2017. Т. 6, № 4. С. 371–375. doi: 10.23934/2223-9022-2017-6-4-371-375
37. Баширова А.Р., Сундуков Д.В., Бабкина А.С., и др. Морфометрические изменения клеток коры головного мозга при острых отравлениях клозапином в сочетании с этиловым спиртом // *Общая реаниматология.* 2020. Т. 16, № 6. С. 19–30. doi: 10.15360/1813-9779-2020-6-19-30
38. Chapman R.W., Hey J.A., Rizzo C.A., Bolser D.C. GABAB receptors in the lung // *Trends Pharmacol Sci.* 1993. Vol. 14, N 1. P. 26–29. doi: 10.1016/0165-6147(93)90110-6
39. Mizuta K., Xu D., Pan Y., et al. GABAA receptors are expressed and facilitate relaxation in airway smooth muscle // *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2008. Vol. 294, N 6. P. L1206–1216. doi: 10.1152/ajplung.00287.2007

## REFERENCES

1. Livanov GA, Lodyagin AN, Razina AA, et al. Favorable outcome of severe acute Methadone poisoning (clinical case). *General Reanimatology.* 2018;14(5):25–31. (In Russ). doi: 10.15360/1813-9779-2018-5-25-31
2. Romanova OL, Sudukov DV, Golubev MA, et al. Pathologic changes in the liver during acute exposure to clozapine and its combination with ethanol (experimental study). *General Reanimatology.* 2019;15(2):27–35. (In Russ). doi: 10.15360/1813-9779-2019-2-27-35
3. Kuznetsov BV, Lodyagin AN, Batotsyrenov BV, et al. Features of clinical manifestation of acute methadone poisoning complicated by development of positional compression syndrome and systemic rhabdomyolysis. *Toxicological Bulletin.* 2015;(4):38–43. (In Russ).
4. Mashkovsky MD. Medicinal products: Manual for doctors. 17th ed. Moscow: Novaya volna; 2019. P. 73–74. (In Russ).
5. Product Information Clofen. TGA eBusiness Services. Millers Point, Australia: Alphapharm Pty Limited. 7 June 2017. Retrieved 15 August 2017.
6. Baclofen Monograph for Professionals. Drugs.com. American Society of Health-System Pharmacists. Retrieved 3 March 2019.
7. Issa SY, Hafez EM, El-Banna AS, et al. Baclofen systemic toxicity: experimental histopathological and biochemical study. *Hum Exp Toxicol.* 2018;37(4):431–441. doi: 10.1177/0960327117712369
8. Kampman KM. New medications for the treatment of cocaine dependence. *Psychiatry (Edgmont).* 2005;2(12):44–48.
9. Froestl W. Chemistry and pharmacology of GABAB receptor ligands. *Adv Pharmacology.* 2010;58:19–62. doi: 10.1016/S1054-3589(10)58002-5
10. Yogeewari P, Ragavendran JV, Sriram D. An update on GABA analogs for CNS drug discovery. *Recent Pat CNS Drug Discov.* 2006;1(1):113–118. doi: 10.2174/157488906775245291
11. Mezler M, Müller T, Raming K. Cloning and functional expression of GABA(B) receptors from *Drosophila*. *Eur J Neurosci.* 2001;13(3):477–486. doi: 10.1046/j.1460-9568.2001.01410.x
12. Van den Brink W. Baclofen: a game changer in the treatment of alcohol dependence. *Alcohol Alcohol.* 2020;55(1):46–47. doi: 10.1093/alcalc/agz085
13. Krupickij EM, Rybakova KV, Kiselev AS, et al. Efficacy and safety of baclofen in the treatment of alcohol dependence (double-blind randomized placebo-controlled pilot study). *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2015;115(6):53–62. (In Russ). doi: 10.17116/jnevro20151156153-62
14. Schiess MC, Eldabe S, Konrad P, et al. Intrathecal baclofen for severe spasticity: longitudinal data from the product surveillance registry. *Neuromodulation.* 2020;23(7):996–1002. doi: 10.1111/ner.13097
15. McLaughlin MJ, He Y, Brunstrom-Hernandez J, et al. Response in children with cerebral palsy. *PM R.* 2018;10(3):235–243. doi: 10.1016/j.pmrj.2017.08.441
16. Navarrete-Opazo AA, Gonzalez W, Nahuelhual P. Effectiveness of oral baclofen in the treatment of spasticity in children and adolescents with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(4):604–618. doi: 10.1016/j.apmr.2015.08.417
17. Furr-Stimming E, Boyle AM, Schiess MC. Spasticity and Intrathecal Baclofen. *Semin Neurol.* 2014;34(5):591–596. doi: 10.1055/s-0034-1396012
18. Ostermann ME, Young B, Sibbald WJ, Nicole MW. Coma mimicking brain death following baclofen overdose. *Intensive Care Med.* 2000;26(8):1144–1146. doi: 10.1007/s001340051330
19. Motta F, Antonello CE. Analysis of complications in 430 consecutive pediatric patients treated with intrathecal baclofen therapy: 14-year experience. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;13(3):301–306. doi: 10.3171/2013.11.PEDS13253
20. Defayette A, Perrello A, Brewer T, et al. Enteral baclofen withdrawal managed with intravenous dexmedetomidine: a case report. *Am J Health Syst Pharm.* 2020;77(5):352–355. doi: 10.1093/ajhp/zxz332

21. Reynolds K, Kaufman R, Korenoski A, et al. Trends in gabapentin and baclofen exposures reported to U.S. poison centers. *Clin Toxicol*. 2019;58(7):763–772. doi: 10.1080/15563650.2019.1687902
22. Charifou Y, Martinet O, Jabot J, et al. Baclofen intoxication cases in an intensive care unit. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2016;35(2):169–170. doi: 10.1016/j.accpm.2015.10.003
23. Dukova OA, Pokrovskij AA, Melent'ev AB, et al. Lethal intoxication with baclofen. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2015;58(1):35–39. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed201558135-39
24. Smith R, Havens J, Walsh S. Gabapentin misuse, abuse and diversion: a systematic review. *Addiction*. 2016;111(7):1160–1174. doi: 10.1111/add.13324
25. Tagirov AA, Larionov SS. Acute intentional poisoning with the drug Baclofen in adolescents. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2014;(6):94–94. (In Russ).
26. De Marcellus C, le Bot S, Declèves X, et al. Report of severe accidental baclofen intoxication in a healthy 4-year-old boy and review of the literature. *Arch Pediatr*. 2019;26(8):475–478. doi: 10.1016/j.arcped.2019.10.003
27. Weißhaar GF, Hoemberg M, Bender K, et al. Baclofen intoxication: a “fun drug” causing deep coma and nonconvulsive status epilepticus—a case report and review of the literature. *Eur J Pediatr*. 2012;171(10):1541–1547. doi: 10.1007/s00431-012-1780-y
28. Ostermann ME, Young B, Sibbald WJ, Nicole MW. Coma mimicking brain death following baclofen overdose. *Intensive Care Med*. 2000;26(8):1144–1146. doi: 10.1007/s001340051330
29. Roberge RJ, Martin TG, Hodgman M, et al. Supraventricular tachyarrhythmia associated with baclofen overdose. *Clin Toxicol*. 1994;32(3):291–297. doi: 10.3109/15563659409017961
30. Katyal R, Samkuty D, Muzammil SM, Saucedo S. Baclofen toxicity presenting as myoclonic status epilepticus. *Neurol Clin Pract*. 2019;9(6):516–518. doi: 10.1212/CPJ.0000000000000686
31. Rolland B., Deheul S., Danel T., et al. A case of de novo seizures following a probable interaction of high-dose baclofen with alcohol. *Alcohol Alcohol*. 2012;47(5):577–580. doi: 10.1093/alcalc/ags076
32. De Witte LD, Dekker D, Veraart J, et al. [Aggression and restlessness following baclofen overdose: the narrow line between intoxication and withdrawal symptoms]. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 2016;160:A9604. (In Dutch).
33. Wolf ME, Mosnaim AD. Baclofen-induced manic symptoms: case report and systematic review. *Psychosomatics*. 2017;58(1):94. doi: 10.1016/j.psych.2016.08.004
34. Chartier M, Tannous S, Benturquia N, et al. Baclofen-induced neuro-respiratory toxicity in the rat: contribution of tolerance and characterization of withdrawal syndrome. *Toxicol Sci*. 2018;164(1):153–165. doi: 10.1093/toxsci/kfy073
35. Chartier M, Malissin I, Tannous S, et al. Baclofen-induced encephalopathy in overdose — Modeling of the electroencephalographic effect/concentration relationships and contribution of tolerance in the rat. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2018;86(30):131–139. doi: 10.1016/j.pnpbp.2018.05.016
36. Mikhaylov AY, Berezina IY, Potskhveriya MM, Sumsy LI. Electroencephalography showing dying brain in a patient with acute baclofen poisoning. *Neotlozhnaya medicinskaya pomoshch'. Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo*. 2017;6(4):371–375. (In Russ). doi: 10.23934/2223-9022-2017-6-4-371-375
37. Bashirova AR, Sundukov DV, Babkina AS, et al. Morphometry of cortical neurons in acute clozapine and ethanol poisoning. *General Reanimatology*. 2020;16(6):19–30. (In Russ). doi: 10.15360/1813-9779-2020-6-19-30
38. Chapman RW, Hey JA, Rizzo CA, Bolser DC. GABAB receptors in the lung. *Trends Pharmacol Sci*. 1993;14(1):26–29. doi: 10.1016/0165-6147(93)90110-6
39. Mizuta K, Xu D, Pan Y, et al. GABAA receptors are expressed and facilitate relaxation in airway smooth muscle. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2008;294(6):L1206–L1216. doi: 10.1152/ajplung.00287.2007

## ОБ АВТОРАХ

\* **Романова Ольга Леонидовна**, к.б.н.;  
адрес: Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6356-9251>;  
eLibrary SPIN: 6727-9170; e-mail: olgpharm@yandex.ru

**Голубев Аркадий Михайлович**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3165-0378>;  
eLibrary SPIN: 7890-2597; e-mail: arkadygolubev@mail.ru

**Чурилов Алексей Александрович**;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1018-8257>;  
eLibrary SPIN: 8648-0654; e-mail: sandro-knaz-him@mail.ru

**Сундуков Дмитрий Вадимович**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8173-8944>;  
eLibrary SPIN: 2968-7961; e-mail: sundukov\_dv@rudn.university

**Кислов Максим Александрович**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-7640>;  
eLibrary SPIN: 3620-8930; e-mail: smedik@gmail.com

**Ершов Антон Валерьевич**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5758-8552>;  
eLibrary SPIN: 2059-3248; e-mail: salavatprof@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Olga L. Romanova**, Cand. Sci. (Biol.);  
address: 8, Miklukho-Maklaya street, Moscow, 117198, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6356-9251>;  
eLibrary SPIN: 6727-9170; e-mail: olgpharm@yandex.ru

**Arkady M. Golubev**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3165-0378>;  
eLibrary SPIN: 7890-2597; e-mail: arkadygolubev@mail.ru

**Alexey A. Churilov**;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1018-8257>;  
eLibrary SPIN: 8648-0654; e-mail: sandro-knaz-him@mail.ru

**Dmitriy V. Sundukov**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8173-8944>;  
eLibrary SPIN: 2968-7961; e-mail: sundukov\_dv@rudn.university

**Maksim A. Kislov**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-7640>;  
eLibrary SPIN: 3620-8930; e-mail: smedik@gmail.com

**Anton V. Ershov**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5758-8552>;  
eLibrary SPIN: 2059-3248; e-mail: salavatprof@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/fm446>

# Определение пола человека по одонтометрическим признакам с помощью уравнений логистической регрессии

А.Ш. Ибрагимов<sup>1</sup>, Ш.М. Мусаев<sup>2</sup><sup>1</sup> Судебно-медицинская экспертиза и патологическая анатомия, Баку, Республика Азербайджан<sup>2</sup> Азербайджанский государственный институт усовершенствования врачей имени А. Алиева, Баку, Республика Азербайджан

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Разработка методик идентификации личности по костным останкам, адаптированных для диагностики населения Азербайджана, имеет приоритетное значение. Новый способ быстрого определения пола по зубам представляется востребованным, так как должен усилить эффективность работы судебных медиков.

**Цель исследования** — разработка современной методики для диагностики пола человека по одонтометрическим признакам.

**Материал и методы.** На краниологической коллекции азербайджанцев изучались размеры зубов. На 7 зубах верхней и 7 зубах нижней челюсти измеряли по три параметра (при этом симметричные зубы рассматривались единым массивом). Каждый из 14 анатомических зубов был представлен 80 мужскими и 80 женскими зубами. Для одонтометрических процедур использовали цифровой калипер Mitutoyo (точность 10 микрон). Результаты одонтометрии анализировали статистическими методами с применением ROC-анализа. Для математического моделирования использовали пакет статистических программ MATLAB.

**Результаты.** Полученные в ходе одонтометрии данные изучены с помощью ROC-анализа. Установлено 6 одонтометрических признаков, взаимосвязанных с полом, из них наиболее «сцепленными» с полом оказались букко-лингвальный диаметр верхнего клыка, а также высота коронок второго нижнего моляра, нижних резцов, нижнего клыка и верхнего медиального резца. С применением математического моделирования реализовано 6 уравнений логистической регрессии, с помощью которых можно определять половую принадлежность индивида по размерам его зубов. Предикторный потенциал уравнений также оценивали с помощью ROC-анализа.

**Заключение.** На основе одонтометрических показателей и с помощью ROC-анализа получены диагностические уравнения для определения пола человека по размерам зубов. Уравнения ещё не прошли верификации на независимых выборках, поэтому пока не могут быть безоговорочно рекомендованы к практическому применению. Тем не менее авторы рассчитывают на высокую легитимность собственных моделей ввиду того, что использовали достаточно мощный математический аппарат.

**Ключевые слова:** идентификация личности; одонтометрия; определение пола; ROC-анализ; математическое моделирование.

## Как цитировать

Ибрагимов А.Ш., Мусаев Ш.М. Определение пола человека по одонтометрическим признакам с помощью уравнений логистической регрессии // Судебная медицина. 2022. Т. 8, № 4. С. 25–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm446>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm446>

# Determination of human sex by odontometric characteristics using equations of logistic regression

Anar Sh. Ibragimov<sup>1</sup>, Shakir M. Musayev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forensic examination and pathological anatomy, Baku, Azerbaijan

<sup>2</sup> Azerbaijan State Institute for Doctors Advanced Training by A. Aliyev, Baku, Azerbaijan

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The development of methods for identifying a person based on bone remains, which are adapted for diagnosing the population of Azerbaijan, is a priority in view of the incompleteness of solving this problem. In this situation, a new way to quickly determine the sex by teeth appears to be in demand because it should increase the efficiency of the work of forensic doctors.

**AIM:** To develop a modern technique for diagnosing a person's sex using odontometric signs.

**MATERIALS AND METHODS:** Teeth sizes were studied at the craniological collection of Azerbaijanis. On the seven teeth of the upper and seven teeth of the lower jaw, three parameters were measured (while symmetrical teeth were considered a single array). Each of the 14 anatomical teeth was represented by 80 male and 80 female teeth. A digital caliper (Mutitouyo; accuracy 10 microns) was used for odontometric procedures. Odontometry results were analyzed by statistical methods using receiver operating characteristics curve analysis. Mathematical modeling was conducted using the MATLAB statistical software package.

**RESULTS:** With the help of the receiver operating characteristic curve (ROC) analysis, the data obtained in the course of odontometry were studied. Six odontometric signs were related to sex. The most sex-related parameters were the buccolingual diameter of the upper canine, heights of the crowns of the second lower molar, lower incisors, lower canine, and upper central incisor. Using mathematical modeling, six logistic regression equations have been implemented, which help determining the sex of an individual by the size of his teeth possible. The predictive potential of the equations was also assessed using the ROC analysis.

**CONCLUSION:** Based on odontometric indicators and ROC analysis, diagnostic equations for determining the sex of a person by the teeth size were obtained. The equations have not yet been verified on independent samples; therefore, they cannot yet be unconditionally recommended for practice. Nevertheless, the authors count on the high legitimacy of their models because they used a fairly powerful mathematical apparatus.

**Keywords:** human identification; odontometrics; sex determination; ROC analysis; prediction modeling.

## To cite this article

Ibragimov A.Sh, Musayev Sh.M. Determination of human sex by odontometric characteristics using equations of logistic regression. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):25–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm446>

Received: 19.10.2021

Accepted: 13.10.2022

Published: 28.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm446>

# 利用逻辑回归方程从牙齿测量特征确定一个人的性别

Anar Sh. Ibragimov<sup>1</sup>, Shakir M. Musayev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forensic examination and pathological anatomy, Baku, Azerbaijan

<sup>2</sup> Azerbaijan State Institute for Doctors Advanced Training by A. Aliyev, Baku, Azerbaijan

## 简评

**论证。**开发适应阿塞拜疆人口诊断的骨质鉴定技术是一个优先事项。一种从牙齿上快速确定性别的新方法似乎很受欢迎，因为它应该能提高法医学的效率。

**该研究的目的是**开发一种现代方法，通过牙齿测量特征来诊断人类性别。

**材料与方法。**阿塞拜疆人的颅骨收藏被用来研究他们牙齿的大小。三个参数在7个上颌和7个下颌的牙齿上进行测量（对称的牙齿被当作一个阵列）。14颗解剖学牙齿中的每一颗都由80颗男性和80颗女性牙齿代表。使用Mutitouyo数字卡尺（精度为10微米）进行牙齿测量。采用ROC分析法对牙齿测量的结果进行了统计分析。MATLAB统计软件包被用于数学建模。

**结果。**使用ROC分析检查了在测牙期间获得的数据。发现有六个牙齿测量特征与性别有关，其中上犬牙的颊舌径和第二大臼齿、下门齿、下犬牙和上内侧门齿的冠高与性别关系最大。利用数学模型，已经实现了6个逻辑回归方程，可以通过牙齿的大小来确定个体的性别。还用ROC分析评估了这些方程式的预测潜力。

**结论。**根据牙齿测量指标并使用ROC分析，得出了通过牙齿大小来确定一个人的性别的诊断方程式。这些方程还没有在独立的样本上得到验证，所以还不能明确地推荐它们用于实际应用。然而，由于作者使用了相当强大的数学仪器，他们依靠自己的模型的高度合法性。

**关键词：**个人身份；牙齿测量；性别决定；ROC分析；数学建模。

## To cite this article

Ibragimov A.Sh, Musayev Sh.M. 利用逻辑回归方程从牙齿测量特征确定一个人的性别. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):25–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm446>

收到: 19.10.2021

接受: 13.10.2022

发布日期: 28.11.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Реализация новых методов, расширяющих возможности эксперта при идентификации личности по особенностям зубов, продолжает оставаться необходимым направлением и не теряет актуальности [1, 2]. При этом разработка методик, адаптированных для диагностики населения локальных географических областей, имеет приоритетное значение [3]. В ситуации с таким раскладом новый способ быстрого определения пола по зубам представлялся нам востребованным и усиливающим эффективность работы судебных медиков. С учётом высказанных соображений и проведено настоящее исследование.

**Цель исследования** — разработка современной методики для диагностики пола человека по одонтометрическим признакам.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Краниологическая коллекция азербайджанцев (раса, пол, возраст, рост и некоторые другие известные особенности), используемая в исследовании, собиралась с 1970 года в различных районах страны и в настоящее время хранится в архиве Лица Публичного Права «Объединение судебно-медицинской экспертизы и патологической анатомии» Минздрава Азербайджанской Республики. Указанная коллекция (включает 205 черепов; 135 мужских и 70 женских), которая достаточно адекватно отображает краниологическую характеристику современного населения Азербайджана, введена в научную дискуссию с 1995 года и неоднократно становилась материалом для различных исследований [3–5].

При помощи цифрового калипера Mutitocuо (точность 10 микрометров) на этих черепах изучали одонтометрические характеристики зубов (кроме третьих моляров). Измеряли высоту коронки (ВКОР; у моляров измерялась от эмалево-цементной границы до уровня жевательной поверхности), вестибуло-лингвальный размер коронки (БУК; наибольшая толщина) и мезиально-дистальный размер коронки (МЕД; наибольшая ширина). При одонтометрии применяли стандартные процедуры по общепринятым рекомендациям А.А. Зубова [6].

Исследовали только зубы, которые можно было извлечь из альвеол. Таким образом, исследуемый материал представлял простую случайную выборку. В итоге были укомплектованы две выборки (мужская и женская), которые отвечали задачам нашего исследования и включали по 80 зубов каждая (размеры выборок предварительно не рассчитывались).

В предыдущих публикациях мы сообщали, что в прежних исследованиях нами сопоставлялись параметры одинаковых правосторонних и левосторонних зубов друг с другом, при этом явных различий в размерах между ними не выявлено [4], поэтому в обеих выборках данные по симметричным зубам были объединены в один

массив. Таким образом, в целом были получены сводные одонтометрические показатели 7 зубов верхней и 7 зубов нижней челюсти. Аббревиатура верхних зубов: ВР1 — верхний медиальный резец; ВР2 — верхний латеральный резец; ВК — верхний клык; ВП1 — верхний первый малый коренной зуб; ВП2 — верхний второй малый коренной зуб; ВМ1 — верхний первый большой коренной зуб; ВМ2 — верхний второй большой коренной зуб. Соответственно, если в аббревиатуре первая буква «Н», то это аналогичный зуб на нижней челюсти. В итоге на каждой выборке черепов в общей сложности было исследовано по 1680 (3×7×80) одонтометрических признаков.

Для анализа результатов одонтометрии использовали методы вариационной статистики и ROC-анализ [7]. Математическое моделирование и вычисления осуществляли с помощью пакета статистических программ MATLAB (версия 8.6).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Вариационно-статистические характеристики мужской и женской выборок

Общее количество параметров, как мы указывали, составило 3360. Отмечено, что данные по симметричным зубам представлены в объединённом массиве. Соотношение правосторонних и левосторонних зубов в нашей выборке было очень близко к единице, что отмечалось нами в предыдущих работах [4]. Фактический цифровой материал, собранный в одонтометрических бланках, после описанных выше процедур группировки был оцифрован в электронную базу данных. Для каждого пола сводные одонтометрические показатели мы получили в отдельности. Затем вычислили соответствующие статистические характеристики отдельно для мужской и женской выборок. Итоги соответствующего статистического анализа представлены в табл. 1 и 2. Полученная база данных по одонтометрии мужских и женских совокупностей — это пока первое масштабное освещение одонтометрических особенностей населения современного Азербайджана.

Вариационно-статистические показатели исследованных выборок не обнаружили каких-либо существенных особенностей. Однако отмечались и некоторые особенности в распределении признаков, касательно, например, показателей асимметрии и эксцесса. Коэффициент эксцесса для большинства одонтометрических признаков оказался отрицательным и почти всегда превосходил значение стандартной ошибки более чем в 2 раза. Статистические параметры для первичной выборки показывали её сильную вариабельность (коэффициент вариации ( $C_v$ ) только для одного параметра был равен 17%, а в остальных случаях >20%). Другими словами, результаты биометрических тестов показывали, что для реализации диагностических моделей необходим переход на непараметрическую статистику. Кроме того, были

Таблица 1. Статистические характеристики одонтометрических признаков в выборке мужских черепов

Table 1. Statistical characteristics of odontometric features in a sample of male skulls

Признак	n	Размах	Min	Max	X	X (r)	$\sigma$	$C_v$	As	As (r)	Ek	Ek (r)
БУК_ВР1	80	2,48	5,70	8,18	7,03	0,08	0,74	0,54	-0,10	0,27	-1,19	0,53
МЕД_ВР1	80	3,26	6,94	10,20	8,45	0,11	0,99	0,98	0,25	0,27	-1,21	0,53
ВКОР_ВР1	80	1,51	8,89	10,40	9,48	0,04	0,40	0,16	0,24	0,27	-1,10	0,53
БУК_НР1	80	2,25	4,80	7,05	6,15	0,06	0,56	0,31	-0,17	0,27	-1,06	0,53
МЕД_НР1	80	2,60	4,59	7,19	5,74	0,08	0,75	0,56	0,14	0,27	-1,24	0,53
ВКОР_НР1	80	2,60	6,64	9,24	7,98	0,08	0,74	0,55	-0,17	0,27	-1,16	0,53
БУК_ВР2	80	2,84	5,08	7,92	6,48	0,09	0,77	0,60	0,16	0,27	-1,16	0,53
МЕД_ВР2	80	3,14	5,22	8,36	6,85	0,10	0,89	0,79	0,01	0,27	-1,20	0,53
ВКОР_ВР2	80	2,44	7,79	10,23	9,03	0,08	0,69	0,47	0,10	0,27	-1,31	0,53
БУК_НР2	80	2,91	4,81	7,72	6,31	0,09	0,82	0,67	0,04	0,27	-1,15	0,53
МЕД_НР2	80	2,95	4,37	7,32	5,97	0,09	0,81	0,66	-0,05	0,27	-1,13	0,53
ВКОР_НР2	80	2,44	7,14	9,58	8,25	0,08	0,69	0,48	0,06	0,27	-1,27	0,53
БУК_ВК	80	2,67	4,38	7,05	5,48	0,08	0,69	0,47	0,30	0,27	-1,09	0,53
МЕД_ВК	80	2,22	6,59	8,81	7,81	0,07	0,59	0,35	0,01	0,27	-0,97	0,53
ВКОР_ВК	80	2,75	9,25	12,00	10,87	0,08	0,73	0,53	-0,09	0,27	-1,24	0,53
БУК_НК	80	2,54	6,09	8,63	7,29	0,08	0,73	0,53	0,06	0,27	-1,17	0,53
МЕД_НК	80	2,55	5,76	8,31	6,91	0,09	0,78	0,60	0,10	0,27	-1,45	0,53
ВКОР_НК	80	2,71	8,88	11,59	10,13	0,08	0,68	0,46	-0,06	0,27	-0,89	0,53
БУК_ВП1	80	2,85	7,13	9,98	8,96	0,08	0,75	0,57	-0,48	0,27	-0,69	0,53
МЕД_ВП1	80	3,44	6,09	9,53	7,04	0,08	0,70	0,49	0,92	0,27	1,04	0,53
ВКОР_ВП1	80	2,75	7,03	9,78	8,35	0,09	0,85	0,72	0,04	0,27	-1,31	0,53
БУК_НП1	80	2,84	7,08	9,92	8,42	0,09	0,80	0,63	0,06	0,27	-1,18	0,53
МЕД_НП1	80	2,16	6,61	8,77	7,34	0,05	0,46	0,21	0,34	0,27	-0,41	0,53
ВКОР_НП1	80	2,01	6,97	8,98	8,03	0,06	0,58	0,33	0,00	0,27	-1,21	0,53
БУК_ВП2	80	3,03	7,37	10,40	8,87	0,10	0,87	0,76	0,04	0,27	-1,04	0,53
МЕД_ВП2	80	2,41	5,65	8,06	6,95	0,07	0,66	0,43	-0,02	0,27	-1,19	0,53
ВКОР_ВП2	80	2,34	6,28	8,62	7,47	0,08	0,72	0,52	0,00	0,27	-1,33	0,53
БУК_НП2	80	2,76	6,92	9,68	8,35	0,09	0,84	0,71	-0,06	0,27	-1,34	0,53
МЕД_НП2	80	2,65	6,06	8,71	7,21	0,08	0,67	0,46	0,18	0,27	-1,02	0,53
ВКОР_НП2	80	2,68	6,29	8,97	7,65	0,09	0,79	0,63	0,08	0,27	-1,12	0,53
БУК_ВМ1	80	2,86	9,81	12,67	11,17	0,09	0,78	0,61	0,00	0,27	-0,79	0,53
МЕД_ВМ1	80	3,12	9,01	12,13	10,57	0,11	0,97	0,94	-0,03	0,27	-1,30	0,53
ВКОР_ВМ1	80	2,40	5,48	7,88	6,38	0,07	0,60	0,36	0,16	0,27	-1,10	0,53
БУК_НМ1	80	3,16	8,65	11,81	10,46	0,10	0,94	0,88	-0,15	0,27	-1,25	0,53
МЕД_НМ1	80	3,51	9,15	12,66	11,04	0,12	1,04	1,09	-0,10	0,27	-1,29	0,53
ВКОР_НМ1	80	1,95	6,03	7,98	6,78	0,05	0,45	0,21	0,36	0,27	-0,43	0,53
БУК_ВМ2	80	2,98	9,85	12,83	11,39	0,10	0,93	0,86	-0,02	0,27	-1,31	0,53
МЕД_ВМ2	80	3,21	7,91	11,12	9,69	0,10	0,91	0,83	-0,01	0,27	-1,27	0,53
ВКОР_ВМ2	80	2,63	5,09	7,72	6,02	0,06	0,57	0,32	0,30	0,27	-0,35	0,53
БУК_НМ2	80	2,93	8,52	11,45	10,18	0,09	0,85	0,71	-0,08	0,27	-1,13	0,53
МЕД_НМ2	80	3,02	9,39	12,41	10,85	0,10	0,90	0,81	-0,07	0,27	-1,21	0,53
ВКОР_НМ2	80	2,38	4,78	7,16	5,97	0,07	0,66	0,43	0,07	0,27	-1,04	0,53

Таблица 2. Статистические характеристики одонтометрических признаков в выборке женских черепов

Table 2. Statistical characteristics of odontometric features in a sample of female skulls

Признак	n	Размах	Min	Max	X	X (r)	$\sigma$	$C_v$	As	As (r)	Ek	Ek (r)
БУК_ВР1	80	2,56	5,40	7,96	6,85	0,08	0,73	0,53	-0,06	0,27	-1,28	0,53
МЕД_ВР1	80	2,72	6,61	9,33	8,05	0,09	0,80	0,63	-0,03	0,27	-1,07	0,53
ВКОР_ВР1	80	2,97	7,23	10,20	8,68	0,10	0,87	0,75	0,11	0,27	-1,22	0,53
БУК_НР1	80	2,67	4,22	6,89	5,48	0,09	0,76	0,58	0,13	0,27	-1,13	0,53
МЕД_НР1	80	2,60	4,12	6,72	5,35	0,08	0,72	0,51	0,05	0,27	-1,14	0,53
ВКОР_НР1	80	2,28	6,03	8,31	7,05	0,07	0,66	0,44	0,18	0,27	-1,06	0,53
БУК_ВР2	80	2,89	4,53	7,42	5,91	0,10	0,94	0,88	0,02	0,27	-1,55	0,53
МЕД_ВР2	80	3,06	5,02	8,08	6,52	0,10	0,92	0,84	0,09	0,27	-1,15	0,53
ВКОР_ВР2	80	2,63	7,31	9,94	8,51	0,07	0,66	0,44	0,08	0,27	-0,92	0,53
БУК_НР2	80	3,02	4,48	7,50	5,72	0,09	0,78	0,61	0,23	0,27	-0,62	0,53
МЕД_НР2	80	2,96	4,68	7,64	5,85	0,08	0,74	0,55	0,30	0,27	-0,75	0,53
ВКОР_НР2	80	2,52	6,26	8,78	7,45	0,08	0,71	0,50	-0,03	0,27	-1,12	0,53
БУК_ВК	80	3,19	6,14	9,33	7,84	0,10	0,92	0,85	-0,11	0,27	-1,19	0,53
МЕД_ВК	80	3,16	6,02	9,18	7,62	0,11	0,98	0,97	-0,03	0,27	-1,39	0,53
ВКОР_ВК	80	2,65	8,75	11,40	10,06	0,09	0,76	0,58	0,17	0,27	-1,09	0,53
БУК_НК	80	3,23	5,38	8,61	7,01	0,11	0,95	0,90	0,00	0,27	-1,07	0,53
МЕД_НК	80	2,83	5,21	8,04	6,65	0,09	0,80	0,65	0,00	0,27	-1,10	0,53
ВКОР_НК	80	2,59	8,21	10,80	9,42	0,08	0,69	0,48	-0,09	0,27	-1,20	0,53
БУК_ВП1	80	2,93	7,14	10,07	8,62	0,10	0,92	0,85	0,18	0,27	-1,36	0,53
МЕД_ВП1	80	2,59	6,39	8,98	7,68	0,09	0,77	0,60	0,00	0,27	-1,21	0,53
ВКОР_ВП1	80	2,52	6,61	9,13	7,87	0,08	0,74	0,55	0,06	0,27	-1,28	0,53
БУК_НП1	80	2,76	6,15	8,91	7,47	0,09	0,83	0,69	-0,09	0,27	-1,17	0,53
МЕД_НП1	80	2,80	5,69	8,49	6,92	0,08	0,70	0,49	0,04	0,27	-0,79	0,53
ВКОР_НП1	80	2,61	6,58	9,19	7,95	0,09	0,77	0,59	-0,12	0,27	-1,25	0,53
БУК_ВП2	80	2,94	7,02	9,96	8,46	0,10	0,86	0,74	0,00	0,27	-1,18	0,53
МЕД_ВП2	80	2,64	5,23	7,87	6,56	0,09	0,78	0,60	0,01	0,27	-1,02	0,53
ВКОР_ВП2	80	2,61	5,95	8,56	7,06	0,08	0,67	0,45	0,07	0,27	-1,10	0,53
БУК_НП2	80	3,13	6,33	9,46	7,85	0,10	0,90	0,80	0,00	0,27	-1,26	0,53
МЕД_НП2	80	2,57	6,01	8,58	7,12	0,08	0,69	0,48	0,19	0,27	-1,05	0,53
ВКОР_НП2	80	2,71	6,11	8,82	7,41	0,08	0,74	0,55	0,06	0,27	-0,83	0,53
БУК_ВМ1	80	3,67	8,88	12,55	10,73	0,11	1,01	1,03	0,03	0,27	-1,13	0,53
МЕД_ВМ1	80	2,96	8,57	11,53	10,08	0,10	0,89	0,80	-0,10	0,27	-1,26	0,53
ВКОР_ВМ1	80	2,40	4,61	7,01	5,87	0,07	0,67	0,45	0,00	0,27	-1,03	0,53
БУК_НМ1	80	2,96	8,54	11,50	9,81	0,09	0,82	0,68	0,20	0,27	-1,12	0,53
МЕД_НМ1	80	3,18	9,03	12,21	10,68	0,10	0,91	0,83	0,04	0,27	-1,05	0,53
ВКОР_НМ1	80	2,26	5,19	7,45	6,29	0,07	0,63	0,40	-0,03	0,27	-1,30	0,53
БУК_ВМ2	80	3,05	8,85	11,90	10,47	0,09	0,82	0,67	-0,11	0,27	-1,14	0,53
МЕД_ВМ2	80	3,22	7,83	11,05	9,47	0,10	0,94	0,88	-0,03	0,27	-1,21	0,53
ВКОР_ВМ2	80	2,79	4,45	7,24	5,71	0,08	0,75	0,57	0,11	0,27	-1,22	0,53
БУК_НМ2	80	2,96	8,27	11,23	9,77	0,09	0,83	0,69	-0,11	0,27	-1,11	0,53
МЕД_НМ2	80	3,38	8,34	11,72	10,03	0,11	1,01	1,02	-0,13	0,27	-1,24	0,53
ВКОР_НМ2	80	2,63	4,28	6,91	5,16	0,06	0,57	0,32	0,52	0,27	0,01	0,53

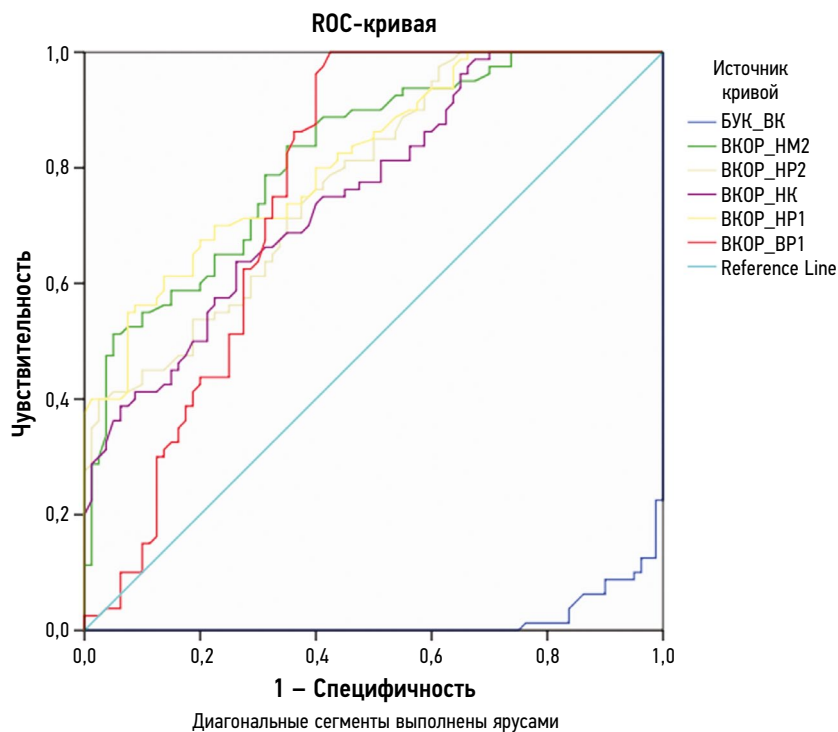
и другие ограничения. Так, не удалось построить уравнения для прогноза пола с помощью канонического дискриминантного анализа: рассмотрение соответствующих корреляционных матриц и анализ предикторного потенциала наиболее подходящих одонтометрических признаков не выявил обнадеживающих перспектив (эти результаты здесь не приводятся). Исходя из этих посылов, рациональным выходом представлялось использование другого статистического метода классификации — логистической регрессии.

## Данные ROC-анализа

Принимая во внимание описанные выше нюансы, в представляемой работе мы применили математические приёмы ROC-анализа. Полученные нами цифровые данные, относящиеся к одонтометрическим признакам, были проанализированы с помощью пакета прикладных программ MATLAB. Разбор результатов этого анализа позволил нам выделить 6 одонтометрических признаков, которые наиболее специфически были взаимосвязаны с полом. Этими признаками оказались БУК\_ВК, ВКОР\_НМ2, ВКОР\_НР2, ВКОР\_НК, ВКОР\_НР1, ВКОР\_ВР1. Одонтометрические параметры представлены в порядке убывания их связи с полом, т.е. в разряд наиболее «сцепленных» с полом размеров попали букко-лингвальный диаметр верхнего клыка и высота коронки второго нижнего моляра, а наиболее слабая связь с полом была у высоты коронки верхнего медиального резца.

При использовании ROC-анализа каждый одонтометрический параметр может играть роль предсказывающей модели. ROC-анализ в данном случае отсекает наиболее чувствительные в этом контексте одонтометрические параметры. Безусловно, множество других размеров зубов тоже обнаруживают какую-то связь с полом. Но использованный нами классификатор (в отличие от корреляции) учитывает также и специфичность признака для прогнозируемого явления, т.е. ROC-анализ позволяет также отсекают «дополнительность» признаков (одонтометрических размеров) в контексте взаимосвязи с полом. Получаемые в ходе анализа ROC-кривые учитывают общую тенденцию в поведении признаков (как коэффициенты корреляции) и численность объектов в матрице (какое количество зубов с определённой величиной конкретного одонтометрического показателя в выборке точно совпадают, например, с мужским полом), дополнительно отвечающих критериям конкретно осуществляемой сегрегации. Эти наши интерпретации наглядно демонстрирует график соответствующих ROC-кривых на рис. 1.

Прямая диагональ, которая делит наш график на две половины, называется линией неразличимости двух классов, позволяющей производить разделение (дискриминацию) точек (наши кривые — это совокупность точек) на различные классы. Эта линия неразличимости двух классов соответствует так называемому бесполезному классификатору. Чем ближе точки наших



**Рис. 1.** Графическое представление классификатора прогностической эффективности некоторых размеров зубов на основе ROC-анализа. Sensitivity — чувствительность; Specificity — специфичность. Разными цветами обозначены результаты теста для различных одонтометрических признаков.

**Fig. 1.** Graphic representation of the effects of prognostic classifier of some teeth sizes on the basis of ROC-analysis. The test results for various odontometric signs are indicated in different colors.

кривых к этой линии, тем ниже предикторный потенциал рассматриваемого признака. Таким образом, мы видим, что перечисленные выше шесть одонтометрических признаков демонстрируют достаточно надёжные прогностические возможности для предсказания пола. Точки на линии неразличимости двух классов полностью индифферентны к половой принадлежности зуба и тем самым являются как бы барьером разграничения в общем скалярном поле пола. Что же касается точек, из которых складываются ROC-кривые, то они, как показано выше, получаются при одновременном учёте чувствительности и специфичности «поведения» одонтометрического признака.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что оптимальным будет считаться тот признак, который будет обладать такими характеристиками, как 100% специфичность и 100% чувствительность. Однако на практическом биометрическом материале добиться одновременного повышения чувствительности и специфичности для какого-то предиктора невозможно. Проблема в данном случае решается с помощью определения компромиссной точки, или так называемого порога отсека — точки, в которой значения специфичности и чувствительности максимально эффективны при взаимном учёте. Грубо говоря, порог отсека — это наибольший показатель суммы значений величины координат по обеим осям графика-классификатора. Координаты чувствительности и специфичности каждой точки какой-либо из наших ROC-кривых для указанных выше 6 одонтометрических признаков приведены в табл. 3.

