

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64493>

Моделирование механической травмы глаза. Актуальность. История вопроса

© Д.Р. Здоровцов*, С.В. Чурашов, А.Н. Куликов, А.А. Кольбин

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург

Доля глазного травматизма в России составляет от 3 до 8 % от общего числа травм в мирное время. Травма глаза входит в «тройку» основных причин, приводящих к инвалидности по зрению, и составляет 22,8 %. В военное время массовое поступление раненых с поражением органа зрения требует оперативных решений по их сортировке, лечению, реабилитации, увольнению или возвращению в строй. В мирное время механическая травма глаза сопряжена с инвалидизацией работоспособного населения и большими материальными затратами. Учитывая актуальность механической травмы глаза, офтальмологи всего мира постоянно исследуют особенности патогенетического механизма, диагностики и лечения. Ретроспективные исследования основываются на анализе клинических случаев, которые не всегда однородны. Экспериментальное моделирование повреждений имеет давнюю историю. Попытки моделирования механической травмы глаза предпринимаются с 40-х гг. XX в. Математические модели рассчитываются на основе известных данных: толщины, плотности, упругости тканей, это позволяет прогнозировать результат воздействия ранящим агентом. К сожалению, в этих моделях затруднительно воспроизвести весь комплекс патоморфологических изменений. А созданные модели выполняли поставленные задачи, но имели определенные недостатки. В каждом последующем эксперименте улучшалась воспроизводимость и модель максимально точно приближалась к искомой. Специалисты кафедры офтальмологии имени профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова с 40-х гг. занимаются решением данной проблемы. Б.Л. Поляк впервые в эксперименте доказал, что закрытие ран глазного яблока роговичными и склеральными швами имеет преимущество перед операцией конъюнктивального покрытия. Б.В. Монахов и соавт. создали установку для нанесения минно-взрывной травмы глаза. М.М. Шишкин в эксперименте наносил комбинированную травму глаза путем удара ножом с прямоугольным лезвием по склере и выстрела из пневматической винтовки по рукоятке ножа. Б.А. Каневский и соавт. воспроизводили огнестрельную открытую травму глаза типа D выстрелом из пневматической винтовки с мультикомпрессионным поршневым насосом. Создание моделей, воспроизводящих механическую травму глаза, позволяло исследовать ее в эксперименте, что улучшало качество диагностики и снижало долю инвалидизации при данной патологии (библ.: 24 ист.).

Ключевые слова: закрытая травма глаза; кафедра офтальмологии имени профессора В.В. Волкова; механическая травма глаза; открытая травма глаза; офтальмология; экспериментальное моделирование.

Как цитировать:

Здоровцов Д.Р., Чурашов С.В., Куликов А.Н., Кольбин А.А. Моделирование механической травмы глаза. актуальность. история вопроса // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2021. Т. 40. № 1. С. 91–96. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64493>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64493>

Modeling of mechanical eye injury. Relevance. Background

© Dmitry R. Zdorovtsov*, Sergey V. Churashov, Aleksey N. Kulikov, Aleksey A. Kol'bin

S.M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, Saint Petersburg, Russia

The share of eye injuries in Russia is from 3 to 8% of the total number of injuries in peacetime. Eye trauma is one of the three main causes of vision disability and accounts for 22.8%. In wartime, the mass admission of wounded with damage to the organ of vision requires prompt decisions on their sorting, treatment, rehabilitation, dismissal, or return to duty. In peacetime, mechanical trauma to the eye is associated with the disability of the working population and large material costs. Considering the relevance of mechanical trauma to the eye, ophthalmologists around the world are constantly investigating the features of the pathogenetic mechanism, diagnosis, and treatment. Retrospective studies are based on the analysis of clinical cases, which are not always homogeneous. Experimental damage modeling has a long history. Attempts to simulate mechanical eye trauma have been made since the 40s of the XX century. Mathematical models are calculated based on known data: thickness, density, the elasticity of tissues, this makes it possible to predict the result of exposure to a wounding agent. Unfortunately, in these models, it is difficult to reproduce the entire complex of pathomorphological changes. The created models fulfilled the assigned tasks but had certain drawbacks. In each subsequent experiment, the reproducibility improved and the model approached the desired one as accurately as possible. Specialists of the Professor V.V. Volkov Ophthalmology Department S.M. Kirov Military Medical Academy since the 40s. are engaged in solving this problem. For the first time in an experiment, B.L. Pole proved that closure of eyeball wounds with corneal and scleral sutures has an advantage over conjunctival covering. B.V. Monakhov et al. created an installation for inflicting mine-explosive injury to the eye. In the experiment, M.M. Shishkin inflicted a combined eye injury by striking the sclera with a knife with a rectangular blade and firing an air rifle at the knife handle. B.A. Kanevsky et al. reproduced a D-type gunshot open eye injury shot from an air rifle with a multi-compression piston pump. The creation of models that reproduce the mechanical trauma of the eye made it possible to study it in an experiment, which improved the quality of diagnostics and reduced the proportion of disability in this pathology (bibliography: 24 refs).

