

© КУТУКОВ А.Ю., КУТУКОВА Н.В., 2017
УДК 617.7-001.4-053.2-036.1

Кутуков А.Ю.¹, Кутукова Н.В.²

КЛИНИКО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ОРГАНА ЗРЕНИЯ ПЛАСТМАССОВЫМИ ПУЛЬКАМИ У ДЕТЕЙ

¹ГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»
Минздрава России, 194100, Санкт-Петербург, РФ;
²СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», 194104, Санкт-Петербург, РФ

Введение. В последние годы в структуре повреждений глазного яблока у детей заметную долю составляют травмы пластмассовыми пулями из игрушечного оружия. Биомеханика синдрома «пластмассовой пули» до сих пор остается описанной недостаточно подробно.

Цель проведенного исследования – определение силы удара пулек, выпущенных из детского игрушечного оружия по главному яблоку, а также расчет степени повышения внутриглазного давления в таких случаях.

Материал и методы. В ходе исследования использовался баллистический хронограф «Хрон-1», а также нами было сконструировано оригинальное техническое устройство, позволяющее относительно просто и в то же время достаточно точно произвести необходимые измерения. Кроме того, данное устройство позволяет измерять скорость полета пули на дистанциях существенно больших, чем обычные, «заводские», баллистические хронографы.

Результаты. Полученные расчетные данные были сопоставлены с клинической картиной контузий глазного яблока пулями из игрушечного оружия у 55 пострадавших детей. Выявленные в ходе исследования контузионные изменения глаз полностью согласовывались с данными расчетов, и показали высокую травмоопасность данного типа игрушек.

Выводы. Созданная нами оригинальная измерительная установка позволяет существенно упростить и повысить точность исследований по определению кинетической энергии пластмассовых пулек, выпущенных из игрушечного стрелкового оружия, имеет возможности более широкие, чем стандартные баллистические хронографы. Проведенные экспериментальные исследования согласуются с данными клинических наблюдений и свидетельствуют о высокой травмоопасности детских игрушек, стреляющих пластмассовыми пулями.

Ключевые слова: *травмоопасные игрушки; стреляющие игрушки; баллистический хронограф; синдром «пластмассовой пули»; клиника и биомеханика повреждений глаз.*

Для цитирования: Кутуков А.Ю., Кутукова Н.В. Клинико-биомеханические характеристики повреждений органа зрения пластмассовыми пулями у детей. *Российская педиатрическая офтальмология.* 2017; 12(2): 91-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1993-1859-2017-12-2-91-96>.

Для корреспонденции: *Кутуков Алексей Юрьевич*, кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии Санкт-Петербургского государственного медицинского университета Минздрава России. E-mail: a.kutukoff@mail.ru

Kutukov A.Y.¹, Kutukova N.V.²

THE CLINICAL AND BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE EYE INJURIES INFLICTED BY “PLASTIC BULLETS” IN THE IN CHILDREN OF DIFFERENT AGE

¹ Federal state budgetary educational institution of higher education “Saint-Petersburg State Pediatric Medical University”, Russian Ministry of Health, Saint-Petersburg, 194100, Russian Federation;

² Saint-Petersburg state budgetary healthcare facility “Municipal Mariinskaya Children’s Clinical Hospital”, Saint-Petersburg, 194104, Russian Federation

Introduction. During the recent years, the overall structure of eye injuries in the children has been characterized by a significant proportion of damages inflicted by “plastic bullets” fired from a toy weapon. Biomechanics of “plastic bullets” syndrome has not been described in sufficient detail.

Aim. The purpose of the present study was to determine the force of impact of the plastic bullets on the eyeball and the degree of elevation of intraocular pressure in the injured eyes.

Material and methods. A “Chron-1” ballistic chronograph was used throughout the study. Moreover, we designed the original device that allows to make the necessary measurements in the simple and precise manner. Its application enabled us to measure the speed of the plastic bullets covering the distances much greater than it was possible to determine with the help of the ordinary ballistic chronographs.

Results. The calculated data were compared with the clinical symptoms of this type of eyeball contusions in 55 children. The inflicted changes in their eyes observed in the experiments proved to be consistent with those apprehended theoretically. Both suggest a very high risk of injury to the eye created by this type of the shooting toys.

Conclusion. The proposed measuring system makes it possible to simplify and improve the accuracy of the evaluation of the kinetic energy of the plastic bullets fired from a toy weapon. It has a greater potential for conducting the relevant studies compared with that provided by the standard ballistic chronographs. The results of the present experimental study are in excellent agreement with the clinical observations and give evidence of the very high risk of injury to the eye created by the shooting toys firing “plastic bullets”.