Программа, реализуя ROC-анализ помощью пакета MATLAB, попутно рассчитывает общую диагностическую ценность (ОДЦ) анализируемой модели. Указанная характеристика отражает уровень качества модели и выражается в процентах: чем он выше, тем большей прогностической силой обладает модель. По данным табл. 3 видно, что наилучшим предиктором пола является вестибуло-лингвальный размер верхнего клыка.

## Оценка эффективности и надёжности разрабатываемых для диагностики уравнений

Следующим шагом в данной работе было построение динамических моделей прогноза с помощью наиболее специфически взаимосвязанных с полом одонтометрических параметров. Суть задачи, в принципе, сводилась к проверке адекватности разрабатываемых моделей в качестве методов диагноза (прогноза пола).

Способов оценки надёжности различных динамических моделей прогноза и распознавания достаточно много. Но в последнее время хорошо себя зарекомендовали различные приёмы из теории нечёткой логики и методов классификации в машинном обучении<sup>1, 2</sup>. Используемый ROC-анализ — один из результативных приёмов таких методологий, и с помощью этого способа мы осуществляли оценку эффективности и надёжности разрабатываемых для диагностики уравнений. Модели логистической регрессии в отличие от обычных линейных регрессионных уравнений не предназначены для предсказания (вычисления) значения какого-либо параметра исходя из нескольких прочих показателей, с ним связанных. Другими словами, регрессоры, которые в этом случае являются входными переменными, не детерминируют выходную переменную такого же класса, как исходные. В данном случае по предлагаемым формулам устанавливается (точнее вычисляется) вероятность того, к какому полу (группе, совокупности и т.д.) принадлежит зуб (или зубы), исходя из значений его параметров, которые являются элементами разработанной функции. Суть логистической регрессии заключается в том, что пространство исходных значений (набор показателей одонтометрических признаков) может быть разграничено на две области, каждая из которых соответствует одной из гендерных диспозиций, а плоскость (либо линия), разграничивающая матрицу одонтометрических параметров, называется линейным дискриминантом. В описываемых моделях разграничивающая плоскость задана значениями коэффициентов такого линейного уравнения, решение которого

**Таблица 3.** Показатели чувствительности и специфичности одонтометрических признаков, связанных с полом

**Table 3.** Sensitivity and specificity indices of gender-related odontometric features

Одонтометрический признак	Чувствительность	Специфичность	Порог отсека	Величина признака, мм	ОДЦ, %
БУК_ВК	0,988	0,975	1,86	6,32	93,1
ВКОР_НМ2	0,838	0,650	1,49	5,32	73,8
ВКОР_НР2	0,713	0,650	1,363	7,71	68,1
ВКОР_НК	0,638	0,737	1,375	9,86	68,8
ВКОР_НР1	0,700	0,775	1,475	7,60	73,8
ВКОР_ВР1	1,000	0,575	1,575	8,87	78,8

*Примечание.* ОДЦ — общая диагностическая ценность.

*Note.* ОДЦ — general diagnostic value.

<sup>1</sup> Loginom [интернет-ресурс]. Логистическая регрессия и ROC-анализ — математический аппарат [цит. 20 января 2020]. Режим доступа: <https://loginom.ru/blog/logistic-regression-roc-auc>. Дата обращения: 15. 07.2022.

<sup>2</sup> Документация Statistics and Machine Learning Toolbox. Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/stats/index.html>. Дата обращения: 26.11.2022.



получается в виде какой-либо одной цифры. Эта цифра сравнивается с центром дискриминантной линии, которая тоже является какой-то цифрой, т.е. заранее определённой константной величиной. Кстати, уместно отметить, что эта константа устанавливается как раз с помощью процедур ROC-анализа. В зависимости от того, является ли эта цифра больше или меньше той, которая рассчитана с помощью уравнения логистической регрессии, модель распознаёт классовую принадлежность объекта (в данном случае пол). Очевидно, что возможны исходы решения в виде результата, равного самой константной величине. В таком случае считается, что модель не может классифицировать объект исходя из введённых в него параметров этого объекта. Всего было разработано 6 уравнений логистической регрессии, которые приведены в порядке усиления их ОДЦ, где  $D$  — устанавливаемый параметр, называемый диагностическим коэффициентом.

$$D = -0,422 + \text{БУК\_ВК} \times 0,289; \quad (1)$$

$$D = 0,732 + \text{БУК\_ВК} \times 0,252 + \text{ВКОР\_НМ2} \times (-0,164); \quad (2)$$

$$D = 1,719 + \text{ВКОР\_НР2} \times (-0,123) + \text{БУК\_ВК} \times 0,231 + \text{ВКОР\_НМ2} \times (-0,143); \quad (3)$$

$$D = 2,94 + \text{ВКОР\_НР2} \times (-0,115) + \text{БУК\_ВК} \times 0,211 + \text{ВКОР\_НК} \times (-0,118) + \text{ВКОР\_НМ2} \times (-0,142); \quad (4)$$

$$D = 3,837 + \text{БУК\_ВК} \times 0,183 + \text{ВКОР\_НМ2} \times (-0,143) + \text{ВКОР\_НР2} \times (-0,105) + \text{ВКОР\_НК} \times (-0,119) + \text{ВКОР\_НР1} \times (-0,103); \quad (5)$$

$$D = 4,751 + \text{ВКОР\_НР2} \times (-0,102) + \text{БУК\_ВК} \times 0,162 + \text{ВКОР\_НК} \times (-0,116) + \text{ВКОР\_НМ2} \times (-0,143) + \text{ВКОР\_НР1} \times (-0,096) + \text{ВКОР\_ВР1} \times (-0,097). \quad (6)$$

## ROC-кривые для разработанных уравнений

Для оценки уровня доверительной надёжности разработанных уравнений в описываемом анализе определяют их специфичность и чувствительность. Чувствительность диагностической модели в данном случае определялась относительным весом положительных результатов при диагнозе «женский пол», т.е. правильный диагноз «женский пол» составлял долю истинно положительных результатов теста. Специфичность модели устанавливали по доле истинно отрицательных результатов конкретного уравнения. В нашем случае это выглядело как диагностика мужского пола, когда пол действительно был мужским (т.е. исследовались зубы с мужского черепа).

Не углубляясь в ещё более подробное объяснение всех процедур ROC-анализа, представим непосредственно сами ROC-кривые. В нашем случае характеристические ROC-кривые для анализа уравнений были построены на основе упомянутых значений чувствительности и специфичности. Каждая кривая при этом показывала зависимость количества верно диагностированных положительных случаев от количества неверно диагностированных отрицательных случаев при работе наших моделей распознавания пола. Иными словами, осуществляется графическое отображение предложенного теста бинарной классификации на основе матрицы одонтометрических показателей с различной

гендерной диспозицией. Отметим также, что идеальная ROC-кривая имеет Г-образную форму, и эффективность динамической модели тем выше, чем больше сходство её характеристической кривой с графиком подобной конфигурации. Таким образом, с помощью компьютерной программы мы получили ROC-кривые для разработанных уравнений. Сравнительное графическое представление ROC-кривых для выдвинутых нами уравнений представлены на рис. 2.

На представленном графике наглядно видно, что надёжность диагностических моделей растёт от первой к шестой. Этот момент достаточно прост в понимании, ибо нумерация наших моделей ранжировалась с учётом количества регрессоров в них. Так, в первой модели в качестве регрессора используется один одонтометрический признак, а в шестой — уже шесть. Это очевидно, что чем больше предикторов в уравнении, тем больше его предсказательная (прогностическая) способность. Именно поэтому шестое уравнение, в котором шесть регрессоров, оказалось самым надёжным для определения пола.

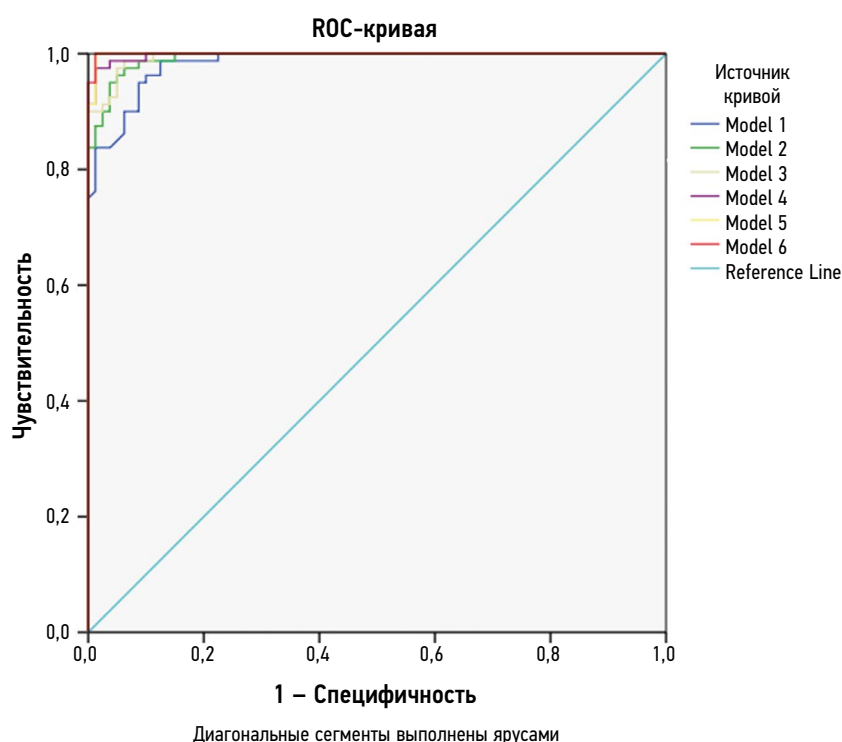
Первая цифра в каждом уравнении — это константа. Вместо аббревиатуры одонтометрических признаков подставляют их численные показатели для конкретного зуба в миллиметрах. Затем эти значения перемножают на их коэффициент, что указан рядом с признаком, с соблюдением знаков. В конце все полученные показатели и константу суммируют, что даёт нам в итоге значение  $D$ . Указанный показатель  $D$  сравнивают, как мы говорили, с заранее определённой постоянной величиной — центральной точкой дискриминантной плоскости разделения. Численные значения этих центроидов, а также некоторые статистические параметры, их детерминирующие, представлены в табл. 4.

Сами значения центроидов, которые представлены в этой таблице, рассчитывались как раз с помощью ROC-анализа. Здесь применялись те же процедуры, когда мы выделяли наиболее информативные одонтометрические показатели для использования в динамических моделях предсказания пола. Отличие состояло в том, что в этом опыте линейный дискриминант неразличимости двух классов служил для выяснения предикторного потенциала не одного признака, а всего уравнения.

Как мы отметили выше, в данном случае компьютерная программа на матрице реальных данных вычисляет варианты ложных и истинных результатов (как отрицательных, так и положительных), которые возможны при прикладной реализации построенных уравнений. Матрицей служит вся совокупность наших одонтометрических признаков — параметры всех 160 зубов (женские+мужские). Указанная цепь вычислений позволяет применяемому классификатору генерировать ROC-кривую для каждого из разработанных нами уравнений.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В данном исследовании, используя результаты одонтометрии и метод ROC-анализа, удалось разработать



**Рис. 2.** Характеристические ROC-кривые некоторых разработанных диагностических уравнений для оценки их эффективности. Sensitivity — чувствительность; Specificity — специфичность. Разными цветами обозначены результаты теста для различных уравнений логистической регрессии.

**Fig. 2.** Characteristic ROC-curves of some developed diagnostic equations for assessments and efficiencies. The test results for various logistic regression equations are indicated in different colors.

**Таблица 4.** Центральные значения дискриминантных линий для распознавания пола на основе разработанных уравнений логистической регрессии

**Table 4.** Central values of discriminant lines for gender recognition based on the developed logistic regression equations

Параметр	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5	Модель 6
Центроида	1,420	1,447	1,474	1,491	1,424	1,458
Sn	95	95	97,5	97,5	100	100
Sp	91,3	96,3	95	98,8	98,8	98,8
ОДЦ, %	93,1	95,6	96,3	98,1	99,4	99,4

*Примечание.* Sn — численное значение чувствительности при ROC-анализе; Sp — численное значение специфичности при ROC-анализе; ОДЦ — общая диагностическая ценность модели.

*Note.* Sn — the numerical value of sensitivity in ROC analysis; Sp — the numerical value of specificity in ROC analysis; ОДЦ — the overall diagnostic value of the model.

диагностические уравнения для определения пола человека по размерам его зубов. В ходе работы исследовалась достаточно репрезентативная по отношению к целевой популяции выборка. Как было отмечено, краниологическая коллекция азербайджанцев, которая изучалась в данной работе, неоднократно исследовалась и прежде. Методики, разработанные различными авторами на основе этих исследований, нашли удачное прикладное применение в повседневной работе криминалистов судебно-медицинской службы республики [3–5].

Уравнения, полученные в исследовании, тем надёжнее, чем больше предикторов в них ассоциировано, что не трудно заметить на рис. 2. Отсюда можно было предположить, что последующее увеличение количества

предикторов должно улучшать качество прогноза и следует продолжать составление уравнений. Однако наша работа со следующими возможными уравнениями показала, что в дальнейшем уровень диагностики не улучшается. Мало того, надёжность и достоверность диагностики в некоторых случаях даже ухудшаются. Дело в том, что с увеличением количества регрессоров в уравнениях чувствительность их повышается практически за пределами, при этом специфичность диагностической модели (казалось бы, тоже достаточно высокая), начиная с модели № 5, остаётся стабильной. При этом и так крайне высокая чувствительность стремится к единице (чувствительность 100%). В практическом отношении это означает, что модели с указанной характеристикой (модели № 5,

№ 6 и выше) уже не способны нарастить специфичность, и при диагностике с их помощью при любом раскладе возможны истинно ложные выводы, которые хоть и минимальны, но неминуемы.

В принципе, на сегодняшний день не существует моделей со 100% безошибочным результатом, и такая ситуация в прикладном отношении вроде бы малозначима. Но здесь ещё есть момент с так называемой гипердиагностикой, которая, согласно теоретическим посылам из статистической науки, имеет место быть при описываемой ситуации. Суть этого явления такова, что при определённой конфигурации конструируемая динамическая модель для прогноза работает лучше только в одном направлении, т.е. тест правильно срабатывает там, где диагностика сомнительна, и при иных, чуть изменённых параметрах уравнения она не подтверждалась бы, либо был бы мотивированный отказ от принятия решения. В экспертной практике ложноположительный вывод о половой принадлежности имеет не меньше катастрофических последствий, чем в клинической практике. В данном случае наша позиция в целом совпадает с современными теоретическими представлениями о том, что к моделям прогноза, не имеющим вроде бы недостатков, следует относиться критически [8]. Это ясно даже без математических выкладок. Ведь понятно, что 100% достоверный прогноз по количественным показателям — это уже как бы качественный признак какого-то объекта или явления (физическая характеристика наподобие цвета, плотности и т.д.).

Ввиду указанных оговорок определённые нюансы разработки выбранного нами класса диагностических моделей требуют повышенного внимания. Вместе с тем отметим, что представляемые уравнения ещё не прошли верификации на независимых выборках, поэтому пока не могут быть безоговорочно рекомендованы к прикладной реализации. Особенностью наших уравнений является использование для диагностики меньшего количества зубов (как правило, параметры одного зуба и одного-двух из рядом расположенных). Правда, в отдельных литературных источниках [9, 10] имеются данные о возможности установления половой принадлежности индивида даже по одному одонтометрическому признаку. Однако мы также рассчитываем на высокую легитимность собственных моделей ввиду того, что использовали достаточно мощный математический аппарат ROC-анализа. Отметим также, что пока нам удалось сравнить наши результаты со схожими данными иранских исследователей [11], которые представили сведения о прогностической ценности размеров верхних клыков и нижних моляров. Правда, эти результаты получены на археологическом материале достаточно далёкой по хронологии эпохи, а также отличаются методологией одонтометрии. Аналогичные сведения имеются в работе российского автора [12]. Разумеется, в данном случае обе работы наиболее интересны, так как показывают данные по сопредельным этническим группам

(касательно материала с территории Ирана, можно даже предположить, что речь идёт об одонтологических данных какой-либо субэтнической группы азербайджанцев).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение одонтометрических показателей азербайджанцев на краниологической коллекции (музейные экспонаты) позволил разработать 6 уравнений логистической регрессии, которые предназначены для определения пола человека по размерам его зубов. Эти уравнения удалось разработать, используя эффективный в данном контексте математический аппарат ROC-анализа.

В ходе работы удалось выделить шесть одонтометрических предикторов, которые наиболее специфически были взаимосвязаны с полом. Тем самым можно говорить о том, что одонтометрические возможности для распознавания полового диморфизма зубов ещё не исчерпаны полностью. Однако в целом по каждому обнаруженному признаку необходимы более развёрнутые обсуждения, и в указанном аспекте, конечно, хотелось бы узнать мнение уважаемых коллег относительно этого вопроса.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов.** Все 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.Ш. Ибрагимов — сбор данных и написание текста рукописи; Ш.М. Мусаев — научное редактирование рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

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

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. A.Sh. Ibragimov — data collection and writing a draft of the manuscript; Sh.M. Musayev — scientific revision of the manuscript, review and approval of the final version of the manuscript.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов В.Л., Мусаев Ш.М. Судебная медицина. Санкт-Петербург: ЮрЦентрПресс, 2009. 516 с.
2. Ishcan M.Y., Kedici P.S. Sexual variation in buccolingual dimensions in Turkish dentition // *Forensic Sci Int.* 2003. Vol. 137, N 2–3. P. 160–164. doi: 10.1016/s0379-0738(03)00349-9
3. Musayev S.M. Medico-criminalistic identification populations of Caucasus on skull. Baku: Elm, 1999. 127 p.
4. Мусаев Ш.М., Оруджов Н.Р. Диагностика гендерной принадлежности субъекта с помощью математического моделирования его одонтометрических характеристик // *Научные сообщения Полицейской академии.* 2017. Т. 2, № 4. С. 26–33.
5. Ибрагимов А.Ш. Определение длины тела человека по размерам черепа. Saarbrücken: LapLambertAcademicPublishing, 2017. 184 с.
6. Зубов А.А. Одونتология. Методика антропологических исследований. Москва: Наука, 1968. 199 с.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Перевод с англ. Москва: Практика, 1998. 459 с.
8. Ковалев А.В., Шмаров Л.А., Теньков А.А. Достоверные и вероятные выводы в заключениях судебно-медицинских экспертов // *Судебно-медицинская экспертиза.* 2016. Т. 59, № 1. С. 60–64. doi: 10.17116/sudmed201659160-6
9. Ramandeep S.N., Adesh S.M., Ranjan M., Harsimranjit S.B. Sex determination by mandibular canine index and molar odontometrics: a comparative study // *Indian J Oral Sci.* 2014. Vol. 5, Suppl. 2. P. 16–20.
10. Манашев Г.Г., Шарайкин П.Н., Левенец А.А., Моисеев Е.В. Изменчивость зубочелюстной системы в зависимости от пола индивида // *Научные ведомости.* 2000. № 2. С. 176.
11. Kazzazi S.M., Kranioti E.F. Sex estimation using cervical dental measurements in an archaeological population from Iran // *Archaeological Anthropological Sci.* 2016. Vol. 23. P. 219–240. doi: 10.1007/s12520-016-0363-7
12. Мальсагов О.М. Половой детерминизм и одонтометрический анализ зубов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2005. 34 с.

## REFERENCES

1. Popov VL, Musaev SM. Forensic medicine. Saint Petersburg: YurTsentrPress; 2009. 516 p. (In Russ).
2. Ishcan MY, Kedici PS. Sexual variation in buccolingual dimensions in Turkish dentition. *Forensic Sci Int.* 2003;137(2-3):160–164. doi: 10.1016/s0379-0738(03)00349-9
3. Musayev SM. Medico-criminalistic identification populations of Caucasus on skull. Baku: Elm; 1999. 127 p.
4. Musaev SM, Orujev NR. Diagnostics of a subject's gender identity using mathematical modeling of its odontometric characteristics. *Scientific Communications Police Academy.* 2017;2(4):26–33. (In Russ).
5. Ibragimov AS. Determination of the length of the human body by the size of the skull. Saarbrücken: LapLambertAcademic Publishing; 2017. 184 p. (In Russ).
6. Zubov AA. Odontology. Methodology of anthropological research. Moscow: Nauka; 1968. 199 p. (In Russ).
7. Glants S. Medical and biological statistics. Translated from English. Moscow: Praktika; 1998. 459 p. (In Russ).
8. Kovalev AV, Shmarov LA, Tenkov AA. The reliable and plausible conclusions in the decisions of the forensic medical experts. *Forensic Medical Examination.* 2016;59(1):60–64. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed201659160-6
9. Ramandeep SN, Adesh SM, Ranjan M, Harsimranjit SB. Sex determination by mandibular canine index and molar odontometrics: A comparative study. *Indian Journal of Oral Sciences.* 2014;5(Suppl 2):16–20.
10. Manashev GG, Sharaykin PN, Levenets A, Moiseev EV. Variability of the dental system depending on the sex of an individual. *Sci Vedomosti.* 2000;(2):176. (In Russ).
11. Kazzazi SM, Kranioti EF. Sex estimation using cervical dental measurements in an archaeological population from Iran. *Archaeological Anthropological Sci.* 2016;(23):219–240. doi: 10.1007/s12520-016-0363-7
12. Malsagov OM. Sexual determinism and odontometric analysis of teeth [dissertation abstract]. Moscow, 2005. 34 p. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\* **Ибрагимов Анар Шамистан оглы**, к.м.н.;  
адрес: AZ1027, Республика Азербайджан, Баку, 823-й проезд,  
д. 2, кв. 103; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6426-3246>;  
eLibrarySPIN: 1124-3160; e-mail: medkrim@list.ru

**Мусаев Шакир Мазлум оглы**, д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8598-1597>;  
e-mail: shakir.musayev@gmail.com

## AUTHORS' INFO

\* **Anar Sh. Ibragimov**, MD, Cand. Sci (Med.);  
address: AZ1027, Republic of Azerbaijan, Baku, 823rd passage, 2,  
apt. 103; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6426-3246>;  
eLibrary SPIN: 1124-3160; e-mail: medkrim@list.ru

**Shakir M. Musayev**, MD, Dr. Sci (Med.); Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8598-1597>;  
e-mail: shakir.musayev@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm673>

# Ретроспективный судебно-медицинский анализ динамики показателей смертности при суицидах

З.А. Гиясов<sup>1</sup>, К.А. Махсумхонов<sup>2</sup>, И.И. Бахриев<sup>1</sup>, Ш.Э. Исламов<sup>3</sup><sup>1</sup> Ташкентская медицинская академия, Ташкент, Республика Узбекистан<sup>2</sup> Центр развития профессиональных квалификаций медицинских работников, Ташкент, Республика Узбекистан<sup>3</sup> Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Республика Узбекистан

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Увеличение числа завершённых суицидов, связанных со множеством факторов риска, вызывает озабоченность во многих странах мира. Случаи завершённого суицида в группах обоих полов, по данным разных исследователей, значительно различаются.

**Цель исследования** — изучить гендерные особенности показателей смертности при завершённых суицидах.

**Материал и методы.** Анализ показателей смертности проведён методом ретроспективного статистического анализа сведений из официальных отчётов о деятельности судебно-медицинских учреждений страны за период 1992–2019 гг.

**Результаты.** При ретроспективном анализе показателей случаев насильственной смерти в динамике, в том числе самоубийств, установлено, что суициды как явление имеют свои закономерные особенности развития, в частности циклическую смену состояния показателей (подъём, спад, волнообразное течение), характеризующую определённой периодичностью, постоянством (стабильность возникновения явления в масштабах страны). За исследуемый период завершённые суициды составили 14,0% от общего числа экспертиз трупов и 21,4% всех случаев насильственной смерти. Анализ абсолютного количества случаев смерти от суицида по половой принадлежности выявил явное преобладание суицидентов в группе мужчин — 33 888 против 16 036 в группе женщин, что составило 67,9 и 32,1% соответственно. Соотношение абсолютного количества случаев завершённого суицида в группе мужчин и женщин было примерно 2:1. Показатели смертности от суицидов позволяют сделать заключение о характере состояния этого явления в стране как постоянного и устойчивого.

**Заключение.** Результаты исследования завершённых суицидов в Узбекистане за период 1992–2019 гг. позволяют утверждать, что завершённые суициды как явление имеют свои закономерные особенности развития. Это постоянство изменений (стабильность возникновения явления) и цикличность (циклическая смена состояний показателей — подъём, спад, волнообразное течение, характеризующееся определённой периодичностью).

**Ключевые слова:** суицид; экспертиза трупа; гендерные особенности; показатели смертности.

## Как цитировать

Гиясов З.А., Махсумхонов К.А., Бахриев И.И., Исламов Ш.Э. Ретроспективный судебно-медицинский анализ динамики показателей смертности при суицидах // Судебная медицина. 2022. Т. 8, № 4. С. 37–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm673>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm673>

# Forensic medical analysis of the dynamics of death rates in suicides

Zaynitdin A. Giyasov<sup>1</sup>, Kulfiddikhon A. Makhsumkhonov<sup>2</sup>,  
Ibrokhim I. Bakhriev<sup>1</sup>, Shavkat E. Islamov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tashkent Medical Academy, Tashkent, Uzbekistan

<sup>2</sup> Center for the Development of Professional Qualifications of Medical Workers, Tashkent, Uzbekistan

<sup>3</sup> Samarkand Medical Universitete, Samarkand, Uzbekistan

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The increase in the number of completed suicides associated with multiple risk factors is a worldwide concern. The rates of completed suicide in both sexes, according to different researchers, differ significantly.

**AIMS:** To investigate the sex characteristics of death rates of completed suicide.

**MATERIALS AND METHODS:** Mortality rates using information from official reports on the activities of forensic medical institutions from 1992 to 2019 were analyzed retrospectively.

**RESULTS:** The results of the analysis of suicide mortality rates indicate that suicides have natural features of development, i.e., a cyclical change in the states of indicators, namely, rise, decline, wave-like flow, characterized by certain periodicity, and constancy (stability of the occurrence of the phenomenon on a national scale). During the study period, completed suicides accounted for 14.0% of the total number of examinations of corpses and 21.4% of all cases of violent death. An analysis of the absolute number of suicide-related deaths by sex revealed a clear predominance of suicides in men ( $n = 33,888$ ) compared with women ( $n = 16,036$ ), which counted for 67.9% and 32.1%, respectively. The ratio of the absolute number of completed suicide cases in the group of men and women was approximately 2:1. Suicide mortality rates make it possible to conclude about the nature of this phenomenon in the country as permanent and sustainable.

**CONCLUSION:** The results of the study of completed suicides in Uzbekistan for the period 1992–2019 allow us to assert that completed suicides as a phenomenon have their natural features of development, namely, the constancy of changes (stability of the occurrence of the phenomenon) and cyclicity (cyclic change of the states of indicators, i.e., rise, decline, wave-like flow, and certain periodicity).

**Keywords:** suicide; examination of a corpse; gender characteristics; mortality rates.

## To cite this article

Giyasov ZA, Makhsumkhonov KA, Bakhriev II, Islamov ShE. Forensic medical analysis of the dynamics of death rates in suicides. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):37–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm673>

Received: 06.12.2021

Accepted: 11.10.2022

Published: 01.12.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm673>

# 自杀死亡率演变的回顾性法医分析

Zaynitdin A. Giyasov<sup>1</sup>, Kulfiddikhon A. Makhsumkhonov<sup>2</sup>,  
Ibrokhim I. Bakhriev<sup>1</sup>, Shavkat E. Islamov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tashkent Medical Academy, Tashkent, Uzbekistan

<sup>2</sup> Center for the Development of Professional Qualifications of Medical Workers, Tashkent, Uzbekistan

<sup>3</sup> Samarkand Medical Universitete, Samarkand, Uzbekistan

## 简评

**论证。**在世界许多国家，与多种风险因素有关的已完成的自杀人数越来越多，这令人担忧。根据不同的研究人员，完成自杀的发生率在两个性别之间有很大的不同。

**该研究的目的是**研究已完成的自杀事件中不同性别的死亡率。

**材料与方法。**对死亡率的分析是通过对比1992–2019年期间该国家法医机构活动的官方报告信息进行回顾性统计分析来进行的。

**结果。**对包括自杀在内的暴力死亡的回顾性分析表明，自杀作为一种现象有其自身发展的规律性特征，特别是指标的周期性变化（上升、下降、波浪式的过程），其特点是有一定的周期性、恒定性（在全国范围内现象的稳定性）。研究期间，已完成的自杀事件占尸体检查总数的14.0%，占有暴力死亡事件的21.4%。对按性别划分的自杀死亡绝对人数的分析表明，男性群体的自杀人数明显占优势——33888人，而女性群体为16036人，分别占67.9%和32.1%。男女组中完成自杀的绝对数量之比约为2:1。自杀死亡率表明，该国的自杀现象的性质是永久性的和持续的。

**结论。**1992–2019年期间乌兹别克斯坦完成自杀的研究结果表明，完成自杀作为一种现象有其自身的发展模式。这些是变化的恒定性（现象出现的稳定性）和周期性（指标状态的周期性变化——上升、下降、以一定周期性为特征的波浪式流动）。

**关键字：**自杀；尸体检查；性别；死亡率。

## To cite this article

Giyasov ZA, Makhsumkhonov KA, Bakhriev II, Islamov ShE. 自杀死亡率演变的回顾性法医分析. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):37–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm673>

收到: 06.12.2021

接受: 11.10.2022

发布日期: 01.12.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Увеличение числа завершённых суцидов, связанных со множеством факторов риска — медицинских, социальных, экономических, правовых и др., вызывает озабоченность во многих странах мира. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно около 1 млн человек кончают жизнь самоубийством (данные 2019 года). Если учитывать, что официальная статистика отражает только явные и подтверждённые случаи суцида, то показатели смертности от завершённого суцида, на самом деле, превышают это число: более 4 млн человек ежегодно лишают себя жизни [1–3].

Случаи завершённого суцида в группах обоих полов, по данным разных исследователей, значительно различаются [4–7]. Эти отличительные особенности отчётливо прослеживаются в показателях смертности в разных возрастных группах при выборе способа совершения суцида [8].

В Узбекистане завершённые суциды также признаны социально-медицинской проблемой, которая отрицательно воздействует на демографические показатели. Это подтверждается и значительным количеством экспертиз завершённых случаев суцида.

**Цель исследования** — изучить гендерные особенности показателей смертности при завершённом суциде.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В процессе исследования изучены абсолютные и относительные показатели смертности в разрезе гендерной принадлежности суцидентов.

Анализ показателей смертности проведён методом ретроспективного статистического анализа сведений из официальных отчётов о деятельности судебно-медицинских учреждений страны за период 1992–2019 гг. Всего за исследуемый период проведено 49 924 экспертизы, связанных с суцидами (табл. 1). Относительные показатели смертности от суцидов рассчитывались на 100 000 населения. Данные показатели рассчитаны для обоих полов раздельно.

Для исследования демографические показатели населения по общему количеству и полу запрошены из Государственного комитета статистики Республики Узбекистан за соответствующий период времени.

В связи с вышеизложенным изучены данные протоколов заключений судебно-медицинских исследований трупов, других видов судебно-медицинских документов (результаты гистологических, химических, биологических и медико-криминалистических исследований). В процессе исследования изучались данные постановлений о возбуждении уголовных дел, обстоятельствах дела, осмотре места происшествия и трупа на месте его обнаружения, а также данные медицинских документов (истории болезни, медицинские карты и др.) и других

следственных действий при смерти в медицинских учреждениях.

При всестороннем многофакторном анализе полученных данных использовали ретроспективный анализ, логический, диалектический, сравнительный методы, а также сбор и изучение единичных фактов, монографического описания и статистические методы.

Статистическая обработка полученного цифрового материала произведена нами с помощью электронных таблиц Excel 2003 Microsoft Office; применён z-критерий с вычислением средних ошибок для средних арифметических ( $M \pm m$ ). Степень достоверности различия вычисляли на основании определения критерия Стьюдента ( $t$ ), затем определяли вероятность ( $p$ ) возможной ошибки. Достоверными считались различия при  $0,01 \leq p \leq 0,05$ .

Данные обработки представлены в виде сводных таблиц, графиков и диаграмм.

**Таблица 1.** Распределение смертельных суцидов по годам, абс.  
**Table 1.** Distribution of fatal suicides by year, abs.

Год	Суциды	Насильственная смерть	Всего трупов
1992	1253	7340	9862
1993	1335	6950	9842
1994	1157	6650	9862
1995	1373	7099	11 031
1996	1723	8074	12 687
1997	1784	8023	12 011
1998	1761	7740	11 724
1999	1840	8275	12 208
2000	2080	8610	12 863
2001	1988	8706	12 960
2002	1745	8552	12 885
2003	1493	7836	11 976
2004	1447	8324	12 218
2005	1410	9013	13 734
2006	1482	8647	13 151
2007	1420	8497	12 539
2008	1397	8163	11 979
2009	1604	8266	12 092
2010	1628	8104	12 435
2011	1802	8538	12 972
2012	1991	8588	13 072
2013	2028	8345	12 913
2014	2243	8769	14 016
2015	2413	9414	14 809
2016	2576	9597	15 230
2017	2384	9674	15 236
2018	2255	9041	14 366
2019	2312	8879	13 743
Всего	49 924	233 714	354 416



Полученные на основе статистического анализа результаты проанализированы по структуре, интенсивности, динамике, распространённости и региональности.

Авторы полагают, что данный материал не подлежит рассмотрению этической комиссией.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Абсолютное количество случаев завершённых суицидов (абсолютный показатель смертности)

За исследуемый период всего было проведено 354 416 судебно-медицинских исследований трупов: завершённые суициды составили 14,0% (49 924) от общего числа экспертиз трупов и 21,4% (233 714) всех случаев насильственной смерти. Изменение абсолютного показателя смертности в динамике (ежегодно) исследованного периода было волнообразным, при этом отмечалась цикличность смены состояний — подъёма, спада, стагнации. Продолжительность цикла, темпы движения (подъём и спад) были неравномерными. Циклическая смена состояния абсолютного количества случаев завершённых суицидов особенно заметна на фоне равномерного роста численности населения за этот период.

В 1992 г. выявлено 1253 случая завершённого суицида, принятого за нулевую отметку. После незначительного прироста в 1993 г. ( $n=1335$ ; 6,4%) в 1994 г. отмечался спад на 7,7%. В период с 1995 г. ( $n=1373$ ) по 2000 г. ( $n=2080$ ) наблюдается поступательный рост абсолютного показателя (подъём первой волны) с пиком подъёма показателя на 66,7% в 2000 г. В период с 2001 г. ( $n=1988$ ) до 2008 г. ( $n=1397$ ) отмечался устойчивый спад показателя на 11% по сравнению с 1992 г. С 2009 г. ( $n=1604$ ) наблюдается подъём второй волны с пиком в 2016 г. ( $n=2576$ ) — 105%

по сравнению с 1992 г. ( $p \leq 0,001$ ). В последующие годы отмечался спад показателя смертности: так, в 2019 г. он уменьшился на 10,3% по сравнению с 2016 г. (рис. 1).

На динамику показателя общей численности населения абсолютный показатель смертности от суицидов прямого влияния не оказал. Так, в 1992 г. показатель численности населения был равен 21 106 213 чел., а в 2019 г. — 33 255 538 чел., ежегодный прирост составил 2,0–2,3%, общий прирост за эти годы — 57%.

### Абсолютные показатели смертности от суицида по половой принадлежности

Анализ абсолютного количества случаев смерти от суицида по половой принадлежности выявил явное преобладание суицидентов в группе мужчин — 33 888 против 16 036 в группе женщин, что составило 67,9 и 32,1% соответственно. Соотношение абсолютного количества случаев завершённого суицида в группе мужчин и женщин было примерно 2:1.

Это соотношение в разрезе годов значительно не отличалось и менялось лишь в отдельные годы. Так, в 2005 г. число суицидентов среди мужчин увеличилось в соотношении 3,0:1,0, а в 2011 и 2019 гг. этот разрыв несколько сократился — до 1,5:1,0. В другие годы соотношение полов среди суицидентов сохранялось близко к установленному среднему значению ( $p \leq 0,001$ ); рис. 2.

Проведён отдельный анализ абсолютного показателя смертности в группе мужчин по годам. В 1992 г. этот показатель был самым низким ( $n=799$ ), и он принят за нулевую точку. В период с 1993 по 2001 г. выявлен подъём показателя ( $n=1435$  в 2001 г.) — увеличение на 79,5% относительно 1992 г. С 2002 г. отмечен интенсивный спад показателя, который длился по 2008 г. ( $n=945$ ) — уменьшение на 35% относительно 1992 г. В 2009 г. начался подъём второй волны, который длился по 2016 г., когда

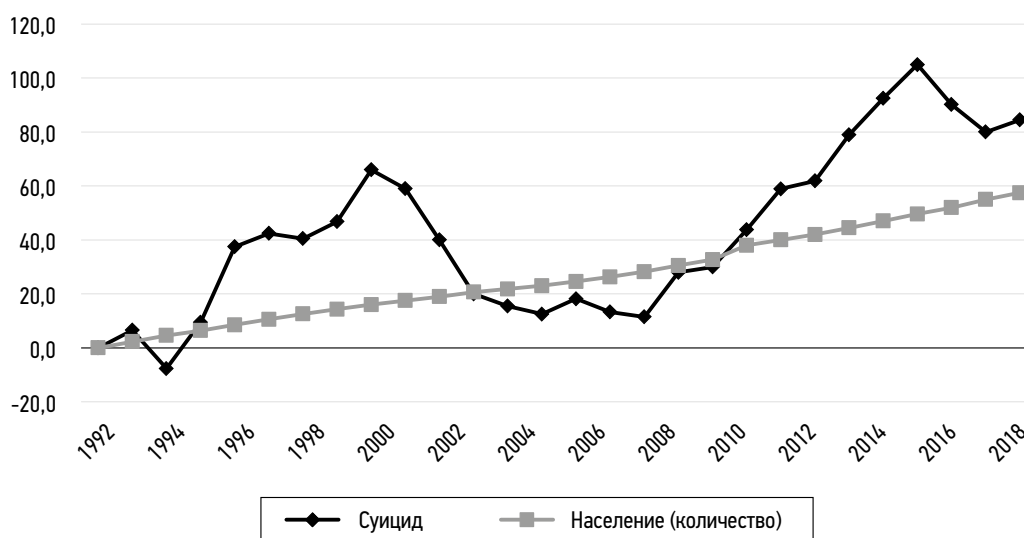


Рис. 1. Сравнительный анализ динамики абсолютных показателей смертности от суицидов и роста численности населения.

Fig. 1. Comparative analysis of the dynamics of absolute suicide mortality rates and population growth.

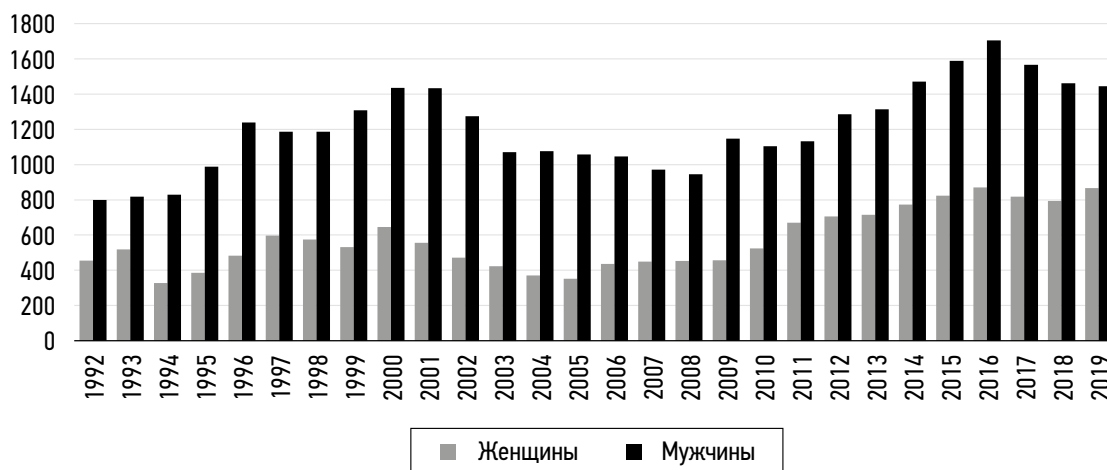


Рис. 2. Динамика абсолютного показателя смертности по половой принадлежности суицидентов.

Fig. 2. Dynamics of the absolute mortality rate by gender of suicides.

отмечался пик его увеличения на 114% относительно 1992 г. В 2017 г. вновь начался спад показателя, который продолжался до 2019 г.: так, в 2017 г. показатель уменьшился на 16% относительно 1992 г. ( $p \leq 0,001$ ).