Keywords: closed eye injury; Department of Ophthalmology named after Professor V.V. Volkov; experimental modeling; mechanical eye injury; open eye injury; ophthalmology.

To cite this article:

Zdorovtsov DR, Churashov SV, Kulikov AN, Kol'bin AA. Modeling of mechanical eye injury. Relevance. Background. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2021;40(1):91–96. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar64493>

Received: 28.02.2021

Accepted: 14.03.2021

Published: 23.03.2021

ВВЕДЕНИЕ

Механические повреждения глаз регистрируются у 114,5 человек на 100 000 населения [1], по данным Р.А. Гундоровой, в России и странах СНГ — около 1,6 млн травм глаз в год [3]. В России в мирное время глазной травматизм составляет от 3 до 8 % от общего числа травм [2]. До 32 % коечного фонда офтальмологических стационаров занято пациентами с глазными травмами [1], которые входят в «тройку» основных причин, приводящих к инвалидности по зрению, и при этом ее доля составляет 22,8 % [4].

Закрытая травма глаза (ЗТГ) встречается в 41,9 % всех травм глаза в мирное время [5] и является результатом бытовой, спортивной, производственной травмы и т. д. [2]. Так, на долю бытовой ЗТГ приходится 72,1 % [6], а криминальной — от 50 до 64,7 % [7]. По данным Е.В. Ченцовой и соавт. наибольшее число обращений с ЗТГ встречается среди лиц от 20 до 50 лет, что составляет 63,83 % [1].

Открытая травма глаза (ОТГ) в мирное время в структуре глазного травматизма диагностируется от 13,8 до 70,4 % [8]. Доля ее резко увеличивается при террористических катастрофах и на войне [9].

В период Великой Отечественной войны повреждения глаз составляли 1–2 % [10]. В войне в Афганистане офтальмологические санитарные потери составляли до 5,6 % [11]. В вооруженном конфликте на Северном Кавказе — до 10,2 %, при этом ЗТГ была в 32,8 % среди всех травм органа зрения [12]. По данным В.В. Волкова, на долю ОТГ в боевой обстановке приходится 70–75 % от всех механических повреждений глаза [11].

В военное время массовое поступление раненых с поражением органа зрения требует оперативных решений по их сортировке, лечению и возвращению в строй. В мирное время механическая травма глаза (МТГ) сопряжена с инвалидизацией работоспособного населения и большими материальными затратами. Надо помнить, что в условиях научного прогресса у пациентов повышены требования к функциональным исходам травм, поэтому задачей специалистов является оптимизация путей диагностики и лечения пострадавших с МТГ в мирных условиях и на поле боя. Реализовывать это приходится параллельно с постоянной индустриализацией, модернизацией летального и нелетального оружия, а также в условиях совершенствования методов диагностики и лечения.

Для решения этих проблем офтальмологами всего мира ведется постоянная работа по всестороннему изучению МТГ.

Цель — исследовать основные исторические этапы моделирования травмы и механической травмы глаза, описать основные виды экспериментов при ее моделировании, определить перспективы этого научно-исторического направления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Фундаментальной библиотеке Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, на веб-сайтах Google Академия и PubMed изучена литература по экспериментальному моделированию патологий в медицине и в офтальмологии. Выполнен научно-исторический анализ существующих моделей механической травмы глаза.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Моделирование — это метод повторения и изучения фрагмента действительности (события, ситуации) или управления им на основании представления объекта исследования с использованием его копии (модели).

Научно-исторический анализ литературы показал, что все направления по исследованию МТГ можно условно разделить на моделирование ЗТГ и ОТГ. Каждый из этих типов МТГ возможно изучить, выполняя клинические исследования и экспериментальное моделирование.