Keywords: *injurious toys creating a high risk of eye trauma; shooting toys; ballistic chronograph; “plastic bullets” syndrome; biomechanics and clinical features of eye injuries.*

For citation: Kutukov A.Y., Kutukova N.V. The clinical and biomechanical characteristics of the eye injuries inflicted by “plastic bullets” in the in children of different age. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftal'mologiya (Russian pediatric ophthalmology)* 2017; 12(2): 91-96. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1993-1859-2017-12-2-91-96>.

For correspondence: *Kutukov Alexei Yur'evich*, candidate of medical sciences, assistant professor for the Department of Ophthalmology; Federal state budgetary educational institution of higher education “Saint Petersburg State Pediatric Medical University”, Russian Ministry of Health, Saint-Petersburg, 194100, Russian Federation. E-mail: a.kutukoff@mail.ru

Information about authors:

Kutukov A.Y. <http://orcid.org/0000-0002-8846-3506>; Kutukova N.V. <http://orcid.org/0000-0001-9310-4842>

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests The study had no sponsorship.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Received: 23 January 2017

Accepted: 07 February 2017

Введение. В последние десятилетия в структуре закрытой травмы глаза отмечается значительное число контузий глазного яблока, вызванных ударом пластмассовой пульки, выпущенной из стреляющих устройств различного образца (игрушечные пистолеты, ружья и автоматы – у детей, страйкбольное и пейнтбольное оружие – у подростков и взрослых) [1–4]. Как показывает наш опыт, в своем большинстве они оказываются достаточно тяжелыми и по этой причине не могут не привлекать к себе внимания врачей. Кроме того, различные контузионные изменения основных структур глаза при таких его поражениях образуют четко очерченный симптомокомплекс, объединенный ранее в синдром “пластмассовой пульки” [5–7]. Механика повреждений органа зрения указанного типа изучается рядом авторов в течение уже нескольких лет, хотя и остается недостаточно раскрытой. Ранее выполненные, в том числе и нами, исследования показали, что в момент удара глазное яблоко деформируется и этот процесс сопровождается почти мгновенным подъемом внутриглазного давления до весьма значительных цифр [8]. Безусловно, выраженность указанных изменений зависит от силы удара, показатели которого, применительно к различным стреляющим игрушкам и ружьям для страйкбола, определить достаточно сложно.

Цель выполненного исследования – определение силы удара пластмассовых пулек, выпущенных из различных видов детского игрушечного оружия в избранную цель, и определение клинических особенностей повреждений специфических для таких устройств.

Материал и методы. Важной задачей исследования было возможно более точное определение силы удара пульки по главному яблоку.

В соответствии с положениями основных законов физики, сила удара пульки напрямую зависит от ее кинетической энергии. Последняя же,

согласно известной формуле ($E = \frac{mv^2}{2}$), определяется массой и скоростью. Массу пульки можно легко определить с помощью обычных аналитических весов. Поэтому данный этап исследования не представлял каких-либо трудностей. Непростой оказалась задача по определению скорости полета пульки. Широко известные и обычно используемые для баллистических испытаний устройства в принципе рассчитаны или на работу с различными образцами боевого и охотничьего огнестрельного оружия, или спортивного малокалиберного огнестрельного или пневматического спортивного оружия. Измерения, проводимые на такой аппаратуре, возможны лишь в определенных «коридорах» значений, заложенных в конструкцию прибора, и не соответствуют тем параметрам, которые имеются у стреляющих игрушек.

Для достижения поставленной цели нами использован баллистический хронограф «ХРОН-1» Черниговского механического завода. Прибор изначально был разработан производителем для оценки параметров маломощных пневматических и пружинных систем, а также для контроля полученных данных и уточнения скорости на различном расстоянии от оружия. С учетом этих обстоятельств, нами было создано оригинальное устройство, позволяющее измерять скорость полета пульки, выпущенной из «безопасного» маломощного оружия различного типа [9] (рис. 1).

Данное устройство состоит из высокоточного спортивного электронного секундомера (1), кнопка «стоп» (2) которого преобразована в контакт-мишень (3), а также спускового электромагнита (4), подсоединенного к закрепленному в тисковом зажиме (5) образцу оружия (6). Электромагнит запускается посредством включателя (7), одновременно подсоединенного к пусковому контакту (8) секундомера.