Как указывалось ранее, на динамику показателя общей численности населения изученные показатели смертности от суицидов прямого влияния не оказали. Так, в исследованный период времени прирост доли мужского населения превысил 60% (в 1992 г. — 10 443 848 чел., в 2019 г. — 16 710 577 чел.); рис. 3.

В группе женщин в 1992 г. имели место 454 случая завершённого суицида: показатель принят за нулевую точку. В 1993 г. выявлен рост показателя на 15% относительно 1992 г. В 1994 г. выявлен пик спада ( $n=327$ ) — уменьшение на 28% относительно 1992 г. В период с 1995 по 2000 г. отмечен подъём показателя: так, в 2000 г. отмечался прирост показателя на 40% ( $n=645$ ) относительно 1992 г. С 2001 г. по 2005 г. наблюдался спад показателя: снижение показателя в 2005 г. на 22,5% относительно

1992 г. В период с 2006 по 2016 г. имел место подъём второй волны: показатель достиг пика увеличения в 2016 г. ( $n=871$ ) — увеличение на 147% относительно 1992 г. В 2017–2019 гг. наблюдалась неравномерная динамика изменения показателя то в виде скачкообразного подъёма, то спада ( $p \leq 0,001$ ).

Группа женщин составила 50,06% от общего количества населения. За указанный период времени прирост лиц женского пола населения составил 55%: так, в 1992 г. показатель по республике составил 10 662 365 человек, в 2019 г. — 16 544 961 (рис. 4).

### Относительные показатели смертности от суицида по половой принадлежности

Относительные показатели смертности (частоты) рассчитаны на 100 000 населения. Усреднённый относительный показатель смертности в результате суицидов за указанный период составил 6,6, однако ежегодные показатели значительно различались. В частности, в 1994 г.

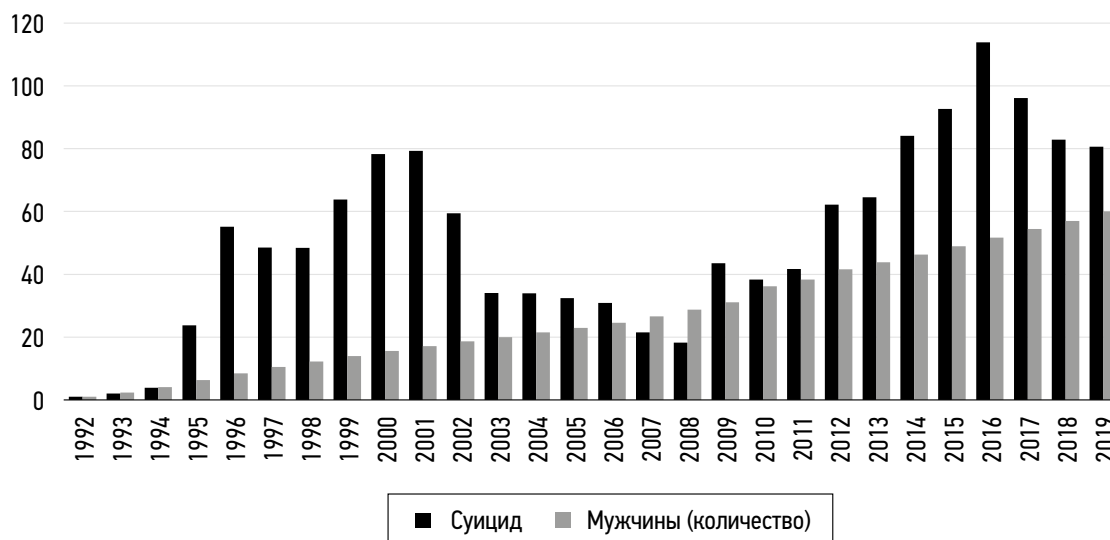


Рис. 3. Динамика абсолютного показателя смертности в группе мужчин.

Fig. 3. Dynamics of the absolute mortality rate in the group of men.

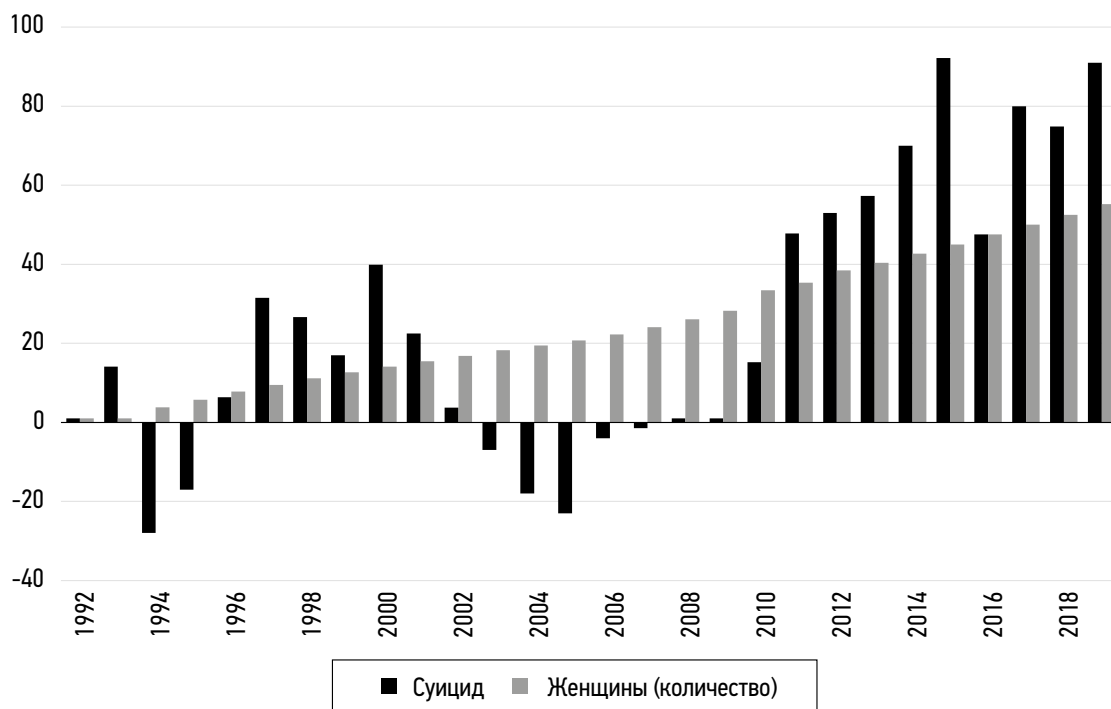


Рис. 4. Динамика абсолютного показателя смертности в группе женщин.

Fig. 4. Dynamics of the absolute mortality rate in the group of women.

этот показатель был самым низким — 5,0. С 1995 г. по 2000 г. наблюдается подъём показателя в течение всего рассматриваемого периода с пиком подъёма в 2000 г. (8,4). С 2001 г. отмечается спад первой волны, который длится по 2008 г. (5,1). С 2009 г. по 2016 г. — подъём второй волны с пиком подъёма в 2016 г. (8,0). С 2017 г. по 2019 г. вновь произошёл спад показателя ( $p \leq 0,001$ ); рис. 5.

Усреднённый относительный показатель смертности в группе мужчин равен 9,0, и в разрезе рассматриваемого периода имеет свои особенности. В частности, в 1992 и 2008 гг. значения показателей были минимальными — 7,5 и 6,9 соответственно; максимальные показатели имели место в 2000 и 2016 гг. — 11,5 и 10,7 соответственно.

В группе женщин усреднённый относительный показатель смертности был равен 4,2 и значительно различался

по годам: так, в 1994 и 2005 гг. зафиксированы минимальные значения показателей — 2,9 и 2,7 соответственно, максимальные — в 2000 и 2015 гг. — 5,1 и 5,7 соответственно (рис. 6).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели самоубийств зависят от страны, региона и половой принадлежности. Так, по суициду мужчины вдвое опережают женщин (12,6 на 100 тыс. у мужчин и 5,4 на 100 тыс. у женщин). При этом, согласно обзору ВОЗ (2019), самые высокие показатели самоубийств среди женщин характерны для стран с низким/ниже среднего уровнем дохода (7,1 на 100 тыс.), а мужчины, как правило, больше прибегают к самоубийству в странах с высоким уровнем дохода (16,5 на 100 тыс.). По мнению исследователей,



Рис. 5. Динамика относительного показателя смертности.

Fig. 5. Dynamics of the relative mortality rate.

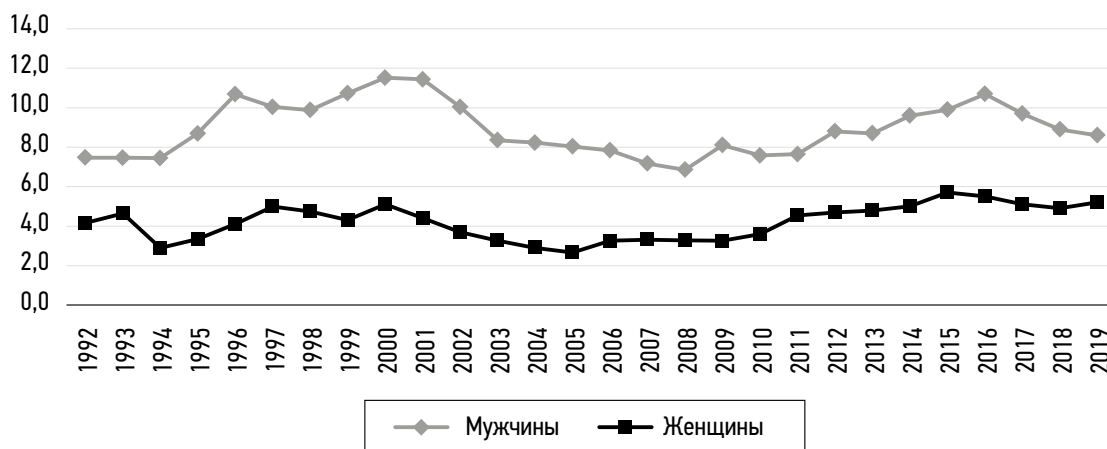


Рис. 6. Динамика относительного показателя смертности вследствие суицида по половой принадлежности суицидентов.

Fig. 6. Dynamics of the relative mortality rate in the context of the sex of suicides.

причинами этого являются низкая толерантность мужчин к суицидам, неумение, в отличие от женщин, обращаться за помощью к окружающим [9–11]. В частности, соотношение полов (мужчин и женщин) было следующим: в Уганде — 3,4:1 [12], аналогичные соотношения в Австралии [9], России [2, 3], Белоруссии [13, 14].

Суицид, как правило, это осознанный, целенаправленный акт аутоагрессии, т.е. лишения себя жизни. Вместе с тем суицид признаётся многофакторной социально-медицинской проблемой. Однако результаты анализа динамики показателей смертности от суицидов свидетельствуют о том, что суициды как явление имеют свои закономерные особенности развития — циклическую смену состояний показателей (подъём, спад, волнообразное течение), характеризующуюся определённой периодичностью и постоянством (стабильность возникновения явления в масштабах страны).

### Постоянство явления

Постоянство явления характеризуется относительной стабильностью показателей суицидов в пределах определённого диапазона в масштабах страны или конкретного региона: отмечаются из года в год и имеют закономерность по следующим параметрам: количество, сезонность, возрастные группы, гендерные особенности.

*Абсолютное количество суицидов* за исследуемый период времени составило 49 924 случая, в стране ежегодно происходило в среднем 1849 случаев суицида. Минимальное количество случаев суицида ( $n=1157$ ) имело место в 1992 г., максимальное ( $n=2567$ ) — в 2016 г.

По данным мировой статистики, а также по результатам ряда исследований [5, 6, 8, 15], мужчины чаще лишают себя жизни самоубийством, чем женщины. По результатам нашего исследования, за исследованный период 33 888 мужчин совершили акт самоубийства. Усреднённый ежегодный абсолютный показатель смертности составил 1255, минимальное значение показателя — 817 — было в 1993 г., максимальное — 1705 — в 2016 г.

В группе женщин зафиксировано 16 036 случаев суицида, при этом ежегодный усреднённый показатель составил 594 случая, минимальное значение показателя — 327 — было в 1994 г., максимальное — 871 — в 2016 г.

*Относительные показатели.* ВОЗ предложена шкала оценки величины относительного показателя смертности, который рассчитывается на 100 тыс. населения. В рамках этой шкалы выделяют три уровня частоты самоубийств: низкий (до 10 случаев на 100 тыс. населения), средний (10–20 случаев), высокий, или критический (>20 случаев) [6, 11].

В Узбекистане за исследованный период усреднённый относительный показатель смертности составил 6,6 на 100 тыс. населения, при этом минимальное значение показателя (5,1) выявлено в 1994 г., максимальное (8,4) — в 2000 г. Второй пик подъёма показателя был в 2016 г. (8,0). Таким образом, Узбекистан в указанный период времени входил в группу стран с низким уровнем суицидов.

Следует отметить, что в группе мужчин усреднённый показатель частоты смерти от суицидов зафиксирован на уровне 9,0, его минимальное значение (7,3) — в 1992 и 2007 гг., максимальное (11,5) — в 2000 г. В 2016 г. показатель зафиксирован на уровне 10,7 случаев. Таким образом, в 2000 и 2016 гг. показатель частоты смерти от суицидов среди мужчин соответствовал среднему уровню по классификации ВОЗ.

В группе женщин усреднённый относительный показатель смертности составил 4,2. Минимальное значение показателя (2,9) отмечено в 1994 г., максимальное (5,7) — в 2015 г. В исследованный период времени соотношение полов (мужчин-женщин) составило ~2:1, причём в течение всего промежутка времени среди суицидентов преобладали мужчины.

Приведённые выше абсолютные и относительные показатели смертности от суицидов позволяют сделать заключение о характере состояния этого явления в Узбекистане как постоянного и устойчивого.

## Цикличность

Это циклическая смена состояния явления в виде подъёма и спада — волны — с определённой последовательностью и периодичностью цикла.

Результатами нашего исследования выявлена указанная циклическая смена состояния показателей смертности в виде волнообразного подъёма и спада: так, первый период спада пришёлся на 1992–1994 гг., первый период повышения отмечался в 1995–2000 гг.; второй спад начался в 2001 г. и продолжался до 2008 г., второй период повышения имел место в 2009–2016 гг., достигнув пика в 2016 г.; в 2017–2019 гг. отмечен третий период спада.

По результатам исследования, циклы спада и подъёма показателей смертности отмечались с интервалом ~15 лет. Постоянство и цикличность изменений абсолютных и относительных показателей смертности всего населения страны (общее количество, по возрасту, по половой принадлежности) за продолжительный период времени (27 лет) позволяют констатировать наличие закономерности динамики этих изменений.

Установленные особенности динамики показателей смертности при суицидах требуют пересмотра традиционного отношения к факторам риска завершённых суицидов. Согласно данным специальной литературы, наиболее важными признаются экономические, социальные и медицинские факторы, однако результаты нашего исследования свидетельствуют об относительности общепринятых представлений о причинах возникновения суицидов.

Несмотря на то, что в течение 27 лет в Узбекистане происходили значительные изменения населения по общему количеству, этническому составу, половой принадлежности и возрастным группам, показатели характеристики и динамики завершённых суицидов оставались практически постоянными.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные результаты исследования завершённых суицидов в Узбекистане за период 1992–2019 гг. позволяют утверждать, что самоубийства как явление имеют свои закономерные особенности развития. В частности, относительное постоянство в пределах определённого диапазона абсолютных и интенсивных показателей суицида как в целом, так и в разрезе пола и возрастных групп, а также цикличность — смена состояний показателей (подъём, спад, волнообразное течение),

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ботезату Г.А., Бачу Г.С., Мугтой Г.Л., и др. Судебно-медицинская экспертиза повреждений и насильственной смерти у лиц с предшествующими заболеваниями. Кишинев: Штиница, 1989. 172 с.
2. Лопатин А.А., Кокорина Н.П. Распространенность суицидов в Кузбассе // Социальная и клиническая психиатрия. 1996. Т. 6, № 3. С. 64–67.

характеризуемая определённой периодичностью. Необходимо отметить, что изменения, имевшие место в Узбекистане за исследованный период (в социальной и экономической сфере; демографические изменения, в том числе увеличение количества населения на 57%), не оказали существенного влияния на особенности развития завершённых суицидов.

Результаты исследования подтвердили тенденцию гендерных особенностей суицидов, отмеченную и другими исследователями различных стран: преобладание мужчин среди суицидентов, соотношение полов ~2:1. Примечательным является постоянство этого соотношения в течение всего промежутка исследованного периода времени.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов.** Все 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: К.А. Махсумонов — сбор данных; К.А. Махсумонов, З.А. Гиясов — написание текста рукописи; З.А. Гиясов, И.И. Бахриев, Ш.Э. Исламов — научное редактирование рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

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

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. K.A. Makhsumkhonov — data collection; K.A. Makhsumkhonov, Z.A. Giyasov — manuscript writing; Z.A. Giyasov, I.I. Bakhriev, Sh.E. Islamov — critical manuscript revision for important intellectual content, review and final manuscript approval.

3. Миронец Е.Н., Голенков А.В., Карышев П.Б. Эпидемиология самоубийств в г. Чебоксарах // Проблемы экспертизы в медицине. 2003. Т. 3, № 3. С. 31–33.
4. Giyasov Z., Makhsumkhonov K., Bakhriev I., et al. The gender traits of completed suicide committed in unlike periods of Fergana // Int J Pharmaceutical Res. 2021. Vol. 13, N 1. doi: 10.31838/ijpr/2021.13.01.506

5. Kanchan T., Menon A., Menezes R.G. Methods of choice in completed suicides: gender and review of literature // *J Forensic Sci.* 2009. Vol. 54, N 4. P. 938–942. doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01054.x
6. Atanasijevic T., Popovic V.M., Nikolic S. Characteristics of chest injury in falls from heights // *Leg Med (Tokyo).* 2009. Vol. 11, Suppl 1. P. S315–317. doi: 10.1016/j.legalmed.2009.02.017
7. Tormey W.P., Sprinivasan R., Moore T. Biochemical toxicology and suicide in Ireland: a laboratory study // *Ir Med Sci.* 2013. Vol. 182, N 2. P. 277–281. doi: 10.1007/s11845-012-0879-5
8. Goren S., Subasi M., Turasci Y., Gurkcan F. Fatal falls from heights in and around Diyarbakir, Turkey // *Forensic Sci Int.* 2003. Vol. 137, N 1. P. 37–40. doi: 10.1016/s0379-0738(03)00285-8
9. Austin A.E., van de Heuvel C., Byard R.W. Causes of community suicides among indigenous South Australians // *J Forensic Leg Med.* 2011. Vol. 18, N 7. P. 299–301. doi: 10.1016/j.jflm.2011.06.002

10. Varnik A., Kolves K., Vali M., et al. Do alcohol restriction reduce suicide mortality? // *Addiction.* 2007. Vol. 102, N 2. P. 251–256. doi: 10.1111/j.1360-0443.2006.01687.x
11. Bilban M., Skibin L. Presence of alcohol in suicide victims // *Forensic Sci Int.* 2005. Vol. 147, Suppl. P. S9–12. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.09.085
12. Kinyanda E., Wamala D., Musisi S., Hjelmeland H. Suicide in urban Kamapala, Uganda: a preliminary exploration // *Afr Health Sci.* 2011. Vol. 11, N 2. P. 219–227.
13. Разводовский Ю.Е. Алкоголь и суициды: аспекты взаимосвязи // *Медицинские новости.* 2004. № 1. С. 21–24.
14. Разводовский Ю.Е. Смертность от туберкулеза и суициды в Беларуси в 1970–2005 гг. // *Проблемы туберкулеза и болезней легких.* 2007. № 7. С. 23–25.
15. Cetin G., Gunay Y., Fincanci S.K., Kulusayin O.R. Suicides by jumping from Bosphorus Bridge in Istanbul // *Forensic Sci Int.* 2001. Vol. 116, N 2-3. P. 157–162. doi: 10.1016/s0379-0738(00)00370-4

## REFERENCES

1. Botezatu GA, Bachu G, Mutoy G.L, et al. Forensic medical examination of injuries and violent death in persons with previous diseases. Kishinev: Shtinitsa; 1989. 172 p. (In Russ).
2. Lopatin AA, Kokorina NP. The prevalence of suicides in Kuzbass. *Social Clinical Psychiatry.* 1996;6(3):64–67. (In Russ).
3. Mironets EN, Golenkov AV, Karyshev PB. Epidemiology of suicides in Cheboksary. *Problems Expertise Medicine.* 2003;3(3):31–33. (In Russ).
4. Giyasov Z, Makhsumkhonov K, Bakhriev I, et al. The gender traits of completed suicide committed in unlike periods of Fergana. *Int J Pharmaceutical Res.* 2021;13(1). doi: 10.31838/ijpr/2021.13.01.506
5. Kanchan T, Menon A, Menezes RG. Methods of choice in completed suicides: gender and review of literature. *J Forensic Sci.* 2009;54(4):938–942. doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01054.x
6. Atanasijevic T, Popovic VM, Nikolic S. Characteristics of chest injury in falls from heights. *Leg Med (Tokyo).* 2009;11(Suppl 1):S315–317. doi: 10.1016/j.legalmed.2009.02.017
7. Tormey WP, Sprinivasan R, Moore T. Biochemical toxicology and suicide in Ireland: a laboratory study. *Ir Med Sci.* 2013;182(2):277–281. doi: 10.1007/s11845-012-0879-5
8. Goren S, Subasi M, Turasci Y, Gurkcan F. Fatal falls from heights in and around Diyarbakir, Turkey. *Forensic Sci Int.* 2003;137(1):37–40. doi: 10.1016/s0379-0738(03)00285-8
9. Austin AE, van de Heuvel C, Byard RW. Causes of community suicides among indigenous South Australians. *J Forensic Leg Med.* 2011;18(7):299–301. doi: 10.1016/j.jflm.2011.06.002
10. Varnik A, Kolves K, Vali M, et al. Do alcohol restriction reduce suicide mortality? *Addiction.* 2007;102(2):251–256. doi: 10.1111/j.1360-0443.2006.01687.x
11. Bilban M, Skibin L. Presence of alcohol in suicide victims. *Forensic Sci Int.* 2005;147(Suppl):S9–12. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.09.085
12. Kinyanda E, Wamala D, Musisi S, Hjelmeland H. Suicide in urban Kamapala, Uganda: a preliminary exploration. *Afr Health Sci.* 2011;11(2):219–227.
13. Razvedovsky YE. Alcohol and suicides: aspects of the relationship. *Medical News.* 2004;(1):21–24. (In Russ).
14. Razvodovsky YE. Tuberculosis mortality and suicides in Belarus in 1970–2005. *Problems Tuberculosis Lung Diseases.* 2007;(7):23–25. (In Russ).
15. Cetin G, Gunay Y, Fincanci SK, Kulusayin OR. Suicides by jumping from Bosphorus Bridge in Istanbul. *Forensic Sci Int.* 2001;116(2-3):157–162. doi: 10.1016/s0379-0738(00)00370-4

## ОБ АВТОРАХ

\* **Гиясов Зайнитдин Асомутдинович**, д.м.н., профессор; адрес: Республика Узбекистан, 100109, Ташкент, ул. Фароби, д. 2; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4637-3526>; e-mail: giyasov491@mail.ru

**Махсумхонов Кулфиддинхон Азамхонович**, к.м.н.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2582-9013>; e-mail: kmakhsum73@mail.ru

**Бахриев Иброхим Исомуддинович**, к.м.н., доцент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3022-3489>; e-mail: ibragim.bakhriev@mail.ru

**Исламов Шавкат Эрийгитович**, д.м.н., доцент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1758-2513>; e-mail: shavkat.islamov.1972@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Zaynitdin A. Giyasov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; address: 100109, Tashkent, Faribi str., 2, Uzbekistan; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4637-3526>; e-mail: giyasov491@mail.ru

**Kulfiddinkhon A. Makhsumkhonov**, MD, Cand. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2582-9013>; e-mail: kmakhsum73@mail.ru

**Ibrokhim I. Bakhriev**, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3022-3489>; e-mail: ibragim.bakhriev@mail.ru

**Shavkat E. Islamov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1758-2513>; e-mail: shavkat.islamov.1972@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm705>

# Обнаружение клобазама и его метаболита в моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemным масс-спектрометрическим детектированием при отравлении

А.А. Волкова<sup>1,2</sup>, Р.А. Калёкин<sup>1,2</sup>, А.М. Орлова<sup>1</sup><sup>1</sup> Российский центр судебно-медицинской экспертизы, Москва, Российская Федерация<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Проблема определения факта острого и летального отравления клобазамом до настоящего времени остаётся актуальной задачей аналитической токсикологии. Лекарственное вещество клобазам относится к группе бензодиазепинов, включённых в список психоактивных веществ, оборот которых ограничен, так как имеет высокий профиль токсичности при передозировке и злоупотреблении.

**Цель исследования** — предложить простую, достоверную и чувствительную методику идентификации клобазама и его метаболита в моче современным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemным масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-QqQ-МС/МС).

**Материал и методы.** Нами описан простой и чувствительный метод ВЭЖХ-QqQ-МС/МС для качественного определения клобазама в моче.

**Результаты.** По результатам исследования, время удерживания в подобранных условиях хроматографирования для клобазама составило 5,17 мин, а его метаболита (норклобазама), найденного в моче, — 4,56 мин. Наиболее интенсивный (основной) пик для клобазама — 259 m/z, для норклобазама — 245 m/z.

**Заключение.** Впервые представлена валидированная методика химико-токсикологического исследования при отравлении клобазамом методом ВЭЖХ-МС/МС, апробированная как на модельной смеси, так и на реальной биологической матрице мочи пациента после приёма клобазама. Данная методика, применяемая в качестве подтверждающего метода исследования, является дополнением к клинической картине в судебно-медицинской экспертизе.

**Ключевые слова:** клобазам; высокоэффективная жидкостная хроматография с tandemным масс-спектрометрическим детектированием; масс-анализатор QqQ; ВЭЖХ-QqQ-МС/МС; детекция; подготовка образца мочи.

## Как цитировать

Волкова А.А., Калёкин Р.А., Орлова А.М. Обнаружение клобазама и его метаболита в моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemным масс-спектрометрическим детектированием при отравлении // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 47–55. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm705>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm705>

# Detection of clobazam and its metabolites in urine during poisoning using HPLC-QqQ-MS/MS

Alla A. Volkova<sup>1, 2</sup>, Roman A. Kalekin<sup>1, 2</sup>, Alevtina M. Orlova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Russian Centre of Forensic Medical Expertise, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Determining the incidence of acute and lethal poisoning with clobazam remains an urgent task of analytical toxicology. The medicinal substance clobazam belongs to the group of benzodiazepines, which is included in the list of psychoactive substances whose turnover is limited because of its high toxicity profile in overdose and abuse.

**AIM:** To propose a simple, reliable, and sensitive technique for the identification of clobazam and its metabolite in the urine by the modern high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (HPLC-QqQ-MS/MS).

**MATERIALS AND METHODS:** We have described a simple and sensitive HPLC-QqQ-MS/MS method for the qualitative determination of clobazam in the urine.

**RESULTS:** The retention time in the selected chromatography conditions for clobazam was 5.17 min, and its metabolite (norclobazam) in urine was 4.56 min. The base peaks for clobazam and norclobazam were 259 m/z and 245 m/z, respectively.

**CONCLUSION:** For the first time, this study provides a validated method of chemical-toxicological examination for poisoning with clobazam by HPLC-MS/MS, tested both on a model mixture and real biological matrix of the patient's urine after taking clobazam. This technique can be a confirmatory research method in addition to the clinical picture in forensic medical examination.

**Keywords:** clobazam; high-performance liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection; QqQ mass analyzer; HPLC-QqQ-MS/MS; detection; urine sample preparation.

## To cite this article

Volkova AA, Kalekin RA, Orlova AM. Detection of clobazam and its metabolites in urine during poisoning using HPLC-QqQ-MS/MS. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):47–55. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm705>

Received: 12.03.2022

Accepted: 13.10.2022

Published: 30.11.2022



DOI: <https://doi.org/10.17816/fm705>

# 高效液相色谱-串联质谱法检测中毒患者尿液中的氯巴扎姆及其代谢物

Alla A. Volkova<sup>1,2</sup>, Roman A. Kalekin<sup>1,2</sup>, Alevtina M. Orlova<sup>1</sup><sup>1</sup> Russian Centre of Forensic Medical Expertise, Moscow, Russian Federation<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

## 简评

**论证。**确定氯巴扎姆的急性和致死性中毒事实的问题仍然是分析毒理学的一项紧迫任务。药物氯巴占属于苯二氮卓类药物，由于其在过量和滥用的情况下具有高毒性，因此被列入限制流通的精神活性物质清单中。

**该研究的目的是**提出一种简单、可靠和敏感的技术，通过现代高效液相色谱-串联质谱检测（HPLC-QqQ-MS/MS）鉴定尿液中的氯巴扎姆及其代谢物。

**材料与方法。**我们描述了一种简单而敏感的HPLC-QqQ-MS/MS方法，用于定性检测尿液中的氯巴扎姆。

**结果。**根据研究结果，在选定的色谱条件下，氯巴扎姆的保留时间为5.17分钟，而在尿液中发现的其代谢物（去甲氯巴扎姆）则为4.56分钟。氯巴扎姆最强烈的（主）峰是259 m/z，诺拉扎姆是245 m/z。

**结论。**首次提出了一种经过验证的HPLC-MS/MS方法，用于调查氯巴扎姆中毒的化学毒物学。在一个模型混合物和一个病人服用氯巴扎姆后的尿液的真实生物基质上都得到了验证。这种技术作为一种确认性检查技术，是对法医临床情况的一种补充。

**关键词：**氯巴占；高效液相色谱串联质谱检测；QqQ质量分析仪；HPLC-QqQ-MS/MS；检测；尿样制备。

## To cite this article

Volkova AA, Kalekin RA, Orlova AM. 高效液相色谱-串联质谱法检测中毒患者尿液中的氯巴扎姆及其代谢物. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):47-55. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm705>

收到: 12.03.2022

接受: 13.10.2022

发布日期: 30.11.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

По данным ежегодного токсикологического мониторинга, острые отравления наркотическими средствами остаются актуальной проблемой, а определение факта острого и летального отравления клобазамом до настоящего времени является первостепенной задачей аналитической токсикологии [1]. Судебно-медицинская диагностика отравлений наркотическими средствами и психотропными веществами со смертельным исходом основана на совокупности морфологических данных и результатов определения веществ в биологических жидкостях и тканях трупа. Но только результаты судебно-химического и химико-токсикологического исследования помогают установить вид наркотических средств и психотропных веществ, их концентрацию, что позволяет высказать суждение о времени приёма и принятой дозе этих веществ [2–4].

Лекарственное вещество клобазам относится к группе бензодиазепинов. Клобазам включён в список психоактивных веществ, оборот которых, а также незаконное приобретение, хранение, перевозка, изготовление, переработка без цели сбыта в Российской Федерации ограничены.

Химическое название клобазам: 7-хлор-1-метил-5-фенил-1Н-1,5-бензодиазепин-2,4(3Н,5Н)-дион. Молекулярная формула:  $C_{16}H_{13}ClN_2O_2$ . Торговое название: Фризиум. Лекарственная форма: таблетки по 10 и 20 мг.

Клобазам — противосудорожное, анксиолитическое средство, действует как транквилизатор, считается сильнодействующим препаратом. Клобазам купирует эпилептические приступы, уменьшает напряжённость, раздражение, возбуждение, агрессивность. Клобазам относится ко второму поколению противосудорожных препаратов [5–7]. Несмотря на то, что клобазам является лекарственным препаратом с меньшими побочными эффектами в сравнении с другими производными бензодиазепинов, он оказывает фармакокинетическое взаимодействие на такие препараты, как карбамазепин, фенитоин, фенобарбитал, примидон, вальпроат, ламотриджин, левитирацетам, окскарбазепин, топирамат, вигабатрин, что обуславливает его влияние на сопутствующую терапию и увеличение или наличие побочных эффектов [8–11].

Клобазам быстро метаболизируется в печени и потом выводится путём почечной элиминации. Через почки выводится менее 1% клобазамы и менее 10% метаболита N-дезметилклобазамы (норклобазамы). Норклобазам значительно более устойчив в организме, чем клобазам, его период полураспада примерно вдвое меньше, чем у клобазамы (78–82 и 36–41 ч соответственно), а в терапевтических дозах концентрация в сыворотке крови в 3–5 раз

выше [12–16]. При терапевтическом приёме клобазам обнаруживается в биологических жидкостях в диапазоне концентраций 0,1–1 мг/л, токсический эффект начинает проявляться при десятикратном увеличении дозы, а острое отравление может наступить при пероральном приёме 300 мг.

В настоящее время лабораторные методы, которые позволяют обнаружить клобазам и его метаболиты при исследовании биологического объекта (моча) с использованием неинвазивного метода отбора пробы, на современном уровне не описаны. Существует несколько опубликованных методик [16] определения клобазамы и норклобазамы методом жидкостной и газовой хроматографии с использованием тандемной масс-спектрометрии, которые апробированы на крови или плазме крови. Имеется руководство<sup>1</sup> по пробоподготовке жидкость-жидкостной экстракции при исследовании биологического объекта (мочи).

Актуальность использования при химико-токсикологическом исследовании биологических объектов, отобранных у пациентов (потерпевших), имеет большую важность ввиду того, что применение в медицине клобазамы достаточно часто встречается в детском возрасте, тем более что с мочой выводится более 90% препарата.

**Цель исследования** — предложить простую, достоверную и чувствительную методику для идентификации клобазамы и его метаболита в моче современным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-QqQ-МС/МС) после твердофазной экстракции, не требующую инвазивного вмешательства.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Пробоподготовка

Для анализа использовали жидкостный хроматограф Nexera X2 (Shimadzu, Япония) с масс-спектрометрическим детектором Shimadzu LCMS-8050.

Реактивы: 0,1% раствор муравьиной кислоты в воде с 2 мМ формиата аммония, ацетонитрил, этанол, метанол (чистый для анализа; ч.д.а.), 0,1 М раствора монофосфата калия ( $KH_2PO_4$ ; химически чистый; х.ч.), 5% уксусной кислоты (ч.д.а.), 2% раствор гидроксида аммония ( $NH_4OH$ ; ч.д.а.).

В данном исследовании пробоподготовка была выполнена при помощи патронов Agilent Bond Elut Certify (Agilent, США), 130 мг, 3 мл. После кондиционирования патрона 2 мл метанола (ч.д.а.) и уравнивания 2 мл 0,1 М  $KH_2PO_4$  (х.ч.) пробу мочи человека, употреблявшего клобазам, объёмом 1 мл вводили в патрон. Весь элюат собирали во флакон. Элюент для стадий промывки был

<sup>1</sup> Guidance for industry: Bioanalytical method validation. Food and Drug Administration. U.S. Department of Health and Human Services [accessed December 4, 2020]. Режим доступа: <https://www.fda.gov/files/drugs/published/Bioanalytical-Method-Validation-Guidance-for-Industry.pdf>.

**Таблица 1.** Программа градиентного элюирования**Table 1.** Gradient elution program

Время, мин	А, %	В, %
0.00	99,0	1,0
1.00	99,0	1,0
8.00	1,0	99,0
9.00	1,0	99,0
9.10	99,0	1,0
11.00	99,0	1,0

разделён на три аликвоты по 1 мл каждая. Первую промывку выполняли 1 мл 5% уксусной кислоты (ч.д.а.), а остальные две — по 1 мл метанола. Каждую фракцию элюата собирали отдельно во флакон. Элюирование выполняли трижды с помощью 1 мл смеси ацетонитрила (ч.д.а.) с 2%  $\text{NH}_4\text{OH}$  (ч.д.а.). Каждую фракцию собирали отдельно и объединяли для дальнейшего исследования.

### Условия хроматографирования

*Параметры хроматографической системы LC-System Nexera X2 Shimadzu.* Хроматографическая колонка Kinetex (Phenomenex) 2.6u XB-C18 100A 100×2,1 мм. Температура колонки 40°C. Использовалась комбинированная подвижная фаза с двумя компонентами: А — 0,1% раствор муравьиной кислоты в воде с 2 мМ формиата аммония; В — ацетонитрил, объём вводимой пробы 5 м<sup>3</sup>.

Условия градиентного режима подачи элюента приведены в табл. 1.

### Условия масс-спектрометрического детектирования

Параметры масс-спектрометрического детектирования приведены в табл. 2. Условия регистрации аналитических сигналов были проведены в режиме мониторинга множественных реакций (multiple reaction monitoring, MRM): энергия соударений 20 эВ; напряжение на фрагментаторе 100 В; скорость сканирования 5 спектров/сек. Оптимизацию условий детектирования проводили с использованием

рабочего раствора концентрацией 0,1 мкг/см<sup>3</sup>. Энергию соударений (collision energy, CE) оптимизировали с шагом 10 В по максимальному отклику характеристичного продукт-иона.

### Этическая экспертиза

Этический комитет Медицинского центра «Азбука Здоровья» дал положительное заключение (протокол № 1 от 17.01.2022). Забор проб биологической жидкости производили неинвазивным способом, добровольно, с письменного согласия пациентов, на анонимных условиях и обезличенных данных.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Предварительно изучали раствор стандартного образца клобазама. Для этого получали 0,1% спиртовой раствор клобазама, который количественно стандартизовали методом ультрафиолетовой (УФ) спектрофотометрии. Затем из мерной колбы отбирали 1 мл 0,1% раствора и добавляли 9 мл этанола для получения 0,01% (0,1 мг/мл) раствора клобазама (испытуемый раствор), который количественно стандартизовали методом УФ-спектрофотометрии.

Далее исследовали полученные извлечения из мочи методом ВЭЖХ-QqQ-МС/МС.

Результаты хроматографирования и обнаружения клобазама и норклобазама представлены на рис. 1 и 2.

В вышеописанных условиях хроматографирования время удерживания рабочего стандартного образца составило 5,17 мин, а его метаболита, найденного в моче, — 4,56 мин (см. рис. 1).

Согласно данным рис. 2, МС/МС-параметры анализа следующие: ион-прекурсор клобазама ( $m/z^*$ ) — 259; фрагментатор ( $V^{**}$ ) — 224; ион-прекурсор норклобазама ( $m/z$ ) — 245; фрагментатор ( $V$ ) — 210. (\* После ионизации вещества ионы разделяются в масс-анализаторе в соответствии с их отношением массы к заряду; \*\* Селективное деление вещества электрическим разрядом, измеряемое в вольтах).

**Таблица 2.** Параметры масс-спектрометрического детектирования (трёхкврупольный масс-селективный детектор, МС QqQ)**Table 2.** Parameters of mass spectrometric detection (three quadrupole mass selective detector, MS QqQ)

Параметры интерфейса	Характеристики, ед. изм.
Поток газа-нагревателя (Heating gas flow), л/мин	10
Температура интерфейса (Interface Temperature), °C	300
Температура линии десольвации (DL Temperature), °C	250
Распыление (Nebulizer), л/мин	3
Поток газа-осушителя (Drying Gas Flow), л/мин	10
Температура блока нагревателя (Heat Block Temperature), °C	400
Температура растворения (Dezolvation Temperature), °C	520
Напряжение на интерфейсе (Interface Voltage), V	4000
Режим детектирования 1	MS2 (Full SCAN) 70–1000 а.е.м.
Режим детектирования 2	MRM

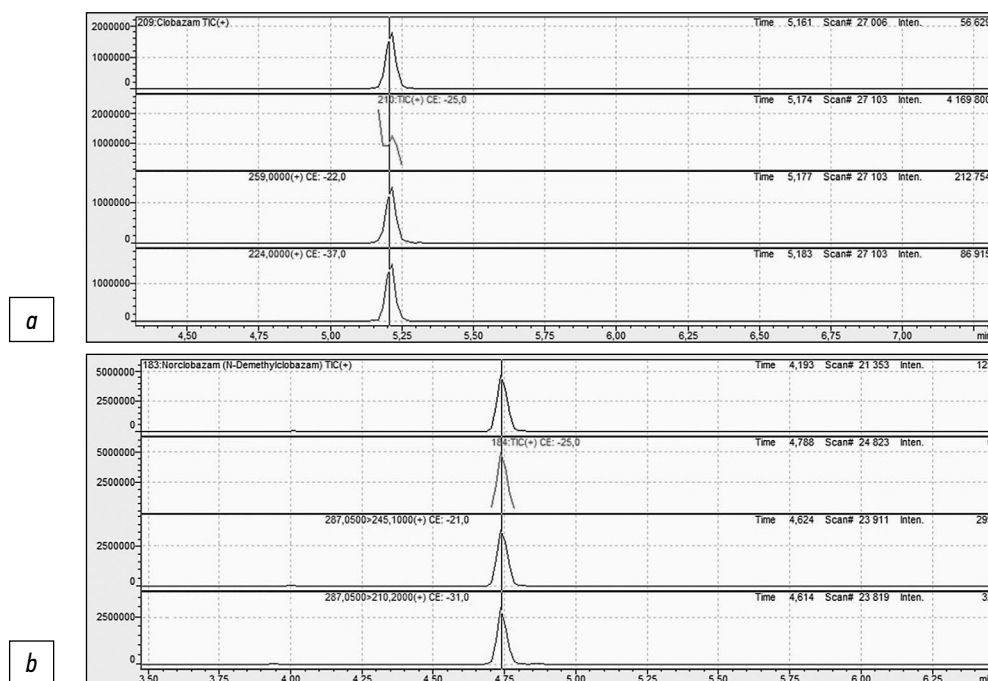


Рис. 1. Хроматограммы клобазам (а) и норклобазам (b) при исследовании методом ВЭЖХ-QqQ-МС/МС.  
 Fig. 1. Chromatograms of clobazam (a) and norclobazam (b) in the study by HPLC-QqQ-MS/MS.