В клинических наблюдениях анализируется и обобщается клинический материал [8, 11, 13]. Одним из недостатков ретроспективных клинических исследований является малая по количеству наблюдений выборка. Эти выборки неоднородны и поэтому выдают недостоверный результат при использовании их данных в эксперименте.

G. Dupuytren еще в 1836 г. занимался исследованием огнестрельной травмы в эксперименте [14]. Вместе со своими учениками он стреляли по объектам с разными свойствами (свинцовые пластины, трупы, войлок и др.). Выявили, что огнестрельный канал имеет воронкообразную форму и выходное отверстие больше, чем входное.

Н.И. Пирогов также исследовал огнестрельную рану в эксперименте на трупах и препаратах их кожи [14]. На основании полученных данных и наблюдений за ранеными он установил, что выходное отверстие больше только в том случае, если снаряд контактировал и деформировался о кость.

Экспериментальное моделирование следует разделять на математическое и практическое (с использованием лабораторных животных). Математические модели рассчитываются для анализа изменений структур глаза от воздействия ранящего агента на основе известных данных: толщины, плотности и упругости тканей [13, 15].

B. Notghi и соавторы представили математическую модель глаза, фиксированного в глазнице («твердом черепе»), и действия взрывной волны на него — квази-несжимаемая неогуковская гиперэластичная модель. В этой модели рассчитываются максимальные изменения в структурах глаза, предшествующие разрыву его фиброзной капсулы [16].

В России профессором Е.Е. Сомовым разработана трехмерная компьютерная модель биомеханических

процессов, возникающих в момент воздействия силы на глазное яблоко. В модели обозначены изменения как анатомических структур во время удара, так и изменение внутриглазного давления, а также выделены фазы компрессионного и декомпрессионного воздействия на глаз [13]. Этот метод является наиболее гуманным. Но при использовании данных моделей невозможно исследование биохимических и патогенетических процессов травмы.

Модели на экспериментальных животных позволяют исследовать травму глаза с помощью лабораторных и инструментальных методов. В XXI в. исследователи создают модели преимущественно на глазах мелких лабораторных животных. Так, R.J. Blanch скидывал небольшие стальные шарики на глаза мышей и стрелял по ним пластмассовыми снарядами малого калибра [17]. С. Bricker-Anthony стрелял по глазу мыши сжатым воздухом из пейнтбольного ружья [18]. Недостатком данных моделей являются размер и строение глаза мелкого лабораторного животного. Это приводит к низкой воспроизводимости моделей при реализации на других животных.

Z. Gregor и S.J. Ryan создали комбинированную травму глаза в эксперименте на свиньях [19]. Недостатком модели является разобщение проникающего ранения и контузии во времени, а также наличие у лабораторного животного толстой склеры. Это препятствовало выпадению стекловидного тела и возникновению пролиферативной витреоретинопатии, что не соответствовало патоморфологии огнестрельной открытой травмы глаза (ООТГ).

С 40-х гг. XX в. на кафедре офтальмологии ВМедА ведется работа по экспериментальному моделированию МТГ. Б.Л. Поляк в 1948 г. в эксперименте исследовал действие препаратов при непроникающих ранах роговицы и впервые в эксперименте доказал, что закрытие ран глазного яблока роговичными и склеральными швами имеет преимущество перед операцией конъюнктивального покрытия [20, 21]. Б.В. Монахов создал модель для нанесения минно-взрывных поражений органа зрения [22]. М.М. Шишкин с соавт. в 2002 г. моделировали комбинированное ранение путем нанесения проникающей раны ножом с прямоугольным лезвием, по рукоятке которого наносился выстрел из пневматической винтовки для реализации контузионного компонента МТГ [23]. Достоинством

данной модели являлось отсутствие инородного тела внутри глазного яблока, недостатком — разобщение патогенетических факторов по времени. В 2018 г. Б.А. Каневским и соавт. создана новая модель ОТГ типа D на базе мультикомпрессионной пневматической винтовки [24]. Реализованная модель наиболее схожа с ООТГ по этиологическим и патогенетическим особенностям.

Все созданные модели несли конкретную цель и были актуальны на момент создания. На сегодняшний день продолжается работа над созданием экспериментальных моделей ЗТГ и ОТГ.

ВЫВОДЫ

Актуальность изучения МТГ с использованием ЭМ обусловлена увеличением случаев данного вида повреждений в мирное и военное время, а также разнородностью клинических данных.