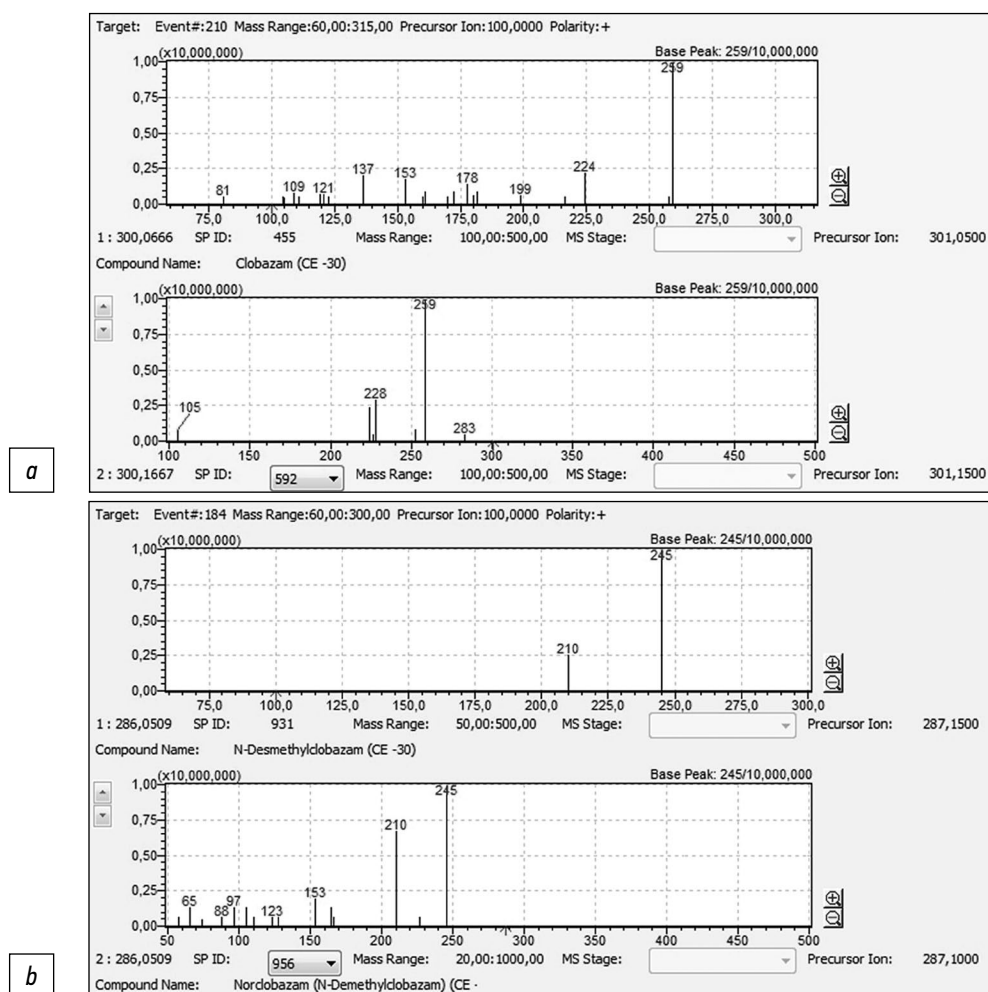


Рис. 2. Масс-спектры клобазам (а) и норклобазам (b) при исследовании методом ВЭЖХ-QqQ-МС/МС.  
 Fig. 2. Mass spectra of clobazam (a) and norclobazam (b) in the study by HPLC-QqQ-MS/MS.

**Таблица 3.** Параметры режима мониторинга множественных реакций (MRM) клобазама и норклобазама**Table 3.** Parameters of the multiple reaction monitoring mode (MRM) of clobazam and norclobazam

Аналит	Масса на Q1 → (переход) масса на Q3	Энергия соударений, эВ	Напряжение на фрагменторе, В	Время сканирования одного MRM-перехода
Клобазам	301→210	25	100	5 спектров/сек
	224	37		
Норклобазам	287→184	25	100	5 спектров/сек
	210	31		

**Таблица 4.** Статистическая обработка результатов хроматографирования клобазама и норклобазама**Table 4.** Statistical processing of chromatography results of clobazam and norclobazam

Параметр	Обнаруженное соединение	
	Клобазам	Норклобазам
Время удерживание, n=6	5,174	4,555
Дисперсия, $\sigma^2$	0,00009	0,06452
Среднеквадратическое отклонение, $\sigma$	0,00929	0,25402
Коэффициент вариации, V	0,18%	5,58%
Отношение показателя асимметрии к его ошибке, A/ma	-0,54265	-0,72547
Отношение показателя эксцесса к его ошибке, E/me	-3,19999	-3,07923
Среднее линейное отклонение, $\bar{a}$	0,00638	0,18087

Полученные результаты хроматографирования были статистически обработаны (табл. 3, 4). Как видно из табл. 4, относительное стандартное отклонение норклобазама при хроматографировании извлечения из мочи составляет 5,5%, что оптимально для извлечения из биологической матрицы с учетом её влияния.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Получены результаты оптимального хроматографического разделения клобазама/норклобазама от соэкстрактивных веществ биологической матрицы мочи. Поскольку пациенты обычно скрывают приём клобазама, а также в случае намеренного отравления клобазамом сторонним лицом, для окончательного диагноза отравления клобазамом требуется инструментальный токсикологический анализ. Следует отметить, что в России анализ мочи является обязательным при проведении токсикологического анализа. По этой причине в настоящем исследовании сообщается о проверенном методе определения клобазама в моче. Разработанный метод чувствителен, включает в себя простую и быструю пробоподготовку, для которой требуется всего 0,5 мл биологического образца.

## ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ

Клобазам и норклобазам были измерены в образцах биологического объекта (моча) качественно в соответствии с руководством Управления по санитарному

надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (Food and Drug Administration, FDA) по валидации биоаналитического метода<sup>2</sup>. Хроматограммы образцов мочи не выявили интерферирующих соединений в матрице во время удерживания анализируемых веществ. Нижний предел количественной оценки (lower limit of quantification, LLOQ) был установлен на уровне 0,1 нг/мл для клобазама/норклобазама в обеих матрицах. Отношение сигнал/шум при LLOQ составило >10. Предел обнаружения (limit of detection, LOD) был определен как 0,05 нг/мл для клобазама/норклобазама. Точность и прецизионность внутрисуточных и межсуточных измерений соответствовали критериям FDA, принятым для анализа аналитов в моче.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан и валидирован простой и чувствительный метод ВЭЖХ-QqQ-МС/МС для идентификации клобазама и норклобазама в образцах мочи пациентов с отравлением клобазамом. Впервые представлена валидированная методика химико-токсикологического исследования при отравлении клобазамом методом ВЭЖХ-МС/МС, апробированная как на модельной смеси, так и на реальной биологической матрице мочи пациента после приёма клобазама.

Данная методика может применяться в качестве подтверждающего метода исследования и дополнять клиническую картину в судебно-медицинской экспертизе.

<sup>2</sup> Guidance for industry: Bioanalytical method validation. Food and Drug Administration. U.S. Department of Health and Human Services [accessed December 4, 2020]. Режим доступа: <https://www.fda.gov/files/drugs/published/Bioanalytical-Method-Validation-Guidance-for-Industry.pdf>.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов.** Все 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.А. Волкова, Р.А. Калёкин, А.М. Орлова — сбор данных, написание текста рукописи, научное редактирование текста рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова А.А., Орлова А.М., Калёкин Р.А., Невмятова С.Р. Анализ возможности проведения судебно-химического исследования при отравлении клобазамом // Судебно-медицинская экспертиза. 2022. Т. 65, № 1. С. 35–40. doi: 10.17116/sudmed20226501135
2. Маркин П.А., Москалева Н.Е., Апполонова С.А., и др. Разработка метода тонкослойной хроматографии для одновременного определения клобазам и залеплона в смеси // Актуальные вопросы судебной медицины и права: сборник научно-практических статей. Казань, 2021. С. 158–161.
3. Орлова А.М., Калёкин Р.А., Волкова А.А., и др. Обнаружение клобазам в моче методом тонкослойной хроматографии // Вестник Воронежского государственного университета. 2021. № 3. С. 106–113.
4. Gauthier A.C., Mattson R.H. Clobazam: A safe. Efficacious and newly rediscovered therapeutic for epilepsy // CNS Neurosci Ther. 2015. Vol. 21, N 7. P. 543–548. doi: 10.1111/cns.12399
5. Arya R., Giridharan N., Anand V., Garg S.K. Clobazam monotherapy for focal or generalized seizures // Cochrane Database Syst Rev. 2018. Vol. 2018, N 7. P. CD009258. doi: 10.1002/14651858.CD009258.pub3
6. Tolbert D., Larsen F. A comprehensive overview of the clinical pharmacokinetics of Clobazam // J Clin Pharmacol. 2019. Vol. 59, N 1. P. 7–19. doi: 10.1002/jcph.1313
7. Kheireldin R. A case report of Clobazam toxicity related to cannabidiol and Clobazam drug-drug interaction // Translation University Toledo J Med Sci. 2019. N 6. P. 35–36. doi: 10.46570/utjms.vol6-2019-339
8. Brigo F., Lattanzi S. Anticonvulsant agents: Benzodiazepines (Clobazam. Clonazepam. Diazepam. Lorazepam. Midazolam) // Riederer P., Laux G., Nagatsu T., et al., editors. NeuroPsychopharmacotherapy. Springer Nature Switzerland AG, 2020. P. 1–8. doi: 10.1007/978-3-319-56015-1\_440-1

## ADDITIONAL INFORMATION

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

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. A.A. Volkova, R.A. Kalekin, A.M. Orlova — data collection, writing the text of the manuscript, critical revision of the manuscript for important intellectual content, review and approve the final manuscript.

9. Kheireldin R. A case report and literature review of Clobazam toxicity related to CBD and Clobazam drug-drug interaction // J Clin Med Res. 2019. doi: 10.37191/Mapsci-2582-4333-1(2)-012
10. Aung T. Rare but life-threatening aspiration pneumonia related to initiation of Clobazam therapy // Epilepsy Behavior Rep. 2020. N 14. P. 100406. doi: 10.1016/j.ebr.2020.100406
11. Huddart R., Leeder J.S., Altman R.B., Klein T.E. Pharm GKB summary: Clobazam pathway. Pharmacokinetics // Pharmacogenet Genomics. 2018. Vol. 28, N 4. P. 110–115. doi: 10.1097/FPC.0000000000000327
12. Hammer H., Ebert B., Jensen H.S., Jensen A.A. Functional characterization of the 1.5-benzodiazepine Clobazam and its major active metabolite N-desmethylclobazam at human GABAA receptors expressed in xenopus laevis oocytes // PLoS One. 2015. Vol. 10, N 3. P. e0120239. doi: 10.1371/journal.pone.0120239
13. Soury E., Farahani A.D., Ahmadkhanli R., Amini M. A stability indicating HPLC method for the determination of Clobazam and its basic degradation product characterization // Daru. 2014. Vol. 22, N 1. P. 49. doi: 10.1186/2008-2231-22-49
14. Jensen H.S., Nichol K., Lee D., Ebert B. Clobazam and its active metabolite N-desmethylclobazam display significantly greater affinities for  $\alpha 2$ - versus  $\alpha 1$ -GABAA-receptor complexes // PLoS One. 2014. Vol. 9, N 2. P. e88456. doi: 10.1371/journal.pone.0088456
15. Bajaja A.O., Ly D., Johnson-Davisab K.L. Retrospective analysis of metabolite patterns of Clobazam and N-desmethylclobazam in human plasma by LC-MS/MS // J Mass Spectrom Adv Clin Lab. 2022. N 24. P. 100–106. doi: 10.1016/j.jmsacl.2022.04.005
16. Laloup M., Fernandez M.R., De Boeck G., et al. Validation of a liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for the simultaneous determination of 26 benzodiazepines and metabolites, zolpidem and zopiclone, in blood, urine, and hair // J Anal Toxicol. 2005. Vol. 29, N 7. P. 616–626. doi: 10.1093/jat/29.7.616

## REFERENCES

1. Volkova AA, Orlova AM, Kalekin RA, Nevmyatova SR. Analysis of the possibility of conducting a forensic chemical study in case of Clobazam poisoning. *Forensic Medical examination*. 2022;65(1):35–40. (In Russ). doi: 10.17116/sudmed20226501135
2. Markin PA, Moskaleva NE, Appolonova SA, et al. Development of a thin-layer chromatography method for simultaneous determination of Clobazam and zaleplon in a mixture. In: *Topical issues of forensic medicine and law. Collection of scientific and practical articles*. Kazan; 2021. P. 158–161. (In Russ).
3. Orlova AM, Kalekin RA, Volkova AA, et al. Detection of Clobazam in urine by thin-layer chromatography. *Bulletin Voronezh State University*. 2021;(3):106–113. (In Russ).
4. Gauthier AC, Mattson RH. Clobazam: A safe, efficacious and newly rediscovered therapeutic for epilepsy. *CNS Neurosci Ther*. 2015;21(7):543–548. doi: 10.1111/cns.12399
5. Arya R, Giridharan N, Anand V, Garg SK. Clobazam monotherapy for focal or generalized seizures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;2018(7):CD009258. doi: 10.1002/14651858.CD009258.pub3
6. Tolbert D, Larsen FA. A comprehensive overview of the clinical pharmacokinetics of Clobazam. *J Clin Pharmacol*. 2019;59(1):7–19. doi: 10.1002/jcph.1313
7. Kheireldin R. A case report of Clobazam toxicity related to cannabidiol and Clobazam drug-drug interaction. *Translation University Toledo J Med Sci*. 2019;(6):35–36. doi: 10.46570/utjms.vol6-2019-339
8. Brigo F, Lattanzi S. Anticonvulsant agents: Benzodiazepines (Clobazam, Clonazepam, Diazepam, Lorazepam, Midazolam). In book: *Riederer P., Laux G., Nagatsu T., et al., editors. NeuroPsychopharmacotherapy*. Springer Nature Switzerland AG; 2020. P. 1–8. doi: 10.1007/978-3-319-56015-1\_440-1
9. Kheireldin R. A case report and literature review of Clobazam toxicity related to cbd and Clobazam drug-drug interaction. *J Clin Med Res*. 2019. doi: 10.37191/Mapsci-2582-4333-1(2)-012
10. Aung T. Rare but life-threatening aspiration pneumonia related to initiation of Clobazam therapy. *Epilepsy Behavior Rep*. 2020;14:100406. doi: 10.1016/j.ebr.2020.100406
11. Huddart R, Leeder JS, Altman RB, Klein TE. Pharm GKB summary: Clobazam pathway. *Pharmacokinetics. Pharmacogenet Genomics*. 2018;28(4):110–115. doi: 10.1097/FPC.0000000000000327
12. Hammer H, Ebert B, Jensen HS, Jensen AA. Functional characterization of the 1.5-benzodiazepine Clobazam and its major active metabolite N-desmethylclobazam at human GABAA receptors expressed in *Xenopus laevis* oocytes. *PLoS One*. 2015;10(3):e0120239. doi: 10.1371/journal.pone.0120239
13. Soury E, Farahani AD, Ahmadkhanhiha R, Amini M. A stability indicating HPLC method for the determination of Clobazam and its basic degradation product characterization. *Daru*. 2014;22(1):49. doi: 10.1186/2008-2231-22-49
14. Jensen HS, Nichol K, Lee D, Ebert B. Clobazam and its active metabolite N-desmethylclobazam display significantly greater affinities for  $\alpha 2$ - versus  $\alpha 1$ -GABAA-receptor complexes. *PLoS One*. 2014;9(2):e88456. doi: 10.1371/journal.pone.0088456
15. Bajaja AO, Ly D, Johnson-Davisab KL. Retrospective analysis of metabolite patterns of Clobazam and N-desmethylclobazam in human plasma by LC-MS/MS. *J Mass Spectrom Adv Clin Lab*. 2022;(24):100–106. doi: 10.1016/j.jmsacl.2022.04.005
16. Laloup M, Fernandez MR, De Boeck G, et al. Validation of a liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for the simultaneous determination of 26 benzodiazepines and metabolites, zolpidem and zopiclone, in blood, urine, and hair. *J Anal Toxicol*. 2005;29(7):616–626. doi: 10.1093/jat/29.7.616

## ОБ АВТОРАХ

\* **Калёкин Роман Анатольевич**, д.фарм.н.,  
адрес: Россия, 125284, Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4989-3511>;  
eLibrary SPIN: 2473-7421; e-mail: [himija@rc-sme.ru](mailto:himija@rc-sme.ru)

**Волкова Алла Андреевна**, к.фарм.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9882-2330>;  
e-mail: [himija@rc-sme.ru](mailto:himija@rc-sme.ru)

**Орлова Алевтина Михайловна**, к.фарм.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5419-1418>;  
eLibrary SPIN: 7685-2315; e-mail: [himija@rc-sme.ru](mailto:himija@rc-sme.ru)

## AUTHORS' INFO

\* **Roman A. Kalekin**, Dr. Sci. (Pharm.);  
address: 12/13, Polikarpov Street, Moscow, 125284 Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4989-3511>;  
eLibrary SPIN: 2473-7421; e-mail: [himija@rc-sme.ru](mailto:himija@rc-sme.ru)

**Alla A. Volkova**, Cand. Sci. (Pharm.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9882-2330>;  
e-mail: [himija@rc-sme.ru](mailto:himija@rc-sme.ru)

**Alevtina M. Orlova**, Cand. Sci. (Pharm.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5419-1418>;  
eLibrary SPIN: 7685-2315; e-mail: [himija@rc-sme.ru](mailto:himija@rc-sme.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm725>

# Характеристика повреждений у велосипедистов, пострадавших при наезде других транспортных средств сбоку корпуса движущихся велосипедов

С.И. Индияминов<sup>1</sup>, Х.Н. Абдумуминов<sup>2</sup>, Ф.Х. Бойманов<sup>1</sup><sup>1</sup> Самаркандский государственный медицинский институт, Самарканд, Республика Узбекистан<sup>2</sup> Республиканский научно-практический центр судебно-медицинской экспертизы, Самаркандский филиал, Самарканд, Республика Узбекистан

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Велосипедные травмы как отдельный вид дорожно-транспортных происшествий требуют проведения судебно-медицинских экспертиз по установлению механизма, давности и степени тяжести повреждений. Судебно-медицинские аспекты велосипедной травмы в литературе освещены недостаточно.

**Цель исследования** — изучение характера и особенностей формирования повреждений у велосипедистов, получивших травму при ударе другими транспортными средствами по боковой части движущегося велосипеда.

**Материал и методы.** Проанализированы результаты судебно-медицинских экспертиз в отношении велосипедистов ( $n=51$ ), погибших в результате бокового наезда транспортных средств на движущийся велосипед.

**Результаты.** Наиболее часто наблюдаемыми повреждениями у велосипедистов являются черепно-мозговая (21,56%) и сочетанные травмы, в том числе головы и груди (15,68%), нижних конечностей и травмы головы, груди (11,76%). Повреждения структуры головы, выявленные почти у всех (96,0%) погибших велосипедистов, характеризовались формированием тяжёлого ушиба головного мозга с переломами теменно-височных и затылочной костей. Повреждения структуры груди и органов грудной полости наблюдались также часто — в 50,69% случаев, переломы рёбер — в 74,2%. Повреждения органов живота в виде разрыва печени и кровоизлияния в связках органов выявлены в 20,15% случаев. Наблюдались также диафизарно-оскольчатые переломы костей голени, бедренных костей.

**Заключение.** Наиболее частыми видами травм у погибших велосипедистов при боковом наезде других транспортных средств на движущийся велосипед являются черепно-мозговая травма, а также сочетанные травмы головы, груди и переломы костей нижних конечностей в сочетании с травмой головы, груди. Поражения структуры головы характеризовались формированием линейных, вдавленно-оскольчатых переломов теменно-височных и затылочной костей. Повреждения структуры груди характеризовались переломами верхних рёбер и ушибами лёгких. Повреждения кожного покрова, напоминающие картину «дорожной сыпи», отмечались на переднебоковых частях туловища. Часто наблюдались двусторонние диафизарно-оскольчатые переломы костей нижних конечностей, в основном костей голени.

**Ключевые слова:** велотравма; велосипедист; фазы повреждений; механизм травмы; экспертная оценка.

## Как цитировать

Индияминов С.И., Абдумуминов Х.Н., Бойманов Ф.Х. Характеристика повреждений у велосипедистов, пострадавших при наезде других транспортных средств сбоку корпуса движущихся велосипедов // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 57–65. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm725>



DOI: <https://doi.org/10.17816/fm725>

# Characteristics of injuries in cyclists injured when other vehicles collide with the side of the body of moving bicycles

Sayit I. Indiaminov<sup>1</sup>, Khasan N. Abdumuminov<sup>2</sup>, Farxod Kh. Boymanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Samarqand State Medical Institute, Samarqand, Uzbekistan

<sup>2</sup> Republican Scientific and Practical Center of Forensic Medical Examination, Samarqand branch, Samarqand, Uzbekistan

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Bicycle injuries, as a separate type of traffic accidents, require forensic medical examinations to establish the mechanism, duration, and severity of injuries. Forensic medical aspects of cycling injuries are insufficiently covered in the literature.

**AIM:** To study the nature and features of the injury formation in cyclists who sustained injured when other vehicles hit the side of the moving bicycle.

**MATERIALS AND METHODS:** The results of forensic medical examinations of 51 cyclists who died when the moving bicycles collided with the side of vehicles.

**RESULTS:** The most frequently observed injuries in cyclists are traumatic brain injury (21.56%) and combined injuries, namely, head and chest (15.68%), lower extremities with trauma to the head, and chest (11.76%). Nearly all deceased cyclists sustained damage to the head (96.0%), which was characterized by the formation of a severe contusion of the brain with fractures of the parietotemporal and occipital bones. Damage to the chest and chest cavity organ was also observed frequently (50.69%). Rib fractures were noted in 74.2% of cases. Injuries to the abdominal organs were detected in 20.15% of the cases, such as liver rupture and hemorrhage in the ligaments of organs. Diaphyseal comminuted fractures of the bones of the lower leg and femur were also observed.

**CONCLUSION:** The most common types of injuries in deceased cyclists in a side collision of other vehicles with a moving bicycle are traumatic brain injury and combined injuries of the head, chest, and fractures of the bones of the lower extremities in combination with a head and chest injury. Damage to the head was characterized by the formation of linear, depressed, and comminuted fractures of the parietal–temporal and occipital bones. Damage to the chest was characterized by fractures of the upper ribs and bruises of the lungs. Damage to the skin, resembling a picture of a “road rash,” was noted on the anterolateral body parts.

**Keywords:** bicycle injury; cyclist; injury phases; injury mechanism; expert assessment.

## To cite this article

Indiaminov SI, Abdumuminov KhN, Boymanov FKh. Characteristics of injuries in cyclists injured when other vehicles collide with the side of the body of moving bicycles. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):57–65. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm725>

Received: 24.05.2022

Accepted: 18.10.2022

Published: 01.12.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm725>

# 行驶中自行车车身侧面被其他车辆撞伤的骑车人损伤特征

Sayit I. Indiaminov<sup>1</sup>, Khasan N. Abdumuminov<sup>2</sup>, Farxod Kh. Boymanov<sup>1</sup><sup>1</sup> Samarkand State Medical Institute, Samarqand, Uzbekistan<sup>2</sup> Republican Scientific and Practical Center of Forensic Medical Examination, Samarkand branch, Samarqand, Uzbekistan

## 简评

**论证。**自行车伤害作为一种单独的交通事故类型，需要法医检查以确定伤害的机制、持续时间和严重程度。文献中没有充分涵盖骑车损伤的法医方面。

**该研究的目的是**研究当其他车辆撞到行驶中的自行车侧面时受伤的骑车人受伤形成的性质和特征。

**材料与方法。**分析了因车辆与行驶中的自行车发生侧面碰撞而死亡的骑车人（n=51）的法医检查结果。

**结果。**骑车人最常观察到的损伤是颅脑损伤（21.56%）和复合损伤，包括头部和胸部损伤（15.68%）、下肢损伤和头胸部损伤（11.76%）。几乎所有（96.0%）死亡的骑车者都有头部受伤，其特点是严重的脑挫伤和顶骨、颞骨和枕骨的骨折。胸部结构和胸腔器官的损伤也很常见，占50.69%的病例，肋骨骨折占74.2%。在20.15%的病例中发现了肝脏破裂和器官韧带出血等形式的腹部器官损伤。小腿和股骨也有骨干粉碎性骨折。

**结论。**其他车辆与行驶中的自行车的侧面碰撞中死亡的骑车人最常见的伤害类型是创伤性脑损伤，以及头部和胸部损伤和下肢骨折合并头部和胸部损伤。头部结构病变的特点是顶骨和枕骨的线性、凹陷性骨折。胸部结构伤害的特点是上肋骨骨折和肺部挫伤。躯干的前外侧部位观察到类似于“路疹”模式的皮损。双侧骨干粉碎性骨折多见于下肢，主要是小腿骨。

**关键词：**自行车伤害；骑自行车的人；损坏阶段；伤害机制；专家评审。

## To cite this article

Indiaminov SI, Abdumuminov KhN, Boymanov FK. 行驶中自行车车身侧面被其他车辆撞伤的骑车人损伤特征. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):57–65. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm725>

收到: 24.05.2022

接受: 18.10.2022

发布日期: 01.12.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Велосипедные травмы (ВТ) как самостоятельный вид транспортной травмы в структуре дорожно-транспортных происшествий составляют от 3 до 7%. В сообщениях последних лет приводятся результаты анализа обстоятельств, эпидемиологии и частоты встречаемости ВТ в разных регионах мира. Имеются также данные по изучению характера и осложнений повреждений на теле у велосипедистов, пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях, направленные на разработку методов ранней диагностики и эффективных методов оказания специализированной медицинской помощи пострадавшим [1–3].

Велосипедные травмы как отдельный вид дорожно-транспортных происшествий требуют проведения судебно-медицинских экспертиз по установлению механизма, давности и степени тяжести повреждений у пострадавших, а при смертельной ВТ — определения причины и давности наступления смерти. Эти и другие аспекты ВТ для решения нынешних задач судебно-медицинской экспертизы в литературе освещены недостаточно [4]. Наиболее частым видом ВТ является наезд (столкновение) на движущиеся велосипеды других движущихся транспортных средств, в основном автомобилей. Наезд транспортных средств на ВТ чаще всего происходит на боковую или заднюю часть корпуса велосипеда. Аспекты дифференциальной диагностики этих вариантов ВТ изучены и исследованы недостаточно.

**Цель исследования** — изучение характера и особенностей формирования повреждений у велосипедистов, получивших травму при наезде других транспортных средств на боковую часть движущегося велосипеда.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты судебно-медицинских экспертиз в отношении велосипедистов ( $n=51$ ), погибших в результате столкновения транспортных средств с боковой частью корпуса движущегося велосипеда. Данные о половой принадлежности и возрасте погибших велосипедистов приведены в табл. 1. Как видно из приведённых в таблице данных, основной контингент пострадавших велосипедистов составляют лица мужского пола в возрасте старше 18 лет (86,28%), дети в возрасте 8–17 лет составили 13,72%.

Обстоятельства происхождения ВТ определены по материалам предварительного дознания и по катмнезу погибших. Установлено, что во всех случаях велосипедисты получали травму в результате наезда транспортных средств, в основном автомобилей, на боковые части корпуса велосипедов во время пересечения дороги. В 15 случаях велосипедисты погибли на месте дорожно-транспортного происшествия, в оставшихся

**Таблица 1.** Характеристика наблюдений по полу и возрасту  
**Table 1.** Characteristics of observations by sex and age

Возрастные категории, лет	Пол, абс. (%)	
	Мужской	Женский
8–12	1 (1,96)	-
13–17	6 (11,76)	-
18–44	12 (23,52)	-
45–60	15 (29,41)	-
60–75	16 (31,37)	1 (1,96)
Всего	50 (98,04)	1 (1,96)

36 наездах летальный исход наблюдался в медицинских учреждениях.

По результатам судебно-химического исследования в крови 8 погибших велосипедистов выявлено наличие этилового спирта в концентрации от 0,6 до 3,68‰. Ни один из пострадавших не имел средств защиты. Почти все велосипедисты передвигались на велосипедах старых моделей (Урал, Нева и др.).

В процессе анализа результатов экспертных заключений детально изучали локализацию, характер и частоту встречаемости повреждений в структурах определённых частей тела.

В рамках вариационной статистики проведён корреляционно-регрессионный анализ: определяли критерий достоверности показателей повреждений ( $t$ ), их минимальную ошибку ( $m$ ) и достоверность различий ( $p$ ) между показателями.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Систематизацию выявленных повреждений на теле у погибших велосипедистов провели с учётом наиболее распространённых клинко-морфологических классификаций сочетанных травм (табл. 2).

Видно, что наиболее частым видом травм у погибших велосипедистов при данном виде ВТ являются черепно-мозговые травмы (21,59%), а также сочетанные травмы головы и груди (15,69%), переломы костей нижних конечностей в сочетании с травмой головы и груди (11,76%). Другие варианты сочетанных травм составляли от 1,96 до 3,92% ( $t=0,0411$ ;  $p < 0,006$ ).

Анализ характера, локализации и особенностей формирования повреждений структур разных частей тела погибших велосипедистов показал следующее. Повреждения структуры головы, выявленные почти у всех погибших велосипедистов (96,0%), характеризовались формированием тяжёлого ушиба головного мозга с очаговыми подбололочечными кровоизлияниями и очагами ушибов в веществе мозга. В составе черепно-мозговой травмы у 30 (59%) погибших имели место переломы костей черепа, выявлялись линейные, вдавленно-оскольчатые,

**Таблица 2.** Характеристики повреждений на теле погибших велосипедистов**Table 2.** Characteristics of injuries on the body of dead cyclists

Характер повреждений структуры частей тела	Частота встречаемости (%)
Закрытая (открытая) черепно-мозговая травма	11±0,03 (21,59)
СТ головы и груди	8±0,005 (15,69)
СТ головы, груди и одной нижней конечности	6±0,003 (11,76)
СТ головы и одной нижней конечности	4±0,002 (7,84)
СТ головы, груди и живота	4±0,002 (7,84)
СТ груди и живота	2±0,001 (3,92)
СТ головы, груди, живота и одной нижней конечности	2±0,001 (3,92)
СТ головы, лицевого отдела, груди и одной нижней конечности	1 (1,96)
СТ головы, верхней и одной нижней конечности	1 (1,96)
СТ головы, лицевого отдела и груди	1 (1,96)
СТ головы, груди и обеих нижних конечностей	1 (1,96)
СТ головы, живота и одной нижней конечности	1 (1,96)
СТ головы, груди, живота и таза	1 (1,96)
СТ головы, груди, левой верхней и обеих нижних конечностей	1 (1,96)
СТ головы, лицевого отдела, позвоночника (спинного мозга), груди, живота, таза и обеих нижних конечностей	1 (1,96)
СТ головы, позвоночника, груди и живота	1 (1,96)
СТ головы, лицевого отдела и одной нижней конечности	1 (1,96)
СТ головы, груди, живота и конечностей	1 (1,96)
СТ головы, позвоночника и груди	1 (1,96)
СТ позвоночника, груди, живота, обеих нижних конечностей и одной верхней конечности	1 (1,96)
СТ головы и одной верхней конечности	1 (1,96)
Всего	51±0,006 (100)

*Примечание.* СТ — сочетанная травма.

*Note:* СТ — combined injury.

а иногда и многооскольчатые переломы теменно-височных, затылочной костей с переходом линии переломов на основание черепа, при этом преобладали переломы височных костей. Вдавленно-оскольчатые и многооскольчатые переломы костей свода в ряде случаев сопровождались повреждением мозговых оболочек и мягких покровов головы. Субарахноидальные кровоизлияния в большинстве случаев имели распространённый характер как со стороны больших полушарий, так и на основании головного мозга. Интенсивность субарахноидальных кровоизлияний преобладала на боковых отделах больших полушарий.

Повреждения структуры груди и органов грудной полости у погибших велосипедистов наблюдались также довольно часто: у 29/51 (56,86%). Выявлены поперечный перелом тела грудины (в 1 случае), перелом левой лопатки (у 1) и перелом тела ключицы (у 3). Кожные повреждения в виде ссадин и кровоподтёков преобладали на переднебоковых частях туловища. Локализация и частота переломов рёбер у погибших велосипедистов указаны в табл. 3. Как видно из приведённых в таблице данных, переломы рёбер у погибших велосипедистов отмечены довольно часто — у 26/35 (74,29%), при этом

преобладали двусторонние переломы, и преимущественно были поражены верхние рёбра (I–V), в основном по передним анатомическим линиям, с признаками сжатия на наружной и растяжения на внутренней пластинке, что свидетельствовало об их формировании в результате падения при соударении туловища о твёрдое дорожное покрытие ( $t=0,5727$ ;  $p < 0,003$ ).

У пострадавших велосипедистов с повреждениями структуры груди почти во всех случаях отмечались проявления ушибов лёгких в виде кровоизлияний в области их корня и паренхимы, иногда с разрывами тканей органа (у 6). В отдельных случаях имели место разрывы диафрагмы (у 1), сердца и сердечной сорочки (у 1). Повреждения этих органов сопровождались проявлениями гемопневмоторакса и плевропульмонального шока, которые и явились непосредственной причиной смерти пострадавших на месте дорожно-транспортного происшествия.

Повреждения внутренних органов у погибших велосипедистов были выявлены в 11 (21,57%) случаях (табл. 4). Как видно из таблицы, у пострадавших велосипедистов отмечены разрывы паренхиматозных органов, прежде всего печени, и кровоизлияния в связках органов,

**Таблица 3.** Локализация и частота переломов рёбер у погибших велосипедистов**Table 3.** Location and incidence of rib fractures in deceased cyclists

Локализация переломов рёбер	Частота встречаемости
Справа	7±0,003
Слева	8±0,004
С обеих сторон	11±0,005
Всего	26±0,004
Односторонние верхние рёбра (с I по V)	16±0,006
Односторонние нижние рёбра (с VI по XII)	2±0,002
Односторонние верхние и нижние рёбра	2±0,002
Двусторонние множественные	6±0,003
Всего	26±0,003
Срединно-ключичная	7±0,003
Окологрудинная	3±0,002
По подмышечным линиям:	
• передняя подмышечная	13±0,005
• средняя подмышечная	3±0,002
• задняя подмышечная	0
Лопаточная	0
Околопозвоночная	0
Всего	26±0,003

**Таблица 4.** Характер и частота встречаемости повреждений внутренних органов у погибших велосипедистов**Table 4.** The nature and frequency of occurrence of injuries of internal organs in dead cyclists

Характер повреждений структуры	Частота встречаемости
Разрывы печени с кровоизлияниями	5±0,004
Разрывы селезёнки с кровоизлияниями	1
Разрывы печени и почки с кровоизлияниями	1
Разрывы сердца и сердечной сорочки с кровоизлияниями	1
Кровоизлияния в связках и паренхиме почек, поджелудочной железы, брыжеек кишечника	3±0,002
Кровоизлияния околопочечной клетчатки и подкапсульные кровоизлияния	1
Всего	11±0,003 (21,57%)

что свидетельствовало об их формировании при падении пострадавших на твёрдое дорожное покрытие ( $t=0,0284$ ;  $p < 0,003$ ).

Следует отметить возможность формирования повреждений структуры позвоночника и таза у велосипедистов, пострадавших при данном виде транспортного происшествия. В наблюдениях отмечены шейно-затылочная травма (у 1), неполный отрыв между I–II шейными позвонками (у 1) и ротационный перелом тел X–XII грудных позвонков (у 1). Формирование шейно-затылочной травмы и отрыв между шейными позвонками обусловлены, вероятно, сгибательно-разгибательными движениями этого отдела позвоночника, что напоминает повреждение этих же структур у пешеходов при автотравмах. В то же время переломы остистых отростков грудных позвонков у велосипедистов могут формироваться от удара выступающими частями транспортного средства (вероятно, грузо-пассажирского) при I фазе травмы в момент совершения наезда.

Характеристика повреждений структуры конечностей у погибших велосипедистов приведена в табл. 5. Как видно из таблицы, у погибших велосипедистов наиболее часто наблюдались двусторонние диафизарные переломы костей голени (у 12), бедренных костей (у 9); значительно реже отмечены переломы плечевых костей и костей предплечья (у 2), преимущественно левых ( $t=0,0121$ ;  $p < 0,003$ ). В отдельных случаях имели место и сочетанные переломы костей верхних и нижних конечностей, а также поражение структуры голеностопных суставов.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Дорожно-транспортные происшествия с участием велосипедистов чаще всего происходят в городах, где очень высокая плотность передвижения с использованием велосипедов. Около 60–75% случаев наезда происходит на перекрёстках дорог, особенно Т-образных, но и объездные пути опасны для велосипедистов, а движение по магистральным дорогам запрещено. Несчастные случаи, связанные с велотравмами, происходят не только на дорогах населённых пунктов, но и в тех местах, где велосипедисты обычно не чувствуют риска [5].

Механизм ВТ зависит от многих факторов, таких как скорость езды на велосипеде, повороты тела при падении, соударение тела пострадавшего с выступающими частями велосипеда, отбрасывание тела с последующим соударением об окружающие предметы, либо соударение тела с частями встречных или же проезжающих транспортных средств. Эти и другие факторы имеют важное значение в процессе формирования повреждений [6]. Различают 4 основных механизма велотравмы: соударение тела велосипедиста с частями транспортных средств и препятствиями; соударение тела с дорожным покрытием; соударение тела с другими средствами и скольжение; соударение тела с частями велотранспорта [7].

**Таблица 5.** Характеристика повреждений костей конечностей у погибших велосипедистов**Table 5.** Characteristics of limb bone injuries in dead cyclists

Повреждения структуры	Количество		
	Справа	Слева	Всего
Переломы плечевой кости	-	2	2±0,002
Переломы кости предплечья:			
• лучевой	-	2	2±0,002
• локтевой	-	1	1
Переломы бедренных костей	7	2	9±0,004
Переломы костей голени:	4	8	12±0,005
• большеберцовой	-	-	-
• малоберцовой	-	-	-
• обеих костей	-	3	3±0,003
Повреждений структуры голеностопных суставов	2	-	2±0,002
Сочетанные переломы костей конечностей	-	1	1
Всего	13	19	32±0,003

В большинстве случаев (74,3%) у пострадавших при разных видах велотравм обычно выявляются кровоподтёки и ссадины наружных частей тела. У 90% погибших наблюдаются повреждения нескольких частей тела, т.е. сочетанные травмы.

Подчёркивается, что при ВТ у велосипедистов чаще всего определяются повреждения структуры верхних или нижних конечностей, затем головы, лица и туловища. При этом выявляются точечные и полосовидные ссадины («дорожная сыпь»), ушибы и раны на кожных покровах [8]. Картина «дорожной сыпи» может варьировать от поверхностных ссадин до ссадин с частичной или полной травматизацией всей толщины кожи, требующих удаления посторонних загрязнений по предотвращению «травматической татуировки». Растяжения, переломы и вывихи конечностей также являются обычным явлением при ВТ. Травмы структуры головы наблюдаются у 22–47% пострадавших велосипедистов, часто в результате столкновения с автомобилями, и являются причиной более 60% всех смертей, связанных с велотравмами [9, 10].