Несмотря на высокую научно-историческую ценность уже созданных моделей МТГ, ни одна из них не воспроизводит этиопатогенез травм глаза полностью.

На кафедре офтальмологии имени профессора В.В. Волкова разрабатываются новые модели ЗТГ и ОТГ, более точно воспроизводящие современную механическую травму глазного яблока.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Финансирование данной работы не проводилось.

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

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Вклад авторов. Д.Р. Здоровцов — анализ данных, литературный поиск, написание текста статьи. А.А. Кольбин — литературный поиск, редактирование текста статьи. А.Н. Куликов, С.В. Чурашов — редактирование текста статьи. Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касымов Ф.О., Куликов В.С., Николаенко В.П., Зумбулдзе Н.Г. Механическая травма органа зрения. Учебное пособие. СПб., 2014. 51 с.
2. Ченцова Е.В., Алексеева И.Б., Иванов А.Н. Эпидемиология современной закрытой травмы органа зрения по данным специализированного стационара // Евразийский союз ученых. 2020. № 1-1 (70). С. 46–49.
3. Гундорова Р.А., Степанов А.В., Курбанова Н.Ф. Современная офтальмотравматология. М.: Медицина, 2007. 256 с.
4. Гундорова Р.А., Нероев В.В., Кашников В.В. Травмы глаз. М.: ГэотарМедиа, 2009. 553 с.
5. Shah S.M., Shah M.A., Singh R., et al. A prospective cohort study on the epidemiology of ocular trauma associated with closed-globe injuries in pediatric age group // Indian J. Ophthalmol. 2020. Vol. 68, No. 3. P. 500–503. DOI: 10.4103/ijo.IJO_463_19
6. Mansouri M.R., Mirshahi A., Hosseini M. Domestic ocular injuries: a case series // Eur. J. Ophthalmol. 2007. Vol. 17, No. 4. P. 654–659. DOI: 10.1177/112067210701700427

7. Ченцова Е.В., Алексеева И.Б., Куликов А.Н., и др. Клинические рекомендации закрытой травмы глаза / под ред. В.В. Нероева. Министерство здравоохранения РФ, 2017.
8. Yonekawa Y., Hacker H.D., Lehman R.E., et al. Ocular blast injuries in mass-casualty incidents: the marathon bombing in Boston, Massachusetts, and the fertilizer plant explosion in West, Texas // *Ophthalmology*. 2014. Vol. 121, No. 9. P. 1670–1676. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.04.004
9. Sobaci G., Akýn, T., Mutlu, F.M., et al. Terror-Related Open-globe Injuries: A 10-year Review // *Am. J. Ophthalmol.* 2005. Vol. 139, No. 5. P. 937–939. DOI: 10.1016/j.ajo.2004.11.009
10. Вишневикий Н.А. Заключение. В кн.: Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне. Т. 7. М., 1951. С. 303–322.
11. Волков В.В. Открытая травма глаза: монография. СПб.: ВМедА, 2016. 280 с.
12. Леонгардт Т.А., Белевитин А.Б., Бойко Э.В., Чурашов С.В., Харитонов Н.Н. Организация оказания специализированной офтальмологической помощи пострадавшим с закрытой травмой глаза (по материалам вооруженных конфликтов на Северном Кавказе 1994–1996 и 1999–2002 гг.) // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2011. № 1 (33). С. 201–204.
13. Сомов Е.Е., Кутуков А.Ю. Тупые травмы органа зрения / под ред. Е.Е. Сомова. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 100 с.
14. Озерецковский Л.Б., Гуманенко Е.К., Бояринцев В.В. Раневая баллистика: история и современное состояние огнестрельного оружия и средств индивидуальной бронезащиты. СПб.: Калашников, 2006. 374 с.
15. Bailoor S., Bhardwaj R., Nguyen T.D. Effectiveness of eye armor during blast loading // *Biomech. Model. Mechanobiol.* 2015. Vol. 14, No. 6. P. 1227–1237. DOI: 10.1007/s10237-015-0667-z
16. Notghi B., Bhardwaj R., Bailoor S., et al. Biomechanical Evaluations of Ocular Injury Risk for Blast Loading // *J. Biomech.*