В наших наблюдениях в условиях наезда механических транспортных средств на боковую часть движущегося велосипеда у пострадавших преобладали поражения структуры головы с формированием переломов костей черепа, тяжёлого ушиба мозга и повреждения структуры груди с переломами верхних рёбер, а также переломы костей голени и бедра. Повреждения кожного покрова в виде точечных и полосовидных ссадин, напоминающие картину «дорожной сыпи», отмечались на переднебоковых отделах туловища. Наличие двусторонних переломов костей голени указывало на их формирование в I и II фазах травмы, т.е. от удара частями транспортного средства и падения велосипедистов на дорожное покрытие. Формирование вдавленно-оскольчатых переломов в лобно-височных костях, а также переломов верхних рёбер по передним анатомическим линиям свидетельствовало

об их возникновении во II фазе травмы, т.е. при падении велосипедистов на дорожное покрытие.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее частым видом травм у погибших велосипедистов при наезде других транспортных средств на боковую часть корпуса движущегося велосипеда являются черепно-мозговые травмы, а также сочетанные травмы головы, груди и переломы костей нижних конечностей в сочетании с травмой головы, груди. Поражения структуры головы характеризуются формированием линейных, вдавленно-оскольчатых переломов теменно-височных и затылочной костей, повреждения структуры груди — переломами верхних рёбер и ушибом лёгких. Повреждения кожного покрова в виде точечных и полосовидных ссадин, напоминающих картину «дорожной сыпи», отмечаются на переднебоковых частях туловища. Со стороны внутренних органов преобладают разрывы печени и кровоизлияния в связочный аппарат. У велосипедистов довольно часто наблюдаются двусторонние диафизарные оскольчатые переломы костей нижних конечностей, в основном костей голени. Совокупность повреждений структуры головы, груди и живота указывает на их формирование при падении пострадавших велосипедистов на дорожное покрытие во II фазе травм. Наличие двусторонних диафизарных переломов костей голени и бедра свидетельствуют об их формировании в I и II фазах травмы, т.е. от удара частями транспортного средства в момент бокового столкновения и падения велосипедиста на дорожное покрытие.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов.** Все 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: Ф.Х. Бойманов — сбор данных; С.И. Индиаминов, Х.Н. Абдумуминов, Ф.Х. Бойманов — написание текста рукописи; С.И. Индиаминов — научное редактирование рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Форштат М.Л. Опасная тенденция. Детский дорожно-транспортный травматизм: вчера и сегодня [электронное издание] // Основы безопасности жизни. 2006. № 3. С. 38–42. Режим доступа: [http://libnn.ru/component/option,com\\_marc/task/view/id,30506/Itemid,88/](http://libnn.ru/component/option,com_marc/task/view/id,30506/Itemid,88/). Дата обращения: 17.04.2022.
2. Abdelrahman H., El-Menyar A., Sathianb B., et al. Bicycle-related traumatic injury hospitalizations: six years descriptive analysis in Qatar // *J Inj Violence Res.* 2019. Vol. 11, N 2. P. 233–242. doi: 10.5249/jivr.v11i2.1162
3. Beckwith K., James V., Kalaiselvan K., Ganapathy S. Bicycle injuries among the pediatric population at an emergency department in Singapore // *Med J.* 2019. Vol. 60, N 7. P. 343–346. doi: 10.11622/smedj.2019009
4. Шилов С.Г., Семеняко М.Ю. Особенности велосипедной травмы // Актуальные проблемы современной медицины и фармации: сборник докладов XXIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, 15–17 апр. Минск, 2019. С. 1373.
5. Shah S., Sinclair S.A., Smith G.A., Xiang H. Pediatric hospitalizations for bicycle-related injuries // *Inj Prev.* 2007. Vol. 13, N 5. P. 316–321. doi: 10.1136/ip.2007.016048

## REFERENCES

1. Forstatt ML. A dangerous trend. Children's road traffic injuries: yesterday and today [electronic edition]. In: *Fundamentals of life security.* 2006;(3):38–42. (In Russ). Available from: [http://libnn.ru/component/option,com\\_marc/task/view/id,30506/Itemid,88/](http://libnn.ru/component/option,com_marc/task/view/id,30506/Itemid,88/). Accessed: 17.04.2022.
2. Abdelrahman H, El-Menyar A, Sathianb B, et al. Bicycle-related traumatic injury hospitalizations: six years descriptive analysis in Qatar. *J Inj Violence Res.* 2019;11(2):233–242. doi: 10.5249/jivr.v11i2.1162
3. Beckwith K, James V, Kalaiselvan K, Ganapathy S. Bicycle injuries among the pediatric population at an emergency department in Singapore. *Med J.* 2019;60(7):343–346. doi: 10.11622/smedj.2019009
4. Shilov SG, Semenyako MY. Features of cycling injury. In: *Actual problems of modern medicine and pharmacy: Collection of reports of*

## ADDITIONAL INFORMATION

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

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. F.Kh. Boymanov — data collection; S.I. Indiaminov, Kh.N. Abdumuminov, F.Kh. Boimanov — writing the manuscript; S.I. Indiaminov — scientific revision of the manuscript, review and approval of the final version of the manuscript.

6. Артюшкевич В.С. Механогенез мотоциклетной травмы // Современные методы диагностики и лечения больных с повреждениями и заболеваниями опорно-двигательной системы: материалы науч.-практ. конф. травматологов-ортопедов Республики Беларусь. Минск, 2006. С. 30–33.
7. Альшевский В.В., Арутюнов С.Д., Белешников И.Л., и др. Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство / под ред. Ю.И. Пиголкина. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 728 с.
8. Puranik S., Long J., Coffman S. Profile of pediatric bicycle injuries // *South Med J.* 1998. Vol. 91, N 11. P. 1033–1037. doi: 10.1097/00007611-199811000-00008
9. Li G., Baker S.P., Fowler C., DiScala C. Factors related to the presence of head injury in bicycle-related pediatric trauma patients // *J Trauma.* 1995. Vol. 38, N 6. P. 871–875. doi: 10.1097/00005373-199506000-00007
10. Nakayama D.K., Pasioka K.B., Gardner M.J. How bicycle-related injuries change bicycling practices in children // *Am J Dis Child.* 1990. Vol. 144, N 8. P. 928–929. doi: 10.1001/archpedi.1990.02150320092035

- the XXIII International Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists, April 15–17. Minsk; 2019. P. 1373. (In Russ).
5. Shah S, Sinclair SA, Smith GA, Xiang H. Pediatric hospitalizations for bicycle-related injuries. *Inj Prev.* 2007;13(5):316–321. doi: 10.1136/ip.2007.016048
6. Artyushkevich VS. Mechanogenesis of motorcycle injury. In: *Modern methods of diagnosis and treatment of patients with injuries and diseases of the musculoskeletal system: Materials of the scientific and practical conference of traumatologists-orthopedists of the Republic of Belarus.* Minsk; 2006. P. 30–33. (In Russ).
7. Alshevsky VV, Arutyunov SD, Beleshnikov IL, et al. Forensic medicine and forensic medical expertise: National guidelines. Ed. by Y.I. Pigolkin. Moscow: GEOTAR-Media; 2014. 728 p. (In Russ).

8. Puranik S, Long J, Coffman S. Profile of pediatric bicycle injuries. *South Med J*. 1998;91(11):1033–1037. doi: 10.1097/00007611-199811000-00008
9. Li G, Baker SP, Fowler C, DiScala C. Factors related to the presence of head injury in bicycle-related pediatric trauma patients. *J Trauma*. 1995;38(6):871–875. doi: 10.1097/00005373-199506000-00007

10. Nakayama DK, Pasioka KB, Gardner MJ. How bicycle-related injuries change bicycling practices in children. *Am J Dis Child*. 1990;144(8):928–929. doi: 10.1001/archpedi.1990.02150320092035

## ОБ АВТОРАХ

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

**Абдумунинов Хасан Норбобоевич**;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7686-1606>;  
e-mail: sud-medsav@mail.ru

**Бойманов Фарход Холбоевич**, доцент;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9584-5182>;  
e-mail: boymanovf@mail.ru

## AUTHORS' INFO

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

**Khasan N. Abdumuminov**, MD;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7686-1606>;  
e-mail: sud-medsav@mail.ru

**Farhod Kh. Boymanov**, Associate Professor;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9584-5182>;  
e-mail: boymanovf@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/fm696>

# Перспективы исследования колото-резаных повреждений плоских костей при воздействии клинком ножа с различной толщиной обуха

Т.В. Потанькина<sup>1, 2</sup>, О.В. Лысенко<sup>2</sup>, В.А. Клевно<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Бюро судебно-медицинской экспертизы, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

Повреждения колюще-режущими предметами составляют больше половины всех повреждений, причинённых острыми предметами.

Последние десятилетия научных исследований в судебной медицине были посвящены вопросам судебно-медицинской травматологии, что можно объяснить неуклонным ростом количества экспертиз, связанных с механическими повреждениями. За это время, опираясь на теорию резания материала, изучены и обобщены сведения о механизме и биомеханике причинения колото-резаных повреждений; описаны отдельные морфологические признаки колото-резаных повреждений костной ткани. Достаточно подробно исследованы возможности идентификации колюще-режущего орудия в ходе проведения судебно-медицинской экспертизы по особенностям повреждений мягких тканей пострадавшего и элементов одежды.

Анализ литературы показал, что на текущий момент обух ножа рассматривается экспертами как травмирующая часть клинка. При проведении идентификации колюще-режущих слеодообразующих объектов, при их описании используется такое понятие, как «зона обуха». На наш взгляд, в доступной литературе достаточно детально изучен процесс слеодообразования вследствие воздействия на мягкие и твёрдые ткани рёбер обуха, однако особенности морфологии колото-резаных повреждений костей в зависимости от толщины обуха изучены явно недостаточно.

С целью улучшения судебно-медицинской диагностики повреждений плоских костей, образовавшихся вследствие воздействия колюще-режущих предметов, необходимы дальнейшие экспериментальные исследования на секционном материале для подробного изучения комплекса морфологических признаков.

**Ключевые слова:** экспериментальные исследования; колюще-режущие предметы; колото-резаные повреждения; обух ножа; судебная медицина.

## Как цитировать

Потанькина Т.В., Лысенко О.В., Клевно В.А. Перспективы исследования колото-резаных повреждений плоских костей при воздействии клинком ножа с различной толщиной обуха // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 67–75. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm696>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm696>

# Perspectives of the study of cutting and stabbing damages caused by knives with various spine thicknesses

Tatiana V. Potankina<sup>1,2</sup>, Oleg V. Lysenko<sup>2</sup>, Vladimir A. Klevno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forensic Medical Examination Bureau, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russia Federation

## ABSTRACT

Injuries caused by pointed or bladed objects cover the biggest part of all injuries caused by sharp objects.

The last decades of scientific studies in forensic medicine have dedicated to forensic medicolegal traumatology due to a steady growth in the number of forensic examinations connected with mechanical injuries. Data about the morphology, mechanism, and biomechanical causation of cutting and stabbing damages have been studied and summarized. Some morphological features of cutting and stabbing damages of osseous tissue appeared according to material cutting theory. Forensic identification of pointed or bladed articles was examined according to features of injuries on human tissues and clothes.

Nowadays, scientific literature shows that a knife's spine is considered the traumatic part of a blade. In the identification and examination of the pointed or bladed trace-forming objects, "a spine zone" is used. There has been an overview on the influence on the trace-formation process of knife edges. However, the morphology of pointed or bladed injuries of the bones according to the thickness of a blade has not been examined comprehensively.

To improve forensic research of injuries of flat bones (os planum) caused by pointed or bladed articles based on a complex of morphological features, experimental studies using cadaveric materials are needed.

**Keywords:** forensic medicine, cutting-stabbing damages, knife's spine; morphology; identification.

## To cite this article

Potankina TV, Lysenko OV, Klevno VA. Perspectives of the study of cutting and stabbing damages caused by knives with various spine thicknesses. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):67–75. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm696>

Received: 25.02.2022

Accepted: 10.11.2022

Published: 01.12.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm696>

# 研究不同厚度刀柄的刀刃造成的平骨刺伤的前景

Tatiana V. Potankina<sup>1, 2</sup>, Oleg V. Lysenko<sup>2</sup>, Vladimir A. Klevno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forensic Medical Examination Bureau, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russia Federation

## 简评

锐器伤害占锐器造成的所有伤害的一半以上。

过去几十年，法医学的科学研究一直致力于法医创伤学，这可以从涉及机械损伤的专家检查的数量稳步增长中得到解释。在此期间，基于材料切割的理论，研究并总结了刺伤的机制和生物力学方面的信息；描述了刺伤骨的个别形态特征。在法医检查过程中，根据受害人的软组织损伤和衣服要素，对识别刺杀和切割武器的可能性进行了充分的调查。

对文献的回顾表明，目前专家们认为刀柄是刀片的一个伤害性部分。在识别刺伤和割伤的痕迹时，会使用“削尖的地方”这样的术语来描述它们。我们认为，现有的文献已经充分研究了由于对小腿肋骨软、硬组织的冲击而形成的痕迹过程，但对小腿粗细不同的刺伤骨骼的形态，显然研究得不够充分。

为了提高对刺杀和切割物体造成的扁骨损伤的法医诊断，需要进一步对剖面材料进行实验研究，以详细研究形态特征的复杂性。

**关键词：**实验研究；穿孔和切割物体；刺伤；刀柄；法医学。

## To cite this article

Potankina TV, Lysenko OV, Klevno VA. 研究不同厚度刀柄的刀刃造成的平骨刺伤的前景. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):67–75.  
DOI: <https://doi.org/10.17816/fm696>

收到: 25.02.2022

接受: 10.11.2022

发布日期: 01.12.2022

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Повреждения острыми предметами традиционно занимают лидирующие позиции в структуре судебно-медицинской практики, уступая лишь травмам вследствие воздействия тупым предметом, и формируют значительную долю общей смертности от различных травм. Они часто связаны как с совершением тяжких преступлений, так и с производственным и бытовым травматизмом. Согласно многолетним статистическим данным, колото-резаные повреждения составляют до 82% от числа всех поврежденных острыми предметами [1–23]. Разные авторы приводят долю указанных повреждений в диапазоне от 3,7 до 8,6% среди всех случаев механической травмы [5, 12, 13, 17, 23, 24].

Любое событие с высокой частотой встречаемости и влияния на здоровье человека закономерно определяет интерес медицинской общественности, в том числе научной, к углубленному изучению данного события. Согласно статистическим данным, от колото-резаных повреждений и их осложнений преимущественно страдает трудоспособная часть населения — молодые лица в возрасте 20–40 лет, обеспечивающие основной вклад в демографию, что обуславливает дополнительный экономический аспект изучения этого вида повреждений [1–9, 17, 25].

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛОТО-РЕЗАННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРУДИЯ ТРАВМЫ

На сегодняшний день исследование морфологических особенностей колото-резаных повреждений при травме острыми предметами является актуальной для судебной медицины, особенно в части описания характеристик орудия преступления в интересах проведения следственных мероприятий — поиска возможного предмета нанесения колото-резаного повреждения, приведшего к нанесению тяжкого вреда здоровью или причинению смерти потерпевшему, а также подтверждения возможности нанесения повреждений конкретным колюще-режущим предметом, представленным следственными органами эксперту, или установления точного механизма получения травмы и, например, степени вины участников преступления, совершенного группой лиц с использованием нескольких орудий [26, 27].

В ряде работ последних лет изучено участие и влияние всех частей клинка (острие, обух, лезвие, пятка) колюще-режущих орудий на формирование морфологических особенностей повреждения кожи и костной ткани с целью идентификации конкретного объекта [1–4, 6, 12–16, 23, 25, 27–33].

Опубликован целый ряд работ, в которых хорошо изучены особенности колото-резаных ран кожного покрова,

позволяющих определять важные параметры травмирующего предмета, такие как длина, ширина, форма и материал [34] клинка, характер острия, особенности заточки режущей кромки, биомеханики нанесения повреждения [3, 6, 9, 12, 13, 15–18, 25, 28]. В том числе установлено влияние особенностей обушковой части ножа на морфологические особенности кожной раны, хотя ввиду высокой эластичности мягких тканей, их деформируемости и смещаемости в момент получения травмы этой части колюще-режущего предмета уделяется существенно меньше внимания при экспертизе повреждений [4, 11, 19].

## Влияние различных особенностей следообразующего предмета на характер травмы

В частности, исследователями доказано, что морфология колото-резаной раны имеет характерные признаки, зависящие от остроты рёбер обуха следообразующего предмета. Они позволяют установить степень заточки кромки рёбер обуха, а также определить угол наклона клинка в момент нанесения повреждения. Выявлены значимые различия в ширине, выраженности и чёткости осаднения в зависимости от остроты рёбер обуха клинка и угла вкола, отмечены изменения формы обушкового конца раны и характера стенок обушкового разреза [19, 35–38].

Некоторыми авторами исследовалось влияние на морфологию колото-резаных повреждений кожи различных особенностей следообразующего предмета (например, наличие пилообразной заточки обуха) [10, 11, 20, 22, 24, 39, 40], в результате чего установлены чёткие дифференциально-диагностические критерии оценки ран, образованных при нанесении ударов ножом с различными дефектами острия [20], оценено влияние скоса лезвия клинка на характеристики повреждения кожи [41]. Очевидно, что при нанесении удара с достаточной силой наряду с повреждениями кожных покровов происходит и разрушение костной ткани.

Ввиду того, что преступник зачастую старается скрыть следы преступления, в том числе путём погружения тела жертвы в естественные и искусственные водоёмы, закапывания, расчленения колюще-режущими предметами, что наносит дополнительные повреждения костно-хрящевым структурам, а также в ситуациях эксгумации скелетированных тел из захоронений, экспертиза следов воздействия следообразующего предмета на костях чрезвычайно важна [17, 20, 42, 43]. Некоторые исследования в этой области были проведены уже в конце XIX – начале XX века [10, 44], бóльшая часть — во второй половине XX – начале XXI века, что обусловлено появлением новых технических возможностей в арсенале судебно-медицинского эксперта — открытия в области оптики, физики, химии, цифровой фотографии и компьютерной микроскопии новых алгоритмов обработки данных.

Стоит отметить, что по частоте встречаемости повреждений костей скелета первое место занимают те из них, которые формируют грудную клетку. Объясняется это как размещением в грудной клетке жизненно важных органов, являющихся мишенью для злоумышленника, целью которого является скорейшее выведение жертвы из строя, так и расположением её на уровне пояса верхних конечностей нападающего, что создаёт удобные биомеханические условия для нанесения раны колюще-режущими орудиями. При этом в зависимости от направления и силы удара, характеристик повреждающего предмета и ориентации клинка по отношению к структурным компонентам кости могут наблюдаться как полное пересечение ребра, так и повреждение, располагающееся в пределах толщины ребра [17]. Авторы отмечают, что чаще повреждаются средние рёбра, поскольку верхние защищены костями плечевого пояса, а нижние обладают значительной подвижностью и не оказывают клинку достаточного для разрушения сопротивления [45].

В уже проведённых исследованиях, посвящённых изучению колото-резаных повреждений плоских костей, установлено, что свои следы на костных структурах, как и на мягких тканях, оставляют все части клинка: остриё, зона острия, обух, скос обуха, лезвие и основание клинка [12–15]. На данный момент имеются работы, доказывающие отражение в морфологической картине колото-резаных повреждений костной ткани эксплуатационных дефектов орудия травмы. В частности, показано, что при некоторых довольно частых деформациях клинка «обушковый конец визуально не определяется в преобладающем большинстве наблюдений» [10, 20, 22, 46]. В своих исследованиях авторы учитывали как структурную организацию повреждаемой ткани, так и условия нанесения повреждений [17, 21, 22, 24, 47].

Большое внимание в некоторых исследованиях уделяется обнаружению микронеровностей костного дефекта, формируемых рельефом лезвийной части клинка, использованию методик щупового профилирования трасс раневого канала, позволяющих с достаточно высокой точностью определять некоторые характеристики колюще-режущих орудий [41], однако широкого применения эти методы не получили [2].

В одной из изученных нами работ были проведены серии экспериментов с нанесением колото-резаных повреждений с учётом направления острия клинка по отношению к направлению слоистости компактного вещества плоских костей (ребро, лопатка) со стороны наружной и внутренней компактной пластинки. В зависимости от угла, под которым по отношению к линиям слоистости компакты ребра располагается плоскость клинка, исследователями отмечены детали морфологии повреждений, которые различаются от одного эксперимента к другому [17]. Так, при повреждениях от воздействия колюще-режущего орудия вдоль линий слоистости компакты с небольшим углом отклонения от оси при продольном

резании лезвие клинка формирует перед собой трещину распора, а затем область заточки обеспечивает погружение клина лезвия вглубь кости. Таким образом, при таких начальных условиях эксперимента показано, что кость испытывает два разных вида нагружения: с одной стороны, имеет место плавный переход резания в торец в продольное резание, с другой — плавный переход резания в торец в поперечное резание. При этом входное отверстие формирует дефект костной ткани с краями, образованными смятой компактной пластинки костной ткани, особенно вблизи обуха. Вследствие смятия краёв ширина дефекта вещества кости превышает реальные размеры клинка. Именно поэтому при оценке толщины слеодообразующего орудия необходимо высказываться как о «не менее чем», учитывая при этом, что в разных частях клинка толщина лезвия может различаться, а исследователь может высказать предположение только о размерах погрузившейся части клинка. Образование трещины распора, которая обусловлена слоистостью компакты ребра, при оценке ширины клинка также необходимо учитывать большую протяжённость дефекта кости по сравнению с реальной шириной орудия, что также не даёт возможности точно оценить полную ширину клинка, если он погружился в кость недостаточно глубоко.

В иных условиях эксперимента, когда клинок находился под углом от 30 до 60 градусов по отношению к линиям компактной пластинки кости, морфология повреждений ребра имеет свои особенности. Изменяет свою форму и дефект компакты в зоне действия острия: он приобретает прямоугольное или трапециевидное сечение вследствие смятия и сколов участка компакты под действием острия, а ширина его соответствует размерам зоны острия орудия. Повреждения в районе тупой стороны лезвия на некотором протяжении сохраняют ровные очертания, а затем приобретают мелконеровный характер за счёт превалирования трещины распора над собственно резанием. Таким образом, дефект от внедрения клина острия приводит к распору краёв повреждения, формированию опережающей трещины, а далее, в процессе слеодообразования, принимают участие лишь поля заточки клинка ножа. Режущая кромка лезвия при этом остаётся интактной. В случае если клинок был расположен поперечно к слоистости ребра (эта группа также включала краевые повреждения ребра и случаи полного пересечения в ситуации, когда сила удара была достаточной, а ширина лезвия превышала ширину кости), морфологические характеристики дефекта зависели от того, какой частью клинка было преимущественно сформировано повреждение (лезвие или обух). В целом отмечались смятие и скошенность стенок со стороны наружной костной пластинки, смятие ячеистой структуры компакты. Вследствие преобладания смятия над формированием трещины распора длина дефекта кости была меньших размеров, чем при других ориентациях клинка. Отмечены также «вспучивание» внутренней костной пластинки, формирование

трещины «распора» со схожей по морфологии формой с магистральной трещиной и зоной долома [17]. Во всех случаях объектом исследования являлись повреждённые рёбра. Объективности ради следует отметить, что все повреждения наносились одним и тем же клинком без учёта ширины обушка клинка, образующего повреждение.

### Влияние условий внешнего воздействия

Другими авторами изучалось влияние на морфологию повреждений костной ткани условий внешнего воздействия (удар, компрессия): отмечены существенные различия в морфологической картине повреждений в зависимости от условий нагружения (статическое, динамическое) [45].

Таким образом, становится понятно, что на морфологию повреждений существенное влияние оказывают условия нанесения повреждения, что нельзя не учитывать при оценке конкретного колото-резаного повреждения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных литературы об особенностях следообразования частей клинка и возможности изучения морфологических характеристик колото-резаных повреждений с целью идентификации орудия травмы позволяет говорить о перспективности исследования колото-резаных повреждений плоских костей при воздействии клинком ножа с различной толщиной обуха. Потенциальным способом их использования в экспертной практике является разработка экспертных критериев диагностики таких повреждений плоских костей, причинённых клинком с различной толщиной обуха, в целях общей и внутригрупповой идентификации травмирующих орудий.

Большинство проанализированных нами работ освещают различные аспекты повреждений кожи, что делает актуальным дальнейшее проведение исследований повреждений плоских костей. На сегодняшний день при отсутствии данных о влиянии толщины обушковой части клинка на морфологию колото-резаных повреждений костной ткани имеются сложности с определением вероятных размеров предмета, которым нанесена травма пострадавшему, особенно с учётом имеющихся данных о влиянии толщины обуха клинка при формировании краёв дефекта кости.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадяев В.В., Власюк И.В. Актуальность исследования повреждений режущими предметами // Медицинская экспертиза и право. 2013. № 3. С. 25–28.
2. Бадяев В.В., Бадяева Е.Е. Острая травма: современное состояние вопроса // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы: сборник материалов научных исследований и практических наблюдений судебных медиков. Вып. 10. Хабаровск:

Доступность применения экспертных критериев может способствовать внедрению исследования колото-резаных повреждений костной ткани в практику судебно-медицинских экспертов, особенно при исследовании гнило-трансформированных и скелетированных трупов, что позволит улучшить качество экспертизы при идентификации орудий преступления, а также решать вопросы, касающиеся обстоятельств нанесения повреждений. Вне всякого сомнения, решение данных вопросов окажет существенную помощь следственным органам в раскрытии и доказывании преступлений.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: В.А. Клевно — рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи; О.В. Лысенко — научное редактирование текста рукописи; Т.В. Потанькина — сбор литературных данных, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This article was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. V.A. Klevno — review and approve the final manuscript; O.V. Lysenko — critical revision of the manuscript for important intellectual content; T.V. Potankina — data collection, writing the manuscript.

Дальневосточный государственный медицинский университет, 2009. С. 37–43.

3. Бадяев В.В. Судебно-медицинская диагностика резаных повреждений кожного покрова по признаку остроты лезвия: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2014. 22 с.

4. Близневский А.М. Определение минимальной толщины обуха клинка при исследовании кожных колото-резаных ран // Вто-

- рой Всероссийский съезд судебных медиков. Москва-Минск, 1982. С. 315–316.
- 5.** Брескун М.В. Судебно-медицинская оценка колото-рубленых повреждений: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2011. 24 с.
- 6.** Будак Т.А. Судебно-медицинское исследование повреждений кожи и одежды остроколющим оружием: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Киев, 1955. 22 с.
- 7.** Власюк И.В. К вопросу о дефектах рубящей кромки // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы: Материалы научных исследований кафедр судебной медицины. Вып. 10. Харьков, 2009. С. 43–45.
- 8.** Власюк И.В. Возможности идентификации лезвия рубящего орудия (топора) по повреждениям кожного покрова и текстильных материалов: Дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2006. 158 с.
- 9.** Войлер М.И., Зренкранц Д.А. К вопросу о критериях идентичности в оценке результатов трасологического исследования при колото-резаных и рубленых повреждениях // Вопросы судебно-медицинской экспертизы и криминалистики: сб. статей / под ред. А.П. Загрядской. Вып. 3. Горький, 1968. С. 246–249. (Труды Горьковского мед. ин-та).
- 10.** Далецкий Е.Б. О колото-резаных повреждениях одежды и тела ножами с отломленными концами клинков // Судебно-медицинская экспертиза и криминалистика на службе следствия. 1967. № 5. С. 211–213.
- 11.** Евдокимов П.В. Особенности колото-резаных повреждений кожи, нанесенных ножом, имеющим пилообразный обух // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. 2014. № 14. С. 26–29.
- 12.** Загрядская А.П. Определение орудия травмы при судебно-медицинском исследовании колото-резаного орудия. Москва: Медицина, 1967. 152 с.
- 13.** Иванов И.Н. Судебно-медицинское исследование колото-резаных ран кожи: Автореф. дис.... д-ра мед. наук. Санкт-Петербург, 2000. 20 с.
- 14.** Иванов И.Н. О медико-криминалистическом исследовании колото-резаных повреждений биологических тканей // Проблемы идентификации в теории и практике судебной медицины: Материалы IV Всероссийского съезда судебных медиков. Часть 1. Москва-Владимир, 1996. С. 89–90.
- 15.** Иванов И.Н. Морфология следа острия колюще-режущих орудий в колото-резаных повреждениях: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ленинград, 1991. 20 с.
- 16.** Капитонов Ю.В. Механизм образования колото-резаных повреждений и идентификация колюще-режущих орудий в судебной медицине: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 1984. 20 с.
- 17.** Кислов М.А. Морфология и механика разрушения костной ткани под действием колюще-режущих орудий: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2016. 36 с.
- 18.** Кислов М.А. Идентификация колюще-режущих орудий в случаях повреждений плоских костей // Эксперт-криминалист. 2016. № 2. С. 6–9.
- 19.** Коршенко Д.М. Судебно-медицинская оценка остроты ребер обуха колюще-режущего предмета: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2011. 23 с.
- 20.** Крупин К.Н. Судебно-медицинская оценка морфологии колото-резаных ран, сформированных клинками ножей с различными дефектами острия: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2015. 23 с.
- 21.** Леонов С.В., Андрейко Л.А. Изменение морфологии колото-резаного повреждения в зависимости от условий вкола (случай из практики) // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. 2008. № 9. С. 62–64.
- 22.** Леонов С.В., Крупин К.Н. Морфология колото-резаных ран, сформированных клинками ножей с эксплуатационными дефектами острия, нанесенных при вколах с нажимом на обух // Морфология критических и терминальных состояний: Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, профессора В.И. Алисиевича. Москва: ЮрИнфоЗдрав, 2011. С. 103–106.
- 23.** Серватинский Г.Л., Иванов. И.Н. О судебно-медицинской экспертизе колото-резаных повреждений: письмо. Москва, 1992. 21 с.
- 24.** Райский М.И. Судебная медицина. Для студентов и врачей. Москва: Медгиз, 1953. 467 с.
- 25.** Абрамов С.С. Об идентификационных исследованиях колото-резаных повреждений одежды и ран кожи: письмо. Москва, 1989. 36 с.
- 26.** Солодун Ю.В., Алексеев И.В. К вопросу об идентификации орудия травмы при множественных колото-резаных ранениях со смертельным исходом // Вестник судебной медицины. 2015. Т. 4, № 3. С. 28–32.
- 27.** Хохлов В.В., Кузнецов Л.Е. Судебная медицина: руководство. Смоленск: Минск: Государственная служба судебно-медицинской экспертизы, 1998. 800 с.
- 28.** Комаров П.П. Материалы к определению вида и особенностей клинка колюще-режущего орудия по характеру поврежденный материалов одежды и кожи человека: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1979. 20 с.
- 29.** Кустанович С.Д. Судебно-медицинская трасология. Москва: Медицина, 1975. 168 с.
- 30.** Некрасов В.В. Экспертные ошибки при определении конструктивных особенностей клинка при исследовании колото-резаных ран // Методика и практика судебной медицины: сб. науч. тр. / под общ. ред. В.И. Кононенко. Харьков, 1990. С. 148–149.
- 31.** Marcinkowski T. Medycyna sadowa. Warszawa, 1982. 631 p.
- 32.** Anderson T. Fracture mechanics: Fundamentals and applications second edition. Structural reliability technology. Colorado, 1994. 704 p.
- 33.** Denk W., Stellwag-Carion C. [Aspects, findings and problems in criminal cadaver dismemberment] // Arch Kriminol. 1987. Vol. 179, N 1-2. P. 24–30.
- 34.** Финкельштейн В.Т. Судебно-медицинская оценка повреждений ножами из пластика: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2017. 22 с.
- 35.** Кислов М.А., Леонов С.В. Использование метода конечных элементов для прогнозирования разрушения колото-резаных

повреждений плоских костей // Медицинская экспертиза и право. 2016. № 3. С. 36–40.

**36.** Кислов М.А. Прогнозирование разрушения колото-резаных повреждений плоских костей с учетом математического моделирования методом конечных элементов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2015. Т. 14, № 2. С. 303–307.

**37.** Кислов М.А. Клевно В.А. Использование трехмерного математического моделирования для прогнозирования разрушения в случаях колото-резаных повреждений плоских костей // Медицинская экспертиза и право. 2016. № 1. С. 31–34.

**38.** Скопин И.В. Судебно-медицинское исследование повреждений рубящими орудиями. Саратов: Саратовский университет, 1960. 212 с.

**39.** Леонов С.В. Зависимость морфологии рубленых повреждений от остроты лезвия травмирующего предмета // Дальневосточный медицинский журнал. 2007. № 1. С. 101–102.

**40.** Трубочев Е.Л. К вопросу о морфологических особенностях повреждений, причиненных колюще-режущими орудиями с деформированными клинками // Актуальные вопросы судебной медицины и криминалистики: сборник статей / под ред. О.Х. Поркшеян, И.Ф. Огаркова. Ленинград, 1966. С. 49–86.

**41.** Шакирьянова Ю.П. Судебно-медицинская оценка влияния скоса лезвия клинка на морфологию колото-резаного повреждения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2013. 28 с.

**42.** Чеснокова М.Д., Исаева С.Я. Проблемы исследования колюще-режущих повреждений, пути и методы их решения // Молодой ученый. 2021. № 10. С. 133–135.

**43.** Эделев Н.С. Судебно-медицинское отождествление острого орудия травмы по следам рельефа лезвия на хрящах и костях: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 1988. 46 с.

**44.** Семов И.В., Клевно В.А. Особенности морфологии продольных и косоподольных колото-резаных повреждений ребер, сформированных клинком ножа со скругленным острием // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. 2017. № 16. С. 77–80.

**45.** 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 судебно-медицинских экспертов, 2015. 291 с.

**46.** Семов И.В. Морфологические особенности колото-резаных повреждений, сформированных клинком ножа с загнутым острием, поперечно и косоперечно к плоскости ребра // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2017. № 5. С. 109–112.

**47.** Леонов С.В., Власюк И.В. Влияние условий вкола и плотности кожи на свойства раны // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. 2002. № 5. С. 50–54.

## REFERENCES

1. Badyaev VV, Vlasjuk IV. Relevance of the study of damage by cutting objects. *Med Expertise Law*. 2013;(3):25–28. (In Russ).

2. Badyaev VV, Badeeva EE. Acute trauma: the current state of the issue. Selected issues of forensic medical examination: collection of materials of scientific research and practical observations of forensic physicians. Issue 10. Khabarovsk: Far Eastern State Medical University; 2009. P. 37–43. (In Russ).

3. Badyaev VV. Forensic medical diagnostics of cut injuries of the skin on the basis of the sharpness of the blade [dissertation abstract]. Moscow; 2014. 22 p. (In Russ).

4. Bliznevsky AM. Determination of the minimum thickness of the blade butt in the study of skin stab wounds. In: The second All-Russian Congress of Forensic Physicians. Moscow-Minsk, 1982. P. 315–316. (In Russ).

5. Breskun MV. Forensic medical assessment of stab-chopped injuries [dissertation abstract]. Moscow; 2011. 24 p. (In Russ).

6. Budak TA. Forensic medical examination of skin and clothing injuries with sharp-pointed weapons [dissertation abstract]. Kiev; 1955. 22 p. (In Russ).

7. Vlasjuk IV. To the question of the defects of the cutting edge. Selected issues of forensic medical examination: Materials of scientific research of the Departments of forensic Medicine. Issue 10. Khabarovsk; 2009. P. 43–45. (In Russ).

8. Vlasjuk IV. The possibility of identifying the blade of a chopping tool (axe) by damage to the skin and textile materials [dissertation]. Moscow; 2006. 158 p. (In Russ).

9. Voiler MI, Erenkrantz DA. On the question of identity criteria in assessing the results of a tracological study in stab and chopped injuries. In: Questions of forensic medical examination and criminalistics: a collection of articles. Ed. by A.P. Zagryadskaya. Issue 3. Gorky; 1968. P. 246–249. (Proceedings of the Gorky Medical Institute). (In Russ).

10. Daletsky EB. About stab-cut injuries of clothing and body with knives with broken ends of blades. *Forensic Med Examination Criminalistics Service Investigation*. 1967;(5):211–213. (In Russ).

11. Evdokimov PV. Features of stab-cut skin injuries inflicted with a knife having a sawtooth butt. *Selected Issues Forensic Medical Examination*. 2014;(14):26–29. (In Russ).

12. Zagryadskaya AP. Determination of the injury instrument in the forensic medical examination of a stab-cut instrument. Moscow: Medicine; 1967. 152 p. (In Russ).

13. Ivanov IN. Forensic medical examination of stab wounds of the skin [dissertation abstract]. Saint-Petersburg; 2000. 20 p. (In Russ).

14. Ivanov IN. On medico-criminalistic investigation of stab wounds of biological tissues In: Problems of identification in theory and practice of forensic medicine: Materials of the IV All-Russian Congress of Forensic physicians. Part 1. Moscow-Vladimir; 1996. P. 89–90. (In Russ).

15. Ivanov IN. Morphology of the trace of the tip of piercing-cutting tools in stab-cut injuries [dissertation abstract]. Leningrad; 1991. 20 p. (In Russ).

16. Kapitonov YV. The mechanism of formation of stab-cut injuries and identification of piercing-cutting tools in forensic medicine [dissertation abstract]. Moscow; 1984. 20 p. (In Russ).

17. Kislov MA. Morphology and mechanics of bone tissue destruction under the action of piercing and cutting tools [dissertation abstract]. Moscow, 2016. 36 p. (In Russ).

18. Kislov MA. Identification of piercing and cutting tools in cases of damage to flat bones. *Forensic expert*. 2016;(2):6–9. (In Russ).

19. Korshenko DM. Forensic medical assessment of the sharpness of the ribs of the butt of a piercing-cutting object [dissertation abstract]. Moscow; 2011. 23 p. (In Russ).

20. Krupin KN. Forensic medical assessment of the morphology of stab wounds formed by knife blades with various tip defects [dissertation abstract]. Moscow, 2015. 23 p. (In Russ).



21. Leonov SV, Andreyko LA. Change in the morphology of a puncture injury depending on the conditions of injection (case from practice). *Selected Issues Forensic Medical Examination*. 2008;(9):62–64. (In Russ).
22. Leonov SV, Krupin KN. Morphology of stab wounds formed by blades of knives with operational defects of the tip inflicted during injections with pressure on the butt. In: Morphology of critical and terminal states: Materials of the scientific and practical conference with international participation dedicated to the 85th anniversary of the birth of V.I. Alisievich. Moscow: YurInfoZdrav; 2011. P. 103–106. (In Russ).
23. Servatinsky GL, Ivanov IN. About the forensic medical examination of stab wounds: letter. Moscow; 1992. 21 p. (In Russ).
24. Raisky MI. Forensic medicine. For students and doctors. Moscow: Medgiz; 1953. 467 p. (In Russ).
25. Abramov SS. About identification studies of stab wounds of clothing and skin wounds: letter. Moscow; 1989. 36 p. (In Russ).
26. Solodun YV, Alekseev IV. On the issue of identification of trauma instruments in multiple stab wounds with fatal outcome. *Bulletin Forensic Medicine*. 2015;4(3):28–32. (In Russ).
27. Khokhlov VV, Kuznetsov LE. Forensic medicine: a guide. Smolensk: Minsk: State Service of Forensic Medical Examination; 1998. 800 p. (In Russ).
28. Komarov PP. Materials for determining the type and features of the blade of a piercing-cutting tool by the nature of damage to the materials of clothing and human skin [dissertation abstract]. Moscow; 1979. 20 p. (In Russ).
29. Kustanovich SD. Forensic medical tracology. Moscow: Medicine; 1975. 168 p. (In Russ).
30. Nekrasov VV. Expert errors in determining the design features of the blade in the study of stab wounds. In: Methodology Practice Forensic Medicine: collection of scientific papers. Ed. by V.I. Kononenko. Kharkiv; 1990. P. 148–149. (In Russ).
31. Marcinkowski T. Medycyna sadowa. Warszawa; 1982. 631 p.
32. Anderson T. Fracture mechanics: Fundamentals and applications second edition. Structural reliability technology. Colorado; 1994. 704 p.
33. Denk W, Stellwag-Carion C. [Aspects, findings and problems in criminal cadaver dismemberment]. *Arch Kriminol*. 1987;179(1-2):24–30. (In German).
34. Finkelstein VT. Forensic medical assessment of injuries with plastic knives [dissertation abstract]. Moscow; 2017. 22 p. (In Russ).
35. Kislov MA, Leonov SV. Using the finite element method to predict the destruction of stab-cut injuries of flat bones. *Med Expertise Law*. 2016;(3):36–40. (In Russ).
36. Kislov MA. Forecasting the destruction of stab-cut injuries of flat bones taking into account mathematical modeling by the finite element method. *System Analysis Management Biomedical Systems*. 2015;14(2):303–307. (In Russ).
37. Kislov MA, Klevno VA. The use of three-dimensional mathematical modeling to predict destruction in cases of stab-cut injuries of flat bones. *Medical Expertise Law*. 2016;(1):31–34. (In Russ).
38. Skopin IV. Forensic medical examination of damage by chopping tools. Saratov: Saratov University; 1960. 212 p. (In Russ).
39. Leonov SV. Dependence of the morphology of chopped injuries on the sharpness of the blade of a traumatic object. *Far Eastern Medical Journal*. 2007;(1):101–102. (In Russ).
40. Trubachev EL. On the question of morphological features of injuries caused by piercing and cutting tools with deformed blades. In: Topical Issues Forensic Medicine Criminalistics: Collection of articles. Ed. by O.H. Porksheyev, I.F. Ogarkov. Leningrad; 1966. P. 49–86. (In Russ).
41. Shakiryanova YP. Forensic medical assessment of the effect of the blade bevel on the morphology of the puncture injury [dissertation abstract]. Moscow; 2013. 28 p. (In Russ).
42. Chesnokova MD, Isaeva SY. Problems of research of piercing-cutting injuries, ways and methods of their solution. *Young Scientist*. 2021;(10):133–135. (In Russ).
43. Edelev NS. Forensic identification of the sharp instrument of trauma by the traces of the blade relief on cartilage and bones [dissertation abstract]. Moscow; 1988. 46 p. (In Russ).
44. Semov IV, Klevno VA. Features of morphology of longitudinal and oblique puncture-cut injuries of ribs formed by a knife blade with a rounded tip. *Selected Issues Forensic Medical Examination*. 2017;(16):77–80. (In Russ).
45. Klevno VA. Morphology and mechanics of rib fracture: forensic diagnostics of mechanisms, sequence, lifetime and prescription of fractures. 2nd ed., revised and updated. Moscow: Association Forensic Medical Experts; 2015. 291 p. (In Russ).
46. Semov IV. Morphological features of stab-cut injuries formed by the blade of a knife with a curved tip, transversely and obliquely to the plane of the rib. *Bulletin medical Institute "Reaviz": rehabilitation, doctor and health*. 2017;(5):109–112. (In Russ).
47. Leonov SV, Vlasyuk IV. Influence of injection conditions and skin density on wound properties. *Selected Issues Forensic Medical Examination*. 2002;(5):50–54. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

### \* Потанькина Татьяна Валерьевна;

адрес: Россия, 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5768-6187>;  
eLibrary SPIN: 1537-8310; e-mail: [tatiana.potankina@mail.ru](mailto:tatiana.potankina@mail.ru)

### Лысенко Олег Викторович, к.м.н., доцент;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1802-2331>;  
e-mail: [lysenkooleg1@yandex.ru](mailto:lysenkooleg1@yandex.ru)

### Клевно Владимир Александрович, д.м.н., профессор;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-4054>;  
eLibrary SPIN: 2015-6548; e-mail: [vladimir.klevno@yandex.ru](mailto:vladimir.klevno@yandex.ru)

## AUTHORS' INFO

### \* Tatiana V. Potankina, MD;

address: 61/2, Shepkina street, Moscow, 129110, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5768-6187>;  
eLibrary SPIN: 1537-8310; e-mail: [tatiana.potankina@mail.ru](mailto:tatiana.potankina@mail.ru)

### Oleg V. Lysenko, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1802-2331>;  
e-mail: [lysenkooleg1@yandex.ru](mailto:lysenkooleg1@yandex.ru)

### Vladimir A. Klevno, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-4054>;  
eLibrary SPIN: 2015-6548; e-mail: [vladimir.klevno@yandex.ru](mailto:vladimir.klevno@yandex.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm758>

# Электросамокаты и ассоциированный травматизм: судебно-медицинские аспекты

М.С. Съедин<sup>1, 2</sup>, С.С. Плис<sup>1</sup>, В.А. Клевно<sup>1</sup><sup>1</sup> Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского, Москва, Российская Федерация<sup>2</sup> Бюро судебно-медицинской экспертизы Комитета здравоохранения Курской области, Курск, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

Экспертизы в отношении живых лиц, а также экспертизы трупов лиц, получивших повреждения в происшествиях с участием наземного колёсного транспорта, по-прежнему занимают одно из лидирующих мест в практической деятельности судебно-медицинских экспертов. В течение последних 3–5 лет всё большее распространение получают средства индивидуальной мобильности, использование которых закономерно приводит к росту дорожных происшествий.