- Eng. 2017. Vol. 139, No. 8. P. 081010 (9 pages). DOI: 10.1115/1.4037072
17. Blanch R.J., Ahmed Z., Sik A., et al. Neuroretinal cell death in a murine model of closed globe injury: pathological and functional characterization // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2012; Vol. 53, No. 11. P. 7220–7226. DOI: 10.1167/iovs.12-9887
18. Bricker-Anthony C., Hines-Beard J., Rex T.S. Eye-directed overpressure airwave-induced trauma causes lasting damage to the anterior and posterior globe: a model for testing cell-based therapies // *J. Ocul. Pharmacol. Ther.* 2016. Vol. 32, No. 5. P. 286–295. DOI: 10.1089/jop.2015.0104
19. Gregor Z., Ryan S.J. Combined posterior contusion and penetrating injury in the pig eye. I. A natural history study // *Br. J. Ophthalmol.* 1982. Vol. 66, No. 12. P. 793–798. DOI: 10.1136/bjo.66.12.793
20. Панкова Е.Д. Поляк Борис Львович и его значительный вклад в развитие военно-полевой офтальмологии. Вестник СМУС74. 2018. Т. 2, № 3 (22). С. 46–48.
21. Волков В.В., Бойко Э.В., Кириллов Ю.А., Рейтузов В.А. Борис Львович Поляк (к 110-летию со дня рождения) // *Офтальмологические ведомости*. 2009. Т. 2, № 2. С. 107–110.
22. Монахов Б.В., Гладких А.В. Защитные свойства мягких контактных линз от взрывов малой мощности. Огнестрельная травма органа зрения. Тез. докл. научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения проф. Б.Л. Поляка. Л.: ВМедА, 1989. 22 с.
23. Шишкин М.М., Миронов А.В. Вариант экспериментальной модели открытой травмы глазного яблока. Актуальные проблемы офтальмологии. Сборник тезисов по материалам 10-й научно-практической конференции. М., 2007.
24. Каневский Б.А., Чурашов С.В., Куликов А.Н., и др. Стандартизированная экспериментальная модель огнестрельной открытой травмы глаза // *Современные технологии в офтальмологии*. 2018. № 4. С. 147–149.

REFERENCES

1. Kasymov FO, Kulikov VS, Nikolaenko VP, Zumbulidze NG. *Mechanical trauma to the organ of vision*. Tutorial. Saint Petersburg; 2014. (In Russ.)
2. Chentsova EV, Alekseeva IB, Ivanov AN. Epidemiology of modern closed eye injury according to the data of a specialized hospital. *Eurasian Union of Scientists*. 2020;1-1(70):46–49. (In Russ.)
3. Gundorova RA, Stepanov AV, Kurbanova NF. *Modern ophthalmotraumatology*. Moscow: Meditsina Publisher; 2007. (In Russ.)
4. Gundorova RA, Neroev VV, Kashnikov VV. *Eye trauma*. Moscow: GeotarMedia Publisher; 2009. (In Russ.)
5. Shah SM, Shah MA, Singh R, et al. A prospective cohort study on the epidemiology of ocular trauma associated with closed-globe injuries in pediatric age group. *Indian J Ophthalmol.* 2020;68(3): 500–503. DOI: 10.4103/ijo.IJO_463_19
6. Mansouri MR, Mirshahi A, Hosseini M. Domestic ocular injuries: a case series. *Eur J Ophthalmol.* 2007;17(4):654–659. DOI: 10.1177/112067210701700427
7. Chentsova EV, Alekseeva IB, Kulikov AN, et al. *Clinical practice guidelines for closed eye injury*. Neroyev VV, ed. Ministry of Health of the Russian Federation; 2017. (In Russ.)
8. Yonekawa Y, Hacker HD, Lehman RE, et al. Ocular blast injuries in mass-casualty incidents: the marathon bombing in Boston, Massachusetts, and the fertilizer plant explosion in West, Texas. *Ophthalmology*. 2014;121(9):1670–1676. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.04.004
9. Sobaci G, Akýn, T, Mutlu, FM, et al. Terror-Related Open-globe Injuries: A 10-year Review. *Am J Ophthalmol.* 2005;139(5):937–939. DOI: 10.1016/j.ajo.2004.11.009
10. Vishnevsky NA. Conclusion. In: *Experience of Soviet medicine in the Great Patriotic War*. Т. 7. Moscow; 1951. P: 303–322. (In Russ.)
11. Volkov VV. *Open trauma of the eye: monograph*. Saint Petersburg: VMedA Publisher; 2016. (In Russ.)
12. Leongardt TA, Belevitin AB, Boyko EV, Churashov SV, Kharitonova NN. Specialized medical care management for the wounded with closed globe injury (according to the materials of local armed conflicts on the territory of the Northern Caucasus in 1994–1996 and 1999–2002 years). *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akadtmii*. 2011;1(33):201–204. (In Russ.)
13. Somov EE, Kutukov AY. *Blunt trauma to the organ of vision*. Somov EE, ed. Moscow: MEDpress-inform Publisher; 2009. (In Russ.)
14. Ozeretskovsky LB, Humanenko EK, Boyarintsev VV. *Wound ballistics: history and current state of firearms and personal body armor*. Saint Petersburg: Kalashnikov Publishing House; 2006. (In Russ.)