На сегодняшний день в достаточном объёме освещены вопросы, касающиеся автомобильной, мотоциклетной и даже велосипедной травмы. Однако какие-либо данные о самокатной травме в отечественной судебно-медицинской литературе отсутствуют, чего нельзя сказать про работы зарубежных авторов.

В данном обзоре литературы приведены некоторые эпидемиологические данные, а также сведения о механизмах и видах повреждений в случаях травм с участием электросамокатов. Представлены некоторые статистические сведения о дорожных инцидентах, в том числе со смертельным исходом. Самокатная травма характеризуется своей сезонностью с тенденцией к росту преимущественно в тёплые месяцы года (лето, ранняя осень). Особенно часто травмам подвержены лица молодого возраста, непосредственно управляющие электросамокатами, чаще мужского пола. Преобладающим видом происшествий принято считать падения. Наиболее «травмоуязвимыми» частями тела являются голова и конечности. Повреждения, как правило, носят изолированный характер и могут быть как наружными (ссадины, кровоподтёки, раны), так и внутренними (переломы). Висцеральные повреждения при самокатных травмах встречаются крайне редко.

**Ключевые слова:** электросамокаты; средства индивидуальной мобильности; судебно-медицинская травматология; дорожные инциденты.

## Как цитировать

Съедин М.С., Плис С.С., Клевно В.А. Электросамокаты и ассоциированный травматизм: судебно-медицинские аспекты // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 77–88. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm758>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm758>

# Electric scooters and associated injuries: forensic aspects

Maxim S. Siedin<sup>1,2</sup>, Semyon S. Plis<sup>1</sup>, Vladimir A. Klevno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Bureau of Forensic Medical Examination of the Health Committee of the Kursk region, Kursk, Russian Federation

## ABSTRACT

Examinations in relation to living persons and of corpses of persons injured in incidents involving ground wheeled vehicles remain one of the leading places in the practical activities of forensic medical experts. Over the past 3–5 years, the means of individual mobility have become increasingly widespread. The use of means of individual mobility naturally leads to an increase in road accidents.

To date, coverage of issues related to automobile, motorcycle, and even bicycle injuries is sufficient. However, no data on scooter trauma in the domestic forensic literature is limited, which cannot be said about the work of foreign authors.

This literature review provides some epidemiological data and information on the mechanism and type of damage in cases of injuries involving electric scooters. This kind of road incidents, including fatal ones, was statistically analyzed. Scooter trauma is characterized by its seasonality with an upward trend mainly in the warm months of the year (summer and early autumn). Young persons who directly control electric scooters are often injured. Falls in the predominant type of incident. The most “traumatic” parts are the head and limbs. Injuries are isolated in nature and can be both external (such as abrasions, bruises, and wounds) and internal (such as fractures). Visceral injuries in scooter injuries are extremely rare.

**Keywords:** electric scooters; personal mobility devices; forensic medical traumatology; road incidents.

## To cite this article

Siedin MS, Plis SS, Klevno VA. Electric scooters and associated injuries: forensic aspects. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):77–88. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm758>

Received: 14.11.2022

Accepted: 24.11.2022

Published: 30.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm758>

# 电动滑板车和相关伤害：法医

Maxim S. Siedin<sup>1,2</sup>, Semyon S. Plis<sup>1</sup>, Vladimir A. Klevno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Bureau of Forensic Medical Examination of the Health Committee of the Kursk region, Kursk, Russian Federation

## 简评

对活人的检查以及对涉及轮式车辆事故中尸体的检查仍然是法医专家的首要任务之一。在过去的3–5年里，个人移动辅助工具变得越来越普遍，它们的使用自然导致了道路事故的增加。

迄今为止，关于汽车、摩托车甚至自行车伤害的报道已经相当多了。然而，在国内法医文献中没有关于自残的数据，这一点在国外作者的作品中无法体现。

本文综述提供了一些流行病学数据，以及涉及电动滑板车的伤害案件的机制和类型的信息。介绍了一些关于道路事故的统计数据，包括死亡人数。滑板车伤害的特点是具有季节性，主要在一年中较温暖的月份（夏季、初秋）有增加的趋势。特别容易受到伤害的是直接操作电动滑板车的年轻人，通常是男性。跌倒被认为是最主要的事故类型。身体上最“受创”的部分是头部和四肢。伤害通常是孤立的，可以是外部（擦伤、瘀伤、伤口）或内部（骨折）。滑板车伤害中的内脏伤害是极其罕见的。

**关键字：**电动滑板车；个人移动设备；法医创伤学；道路事故。

## To cite this article

Siedin MS, Plis SS, Klevno VA. 电动滑板车和相关伤害：法医. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):77–88.

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm758>

收到: 14.11.2022

接受: 24.11.2022

发布日期: 30.11.2022

## ВВЕДЕНИЕ

В течение последних 3–5 лет в системе транспорта появились так называемые средства индивидуальной мобильности (СИМ). К таковым следует относить сегвеи, моноколёса, гироскутеры, электроскейтборды, электросамокаты и пр. Последние ввиду простоты эксплуатации особенно распространены среди населения.

Информация, посвящённая вопросам самокатной травмы, всё больше интересует исследователей не только в области юриспруденции, административного права, безопасности дорожного движения, но и ряда медицинских областей (травматологии, рентгенологии, нейрохирургии, а также судебной медицины), что находит своё отражение в количестве таких работ. Изучение данного явления с позиций судебной медицины является на сегодняшний день актуальным.

В настоящем обзоре проанализирована литература, в которой приводятся некоторые эпидемиологические данные, а также информация, касающаяся вида, локализации, а также механизма образования повреждений у пострадавших в происшествиях с участием электросамокатов.

## ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

Исходя из действующих правил дорожного движения (п. 1.2.), под термином «транспортное средство» (ТС) следует понимать устройство, основная цель которого заключается в перевозке по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нём<sup>1</sup>. До недавнего времени вопрос отнесения СИМ к ТС оставался открытым, единого мнения в отношении него не было, что находило отражение в публикациях различных авторов [1–3].

6 октября 2022 года в силу вступило Постановление Правительства Российской Федерации № 1769<sup>2</sup>, согласно которому средство индивидуальной мобильности является транспортным средством.

Учитывая, что самым популярным и простым в использовании среди всех существующих СИМ является электросамокат, активное его появление в транспортной сети как в качестве личного персонального электротранспорта, так и арендуемого в кикшеринговых компаниях

отражается на показателях смертельных и несмертельных травм [4–11].

Анализ Национальной электронной системы наблюдения за травмами (NEISS), по данным К.Х. Farley и соавт. [12], показал шестикратное увеличение числа травм с участием электросамокатов в период с 2014 (4881 случай) по 2019 год (29 628 случаев).

О 38 смертельных случаях травм на электросамокатах до конца октября 2019 года сообщается в отчёте International Transport forum (ITF)<sup>3</sup>, при этом более 90% смертельных случаев приходится на лиц, непосредственно управляющих электрическими самокатами; более 80% смертельных травм лиц, управлявших электросамокатами, происходят в результате столкновений с более тяжёлыми ТС.

В Информационно-аналитическом обзоре Научного центра безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации [13] упоминается о 416 дорожно-транспортных происшествиях с участием СИМ, при которых погибли 10 человек и 438 были ранены.

Пострадавшими в происшествиях с участием электросамокатов, как и при других видах транспортных происшествий, могут быть лица абсолютно любой категории дорожного движения (водители, пешеходы, пассажиры, велосипедисты).

Большинство авторов считают, что самокатная травма встречается у водителей мужского пола в возрасте от 20 до 40 лет [11, 14, 15]. S.N. Blomberg и соавт. [6], сравнивая демографические показатели в происшествиях с участием моторизованных и немоторизованных самокатов, пришли к выводу, что «водителями» немоторизованных самокатов являются преимущественно дети до 15 лет. В исследовании M.B. Bloom и соавт. [7] пострадавшие лица моложе 16 лет составили 6%.

Местом происшествий в случаях самокатных травм являются проезжие части дорог, тротуары, велосипедные дорожки и т.д. В Российской Федерации в 2021 году 16% инцидентов с участием СИМ пришлось на выезды с прилегающей территории (дворы, автомобильные заправочные станции и т.д.), 5% — на тротуары [16]. В работах зарубежных авторов местом таких дорожных инцидентов чаще становится тротуар. Например, по данным Департамента здравоохранения г. Остина APH (Austin Public Health; Техас, США), на тротуарах отмечена 1/3 дорожных инцидентов<sup>4</sup>, а в работе T.K. Trivedi и соавт. [11] сообщается

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 31.12.2020) «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанностями должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения») (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022). Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_2709/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/). Дата обращения: 15.10.2022.

<sup>2</sup> Постановление Правительства РФ от 06.10.2022 г. № 1769 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405298117/>. Дата обращения: 15.10.2022.

<sup>3</sup> International Transport Forum. Safe Micromobility [cite 17 February 2020]. Режим доступа: <https://www.itf-oecd.org/safe-micromobility/>. Дата обращения: 15.10.2022.

<sup>4</sup> Austin Public Health (APH). Dockless Electric Scooter-Related Injuries Study, Austin, Texas, 2018. Режим доступа: [https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Health/Epidemiology/APH\\_Dockless\\_Electric\\_Scooter\\_Study\\_5-2-19.pdf](https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Health/Epidemiology/APH_Dockless_Electric_Scooter_Study_5-2-19.pdf). Дата обращения: 15.10.2022.

о 26,4% таких аварий. В свою очередь, М.В. Bloom и соавт. [7] пишут о том, что в 46% случаев место происшествия при самокатной травме остаётся не установленным.

В некоторых странах (Чехия, Швеция, Финляндия) движение электросамокатов разрешено по тротуарам, велодорожкам и по крайней правой полосе проезжей части со скоростью не более 25 км/ч [17]. В Германии к СИМ относят ТС с электрическим приводом и скоростью движения от 6 до 20 км/ч, которым разрешено участвовать в дорожном движении на дорогах общего пользования. Совершенно иная ситуация обстоит в Республике Индонезия, где передвижение на СИМ разрешено только по специально отведённой для этого полосе (по типу велосипедной) с максимальной скоростью 20 км/ч. Передвижение по тротуарам и пешеходным зонам в Индонезии запрещено. Во Франции скоростное ограничение электросамокатов по велосипедным дорожкам составляет 25 км/ч, при этом муниципалитетам даётся право разрешать передвижение на СИМ по дорогам общего пользования со скоростью до 80 км/ч. Возможность передвижения по тротуарам также решается муниципалитетом [18]. В Российской Федерации, по новым правилам, допускается передвижение на СИМ по тротуару и пешеходной дорожке в том случае, если масса СИМ не превышает 35 кг и/или отсутствует велодорожка. Кроме этого, разрешено двигаться на СИМ по правому краю проезжей части дороги при соблюдении некоторых условий<sup>5</sup>.

По аналогии с мотоциклетной травмой, для самокатной травмы характерна определённая «сезонность», когда число таких инцидентов достигает своего максимума. Так, о росте травматизма летом сообщают А. Coelho с соавт. [9]; Т. Moflakhar и соавт. [19] самым травмоопасным месяцем в отношении самокатных травм считают август, Р. Störmann и соавт. — август, сентябрь [20]. По данным А.В. Пермякова [21], наибольшее количество мотоциклетных происшествий было в июне (15,88%) и в июле (14,9%), чаще во вторую половину дня.

Однозначных данных, касающихся времени суток в случаях самокатных травм, исходя из источников зарубежной литературы, нет, что требует самостоятельного изучения. Согласно результатам, опубликованным APH, большинство происшествий пришлось на время с 18 ч до 6 ч утра<sup>6</sup>; в других источниках сообщается о преобладании травм во второй половине дня [9, 11, 19], а D. Uluk и соавт. [22] указывают два пика травм — с 12.00 до 18.00 и с 18.00 до полуночи. В единственном отечественном источнике, в котором приводятся статистические данные дорожных инцидентов с участием СИМ, сообщается

о том, что в 2021 году 76% подобных дорожных происшествий зарегистрировано в «светлое время суток», причём в это же время суток зафиксировано и большинство погибших — 55% [16]. Точное время суток в этом информационно-аналитическом обзоре не оговаривается, как и в версиях за предыдущие годы. Такой высокий процент травм в «светлое время суток», возможно, связан с тем, что активность участников дорожного движения в это время является максимальной: больше пешеходов, больше поток автомобильных средств и т.д. Травмы в тёмное время суток можно объяснить наличием слабых осветительных приборов у самокатов, что делает их малозаметными для водителей авто- и мототранспорта.

## ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ДОРОЖНЫХ ИНЦИДЕНТОВ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ

Виды и подвиды автомобильных и мотоциклетных травм в литературе описаны достаточно подробно. Правовые сложности отнесения электросамокатов к полноценному транспорту создают проблему учёта обстоятельств таких происшествий. Так, Д.В. Демидов с соавт. [23] предлагают выделять следующие виды дорожно-транспортных происшествий: наезд на пешехода; столкновение между участниками дорожного движения и СИМ; столкновение с немеханическим транспортным средством; столкновение с механическим транспортным средством. Однако, о каких именно «немеханических» и «механических» ТС идёт речь, авторы не сообщают, что может создать путаницу в интерпретации такой классификации. К тому же о наиболее распространённом виде травм, таком как падение с СИМ, даже не упоминается. Некоторые зарубежные авторы отмечают столкновения СИМ, в частности электросамокатов, со стационарным объектом (неподвижной преградой), однако такие случаи являются единичными [22, 24].

На падения с самокатов приходится более половины всех случаев: по разным данным, от 80 до 91,7% [8, 10, 11]. Эти показатели расходятся с теми, которые приводят в своей работе N.K. Dhillon с соавт. [25]: по мнению авторов, падения с электросамокатов встречаются в 2,5 раза реже, по сравнению с вышеупомянутыми показателями, а чаще случаются столкновения самокатов с другими транспортными средствами. В отчёте, опубликованном APH<sup>7</sup>, из 192 пострадавших в происшествиях с участием электросамокатов 10% получили телесные повреждения при столкновении с автомобилями.

<sup>5</sup> Постановление Правительства РФ от 06.10.2022 г. № 1769 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405298117/>. Дата обращения: 15.10.2022.

<sup>6</sup> Austin Public Health (APH). Dockless Electric Scooter-Related Injuries Study, Austin, Texas, 2018. Режим доступа: [https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Health/Epidemiology/APH\\_Dockless\\_Electric\\_Scooter\\_Study\\_5-2-19.pdf](https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Health/Epidemiology/APH_Dockless_Electric_Scooter_Study_5-2-19.pdf). Дата обращения: 15.10.2022.

<sup>7</sup> Там же.

Такой частый вид травм, как падения, М.В. Bloom и соавт. [7] объясняют тем, что во время езды на электросамокате водители лишены возможности рационально распределять центр тяжести своего тела в отличие от водителей мото- и велотранспорта. Аналогичный вывод сделан и в работе Е.Р. Тиницкой [26]: манёвренность электросамокатов снижается, поскольку при их управлении колени и таз водителя, как правило, не задействованы. Более того, из-за близкого расположения колёс друг к другу и их маленького диаметра электросамокаты очень «чувствительны» к малейшим неровностям на дорогах и тротуарах, что также повышает вероятность падения с них.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что травмам на самокатах подвержены в основном водители, передвигающиеся в светлое время суток, когда наблюдается высокая активность пешеходного и транспортного потоков. Падения с самокатов имеют место в большинстве случаев в связи с неустойчивостью водителя и пассажира на деке (платформе для ног).

## ЛИТЕРАТУРНЫЕ ДАННЫЕ О ПОВРЕЖДЕНИЯХ В СЛУЧАЕ САМОКАТНОЙ ТРАВМЫ

Необходимо отметить, что сведения о повреждениях при самокатной травме на сегодняшний день встречаются в работах зарубежных исследователей преимущественно клинического профиля — травматологов, хирургов, рентгенологов. Однако врачей-клиницистов, в отличие от судебных медиков, не интересует характеристика повреждений в зависимости от обстоятельств происшествия (падение с самоката, столкновение с автомобилем, с неподвижной преградой, наезд на пешехода), а также задействованной категории участников дорожного инцидента (водители самоката, пассажир самоката, пешеход). Информация в таких источниках ограничивается лишь констатацией вида и локализации телесных повреждений с указанием наиболее травмоуязвимых частей тела в совокупности у всех пострадавших.

Анализ доступной литературы по самокатной травме позволяет сделать вывод, что разные авторы выделяют разные травмоуязвимые части тела. Одни, например, считают, что чаще других травмируется голова [10, 27–30], по наблюдениям других — верхние конечности, на долю которых приходится от 33 до 84% [8, 31–33]. Как сообщают G. Mitchell и соавт. [34], самыми травмоуязвимыми являются одновременно голова и верхние конечности. Однако в случае, который приводят G. Aulino с соавт. [4], у 33-летнего водителя электросамоката в результате фронтального столкновения с автомобилем на вскрытии была обнаружена не только открытая черепно-мозговая травма (перелом костей свода и основания черепа, субдуральная гематома, субарахноидальные кровоизлияния), но и перелом бедренной кости.

На долю травм головы приходится от 26 до 58%, а иногда и выше [28, 29, 31, 35–38]. Одной из частых причин травм головы у водителей самокатов, по мнению этих авторов, является пренебрежение защитной экипировкой, в особенности шлема. Так, Т.К. Trivedi и соавт. [11] сообщают только о 10 (4,4%) водителях из 228, использующих шлем; в исследовании B. Trivedi и соавт. [31] ни один из 90 водителей не имел защитной экипировки, а в работе A. Coelho и соавт. [9] говорится о 19% из 397 пострадавших, использующих шлем.

Защитный эффект использования шлемов у лиц, передвигающихся на вело- и мототранспорте, уже давно доказан. Его отсутствие значительно влияет на объём и характер телесных повреждений, а также на исход травмы. S.C. Kuo с соавт. [39], проведя сравнительный анализ мотоциклетных травм у водителей, использующих и не использующих шлемы, пришли к выводу, что уровень смертности в первом случае значительно ниже, чем во втором, — 1,1 и 4,2% соответственно ( $p < 0,001$ ). Травмы головы и лица в виде переломов костей черепа, над- и подбололочечных кровоизлияний, ушибов вещества головного мозга у мотоциклистов, передвигающихся в шлемах, фиксировались реже [39]. По аналогии с мотоциклетной травмой, защитный эффект использования шлемов при самокатной травме показан и авторами других работ [34, 40]. Кроме этого, то положение, в котором находится водитель электросамоката, априори делает его неустойчивым ввиду высокорасположенного центра тяжести и создаёт предпосылки для падений с последующей травматизацией головы и верхних конечностей [36].

Травма головы у пострадавших в происшествиях с участием электросамокатов может быть как лёгкой (например, повреждения кожи и подлежащих мягких тканей, черепно-мозговая травма в форме сотрясения головного мозга), так и тяжёлой (переломы костей черепа, внутричерепные кровоизлияния, ушибы головного мозга). E.M. Boudiab и соавт. [41] пришли к выводу, что частота черепно-лицевых травм в виде ушибленно-рваных ран и переломов костей лицевого скелета увеличилась в 5 и 9 раз соответственно в период с 2017 по 2019 год после введения системы проката электросамокатов, по сравнению с 2014–2016 годами. О преобладании повреждений мягких тканей в виде ссадин, гематом, ушибленно-рваных ран на голове упоминается в ряде работ последнего времени [22, 24, 37].

Повреждения мягких тканей в виде ушибленно-рваных ран, ссадин, кровоподтёков чаще локализуются в верхней трети лица — в области лба, а переломы — преимущественно в средней зоне лица, затрагивая кости носа, верхней челюсти и глазницы: такой вывод сделали F. Faraji и соавт. [36], анализируя 188 случаев пострадавших, обратившихся за медицинской помощью. При исследовании 249 пострадавших водителей самокатов Т.К. Trivedi и соавт. [11] отметили наличие травмы головы в 40,2% случаев, из них 38,2% пришлось на лёгкую

черепно-мозговую травму. E.N. Suominen с соавт. [42] выявили сотрясение головного мозга у 83% из 104 пострадавших. У 18 пациентов были над- и подбололочные кровоизлияния, причём двум из них потребовалось нейрохирургическое вмешательство. В работе L.M. Kobayashi и соавт. [38] сообщается о 18% случаев внутримозговых кровоизлияний.

Совершенно иного мнения придерживаются авторы, делающие акцент на травме конечностей [8, 11, 22, 32, 33]. Характерными для самокатных травм являются переломы верхних конечностей с локализацией в дистальных отделах. Переломы лучевой кости в типичном месте, по данным T.K. Trivedi и соавт. [11], составили 12,5%, по данным M.V. Bloom и соавт. [7] — 11%, по данным A. Coelho и соавт. [9] — 38,9%. Такого же мнения придерживаются M. Mukhtar и соавт. [43] и C.R. Ishmael и соавт. [44], при этом в работе последнего автора у пострадавших встречались ещё и переломы ключицы, вывихи акромиально-ключичного сочленения, переломы проксимального отдела плечевой кости. В отличие от вышеупомянутых авторов, T. Moftakhar и соавт. [19] считают наиболее травмоуязвимым не лучезапястный, а локтевой сустав. Такое большое число травм верхних конечностей A. Coelho и соавт. [9] объясняют амортизирующей реакцией с выставлением рук вперёд.

Проводя сравнительный анализ повреждений у водителей немоторизованных самокатов с повреждениями у водителей электрических самокатов, S.N. Blomberg и соавт. [6] сделали вывод о том, что дистальные отделы верхних конечностей в обеих группах повреждаются почти одинаково часто, при этом у первой категории пострадавших чаще формируются ушибы, растяжения, раны пальцев рук.

D. Uluk и соавт. [22] травму нижних конечностей считают более характерной в инцидентах с участием электросамокатов, причём доминирующими являются повреждения мягких тканей в виде ссадин и ран. Ссадины у самокатчиков на внутренней поверхности голеностопного сустава, по мнению авторов, возникают в момент отталкивания. В 6% случаев у водителей электросамокатов, в отличие от велосипедистов, имело место частичное (субтотальное) повреждение сухожилия задней большеберцовой мышцы на уровне лодыжки [24]. Переломы дистальных отделов нижних конечностей, по данным T.K. Trivedi и соавт. [11], составили 4,4%, по данным S. Beck и соавт. [5] — 7%.

Ретроспективный анализ 180 пациентов, обратившихся за медицинской помощью по поводу самокатных травм, показал, что в 17,8% случаев повреждёнными оказывались нижние конечности, из которых 8,9% — коленные суставы [8]. У одного из пациентов, передвигавшегося со скоростью 25 км/ч, в результате падения с выставлением ноги вперёд при обращении в отделение неотложной

помощи имел место оскольчатый перелом плато большеберцовой кости. Аналогично о травме коленного сустава в виде закрытого перелома мыщелка большеберцовой кости у водителя самоката при столкновении с автомобилем сообщает Y. Liew с соавт. [33].

M. Mukhtar и соавт. [43] придерживаются мнения, что большеберцовая кость является самой уязвимой, а C.R. Ishmael и соавт. [44] констатируют переломы плато большеберцовой кости у 9 из 73 пациентов. Кроме этого, авторами описаны 5 случаев переломов шейки бедренной кости, случаи межвертельного и подвертельного переломов, 2 перелома диафиза бедренной кости, 6 переломов диафизов большеберцовой и малоберцовой костей (четыре из которых открытые).

Повреждения внутренних органов в случаях самокатных травм крайне редки, о чём свидетельствуют данные научной литературы. Из 90 случаев дорожных инцидентов, изученных B. Trivedi с соавт. [31], травма органов брюшной полости и груди составила всего 3,3 и 2,2% соответственно. По данным APH<sup>8</sup>, на травму туловища приходится около 18% случаев. D. Uluk и соавт. [22] считают, что повреждения на туловище бывают преимущественно наружные. Тем не менее из 248 пострадавших у 6 пациентов были диагностированы разрывы печени и селезёнки, односторонний и двусторонний пневмоторакс, гемоторакс, а также перелом тела позвонка. О 3 случаях травм внутренних органов (об одном ушибе почки и двух разрывах селезёнки) сообщает L.M. Kobayashi и соавт. [38]. M.V. Bloom и соавт. [7] описали один случай разрыва селезёнки с множественными переломами левого ребра и гемотораксом. Некоторые авторы, изучая самокатную травму, делают выводы об отсутствии повреждений внутренних органов грудной или брюшной полости [8, 27, 45]. Аналогичного мнения придерживаются M. Nellamattathil и I. Amber [46], относя самокатную травму к так называемым высокоэнергетическим травмам с повреждением костей в 100% случаях.

Таким образом, из анализа следует, что повреждения, возникшие в результате травм с участием самокатов, могут быть локализованы в различных частях тела. В большем числе исследований подтверждается травма головы с образованием ссадин, кровоподтёков и ушибленно-рваных ран в области лица, а также лёгких форм черепно-мозговой травмы (без переломов черепа и внутримозговых повреждений). При травме конечностей преобладающим видом повреждений являются переломы, локализующиеся, как правило, в области суставов: в случае верхних конечностей — это лучезапястный сустав (с переломом лучевой кости), в случае нижних конечностей — коленный и голеностопный суставы, причём наиболее травмоуязвимой является большеберцовая кость. Внутренние органы при самокатной травме повреждаются

<sup>8</sup> Austin Public Health (APH). Dockless Electric Scooter-Related Injuries Study, Austin, Texas, 2018. Режим доступа: [https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Health/Epidemiology/APH\\_Dockless\\_Electric\\_Scooter\\_Study\\_5-2-19.pdf](https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Health/Epidemiology/APH_Dockless_Electric_Scooter_Study_5-2-19.pdf). Дата обращения: 15.10.2022.



крайне редко, что не является характерным для такого вида транспортного происшествия. Тем не менее врачи разных клинических специальностей приводят неоднозначные, а порой и противоречивые характеристики повреждений.

Суммируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что на сегодняшний день не установлены особенности повреждений в зависимости от обстоятельств происшествия, а также от категории участника дорожного движения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для травм при эксплуатации электросамокатов, по аналогии с мотоциклетной травмой, характерна некоторая сезонность с преобладанием дорожных инцидентов в тёплое время года (летние месяцы) и второй половине дня. Среди обстоятельств получения повреждений с участием электросамокатов следует выделять падения, столкновение с движущимися транспортными средствами, столкновение с неподвижной преградой, наезд на пешехода.

Конструкция электросамоката, а также положение лиц, передвигающихся на них, создаёт риск для падения.

Повреждения в случае самокатной травмы могут быть как исключительно наружными в виде ссадин, кровоподтёков, рваных ран, в том числе в сочетании с повреждениями костей скелета (переломы) и/или внутренних органов (разрывы, ушибы), так и быть исключительно внутренними (например, только переломы). Литературные данные о травмоуязвимости различных частей тела при самокатной травме неоднозначны и приводятся врачами узких специальностей (нейрохирургами, травматологами, рентгенологами и т.д.).

Учитывая остро стоящую проблему с наращиванием парка электросамокатов в городах нашей страны,

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев М.М., Наумов С.Б. Персональные электрические средства передвижения малой мощности: проблемы и перспективы определения порядка участия в дорожном движении // Современная наука. 2020. №2. С. 23–25. doi: 10.53039/2079-4401.2020.2.2.006
2. Рафагутдинов И.И., Павлов С.Ю. Правовой статус самокатов и других средств индивидуальной мобильности как участников дорожного движения // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 69-4. С. 100–103. doi: 10.18411/lj-01-2021-151
3. Табуркин Г.Н., Строганов Ю.Н. Электросамокат как средство индивидуальной мобильности в России // II Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта», 16 декабря 2020 г. Сборник статей. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. С. 63–65.

изучение травм при дорожных происшествиях с участием электросамокатов с позиций судебной медицины на сегодняшний день является актуальным.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: М.С. Съедин — концепция и дизайн работы, сбор данных; М.С. Съедин, С.С. Плис — написание текста рукописи; М.С. Съедин, С.С. Плис, В.А. Клевно — научное редактирование рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The article had no sponsorship.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. M.S. Siedin — work concept and design, data collection; M.S. Siedin, S.S. Plis — writing of the manuscript; M.S. Siedin, S.S. Plis, V.A. Klevno — critical revision of the manuscript for important intellectual content, review and approve the final manuscript.

4. Aulino G., Polacco M., Fattoruso V., Cittadini F. A cranio-encephalic trauma due to electric-scooter accident: could the wearing of a helmet reduce this risk? // Forensic Sci Med Pathol. 2022. Vol. 18, N 3. P. 264–268. doi: 10.1007/s12024-022-00477-2
5. Beck S., Barker L., Chan A., Stanbridge S. Emergency department impact following the introduction of an electric scooter sharing service // Emerg Med Australas. 2020. Vol. 32, N 3. P. 409–415. doi: 10.1111/1742-6723.13419
6. Blomberg S.N., Rosenkrantz O.C., Lippert F., Christensen H.C. Injury from electric scooters in Copenhagen: a retrospective cohort study // BMJ Open. 2019. Vol. 9, N 12. P. e033988. doi: 10.1136/bmjopen-2019-033988
7. Bloom M.B., Noorzad A., Lin C., et al. Standing electric scooter injuries: Impact on a community // Am J Sur. 2021. Vol. 221, N 1. P. 227–232. doi: 10.1016/j.amjsurg.2020.07.020

8. Brownson A.B., Fagan P.V., Dickson S., Civil I.D. Electric scooter injuries at Auckland City Hospital // *N Z Med J*. 2019. Vol. 132, N 1505. P. 62–72.
9. Coelho A., Feito P., Corominas L. Electric scooter-related injuries: A new epidemic in orthopedics // *J Clin Med*. 2021. Vol. 10, N 15. P. 3283. doi: 10.3390/jcm10153283
10. Stigson H., Malakuti I., Klingegård M. Electric scooters accidents: analyses of two Swedish accident data sets // *Accident Analysis Prevention*. 2021. N 163. P. 106466. doi: 10.1016/j.aap.2021.106466
11. Trivedi T.K., Liu C., Antonio A.L., et al. Injuries associated with standing electric scooter use // *JAMA Network Open*. 2019. Vol. 2, N 1. P. e187381. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.7381
12. Farley K.X., Aizpuru M., Wilson J.M. Estimated incidence of electric scooter injuries in the US From 2014 to 2019 // *JAMA Network Open*. 2020. Vol. 3, N 8. P. e2014500. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.14500
13. Баканов К.С., Ляхов П.В., Наумов С.Б. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2021 года. Информационно-аналитический обзор. Москва: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021. 39 с.
14. Siow M.Y., Lavoie-Gagne O., Politzer C.S. Electric scooter orthopaedic injury demographics at an urban level trauma center // *J Orthop Trauma*. 2020. Vol. 34, N 11. P. e424–e429. doi: 10.1097/BOT.0000000000001803
15. Tan Trauma A.L., Nadkarni N., Wong T.H. The price of personal mobility: burden of injury and mortality from personal mobility devices in Singapore -- a nationwide cohort study // *BMC Public Health*. 2019. Vol. 19, N 1. P. 880. doi: 10.1186/s12889-019-7210-6
16. Баканов К.С., Ляхов П.В., Лопарев Е.А., и др. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2021 год. Информационно-аналитический обзор. Москва: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2022. 126 с.
17. Шестериков Н.А. Проблемы определения административно-правового статуса лица, управляющего персональным электрическим средством индивидуальной мобильности малой мощности // *Вестник Всероссийского института повышения квалификации сотрудников Министерства внутренних дел Российской Федерации*. 2020. № 4. С. 104–108.
18. Калмыков Г.И., Запаренко А.М., Горячев А.А., Андреянов М.В. Зарубежный опыт правового регулирования использования отдельных видов беспилотных летательных аппаратов. Москва: ФГКУ «ВНИИ МВД России», 2021. 32 с.
19. Moftakhar T., Wanzel M., Vojcsik A., et al. Incidence and severity of electric scooter related injuries after introduction of an urban rental programme in Vienna: a retrospective multicentre study // *Arch Orthop Trauma Sur*. 2021. Vol. 141, N 7. P. 1207–1213. doi: 10.1007/s00402-020-03589-y
20. Störmann P., Klug A., Nau C., et al. Characteristics and injury patterns in electric-scooter related accidents--A prospective two-center report from Germany // *J Clin Med*. 2020. Vol. 9, N 5. P. 1569. doi: 10.3390/jcm9051569
21. Пермяков А.В. Судебная экспертиза мотоциклетной травмы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ленинград, 1963. 20 с.
22. Uluk D., Lindner T., Dahne M., et al. E-scooter incidents in Berlin: An evaluation of risk factors and injury patterns // *Emergency Med J*. 2022. Vol. 39, N 4. P. 295–300. doi: 10.1136/emmermed-2020-210268.
23. Демидов Д.В., Лазарев Е.А., Полушин Е.А. О классификации дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности // *Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: материалы XIII Международной научно-технической конференции, 02–04 февраля 2021 года. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2021. С. 358–360.*
24. Kleinertz H., Ntalos D., Hennes F., et al. Accident mechanisms and injury patterns in e-scooter users // *Deutsches Ärzteblatt International*. 2021. Vol. 118, N 8. P. 117–121. doi: 10.3238/arztebl.m2021.0019
25. Dhillon N.K., Juillard C., Barmparas G., et al. Electric scooter injury in southern california trauma centers // *J Am Coll Surg*. 2020. Vol. 231, N 1. P. 133–138. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2020.02.047
26. Тиницкая Е.П. К вопросу об ответственности за причинение ущерба электросамокатами // *Молодежный исследовательский потенциал: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, 20 сентября 2020 г. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2020. С. 83–87.*
27. Bauer F., Riley J.D., Lewandowski K., et al. Traumatic injuries associated with standing motorized scooters // *JAMA Network Open*. 2020. Vol. 3, N 3. P. e201925. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.1925
28. Kim H.S., Kim W.S., Kim H.K., et al. Facial injury patterns associated with stand-up electric scooters in unhelmeted riders // *Arch Plastic Sur*. 2022. Vol. 49, N 1. P. 50–54. doi: 10.5999/aps.2021.01228
29. Shiffler K., Mancini K., Wilson M., et al. Intoxication is a significant risk factor for severe craniomaxillofacial injuries in standing electric scooter accidents // *J Oral Maxillofacial Sur*. 2021. Vol. 79, N 5. P. 1084–1090. doi: 10.1016/j.joms.2020.09.026
30. Yavuz G.B., Temel T.Z., Satilmis D., et al. Analysis of electric scooter injuries admitted to the emergency service // *Irish J Medical Sci*. 2022. Vol. 191, N 2. P. 915–918. doi: 10.1007/s11845-021-02628-w
31. Trivedi B., Kesterke M.J., Bhattacharjee R., et al. Craniofacial injuries seen with the introduction of bicycle-share electric scooters in an urban setting Craniofacial injuries seen with the introduction of bicycle-share electric scooters in an urban setting // *J Oral Maxillofacial Sur*. 2019. Vol. 77, N 11. P. 2292–2297. doi: 10.1016/j.joms.2019.07.014
32. Mayhew L.J., Bergin C. Impact of e-scooter injuries on Emergency Department imaging // *J Med Imaging Radiation Oncol*. 2019. Vol. 63, N 4. P. 461–466. doi: 10.1111/1754-9485.12889
33. Liew Y., Wee C., Pek J. New peril on our roads: a retrospective study of electric scooter-related injuries // *Singapore Med J*. 2020. Vol. 61, N 2. P. 92–95. doi: 10.11622/smedj.2019083
34. Mitchell G., Tsao H., Randell T., et al. Impact of electric scooters to a tertiary emergency department: 8-week review after implemen-

tation of a scooter share scheme // *Emerg Med Australas*. 2019. Vol. 31, N 6. P. 930–934. doi: 10.1111/1742-6723.13356

**35.** Yarmohammadi A., Baxter S.L., Ediriwickrema L.S., et al. Characterization of facial trauma associated with standing electric scooter injuries // *Ophthalmology*. 2020. Vol. 127, N 7. P. 988–990. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.02.007

**36.** Faraji F., Lee J.H., Faraji F., et al. Electric scooter craniofacial trauma // *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2020. Vol. 5, N 3. P. 390–395. doi: 10.1002/lio2.380

**37.** Bresler A.Y., Hanba C., Svider P. Craniofacial injuries related to motorized scooter use: A rising epidemic // *Am J Otolaryngol*. 2019. Vol. 40, N 5. P. 662–666. doi: 10.1016/j.amjoto.2019.05.023

**38.** Kobayashi L.M., Williams E., Brown C.V., et al. The e-merging epidemic of e-scooters // *Trauma Sur Acute Care Open*. 2019. Vol. 4, N 1. P. e000337. doi: 10.1136/tsaco-2019-000337

**39.** Kuo S.C., Kuo P.J., Rau C.S., et al. The protective effect of helmet use in motorcycle and bicycle accidents: A propensity score–matched study based on a trauma registry system // *BMC Public Health*. 2017. Vol. 17, N 1. P. 639. doi: 10.1186/s12889-017-4649-1

**40.** Hamzani Y., Hai D.B., Cohen N., et al. The impact of helmet use on oral and maxillofacial injuries associated with electric-powered bikes or powered scooter: a retrospective cross-sectional study // *Head Face Med*. 2021. Vol. 17, N 1. P. 36. doi: 10.1186/s13005-021-00288-w

**41.** Boudiab E.M., Zaikos T., Issa C., et al. Trends in craniofacial injuries associated with the introduction of electric

scooter sharing services // *FACE*. 2021. Vol. 2, N 1. P. 89–93. doi: 10.1177/2732501621992441

**42.** Suominen E.N., Sajanti A.J., Silver E.A. Alcohol intoxication and lack of helmet use are common in electric scooter-related traumatic brain injuries: a consecutive patient series from a tertiary university hospital // *Acta Neurochirurgica*. 2022. Vol. 164, N 3. P. 643–653. doi: 10.1007/s00701-021-05098-2

**43.** Mukhtar M., Ashraf A., Frank M.S., Steenburg S.D. Injury incidence and patterns associated with electric scooter accidents in a major metropolitan city // *Clin Imaging*. 2021. N 74. P. 163–168. doi: 10.1016/j.clinimag.2021.02.005

**44.** Ishmael C.R., Hsiue P.P., Zoller S.D., et al. An early look at operative orthopaedic injuries associated with electric scooter accidents: bringing high-energy trauma to a wider audience // *J Bone Joint Sur*. 2020. Vol. 102, N 5. P. e18. doi: 10.2106/JBJS.19.00390

**45.** Harbrecht A., Hackl M., Leschinger T., et al. What to expect? Injury patterns of Electric-Scooter accidents over a period of one year — A prospective monocentric study at a Level 1 Trauma Center // *Eur J Orthop Sur Traumatol*. 2022. Vol. 32, N 4. P. 641–647. doi: 10.1007/s00590-021-03014-z

**46.** Nellamattathil M., Amber I. An evaluation of scooter injury and injury patterns following widespread adoption of E-scooters in a major metropolitan area // *Clin Imaging*. 2020. Vol. 60, N 2. P. 200–203. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.12.012

## REFERENCES

**1.** Isaev MM, Naumov SB. Personal electric vehicles of low power: problems and prospects of determining the order of participation in road traffic. *Modern Science*. 2020;(2):23–25. (In Russ). doi: 10.53039/2079-4401.2020.2.2.006

**2.** Rafagutdinov II, Pavlov SY. The legal status of scooters and other means of individual mobility as road users. *Trends Development Science Education*. 2021;(69-4):100–103. (In Russ). doi: 10.18411/lj-01-2021-151

**3.** Taburkin GN, Stroganov YN. Electric scooter as a means of individual mobility in Russia. In: II All-Russian Scientific and Practical Conference “Innovatsionnoe razvitiye tekhniki i tekhnologii nazemnogo transporta”, December 16, 2020. Collection of articles. Ekaterinburg: Ural University Press; 2021. P. 63–65. (In Russ).

**4.** Aulino G, Polacco M, Fattoruso V, Cittadini F. A cranio-encephalic trauma due to electric-scooter accident: Could the wearing of a helmet reduce this risk? *Forensic Sci Med Pathol*. 2022;18(3):264–268. doi: 10.1007/s12024-022-00477-2

**5.** Beck S, Barker L, Chan A, Stanbridge S. Emergency department impact following the introduction of an electric scooter sharing service. *Emerg Med Australas*. 2020;32(3):409–415. doi: 10.1111/1742-6723.13419

**6.** Blomberg SN, Rosenkrantz OC, Lippert F, Christensen HC. Injury from electric scooters in Copenhagen: a retrospective cohort study. *BMJ Open*. 2019;9(12):e033988. doi: 10.1136/bmjopen-2019-033988

**7.** Bloom MB, Noorzad A, Lin C, et al. Standing electric scooter injuries: Impact on a community. *Am J Sur*. 2021;221(1):227–232. doi: 10.1016/j.amjsurg.2020.07.020

**8.** Brownson AB, Fagan PV, Dickson S, Civil ID. Electric scooter injuries at Auckland City Hospital. *N Z Med J*. 2019;132(1505):62–72.

**9.** Coelho A, Feito P, Corominas L. Electric scooter-related injuries: A new epidemic in orthopedics. *J Clin Med*. 2021;10(15):3283. doi: 10.3390/jcm10153283

**10.** Stigson H, Malakuti I, Klingegård M. Electric scooters accidents: Analyses of two Swedish accident data sets. *Accident Analysis Prevention*. 2021;(163):106466. doi: 10.1016/j.aap.2021.106466

**11.** Trivedi TK, Liu C, Antonio AL, et al. Injuries associated with standing electric scooter use. *JAMA Network Open*. 2019;2(1):e187381. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.7381

**12.** Farley KX, Aizpuru M, Wilson JM. Estimated incidence of electric scooter injuries in the US From 2014 to 2019. *JAMA Network Open*. 2020;3(8):e2014500. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.14500

**13.** Bakanov KS, Lyakhov PV, Naumov SB. Road traffic accidents in the Russian Federation for 9 months of 2021. Informational and analytical review. Moscow; 2021. 39 p. (In Russ).

**14.** Siow MY, Lavoie-Gagne O, Politzer CS. Electric scooter orthopaedic injury demographics at an urban level i trauma center. *J Orthop Trauma*. 2020;34(11):e424–e429. doi: 10.1097/BOT.0000000000001803

**15.** Tan Trauma AL, Nadkarni N, Wong TH. The price of personal mobility: burden of injury and mortality from personal mobility devices in Singapore -- a nationwide cohort study. *BMC Public Health*. 2019;19(1):880. doi: 10.1186/s12889-019-7210-6

16. Bakanov KS, Lyakhov PV, Loparev EA, et al. Road traffic accidents in the Russian Federation for 2021. Informational and analytical review. Moscow; 2022. 126 p. (In Russ).
17. Shestikov NA. Problems of determining the administrative and legal status of a person managing a personal electric means of individual mobility of low power. *Bulletin All-Russian Institute Advanced Training Employees Ministry Internal Affairs Russian Federation*. 2020;(4):104–08. (In Russ).
18. Kalmykov GI, Zaparenko AM, Goryachev AA, Andreyanov MV. Foreign experience of legal regulation of the use of certain types of unmanned aerial vehicles. Moscow; 2021. 32 p. (In Russ).
19. Moftakhar T, Wanzel M, Vojcsik A, et al. Incidence and severity of electric scooter related injuries after introduction of an urban rental programme in Vienna: A retrospective multicentre study. *Arch Orthop Trauma Sur*. 2021;141(7):1207–1213. doi: 10.1007/s00402-020-03589-y
20. Störmann P, Klug A, Nau C, et al. Characteristics and injury patterns in electric-scooter related accidents—a prospective two-center report from Germany. *J Clin Med*. 2020;9(5):1569. doi: 10.3390/jcm9051569
21. Permyakov AV. Forensic examination of motorcycle injury [dissertation abstract]. Leningrad; 1963. 20 p. (In Russ).
22. Uluk D, Lindner T, Dahne M, et al. E-scooter incidents in Berlin: an evaluation of risk factors and injury patterns. *Emerg Med J*. 2022;39(4):295–300. doi: 10.1136/emermed-2020-210268
23. Demidov DV, Lazarev EA, Polushin EA. On the classification of road accidents involving means of individual mobility. In: Effective response to modern challenges taking into account the interaction of man and nature, man and technology: Socio-economic and environmental problems of the forest complex: proceedings of the XIII International Scientific and Technical Conference, 02–04 February 2021. Ekaterinburg: Ural State Forestry Engineering University; 2021. P. 358–360. (In Russ).
24. Kleinertz H, Ntalos D, Hennes F. Accident mechanisms and injury patterns in e-scooter users. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2021;118(8):117–121. doi: 10.3238/arztebl.m2021.0019
25. Dhillon NK, Juillard C, Barmparas G, et al. Electric scooter injury in southern california trauma centers. *J Am Coll Surg*. 2020;231(1):133–138. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2020.02.047
26. Tunitskaya ER. On the issue of liability for damage caused by electric scooters. In: Youth research potential: collection of articles of the International Research Competition, Petrozavodsk, September 20, 2020. Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership “Novaya Nauka”; 2020. P. 83–87. (In Russ).
27. Bauer F, Riley JD, Lewandowski K, et al. Traumatic injuries associated with standing motorized scooters. *JAMA Network Open*. 2020;3(3):e201925. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.1925
28. Kim HS, Kim WS, Kim HK, et al. Facial injury patterns associated with stand-up electric scooters in unhelmeted riders. *Arch Plastic Sur*. 2022;49(1):50–54. doi: 10.5999/aps.2021.01228
29. Shiffler K, Mancini K, Wilson M, et al. Intoxication is a significant risk factor for severe craniomaxillofacial injuries in standing electric scooter accidents. *J Oral Maxillofacial Sur*. 2021;79(5):1084–1090. doi: 10.1016/j.joms.2020.09.026
30. Yavuz GB, Temel TZ, Satilmis D, et al. Analysis of electric scooter injuries admitted to the emergency service. *Irish J Medical Sci*. 2022;191(2):915–918. doi: 10.1007/s11845-021-02628-w
31. Trivedi B, Kesterke MJ, Bhattacharjee R. Craniofacial injuries seen with the introduction of bicycle-share electric scooters in an urban setting. *J Oral Maxillofacial Sur*. 2019;77(11):2292–2297. doi: 10.1016/j.joms.2019.07.014
32. Mayhew LJ, Bergin C. Impact of e-scooter injuries on Emergency Department imaging. *J Med Imaging Radiation Oncol*. 2019;63(4):461–466. doi: 10.1111/1754-9485.12889
33. Liew Y, Wee C, Pek J. New peril on our roads: a retrospective study of electric scooter-related injuries. *Singapore Med J*. 2020;61(2):92–95. doi: 10.11622/smedj.2019083
34. Mitchell G, Tsao H, Randell T, et al. Impact of electric scooters to a tertiary emergency department: 8-week review after implementation of a scooter share scheme. *Emerg Med Australas*. 2019;31(6):930–934. doi: 10.1111/1742-6723.13356
35. Yarmohammadi A, Baxter SL, Ediriwickrema LS, et al. Characterization of facial trauma associated with standing electric scooter injuries. *Ophthalmology*. 2020;127(7):988–990. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.02.007
36. Faraji F, Lee JH, Faraji F, et al. Electric scooter craniofacial trauma. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2020;5(3):390–395. doi: 10.1002/lio2.380
37. Bresler AY, Hanba C, Svider P. Craniofacial injuries related to motorized scooter use: A rising epidemic. *Am J Otolaryngol*. 2019;40(5):662–666. doi: 10.1016/j.amjoto.2019.05.023
38. Kobayashi LM, Williams E, Brown CV, et al. The e-merging e-epidemic of e-scooters. *Trauma Sur Acute Care Open*. 2019;4(1):e000337. doi: 10.1136/tsaco-2019-000337
39. Kuo SC, Kuo PJ, Rau CS, et al. The protective effect of helmet use in motorcycle and bicycle accidents: a propensity score-matched study based on a trauma registry system. *BMC Public Health*. 2017;17(1):639. doi: 10.1186/s12889-017-4649-1
40. Hamzani Y, Hai DB, Cohen N, et al. The impact of helmet use on oral and maxillofacial injuries associated with electric-powered bikes or powered scooter: a retrospective cross-sectional study. *Head Face Med*. 2021;17(1):36. doi: 10.1186/s13005-021-00288-w
41. Boudiab EM, Zaikos T, Issa C, et al. Trends in craniofacial injuries associated with the introduction of electric scooter sharing services. *FACE*. 2021;2(1):89–93. doi: 10.1177/2732501621992441
42. Suominen EN, Sajanti AJ, Silver EA, et al. Alcohol intoxication and lack of helmet use are common in electric scooter-related traumatic brain injuries: a consecutive patient series from a tertiary university hospital. *Acta Neurochirurgica*. 2022;164(3):643–653. doi: 10.1007/s00701-021-05098-2
43. Mukhtar M, Ashraf A, Frank MS, Steenburg SD. Injury incidence and patterns associated with electric scooter accidents in a major metropolitan city. *Clin Imaging*. 2021;(74):163–168. doi: 10.1016/j.clinimag.2021.02.005
44. Ishmael CR, Hsiue PP, Zoller SD, et al. An early look at operative orthopaedic injuries associated with electric scooter accidents: bringing high-energy trauma to a wider audience. *J Bone Joint Sur*. 2020;102(5):e18. doi: 10.2106/JBJS.19.00390

**45.** Harbrecht A, Hackl M, Leschinger T, et al. What to expect? Injury patterns of Electric-Scooter accidents over a period of one year -- A prospective monocentric study at a Level 1 Trauma Center. *Eur J Orthop Sur Traumatol.* 2022;32(4):641–647. doi: 10.1007/s00590-021-03014-z

**46.** Nellamattathil M, Amber I. An evaluation of scooter injury and injury patterns following widespread adoption of E-scooters in a major metropolitan area. *Clin Imaging.* 2020;60(2):200–203. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.12.012

## ОБ АВТОРАХ

**\* Съедин Максим Сергеевич;**

адрес: Россия, 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, кор. 1;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4724-4008>;  
eLibrary SPIN: 9188-2988; e-mail: [dablv1@mail.ru](mailto:dablv1@mail.ru)

**Плис Семён Сергеевич;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0232-0425>;  
eLibrary SPIN: 4347-1925; e-mail: [SSPlis.work@gmail.com](mailto:SSPlis.work@gmail.com)

**Клевно Владимир Александрович, д.м.н., профессор;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-4054>;  
eLibrary SPIN: 2015-6548; e-mail: [vladimir.klevno@yandex.ru](mailto:vladimir.klevno@yandex.ru)

## AUTHORS' INFO

**\* Maxim S. Siedin, MD;**

address: 1 bld 61/2, Shchepkina str., Moscow, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4724-4008>;  
eLibrary SPIN: 9188-2988; e-mail: [dablv1@mail.ru](mailto:dablv1@mail.ru)

**Semyon S. Plis, MD;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0232-0425>;  
eLibrary SPIN: 4347-1925; e-mail: [SSPlis.work@gmail.com](mailto:SSPlis.work@gmail.com)

**Vladimir A. Klevno, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-4054>;  
eLibrary SPIN: 2015-6548; e-mail: [vladimir.klevno@yandex.ru](mailto:vladimir.klevno@yandex.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm716>

# Возможности диагностики колото-резаных повреждений у живых лиц с использованием результатов компьютерной томографии

С.В. Леонов<sup>1, 2</sup>, П.В. Пинчук<sup>1, 3</sup>, Ю.П. Шакирьянова<sup>1, 2</sup>, В.Н. Троян<sup>4</sup><sup>1</sup> Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз, Москва, Российская Федерация<sup>2</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация<sup>3</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация<sup>4</sup> Главный военный клинический госпиталь имени Н.Н. Бурденко, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

В настоящее время в лечебно-диагностическую практику крупных больниц внедрены такие современные методы исследования, как компьютерная и магнитно-резонансная томография. Указанные методы исследования применяются практически повсеместно для диагностики различных видов травм, а их результаты вместе с медицинскими документами пострадавших работники правоохранительных органов и судов предоставляют в государственные судебно-медицинские экспертные учреждения для производства судебно-медицинских экспертиз. Исследование результатов компьютерной и магнитно-резонансной томографии позволяет решать экспертные вопросы в случаях экспертиз и исследований живых лиц.

В статье приведён случай из экспертной практики, демонстрирующий возможности установления особенностей морфологии и локализации колото-резаных повреждений, количества травмирующих воздействий и направления раневых каналов с использованием результатов прижизненной компьютерной томографии и трёхмерного моделирования. В описываемом экспертном случае первоначально в представленных медицинских документах имелись противоречивые сведения о количестве, локализации и механизме образования причинённых потерпевшему ран. Для устранения имевшихся противоречий были исследованы рубцы на теле потерпевшего, а также результаты компьютерной томографии, выполненной потерпевшему в медицинском учреждении при поступлении. Для более полной визуализации наружных повреждений из данных компьютерной томографии была воссоздана трёхмерная модель тела потерпевшего. В результате проведённого исследования удалось чётко воссоздать картину имевшихся у пострадавшего повреждений и ответить на вопросы о механизме и условиях их причинения.

Описанный случай демонстрирует возможности экспертных исследований и новые методические подходы к решению судебно-медицинских задач, что в настоящее время достаточно актуально, поскольку в последние годы в судебной медицине активно развивается методика посмертного исследования тела — виртопсия. Изложенные в статье приёмы исследования вполне могут быть применены в отношении трупа с колото-резанными повреждениями, что, вероятно, позволит более точно визуализировать направление и форму раневого канала.

**Ключевые слова:** компьютерная томография; колото-резаные повреждения; трёхмерное моделирование.

## Как цитировать

Леонов С.В., Пинчук П.В., Шакирьянова Ю.П., Троян В.Н. Возможности диагностики колото-резаных повреждений у живых лиц с использованием результатов компьютерной томографии // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 89–96. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm716>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm716>

## Possibilities of diagnosing stab-cut wounds in living persons using computed tomography results

Sergey V. Leonov<sup>1,2</sup>, Pavel V. Pinchuk<sup>1,3</sup>, Julia P. Shakiryanova<sup>1,2</sup>, Vladimir N. Troyan<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Chief State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise 111, Moscow, Russian Federation

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

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

<sup>4</sup> Main Military Clinical Hospital named after academical N.N. Burdenko, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

Currently, modern research methods such as computed tomography and magnetic resonance imaging have been introduced into the medical and diagnostic practice of large hospitals. These research methods are used almost everywhere for the diagnosis of various injuries, and their results, together with the medical documents of the victims, law enforcement officials, and courts provide state forensic medical expert institutions for the production of forensic medical examinations. The study of computed tomography and magnetic resonance imaging results allows solving expert questions in examinations and studies of living persons.

The article presents a case from expert practice demonstrating the possibility of establishing the morphology and localization of stab-cut injuries, number of traumatic effects, and direction of wound channels using the results of in vivo computed tomography and three-dimensional modeling. In the described expert case, initially, in the submitted medical documents, data were contradictory about the number, localization and mechanism of formation of wounds. To eliminate existing contradictions, the scars on the victim's body and results of a computed tomography upon admission were examined. For a more complete visualization of external injuries, a three-dimensional model of the victim's body was recreated from computed tomography data. The results of computed tomography and three-dimensional modeling made it possible to clearly recreate the picture of the victim's injuries and answer questions about the mechanism and conditions of their infliction.

The described case demonstrates the possibilities of expert research and new methodological approaches to solving forensic problems, which is currently quite relevant, since virtopsia has been actively developing in forensic medicine in recent years. The proposed research techniques applied to a corpse with stab wounds will make it possible to more accurately visualize the direction and shape of the wound canal.

**Keywords:** computed tomography; stab-cut wounds; three-dimensional modeling.

### To cite this article

Leonov SV, Pinchuk PV, Shakiryanova JP, Troyan VN. Possibilities of diagnosing stab-cut wounds in living persons using computed tomography results. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):89–96. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm716>

Received: 13.04.2022

Accepted: 10.11.2022

Published: 29.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm716>

## 使用计算机断层扫描结果诊断活人刺伤的可能性

Sergey V. Leonov<sup>1,2</sup>, Pavel V. Pinchuk<sup>1,3</sup>, Julia P. Shakiryanova<sup>1,2</sup>, Vladimir N. Troyan<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Chief State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise 111, Moscow, Russian Federation

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

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

<sup>4</sup> Main Military Clinical Hospital named after academical N.N. Burdenko, Moscow, Russian Federation

### 简评

目前计算机和磁共振成像等现代研究方法已被引入大型医院的医疗和诊断实践中。这些研究方法几乎在所有地方都被用于诊断各种类型的伤害，其结果连同受伤者的医疗文件，由执法人员和法院提交给国家法医机构进行法医检验。对计算机和磁共振成像结果的研究使您能够解决活人检查和研究案例中的专家问题。

本文介绍了一个专家实践案例，展示了利用活体计算机断层扫描和三维建模的结果确定刺伤的形态特征和定位、创伤效应的数量和伤口通道方向的可能性。在所描述的专家案例中，提交的医疗文件最初包含关于受害人伤口的数量、位置和形成机制的相互矛盾的信息。为消除存在的矛盾，入院时对受害人身上的伤疤进行了检查，并在医疗机构对受害人进行了CT扫描。为了更完整地可视化外部伤害，根据计算机断层扫描数据重建了受害者身体的三维模型。作为这项研究的结果，有可能清楚地重现受害者所受伤害的画面，并回答有关他们造成伤害的机制和条件的问题。

所描述的案例展示了专家研究和解决法医问题的新方法的可能性，这是目前非常相关的，因为近年来，法医学一直在积极开发尸体验尸技——virtopsy。文章中描述的研究方法可以应用于带有刺伤的尸体，这可能会更准确地显示伤口通道的方向和形状。

**关键词：**CT扫描；刺伤；三维建模。

### To cite this article

Leonov SV, Pinchuk PV, Shakiryanova JP, Troyan VN. 使用计算机断层扫描结果诊断活人刺伤的可能性. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):89–96. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm716>

收到: 13.04.2022

接受: 10.11.2022

发布日期: 29.11.2022



## АКТУАЛЬНОСТЬ

В случаях секционного исследования трупов с колото-резаными повреждениями судебно-медицинский эксперт, как правило, не испытывает каких-либо затруднений при диагностике травмы, поскольку имеет возможность визуально оценить все метрические характеристики повреждений и описать их морфологические особенности, а при внутреннем исследовании трупа — установить глубину и направление раневого канала, а также дать характеристику повреждений тканей и органов по ходу раневого канала. В дальнейшем возможно изъять необходимый материал от трупа и провести тра-сологические, спектральные и другие дополнительные исследования.

Вместе с тем в экспертной практике встречаются случаи, когда множественные колото-резаные повреждения не заканчиваются смертью потерпевшего. В подобных случаях судебно-медицинскому эксперту приходится исследовать медицинские документы, в которых врачами, оказывающими медицинскую помощь, весьма лаконично и скудно описаны как наружные повреждения, так и соответствующие им раневые каналы. Это, в свою очередь, существенно ограничивает возможность идентификации орудия травмы вплоть до невозможности решения указанной экспертной задачи.

Какую-либо информацию о локализации повреждений на теле пострадавшего в данном случае могут нести рубцы, оставшиеся после причинённых повреждений. Но и они видоизменяются в результате выполненной первичной хирургической обработки раны и её последующего заживления, что не позволяет оценить размеры колюще-режущего следаобразующего объекта.

В настоящее время во всех городских и областных больницах в лечебно-диагностическую практику внедрены такие современные методы исследования, как компьютерная и магнитно-резонансная томография (КТ, МРТ). Указанные методы исследования применяются практически повсеместно для диагностики различных видов травм, а их результаты вместе с медицинскими документами пострадавших работники правоохранительных органов и судов предоставляют в государственные судебно-медицинские экспертные учреждения для производства судебно-медицинских экспертиз [1–4]. Результаты выполненной томографии предоставляются на дисках и других электронных носителях, а для их просмотра существует большое количество компьютерных программ, из них наиболее удобной, доступной и распространённой является RadiAnt.

Тема диагностики колото-резных повреждений у живых лиц с использованием результатов компьютерной томографии в настоящее время достаточно актуальна, поскольку в последние годы в судебной медицине активно развивается новое направление неинвазивного исследования — виртопсия [5, 6].

В нашей экспертной практике имел место случай острой травмы у живого лица, медицинские документы которого содержали противоречивые данные о локализации и морфологии причинённых ему колото-резаных повреждений. Исследование результатов КТ позволило успешно решить экспертную задачу идентификации орудия травмы.

## ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ

### Обстоятельства происшествия

Потерпевший М. поступил в медицинскую организацию в тяжёлом состоянии с множественными колото-резаными повреждениями грудной и брюшной полостей, а также с резаной раной шеи.

При исследовании медицинских документов потерпевшего выявлены противоречия в описании особенностей колото-резаных повреждений, не позволяющие чётко установить их количество и локализацию, поскольку при первичном осмотре потерпевшего М. в приёмном отделении установлено наличие резаной раны левой боковой поверхности шеи размерами 10×3 см, а также описаны три раны в левом подреберье, левом мезогастринии и околопупочной области, а при последующем осмотре в хирургическом отделении у потерпевшего описаны колото-резаная рана области шеи по переднелевой поверхности размерами 5,0×2,0 см, а также множественные колото-резаные раны области груди справа и слева по передней поверхности живота размерами около 1,0×0,5 см без указания точного количества повреждений.

Таким образом, в медицинских документах потерпевшего М. имелись противоречивые сведения о количестве, локализации и механизме образования причинённых потерпевшему ран. Остальные данные, содержащиеся в медицинских документах (о ходе операции и последующих осмотрах), не внесли ясности в данный вопрос.

### Судебно-медицинская экспертиза с очным судебно-медицинским обследованием

После выписки потерпевшего М. из медицинской организации была выполнена судебно-медицинская экспертиза с очным судебно-медицинским обследованием М., в рамках которой установлено наличие трёх ран околоушной области, ран в левом подреберье, в левом мезогастринии, двух ран груди слева, одна из которых проникала в плевральную полость по среднеключичной линии в четвёртом межреберье с повреждением нижней доли левого лёгкого, а вторая рана была локализована по среднеключичной линии в четвёртом-пятом межреберье (проникающий характер не установлен).

Для устранения вышеуказанных противоречий исследованы фотоизображения рубцов на теле потерпевшего М., представленные следователем для производства судебно-медицинской экспертизы. При установлении локализации повреждений и их ориентации учитывались данные

о выполненных операционных разрезах при оказании медицинской помощи (оперативные доступы, постановка дренажей). При исследовании фотоизображений потерпевшего установлено наличие следующих повреждений:

- рана на шее слева, расположенная в средней трети шеи, от проекции гортани до проекции левой грудино-ключично-сосцевидной мышцы;
- рана, расположенная на груди слева по среднеключичной линии в проекции V ребра, ориентирована, соответственно, цифрам 5 и 11 условного циферблата часов (УЦЧ);
- рана на груди слева, ориентированная своими концами на цифры 5 и 11 УЦЧ, расположенная по окологрудинной линии в проекции четвёртого межреберья;
- вертикальная рана на груди справа между среднеключичной и окологрудинной линиями в проекции пятого межреберья;
- вертикальная рана в левом подреберье;
- вертикальная рана в мезогастрии слева и выше пупка;
- рана в правой боковой области живота, ориентированная своими концами на цифры 4 и 10 УЦЧ;
- рана на животе справа в гипогастрии, ориентированная своими концами на цифры 4 и 10 УЦЧ;
- рана на ладонной поверхности правой кисти в проекции 4 пальца.

Рубцов в левой околоушной области и вокруг левого уха не установлено.

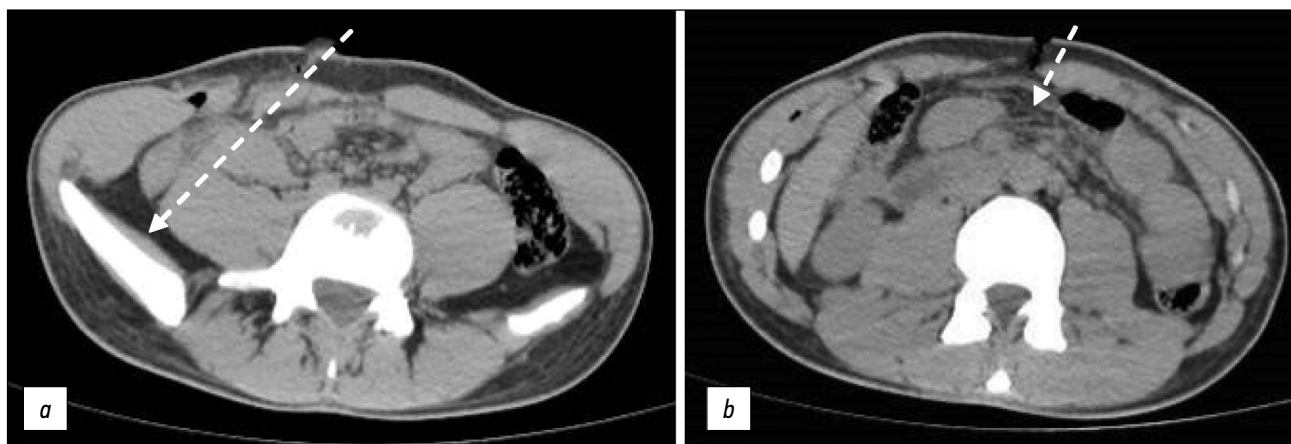
Кроме этого, в ходе проведения операции на грудной полости потерпевшего М. указано лишь о повреждениях нижней доли левого лёгкого и средней доли правого лёгкого, в связи с чем требовалось решить вопрос о том, какое из ранений является проникающим, определить направление раневых каналов, а также подтвердить

наличие раны в гипогастральной области справа и установить характер этого ранения (проникающий или непроникающий). В связи с этим в установленном порядке дополнительно были запрошены данные КТ потерпевшего М.

### Заключительная картина повреждений

При изучении послойных снимков КТ в компьютерной программе RadiAnt удалось дополнительно установить наличие следующих повреждений:

- рана в правом гипогастрии (уровень 287 мм): раневой канал проникает в брюшную полость, направлен слева направо и спереди назад, повреждает восходящую ободочную кишку и правую ободочную артерию (рис. 1, *a*);
- рана в правой боковой области живота (уровень 332 мм): раневой канал проникает в брюшную полость (по ходу канала визуализируется воздух), направлен справа налево и спереди назад;
- рана в мезогастрии — слева и выше пупка (уровень 349 мм), проникающая в брюшную полость: раневой канал направлен снизу вверх, спереди назад и слева направо, повреждая левую долю печени (рис. 1, *b*);
- рана в левом подреберье (уровень 387 мм), не проникающая в брюшную полость;
- рана на груди справа между среднеключичной и окологрудинной линиями в проекции пятого межреберья (уровень 521 мм): ранение визуализируется плохо ввиду активных дыхательных движений при выполнении КТ; судя по медицинским документам, рана проникает в плевральную полость и повреждает среднюю долю правого лёгкого; раневой канал направлен преимущественно спереди назад;
- рана на груди слева по среднеключичной линии в проекции V ребра (уровень 534 мм) проникает в плевральную полость;



**Рис. 1.** Направление и особенности раневых каналов колото-резаных повреждений по данным компьютерной томографии потерпевшего М.: *a* — проникающее повреждение брюшной полости справа (стрелка); *b* — проникающее повреждение брюшной полости в мезогастрии (стрелка).

**Fig. 1.** The direction and features of the wound channels of stab wounds according to computed tomography studies of the victim М.: *a* — penetrating damage to the abdominal cavity on the right (arrow); *b* — penetrating damage to the abdominal cavity in the mesogastrium (arrow).

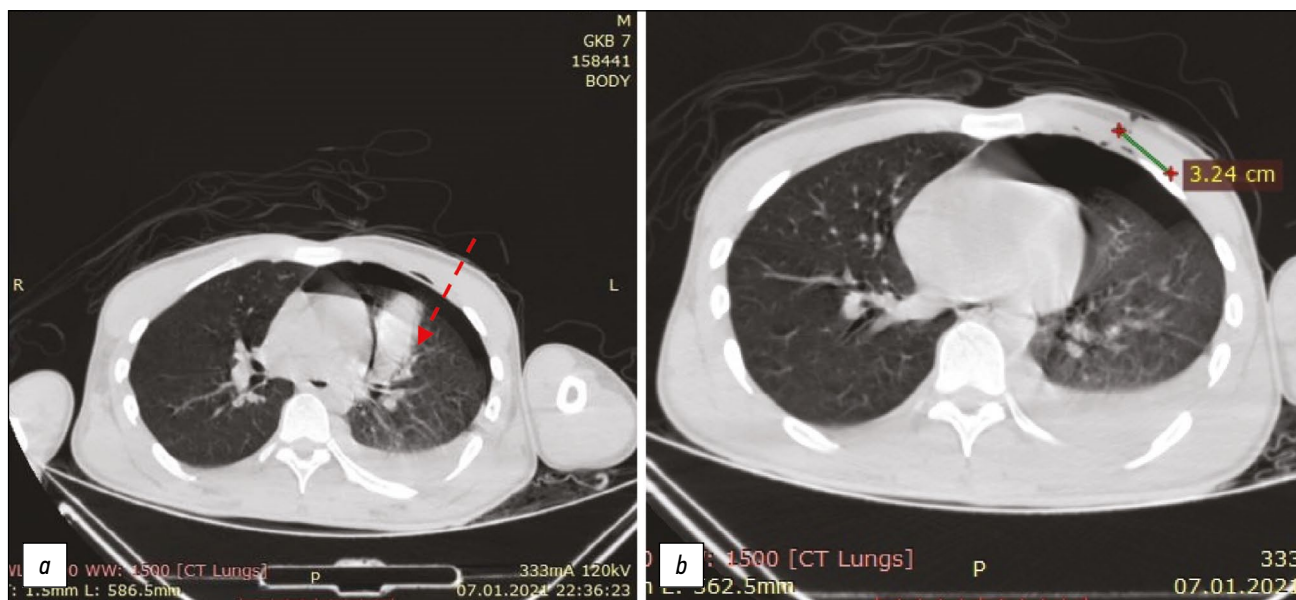


Рис. 2. Данные компьютерной томографии потерпевшего М.: *a* — ателектаз левого лёгкого по ходу раневого канала (стрелка); *b* — разметка смещения раневого канала на послойных снимках.

Fig. 2. Computed tomography data of the victim M.: *a* — atelectasis of the left lung along the course of the wound canal; *b* — marking of the displacement of the wound canal on layered images.

- судя по ателектазу левого лёгкого и данным медицинских документов о ранении нижней доли левого лёгкого, раневой канал направлен спереди назад, сверху вниз и слева направо;
- рана на груди слева по окологрудной линии в проекции IV ребра (проникает в плевральную полость): судя по ателектазу левого лёгкого, раневой канал направлен спереди назад, снизу вверх и слева направо (рис. 2, *a*).

Местами в проекции повреждений фиксировался воздух в мягких тканях.

КТ позволила чётко установить направление раневых каналов с учётом смещения повреждения тканей на послойных снимках. На основании этих данных была выполнена разметка отклонения канала в сантиметрах (рис. 2, *b*).

Для более полной визуализации наружных повреждений была выполнена трёхмерная модель тела пострадавшего М. Создание модели тела с мягкими тканями позволило ещё раз обоснованно и наглядно установить локализацию и количество имевшихся колото-резаных ран (рис. 3).

Таким образом, в результате проведённого исследования с использованием результатов КТ и трёхмерного моделирования удалось чётко воссоздать картину имевшихся у пострадавшего повреждений и ответить на вопросы о механизме и условиях их причинения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные в настоящей статье приёмы исследования вполне могут быть применены в отношении трупа с колото-резанными повреждениями, что, вероятно,

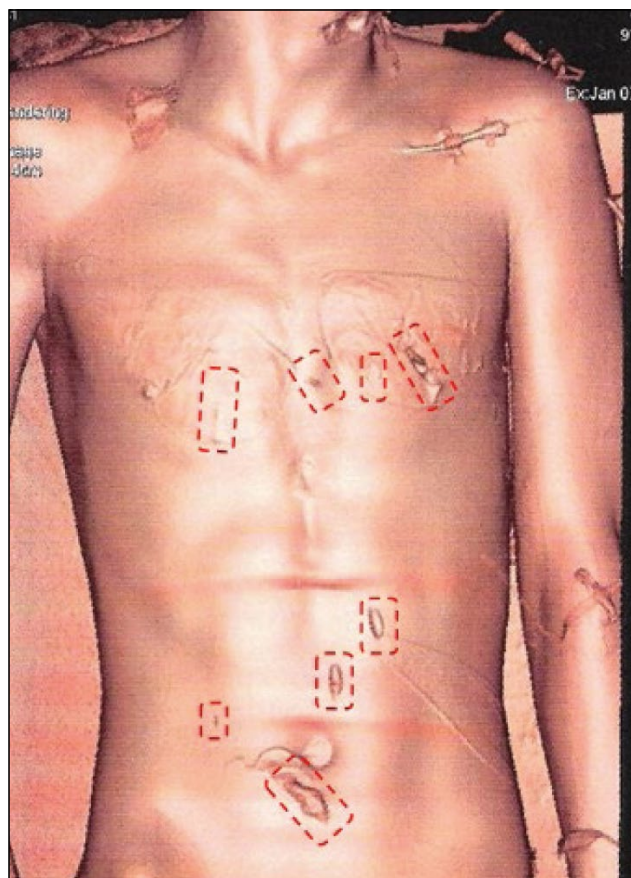


Рис. 3. Трёхмерная модель туловища пострадавшего М., построенная по результатам компьютерной томографии, с локализацией колото-резанных повреждений.

Fig. 3. A three-dimensional model of the torso of the victim M., constructed according to the results of computed tomography, with localization of stab-cut injuries.

позволит более точно визуализировать направление и форму раневого канала.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

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

**Вклад авторов.** Все 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: С.В. Леонов, Ю.П. Шакирьянова — сбор данных, написание текста рукописи; П.В. Пинчук,

В.Н. Троян — научное редактирование рукописи; С.В. Леонов, П.В. Пинчук, Ю.П. Шакирьянова, В.Н. Троян — рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The article had no sponsorship.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. S.V. Leonov, J.P. Shakiryanova — data collection, writing the manuscript; P.V. Pinchuk, V.N. Troyan — critical revision of the manuscript for important intellectual content; S.V. Leonov, P.V. Pinchuk, J.P. Shakiryanova, V.N. Troyan — review and approve the final manuscript.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шакирьянова Ю.П., Леонов С.В., Курбанов С.И. Возможности компьютерной томографии в судебно-медицинских исследованиях // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы: сборник статей / под ред. А.И. Авдеева, И.В. Власюка, А.В. Нестерова. Хабаровск, 2019. С. 201–205.
2. Andenmatten M.A., Thali M.J., Kneubuehl B.P., et al. Gunshot injuries detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study // *Legal Medicine (Tokyo)*. 2008. Vol. 10, N 6. P. 287–292. doi: 10.1016/j.legalmed.2008.03.005
3. Дадабаев В.К., Троян В.Н. Использование спиральной компьютерной томографии в судебной медицине // *Медицинская экспертиза и право*. 2011. № 2. С. 36–39.
4. Дадабаев В.К., Алексеев Р.К., Ромодановский П.О., и др. Роль лучевых методов исследования в диагностике и установления

механизма детского травматизма // *Тверской медицинский журнал*. 2019. № 5. С. 62–71.

5. Клевню В.А., Чумакова Ю.В. Виртопсия — новый метод исследования в отечественной практике судебной медицины // *Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики: тезисы докладов международного конгресса*, 17–19 апреля. Москва, 2019. С. 46.

6. Thali M.J., Braun M., Buck U., et al. Virtopsy—Scientific documentation, reconstruction and animation in forensic: individual and real 3D data based geo-metric approach including optical body/object surface and radiological CT/MRI scanning // *J Forensic Sci*. 2005. Vol. 50, N 2. P. 428–442.

## REFERENCES

1. Shakiryanova YP, Leonov SV, Kurbanov S.I. Possibilities of computed tomography in forensic medical research. In: Selected issues of forensic medical examination: Collection of articles. Ed. by A.I. Avdeev, I.V. Vlasyuk, A.V. Nesterov. Khabarovsk; 2019. P. 201–205. (In Russ).
2. Andenmatten MA, Thali MJ, Kneubuehl BP, et al. Gunshot injuries detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study. *Legal Med (Tokyo)*. 2008;10(6):287–292. doi: 10.1016/j.legalmed.2008.03.005
3. Dadabaev VK, Troyan VN. Use of spiral computer tomography in forensic medical practice. *Medical Expertise Law*. 2011;(2):36–39. (In Russ).
4. Dadabaev VK, Alekseev RK, Romadanovsky OP, et al. The role of radiation research methods in the diagnosis and establishment

mechanism of childhood injuries. *Tver Medical Journal*. 2019;(5):62–71. (In Russ).

5. Klevno VA, Chumakova JV. Virtopsia—a new research method in the domestic practice of forensic medicine. In: Topical issues of Forensic medicine and expert practice: Abstracts of the reports of the International Congress, April 17–19. Moscow; 2019. P. 46. (In Russ).

6. Thali MJ, Braun M, Buck U, et al. Virtopsy—Scientific documentation, reconstruction and animation in forensic: individual and real 3D data based geo-metric approach including optical body/object surface and radiological CT/MRI scanning. *J Forensic Sci*. 2005;50(2):428–442.

## ОБ АВТОРАХ

\* **Леонов Сергей Валерьевич**, д.м.н., профессор;  
адрес: Россия, 105094, Москва, Госпитальная площадь, д. 3;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0428-8973>;  
eLibrary SPIN: 2326-2920; e-mail: sleonoff@inbox.ru

**Пинчук Павел Васильевич**, д.м.н., доцент;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0223-2433>;  
eLibrary SPIN: 7357-3038; e-mail: pinchuk1967@mail.ru

**Шакирьянова Юлия Павловна**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1099-5561>;  
eLibrary SPIN: 1429-6230; e-mail: tristeza\_ul@mail.ru

**Троян Владимир Николаевич**, д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8008-9660>;  
eLibrary SPIN: 4937-3162; e-mail: vtroyan10@yahoo.com

## AUTHORS' INFO

\* **Sergey V. Leonov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
address: 3, Hospital square, Moscow, 105094, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0428-8973>;  
eLibrary SPIN: 2326-2920; e-mail: sleonoff@inbox.ru

**Pavel V. Pinchuk**, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0223-2433>;  
eLibrary SPIN: 7357-3038; e-mail: pinchuk1967@mail.ru

**Juliya P. Shakiryanova**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1099-5561>;  
eLibrary SPIN: 1429-6230; e-mail: tristeza\_ul@mail.ru

**Vladimir N. Troyan**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8008-9660>;  
eLibrary SPIN: 4937-3162; e-mail: vtroyan10@yahoo.com

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm733>

# Клинические и морфологические особенности злокачественной гипертермии: редкий случай из практики

Н.М. Аничков<sup>1</sup>, Е.Ю. Калинина<sup>1</sup>, З.В. Давыдова<sup>1</sup>, Е.В. Щербакова<sup>2</sup>, О.Д. Ягмуров<sup>3</sup><sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация<sup>2</sup> Бюро судебно-медицинской экспертизы Ленинградской области, Санкт-Петербург, Российская Федерация<sup>3</sup> Санкт-Петербургское бюро судебно-медицинской экспертизы, Санкт-Петербург, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

Одним из наиболее тяжёлых осложнений современной общей анестезии является злокачественная гипертермия, фенотипически проявляющаяся гиперкапнией, синусовой тахикардией, гиперметаболизмом скелетных мышц и рабдомиолизом во время или после проведения общей анестезии с применением ингаляционных анестетиков и недеполяризующих мышечных релаксантов. Наиболее частым начальным признаком злокачественной гипертермии является неожиданный подъём концентрации CO<sub>2</sub> в конце выдоха. Атипичные формы данного фармакогенетического заболевания наблюдаются намного чаще, чем молниеносные (фульминантные). В России проблема злокачественной гипертермии в настоящее время остаётся не до конца решённой.