- 15.** Bailoor S, Bhardwaj R, Nguyen TD. Effectiveness of eye armor during blast loading. *Biomech Model Mechanobiol.* 2015;14(6):1227–1237. DOI: 10.1007/s10237-015-0667-z
- 16.** Notghi B, Bhardwaj R, Bailoor S, et al. Biomechanical Evaluations of Ocular Injury Risk for Blast Loading. *J Biomech Eng.* 2017;139(8):081010. DOI: 10.1115/1.4037072
- 17.** Blanch RJ, Ahmed Z, Sik A, et al. Neuroretinal cell death in a murine model of closed globe injury: pathological and functional characterization. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(11):7220–7226. DOI: 10.1167/iovs.12-9887
- 18.** Bricker-Anthony C, Hines-Beard J, Rex TS. Eye-Directed Overpressure Airwave-Induced Trauma Causes Lasting Damage to the Anterior and Posterior Globe: A Model for Testing Cell-Based Therapies. *J Ocul Pharmacol Ther.* 2016;32(5):286–295. DOI: 10.1089/jop.2015.0104
- 19.** Gregor Z, Ryan SJ. Combined posterior contusion and penetrating injury in the pig eye. I. A natural history study. *Br J Ophthalmol.* 1982;66(12):793–798. DOI: 10.1136/bjo.66.12.793
- 20.** Pankova E.D. Polyak Boris Lvovich and his significant contribution to the development of military field ophthalmology. *Bulletin SMUS74.* 2018;2(3 (22)):46–48. (In Russ.)
- 21.** Volkov VV, Boyko EV, Kirillov YA, Reitzov VA. Boris Lvovich Polyak (on the occasion of his 110th birthday). *Ophthalmology journal.* 2009;2(2):107–110. (In Russ.)
- 22.** Monakhov BV, Gladkikh AV. Protective properties of soft contact lenses against low-power explosions. *Ognestrel'naya travma organa zreniya* (Gunshot injury to the organ of vision). Abstracts. Report scientific conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of prof. B.L. Pole. Leningrad: VMedA Publisher; 1989. (In Russ.)
- 23.** Shishkin MM, Mironov AV. A variant of the experimental model of an open trauma of the eyeball. *Aktual'nyye problemy oftal'mologii* (Actual problems of ophthalmology). A collection of abstracts based on the materials of the 10th scientific-practical conference. Moscow; 2007. (In Russ.)
- 24.** Kanevsky BA, Churashov SV, Kulikov AN, et al. A standardized experimental model of a gunshot open eye injury. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii.* 2018;(4):147–149. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ

***Дмитрий Романович Здоровцов**, курсант;
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; eLibrary SPIN: 5753-3051; e-mail: zd97@mail.ru

Сергей Викторович Чурашов, докт. мед. наук, профессор;
eLibrary SPIN: 5370-7410

Алексей Николаевич Куликов, докт. мед. наук, доцент;
eLibrary SPIN: 6440-7706

Алексей Анатольевич Кольбин, врач-офтальмолог;
eLibrary SPIN: 4718-5171

AUTHORS INFO

***Dmitry R. Zdorovtsov**, cadet;
address: 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044, Russia;
eLibrary SPIN:5753-3051; e-mail: zd97@mail.ru

Sergey V. Churashov, MD, DSc (Medicine), Professor;
eLibrary SPIN: 5370-7410

Aleksey N. Kulikov, MD, DSc (Medicine), Associate Professor;
eLibrary SPIN: 6440-7706

Aleksey A. Kol'bin, ophthalmologist;
eLibrary SPIN: 4718-5171