Авторами описывается случай злокачественной гипертермии у девушки 19 лет, прооперированной по поводу нарушения носового дыхания в условиях анестезии севораном. Смерть пациентки наступила через 1 ч 25 мин после окончания операции при выходе из наркоза вследствие развития клинически диагностированной злокачественной гипертермии. При судебно-медицинском вскрытии данный диагноз был подтверждён. Приводится описание морфологических изменений в скелетной мускулатуре с применением как обзорной, так и элективной гистологической окраски.

Ценность представленного наблюдения обусловлена редкостью молниеносных форм злокачественной гипертермии и высокой летальностью, сопровождающих указанные варианты патологии. Материалы данного экспертного случая демонстрируют, как грамотно и полноценно проведённое гистологическое исследование, в том числе с применением генетического тестирования, позволяет верно сформулировать диагноз и в случае необходимости аргументированно ответить на вопросы правоохранительных органов.

**Ключевые слова:** злокачественная гипертермия; анестезия; севоран; риаинодиновые рецепторы; рабдомиолиз.

## Как цитировать

Аничков Н.М., Калинина Е.Ю., Давыдова З.В., Щербакова Е.В., Ягмуров О.Д. Клинические и морфологические особенности злокачественной гипертермии: редкий случай из практики // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 97–104. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm733>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm733>

# Clinical and morphological features of malignant hyperthermia: a rare case from practice

Nikolai M. Anichkov<sup>1</sup>, Elena Yu. Kalinina<sup>1</sup>, Zlata V. Davydova<sup>1</sup>,  
Ekaterina V. Shcherbakova<sup>2</sup>, Oraz D. Yagmurov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Bureau of Forensic Medical Examination of the Leningrad region, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>3</sup> St. Petersburg Bureau of Forensic Medical Examination, Saint Petersburg, Russian Federation

## ABSTRACT

Malignant hyperthermia, is one of the most serious complications of modern anesthesia, which is a pharmacogenetic disease phenotypically manifested by skeletal muscle hypermetabolism and rhabdomyolysis during or after general anesthesia using inhalation anesthetics. An unexpected increase in CO<sub>2</sub> concentration at the end of exhalation is the most common initial sign of malignant hyperthermia. Atypical forms of this pharmacogenetic disease are observed much more often than lightning or fulminant. In Russia, malignant hyperthermia currently remains a problem.

We present a case of malignant hyperthermia in a 19-year-old girl who underwent surgery for nasal breathing disorders and received Sevoran anesthesia as support. The patient died 1 h 25 min after the surgery during withdrawal from anesthesia caused by a clinically confirmed syndrome of malignant hyperthermia. Forensic autopsy confirmed this diagnosis. The morphological changes in the skeletal muscles using both plain and elective histological stains were described.

The presented observation is valuable owing to the rarity of lightning-fast forms of malignant hyperthermia and the high lethality accompanying these pathologies. This expert case demonstrate how a competent and comprehensive histological examination, including the use of genetic testing, allows correct formulation of a diagnosis and, if necessary, reasonably answer questions from law enforcement agencies.

**Keywords:** malignant hyperthermia; anesthesia; Sevorane; ryanodine receptor; rhabdomyolysis.

## To cite this article

Anichkov NM, Kalinina EYu, Davydova ZV, Shcherbakova EV, Yagmurov OD. Clinical and morphological features of malignant hyperthermia: a rare case from practice. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):97–104. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm733>

Received: 11.06.2022

Accepted: 10.11.2022

Published: 30.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm733>

## 恶性高热的临床和形态学特征：一例来自实践的罕见病例

Nikolai M. Anichkov<sup>1</sup>, Elena Yu. Kalinina<sup>1</sup>, Zlata V. Davydova<sup>1</sup>,  
Ekaterina V. Shcherbakova<sup>2</sup>, Oraz D. Yagmurov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Bureau of Forensic Medical Examination of the Leningrad region, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>3</sup> St. Petersburg Bureau of Forensic Medical Examination, Saint Petersburg, Russian Federation

### 简评

现代全身麻醉最严重的并发症之一是恶性高热，表型表现为高碳酸血症、窦性心动过速、骨骼肌代谢亢进和横纹肌溶解或在使用吸入麻醉剂和非去极化肌肉松弛剂进行全身麻醉后。恶性高热症最常见的初始迹象是呼气结束时二氧化碳浓度突然上升。这种药物遗传性疾病的非典型形式比暴发性形式更常见。在俄罗斯恶性高热症的问题目前仍未得到解决。

作者描述了一例19岁女孩的恶性高热，她在使用西维兰麻醉下接受了鼻腔呼吸障碍的手术。由于出现了临床诊断的恶性高热，患者在离开麻醉状态1小时25分钟后死亡。法医尸检证实了这一诊断。使用观察性和选择性的组织学染色来描述骨骼肌的形态学变化。

所提出的观察值是由于雷电引起的恶性高热症的罕见性和伴随这些病理变体的高死亡率。这个专家案例展示了一个合格的、全面的组织学检查，包括使用基因测试，可以正确制定诊断，并在必要时对执法当局的问题作出合理的回应。

**关键词：**恶性高热；麻醉；塞弗兰；兰尼碱受体；横纹肌溶解。

### To cite this article

Anichkov NM, Kalinina EYu, Davydova ZV, Shcherbakova EV, Yagmurov OD. 恶性高热的临床和形态学特征：一例来自实践的罕见病例. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):97–104. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm733>

收到: 11.06.2022

接受: 10.11.2022

发布日期: 30.11.2022



## АКТУАЛЬНОСТЬ

Злокачественная гипертермия (ЗГ) является фармакогенетическим расстройством метаболизма скелетных мышц, наследуемым по аутосомно-доминантному типу. В большинстве случаев мутации обнаруживаются в гене, кодирующем рианодиновые рецепторы 1-го типа (RyR1), отвечающие за высвобождение  $Ca^{2+}$  из саркоплазматического ретикулула [1]. При наличии указанных мутаций возможны неконтролируемый выход  $Ca^{2+}$  и чрезмерная стимуляция аэробного и анаэробного гликолиза, что ведёт к респираторному и метаболическому ацидозу, изменениям проницаемости клеточной мембраны и гиперкалиемии [2, 3].

Необходимо отметить, что молниеносные, или фульминантные, формы ЗГ встречаются достаточно редко. Но существуют ещё и атипичные формы ЗГ, которые наблюдаются намного чаще. Например, ригидность жевательной мускулатуры в 1/3 случаев является признаком ЗГ и регистрируется с частотой 1:4000–1:16 000. В 45–52% наблюдений этот синдром развивается у людей в возрасте до 19 лет. Основные клинические проявления ЗГ включают в себя гиперкапнию, синусовую тахикардию и генерализованную мышечную ригидность. Наиболее частым начальным признаком ЗГ является неожиданный подъём концентрации  $CO_2$  в конце выдоха (ETCO<sub>2</sub>) [4]. Золотым стандартом диагностики ЗГ является галотан-кофеиновый контрактурный тест *in vitro*, недоступный в нашей стране. Другой способ диагностики — генетический тест с определением мутаций гена *RyR1*, обладающий низкой чувствительностью. Единственный известный препарат на данный момент против ЗГ — блокатор RyR1 дантролен — успешно прошёл регистрацию в России в марте 2022 г.

Несомненный интерес представляет случай из собственной практики, когда у молодой девушки, подвергшейся несложному плановому хирургическому вмешательству, развился синдром злокачественной гипертермии.

## ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРТНОГО СЛУЧАЯ

### Из обстоятельств дела

Пациентка Ю., 19 лет, поступила в хирургическое отделение с диагнозом хронического полипозного риносинусита с нарушением носового дыхания. В предоперационном периоде противопоказаний к операции выявлено не было.

*Из медицинских документов.* Проводилась комбинированная ингаляционная анестезия с миорелаксантами: премедикация раствором атропина сульфата и раствором фентанила (артериальное давление 136/82–122/78 мм рт. ст., частота сердечных сокращений 72–86/мин, синусовый ритм, SpO<sub>2</sub> 98–99%). Вводная анестезия раствором пропофола, прекураризация раствором пипекурония бромида,

интубация трахеи на фоне миоплегии раствором суксаметония йодида, перевод на принудительную вентиляцию лёгких в режиме IPPV (intermittent positive pressure ventilation): дыхательный объём 450 мл, частота дыханий 12/мин, отношение вдох/выдох — 1/2, положительное давление в конце выдоха 4 см вод.ст. Поддержание анестезии ингаляционным препаратом севофлюраном и раствором фентанила. Гемодинамика стабильна: артериальное давление 112/70–102/64–98/58–112/67 мм рт.ст., пульс 110–100–96–120/мин, ритм синусовый, SpO<sub>2</sub> (периферическая кислородная сатурация) 100%, pCO<sub>2</sub> (парциальное давление углекислого газа в плазме крови) 34–38–42 мм рт.ст.

09:40. Оперативное вмешательство в объёме септопластики, полипоэтомидотомии левой половины полости носа, эндоскопической синусотомии левой верхнечелюстной пазухи, подслизистой вазотомии нижних носовых раковин. Оперативное вмешательство прошло без осложнений.

11:05. Заменена ловушка газоанализатора монитора. Отключена подача севофлюрана. Дыхательный контур заменён, а искусственная вентиляция лёгких продолжена по полуоткрытому контуру. Периферическая температура 37°C, мышечной ригидности и тризма жевательной мускулатуры не выявлено. Аускультативно дыхание без хрипов.

11:10. pCO<sub>2</sub> 99 мм рт.ст., SpO<sub>2</sub> 100%. Выявлены тризм жевательной мускулатуры, повышение периферической температуры тела до 40°C, тенденция к брадикардии. Начаты реанимационные мероприятия.

11:43. pH (водородный показатель) 6,575; pCO<sub>2</sub> >130 мм рт.ст., K<sup>+</sup> (ионы калия) 6,2 ммоль/л; восстановление деятельности сердечно-сосудистой системы.

С 12:00 отмечались эктопический ритм с переходом в стойкую асистолию, ослабление дыхания слева, pH 6,78, pCO<sub>2</sub> 114,7 мм рт.ст., pO<sub>2</sub> (парциальное давление кислорода) 23 мм рт.ст., HCO<sub>3</sub><sup>+</sup> 17,1 ммоль/л, tCO<sub>2</sub> (общая концентрация двуокиси углерода) 21 ммоль/л, sO<sub>2</sub> (насыщение артериальной крови кислородом) 13%, Na<sup>+</sup> (ионы натрия) 134 ммоль/л, K<sup>+</sup> 9,0 ммоль/л, Hb (гемоглобин) 71 г/л, КФК-МВ (МВ-фракция креатинфосфокиназы) 431 Ед/л.

12:40. Несмотря на проводимые реанимационные мероприятия, через 1 ч 25 мин после окончания операции констатирована биологическая смерть пациентки.

### Заключительный клинический диагноз

Окончательный диагноз ЗГ был поставлен на основании клинических признаков в соответствии со шкалой, предложенной M.G. Larach в 1994 г. [6].

*Основное заболевание.* Искривление носовой перегородки с нарушением носового дыхания. Хронический полипозный риносинусит. Вазомоторный ринит. Операция: септопластика, полипоэтомидотомия левой половины полости носа. Эндоскопическая синусотомия левой

верхнечелюстной пазухи. Подслизистая вазотомия нижних носовых раковин. Синдром злокачественной гипертермии.

*Осложнения.* Сердечно-сосудистая недостаточность. Отёк лёгких. Отёк головного мозга.

*Непосредственная причина смерти:* острая сердечно-сосудистая недостаточность.

## Результаты судебно-медицинского вскрытия

Уже через 45 мин после констатации смерти при наружном осмотре трупа отмечены раннее появление трупных пятен в отлогих местах и задней поверхности тела, мышцы дрябловатой консистенции, ригидность скелетной мускулатуры (наиболее выраженная в икроножных мышцах) и выраженная плантарная флексия стоп. Макроскопически выявлены признаки выраженного острого венозного полнокровия в системе малого и большого кругов кровообращения с явлениями отека легких и головного мозга, множественными мелкими точечными кровоизлияниями.

*Гистологическое исследование.* При гистологическом исследовании во всех органах отмечалось резкое полнокровие не только в крупных сосудах, но также в артериолах и венах с развитием агрегации (сладжа) эритроцитов, явлениями внутрисосудистого гемолиза и формированием однородных желто-бурых масс, повторявших, как слепки, очертания сосудов (рис. 1).

Кроме того, многие сосуды разного калибра в лёгких, почках, печени и головном мозге содержали массы фибрина и тромбы, а в тканях этих органов имелись мелкие диапедезные и крупные сливные кровоизлияния. В миокарде выявлены участки волнообразной деформации и фрагментации кардиомиоцитов с очагами контрактур (рис. 2).

В скелетной мускулатуре (прямая мышца живота, мышцы бедра и голени) определялись признаки рабдомиолиза: на большом протяжении отмечались исчезновение поперечной исчерченности, разволокнение, а также очаговая извитость и гомогенизация некоторых мышечных волокон. В отдельных волокнах имелись признаки некроза в виде кариорексиса и кариолизиса (рис. 3, а). При окраске с помощью реакции ГОФП (гематоксилин–основной фуксин–пикриновая кислота; метод J.T. Lie с соавт. [7]) выявлялись фуксинофильные участки сегментарно окрашенных контрактур различной протяжённости и гомогенно окрашенные мышечные волокна (рис. 3, б).

В поляризационном свете отмечалось неравномерное свечение саркоплазмы мышечных волокон, были видны тёмные поперечные полосы «пересокращения».

*Генетическое исследование.* Посмертно было выполнено генетическое исследование с целью выявления мутации в гене, кодирующем RyR1, однако результат теста был отрицательным.

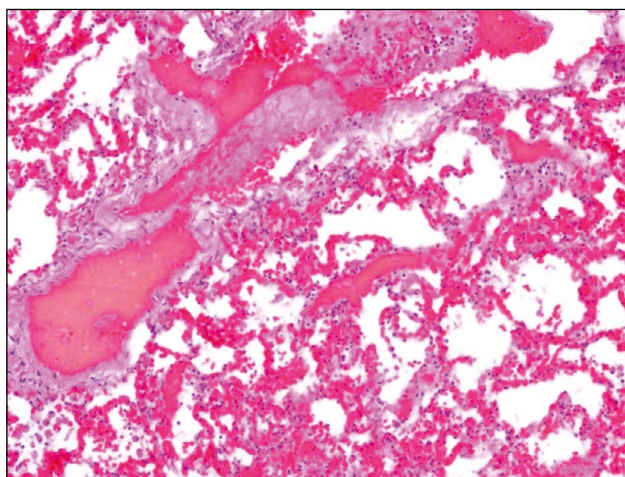


Рис. 1. Резкое полнокровие сосудистого русла с развитием сладжа и потерей очертания эритроцитов, формированием однородных желто-бурых масс (внутрисосудистый гемолиз). Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 100$ .

Fig. 1. Massive plethora of blood vessels with the development of sludge and loss of outline of red blood cells with the formation of homogeneous yellow-brown masses (intravasular hemolysis). Hematoxylin-eosin,  $\times 100$ .

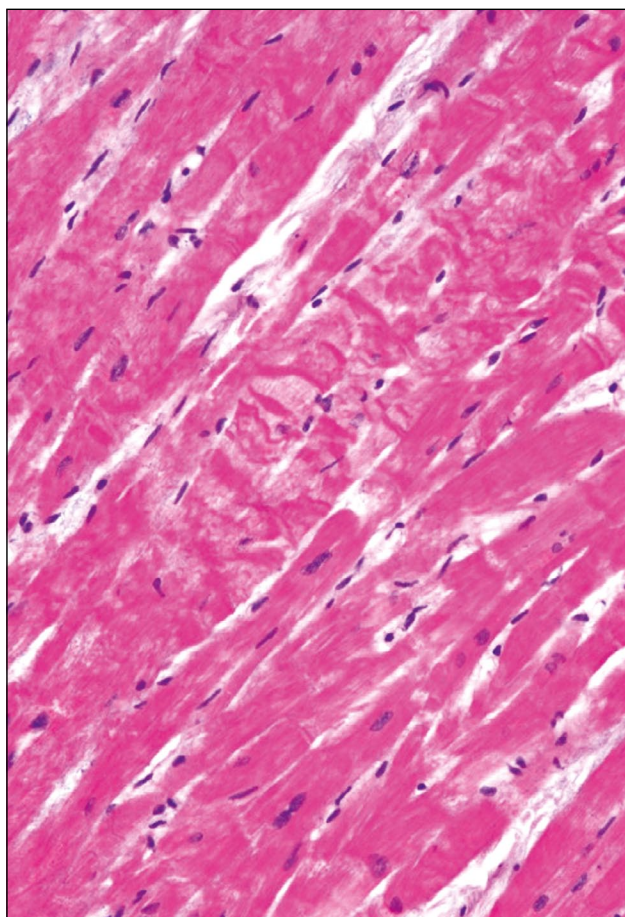
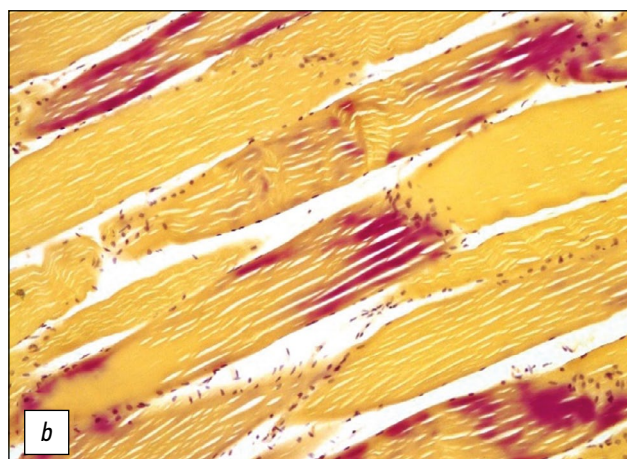
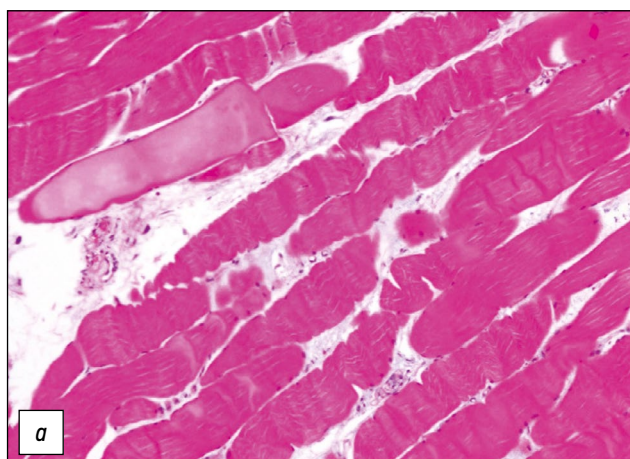


Рис. 2. Волнообразная деформация и фрагментация кардиомиоцитов с наличием участков контрактур. Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 200$ .

Fig. 2. Wave-like deformation and fragmentation of cardiomyocytes with the presence of contracture sites. Hematoxylin-eosin,  $\times 200$ .



**Рис. 3.** Морфологическая картина рабдомиолиза при злокачественной гипертермии: *a* — исчезновение поперечной исчерченности, разволокнение, очаговая извитость, гомогенизация отдельных мышечных волокон с участками просветления (окраска гематоксилином и эозином,  $\times 200$ ); *b* — положительно окрашенные фуксифильные участки (окраска ГОФП,  $\times 200$ ).

**Fig. 3.** Morphological picture of rhabdomyolysis in malignant hyperthermia: *a* — loss of cross-striation and fibrous structure, focal tortuosity, homogenization of individual muscle fibers with areas of enlightenment (Hematoxylin-eosin,  $\times 200$ ); *b* — positively stained fuchsinophilic areas (GOFP stain,  $\times 200$ ).

### Заключительный судебно-медицинский диагноз

На основании данных медицинских документов, результатов лабораторных исследований был сформулирован следующий судебно-медицинский диагноз.

*Основное заболевание.* Предрасположенность к злокачественной гипертермии (фармакогенетическое заболевание, класс МКБ-10 T88.3).

*Сочетанное заболевание.* Искривление носовой перегородки с нарушением дыхания (по клиническим данным). Хронический полипозный риносинусит. Воспалительно-отёчный полип левой половины полости носа с плоскоклеточной метаплазией (Б 18-18).

Операция (14.02.2018): септопластика, полипозотомия левой половины полости носа, эндоскопическая синусотомия левой верхнечелюстной пазухи, подслизистая вазотомия нижних носовых раковин (О-444-18).

*Осложнения.* Криз злокачественной гипертермии (по клиническим данным, резкий подъём температуры до  $40^{\circ}\text{C}$ , кислотно-основного состояния,  $\text{pH}$  6,78,  $\text{pCO}_2$  34–38–42 до 114 мм рт.ст.,  $\text{K}^+$   $>9$  ммоль/л): ускоренный посмертный аутолиз тканей, ригидность икроножных мышц, рабдомиолиз, выраженная плантарная флексия стоп, синдром диссеминированного внутрисосудистого свёртывания (массы фибрина и множественные тромбы в сосудах разного калибра, множественные кровоизлияния в лёгких, почках, печени и головном мозге). Острая сердечная недостаточность (выраженное венозное полнокровие в системах малого и большого круга кровообращения, отёк лёгких и головного мозга).

Непосредственной причиной смерти пациентки явился синдром диссеминированного внутрисосудистого свёртывания с развитием острой сердечно-сосудистой недостаточности.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный нами случай рассматривался в ходе комиссионной экспертизы, в состав которой были включены врачи судебно-медицинские эксперты, врач анестезиолог-реаниматолог, врач-патологоанатом.

Ценность представленного наблюдения обусловлена редкостью молниеносных форм злокачественной гипертермии и высокой летальностью, сопровождающими указанные варианты данного фармакогенетического заболевания.

Материалы представленного экспертного случая демонстрируют, как грамотно и полноценно проведённое гистологическое исследование, дополненное генетическим тестированием, позволяет в целях установления истины верно сформулировать диагноз и в случае необходимости аргументированно ответить на вопросы правоохранительных органов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Е.Ю. Калинина, Е.В. Щербакова — сбор данных; Е.Ю. Калинина, З.В. Давыдова — написание текста рукописи;

Н.М. Аничков, О.Д. Ягмуров — научное редактирование текста рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The article had no sponsorship.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lawal T.A., Wires E.S., Terry N.L., et al. Preclinical model systems of ryanodine receptor 1-related myopathies and malignant hyperthermia: a comprehensive scoping review of works published 1990–2019 // *Orphanet J Rare Dis.* 2020. Vol. 15, N 1. P. 113. doi: 10.1186/s13023-020-01384-x
2. Gong X. Malignant hyperthermia when dantrolene is not readily available // *BMC Anesthesiol.* 2021. Vol. 21, N 1. P. 119. doi: 10.1186/s12871-021-01328-3
3. Yang L., Tautz T., Zhang S., et al. The current status of malignant hyperthermia // *J Biomed Res.* 2020. Vol. 34, N 2. P. 75–85. doi: 10.7555/JBR.33.20180089
4. Knuiman G.J., Küsters B., Eshuis L., et al. The histopathological spectrum of malignant hyperthermia and rhabdomyolysis due

**Authors' contribution.** 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.. E.Yu. Kalinina, E.V. Shcherbakova — data collection; E.Yu. Kalinina, Z.V. Davydova — drafting of the manuscript; N.M. Anichkov, O.D. Yagmurov — critical revision of the manuscript for important intellectual content, review and approval of the final version of the manuscript.

## REFERENCES

1. Lawal TA, Wires ES, Terry NL, et al. Preclinical model systems of ryanodine receptor 1-related myopathies and malignant hyperthermia: a comprehensive scoping review of works published 1990–2019. *Orphanet J Rare Dis.* 2020;15(1):113. doi: 10.1186/s13023-020-01384-x
2. Gong X. Malignant hyperthermia when dantrolene is not readily available. *BMC Anesthesiol.* 2021;21(1):119. doi: 10.1186/s12871-021-01328-3
3. Yang L, Tautz T, Zhang S, et al. The current status of malignant hyperthermia. *J Biomed Res.* 2020;34(2):75–85. doi: 10.7555/JBR.33.20180089
4. Knuiman GJ, Küsters B, Eshuis L, et al. The histopathological spectrum of malignant hyperthermia and rhabdomyolysis

- to RYR1 mutations // *J Neurol.* 2019 Vol. 266, N 4. P. 876–887. doi: 10.1007/s00415-019-09209-z
5. Chang L., Daly C., Miller D.M., et al. Permeabilised skeletal muscle reveals mitochondrial deficiency in malignant hyperthermia-susceptible individuals // *Br J Anaesth.* 2019. Vol. 122, N 5. P. 613–621. doi: 10.1016/j.bja.2019.02.010
6. Larach M.G., Localio A.R., Allen G.C., et al. A clinical grading scale to predict malignant hyperthermia susceptibility // *Anesthesiology.* 1994. Vol. 80, N 4. P. 771–779. doi: 10.1097/00000542-199404000-00008
7. Lie J.T., Holley K.F., Kampa W.R., et al. New histochemical method for morphologic diagnosis of early stages of myocardial ischemia // *Proc Mayo Clin.* 1971. Vol. 46, N 5. P. 319–327.

- due to RYR1 mutations. *J Neurol.* 2019;266(4):876–887. doi: 10.1007/s00415-019-09209-z
5. Chang L, Daly C, Miller DM, et al. Permeabilised skeletal muscle reveals mitochondrial deficiency in malignant hyperthermia-susceptible individuals. *Br J Anaesth.* 2019;122(5):613–621. doi: 10.1016/j.bja.2019.02.010
6. Larach MG, Localio AR, Allen GC, et al. A clinical grading scale to predict malignant hyperthermia susceptibility. *Anesthesiology.* 1994;80(4):771–779. doi: 10.1097/00000542-199404000-00008
7. Lie JT, Holley KF, Kampa WR, et al. New histochemical method for morphologic diagnosis of early stages of myocardial ischemia. *Proc Mayo Clin.* 1971;46(5):319–327.

## ОБ АВТОРАХ

\* **Давыдова Злата Вячеславовна**, к.м.н.;  
адрес: Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-8230>;  
eLibrary SPIN: 7016-7086; e-mail: zлата.davydova@rambler.ru

**Аничков Николай Мильевич**, д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1834-7881>;  
eLibrary SPIN: 5222-7003; e-mail: anichkov@bk.ru

**Калинина Елена Юрьевна**, к.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7077-3584>;  
eLibrary SPIN: 1176-5739; e-mail: drkalinina@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Zlata V. Davydova**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
address: 2, Litovskay street, Saint-Peterburg, 194100, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-8230>;  
eLibrary SPIN: 7016-7086; e-mail: zlata.davydova@rambler.ru

**Nikolai M. Anichkov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1834-7881>;  
eLibrary SPIN: 5222-7003; e-mail: anichkov@bk.ru

**Elena Yu. Kalinina**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7077-3584>;  
eLibrary SPIN: 1176-5739; e-mail: drkalinina@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Щербакова Екатерина Васильевна;**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3818-1535>;eLibrary SPIN: 7685-0130; e-mail: [maestrovody@mail.ru](mailto:maestrovody@mail.ru)**Ягмуров Ораз Джумаевич, д.м.н.;**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1822-6043>;eLibrary SPIN: 7765-8978; e-mail [oraz.yagmurov@gmail.com](mailto:oraz.yagmurov@gmail.com)**Ekaterina V. Shcherbakova;**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3818-1535>;eLibrary SPIN: 7685-0130; e-mail: [maestrovody@mail.ru](mailto:maestrovody@mail.ru)**Oraz D. Yagmurov, MD, Dr. Sci. (Med.);**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1822-6043>;eLibrary SPIN: 7765-8978; e-mail [oraz.yagmurov@gmail.com](mailto:oraz.yagmurov@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm759>

## **II Научно-практическая конференция Межрегионального танаторадиологического общества «Лучевая диагностика для патологической анатомии и судебно-медицинской экспертизы: от прижизненной к посмертной»**

А.И. Щеголев, У.Н. Туманова

Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова,  
Москва, Российская Федерация

### **АННОТАЦИЯ**

Представлен краткий отчёт о II Научно-практической конференции Межрегионального танаторадиологического общества «Лучевая диагностика для патологической анатомии и судебно-медицинской экспертизы: от прижизненной к посмертной», прошедшей 7–8 октября 2022 года в Москве на базе Научно-исследовательского института морфологии человека имени академика А.П. Авцына Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского».

**Ключевые слова:** конференция; аутопсия; танаторадиология; посмертная магнитно-резонансная томография; посмертная компьютерная томография.

### **Как цитировать**

Щеголев А.И., Туманова У.Н. II Научно-практическая конференция Межрегионального танаторадиологического общества «Лучевая диагностика для патологической анатомии и судебно-медицинской экспертизы: от прижизненной к посмертной» // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 4. С. 105–110.  
DOI: <https://doi.org/10.17816/fm759>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm759>

## **II Scientific and practical conference of the Interregional Thanatoradiological Society “Radiological diagnostics for pathological anatomy and forensic medicine: from lifetime to postmortem”**

Alexandr I. Shchegolev, Ulyana N. Tumanova

Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russian Federation

### **ABSTRACT**

Brief report on the II Scientific and practical conference of the Interregional Thanatoradiological Society “Radiological diagnostics for pathological anatomy and forensic medicine: from lifetime to postmortem,” which took place on October 7–8, 2022, in Moscow on by the Avtsyn Research Institute of Human Morphology of Petrovsky National Research Center of Surgery.

**Keywords:** conference; autopsy; thanatoradiology; postmortem magnetic resonance imaging; postmortem computed tomography.

### **To cite this article**

Shchegolev AI, Tumanova UN. II Scientific and practical conference of the Interregional Thanatoradiological Society “Radiological diagnostics for pathological anatomy and forensic medicine: from lifetime to postmortem”. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):105–110.

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm759>

Received: 18.11.2022

Accepted: 21.11.2022

Published: 30.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm759>

## 第二届区域间协会科学和实践会议“病理解剖和法医检查的放射诊断：从生前到死后”

Alexandr I. Shchegolev, Ulyana N. Tumanova

Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russian Federation

### 简评

我们对区域间死因放射性协会的第二届科学和实践会议“病理解剖和法医专家的放射诊断：从生命期到死后”进行了简要报告，会议于2022年10月7-8日在莫斯科的A. P. Avtsyn人体形态学研究所、联邦国家科学机构“B. V. Petrovsky俄罗斯外科科学中心”举行。

**关键字：**会议；尸检；死因放射学；死后磁共振成像；死后计算机断层扫描。

### To cite this article

Shchegolev AI, Tumanova UN. 第二届区域间协会科学和实践会议“病理解剖和法医检查的放射诊断：从生前到死后”. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):105–110. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm759>

收到: 18.11.2022

接受: 21.11.2022

发布日期: 30.11.2022



7–8 октября 2022 года в Москве в очном формате на базе Научно-исследовательского института морфологии человека имени академика А.П. Авцына Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» прошла II Научно-практическая конференция Межрегионального танаториологического общества «Лучевая диагностика для патологической анатомии и судебно-медицинской экспертизы: от прижизненной к посмертной». В работе конференции приняли участие более 150 специалистов патологоанатомов, судебно-медицинских экспертов и рентгенологов из разных регионов Российской Федерации.

Открыл конференцию президент Межрегионального танаториологического общества проф. А.И. Щеголев. С приветственным словом к участникам конференции обратилась директор Научно-исследовательского института морфологии человека имени академика А.П. Авцына ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени акад. Б.В. Петровского» член-корр. РАН Л.М. Михалёва, пожелавшая успешной работы конференции и широкого внедрения посмертных лучевых исследований в повседневную патолого-анатомическую практику.

Президент Ассоциации судебно-медицинских экспертов проф. В.Н. Клевно вручил медали Ассоциации судебно-медицинских экспертов «За заслуги» Л.М. Михалёвой в номинации «В знак признания заслуг перед судебной медициной», Л.В. Кактурскому, О.В. Зайратьянцу, Ф.Г. Забозлаеву в номинации «За подготовку фундаментального руководства, комплекса учебной и учебно-методической литературы по судебной медицине — руководства для врачей», А.И. Щеголеву в номинации «За выдающийся вклад в развитие отечественной судебной медицины, разработку и внедрение в танаториологическую практику методов судебной радиологии», У.Н. Тумановой в номинации «За выполнение диссертационного исследования (докторской диссертации), имеющего существенное значение для экспертной практики», отметив при этом важность и необходимость лучевых исследований при проведении судебно-медицинской экспертизы живых лиц и тел погибших. Кроме того, проф. В.А. Клевно представил общественному вниманию новое руководство для врачей «Правила

формулировки судебно-медицинского и патологоанатомического диагнозов, выбора и кодирования причин смерти по МКБ-10».

В первый день конференции состоялись три заседания, во второй день — одно заседание и круглый стол.

В первый день конференции на заседании № 1 «Научные достижения в области посмертных лучевых исследований» (председатели: чл.-корр. РАН Л.М. Михалёва, Д.Н. Услонцев, проф. А.И. Щеголев) были заслушаны доклады «Методологические подходы к интерпретации прижизненных и посмертных изменений при выполнении посмертной рентгеновской компьютерной томографии» (А.В. Ковалев, Ю.П. Грибунов, А.И. Щеголев, У.Н. Туманова, В.А. Путинцев), «Феномен наличия скоплений газа в телах новорождённых при посмертной КТ» (У.Н. Туманова, В.Г. Быченко, А.И. Щеголев), «Проблема посмертной объективной оценки отёка головного мозга: истинный отёк или посмертное перераспределение жидкости?» (О.В. Савва, У.Н. Туманова, А.И. Щеголев).

На заседании № 2 «Лучевая диагностика для патологической анатомии и судебно-медицинской экспертизы: возможности и стремления» (председатели: чл.-корр. Л.В. Кактурский, проф. А.В. Ковалев) прозвучали доклады «Клинико-морфологические сопоставления компьютерной томографии лёгких и результатов вскрытий при COVID-19» (О.В. Зайратьянц, А.М. Авдалян, О.В. Астахова, А.А. Каниболоцкий), «Ошибочные интерпретации результатов компьютерной томографии головы и их значение в судебно-медицинской практике» (Е.В. Егорова, Е.М. Кильдюшов, Д.В. Буренчев), «КТ-ангиография как метод оценки ангиоархитектоники плаценты при морфологическом исследовании» (Е.Р. Фролова, У.Н. Туманова, К.А. Гладкова, А.И. Щеголев), «Морфологическая основа различных КТ-симптомов в лёгких при COVID-19: анализ результатов прицельного сопоставления» (Ж.Р. Омарова, М.В. Самсонова, Е.С. Першина, А.Л. Черняев, Д.Ю. Щекочихин), «Применение неинвазивных методов аутопсии в патологоанатомической и судебно-медицинской практике: современное состояние проблемы» (М.В. Лозина, М.В. Мнихович, И.А. Ширипенко, О.А. Сидорова, А.В. Романов, Т.В. Безуглова).

На заседании № 3 «Танаториология в клинической практике» (председатели: проф. В.А. Клевно, проф.





А.И. Щеголев) были заслушаны доклады «Танаторadiология в экспертизе костных останков» (С.Э. Дуброва, Ю.В. Чумакова, Т.Ю. Шведчикова), «Танаторadiология в экспертизе легкомоторной авиационной травмы» (Ю.В. Чумакова, С.Э. Дуброва, В.А. Клевно), «КТ и морфологические сопоставления при патологии головного мозга: анализ клинических наблюдений» (А.А. Каниболоцкий, И.П. Папышев, И.Е. Гончарова), «Сочетанная травма тела: возможности и ограничения компьютерной томографии» (Е.В. Егорова, Е.М. Кильдюшов, Д.В. Буренчев), а также сообщение «Актуальные решения для СМЭ в современных условиях» (С.Ю. Пупыкин, ООО «БиоВитрум»).

Во второй день конференции на заседании № 1 «Правовые аспекты и организационный вектор посмертных лучевых исследований в России» (председатели: проф. Е.М. Кильдюшов, проф. Ф.Г. Забозлаев, д.м.н. У.Н. Туманова) прозвучали доклады «Виды организации выполнения посмертных лучевых исследований в мировой практике» (А.И. Щеголев, У.Н. Туманова), «Вопросы актуализации нормативно-правовой базы танаторadiологических исследований» (Ф.Г. Забозлаев), «Правовые основы неинвазивной аутопсии в Российской Федерации: что сдвинулось с мёртвой точки?» (Д.М. Мустафина-Бредихина) и сообщение «Текущая ситуация с поставками продукции для патологоанатомических исследований отдельных производителей» (Д.В. Аксёнов, ООО «БиоЛайн»). Был заслушан отчёт о работе Межрегионального танаторadiологического общества за 2021–2022 годы (А.И. Щеголев).

Утверждены новые члены экспертного совета общества (проф. О.В. Зайратьянц, к.м.н. С.Э. Дуброва, Ю.В. Чумакова), а также подведены итоги творческого конкурса, победителями которого стали В.А. Синицына, У.Н. Туманова и Е.Р. Фролова.

По итогам заседания круглого стола «Танаторadiология: реальные возможности организации и практического использования в системе отечественного

здравоохранения» (модератор и ведущий к.м.н. А.Ю. Васильев, сопредседатели: чл.-корр. РАН Л.В. Кактурский, проф. Ф.Г. Забозлаев, проф. Е.М. Кильдюшов, проф. С.С. Кузнецов, проф. А.И. Щеголев) принято решение о необходимости внедрения танаторadiологических исследований в практику патологоанатомических отделений и бюро судебно-медицинской экспертизы, целесообразности проведения научных исследований для определения диагностических возможностей посмертных лучевых исследований, необходимости внесения танаторadiологических исследований в нормативно-правовые документы (Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», Приказ Минздрава России от 6 июня 2013 г. № 354н «О порядке проведения патологоанатомических вскрытий», Профессиональный стандарт «Врач-патологоанатом»), а также о необходимости дополнительного образования рентгенологов по особенностям посмертных лучевых исследований посредством школ и обучающих курсов.

В рамках конференции участники ознакомились с материалами выставки продукции ООО «Медико-техническое объединение «Стормовъ»», ООО «БиоВитрум» и ООО «БиоЛайн».

Материалы конференции отражены в сборнике печатных работ, размещённом в Российской научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU и библиографической базе данных Crossref агентства регистрации цифровых идентификаторов объекта (DOI), а также на сайте Межрегионального танаторadiологического общества ([www.thanatoradiology.ru](http://www.thanatoradiology.ru)).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при написании и публикации статьи.

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



**Вклад авторов.** Все 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.И. Щеголев — редактирование текста, отбор фотографий; У.Н. Туманова — написание текста статьи, подготовка фотографий.

## ОБ АВТОРАХ

\* **Щеголев Александр Иванович**, д.м.н., профессор;  
адрес: Россия, 117198, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2111-1530>;  
eLibrary SPIN: 9061-5983; e-mail: [ashegolev@oparina4.ru](mailto:ashegolev@oparina4.ru)

**Туманова Ульяна Николаевна**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0924-6555>;  
eLibrary SPIN: 7555-0987; e-mail: [patan777@gmail.com](mailto:patan777@gmail.com)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The article had no sponsorship.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** 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. A.I. Shchegolev — text editing, photo selection; U.N. Tumanova — text writing, photo preparation.

## AUTHORS' INFO

\* **Alexandr I. Shchegolev**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
address: 4, Akademika Oparina street, Moscow, 117997, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2111-1530>;  
eLibrary SPIN: 9061-5983; e-mail: [ashegolev@oparina4.ru](mailto:ashegolev@oparina4.ru)

**Ulyana N. Tumanova**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0924-6555>;  
eLibrary SPIN: 7555-0987; e-mail: [patan777@gmail.com](mailto:patan777@gmail.com)