Принцип работы устройства достаточно прост. При нажатии на включатель (7) сразу же срабаты-

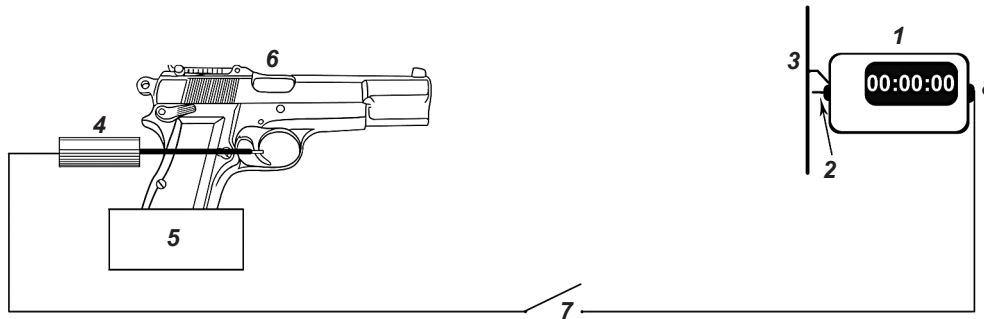


Рис. 1. Устройство для измерения скорости полета пульк, выпущенных из игрушечного оружия. Объяснения см. в тексте.

вает электромагнит (4), вследствие чего происходит выстрел из пистолета и одновременно включается секундомер, устанавливаемый на точно регулируемом расстоянии от него. При попадании пульки в контакт-мишень (3), срабатывает его стоп-кнопка (2) и отсчет времени прекращается.

После выстрела, считав показания секундомера, можно приступать к расчетам по определению как скорости полета пульки, так и ее энергии, используя уже упомянутую формулу ($E = \frac{mv^2}{2}$).

Серия выполненных нами в 2015–2016 гг. экспериментов из 250 измерений позволила установить, что определение скорости полета на дистанциях до 2 м обоими приборами производится с аналогичными результатами. Кроме того, созданное устройство позволяет измерять и среднюю скорость полета пульки, измеряя ее на дистанции от нескольких сантиметров, до расстояния более 2 м. В то же время прибор Хрон-1 и остальные его аналоги определить скорость пульки на расстоянии более 0,5–2 м (в зависимости от модели) и соответственно позволить достоверно рассчитать ее снижение конструктивно не способны.

Результаты и обсуждение. Проведенные измерения позволили рассчитать скорость полета различных пульк, наиболее часто по нашим наблюдениям травмирующих глазное яблоко у детей. Для сравнения аналогичные данные получены и в отношении шаров страйкбольного оружия (табл. 1).

Используя эти данные, можно вычислить и силу удара пульки по главному яблоку. Вместе с тем в ходе такого расчета необходимо учесть, что

сила удара одного тела о другое зависит еще и от типа соударения. Самыми крайними и в то же время наиболее «чистыми» (с точки зрения расчета силы удара) являются «абсолютно упругое» и «абсолютно неупругое» взаимодействия. Взаимодействие пульки с глазом практически точно соответствует абсолютно неупругому удару, поскольку она передает подавляющее большинство своей кинетической энергии тканям. При таком варианте взаимодействия, согласно уравнению Ньютона, сила удара определяется формулой:

$$F = \frac{mV}{\Delta t},$$

где F – сила удара, m – масса пульки, V – скорость ее полета, Δt – время соударения двух объектов [10, 11].

По данным проведенных нами исследований, для игрушечных детских пистолетов средняя масса пульки составляет 0,114 г, средняя скорость – 54,8 м/с, а время соударения (Δt) достигает 65 мс, что совпадает с результатами, полученными ранее [11, 12]. При таких параметрах сила удара пульки по глазу составляет 0,0961Н (Ньютон). Казалось бы, она ничтожна, что, вероятно, и могло бы успокоить производителей таких игрушек. Однако если сопоставить ее с весом пульки (определяется по формуле $W = mg$), то окажется, что фактически она равна суммарному весу почти 86 пульк ($F \div mg = 85,75$). У игрушечных «автоматов» с более сложным механизмом и большей длиной ствола при использовании тех же пульк скорость полета снаряда еще выше – 62,3 м/с, и сила удара соответственно составляет 0,109Н.

Таблица 1

Масса и скорость пульк различных видов игрушечного стрелкового оружия

Вид игрушечного оружия	Калибр пульки, мм	Масса пульки, г	Средняя скорость полета, м/с
Детские короткоствольные пружинные игрушечные пистолеты	4,5	0,114	54,8±0,4
Детские игрушечные «автоматы» и «пистолеты-пулеметы» со смешанным (пружинно-пневматическим) механизмом	4,5	0,114	62,3±0,4
Страйкбольная имитация пистолета «Глок»	6,0	0,2	98,3±0,3
Страйкбольная имитация АК-47	6,0	0,28	127,8±0,5
Страйкбольная пружинная имитация Ремингтон М24	6,0	0,43	223,7±0,6

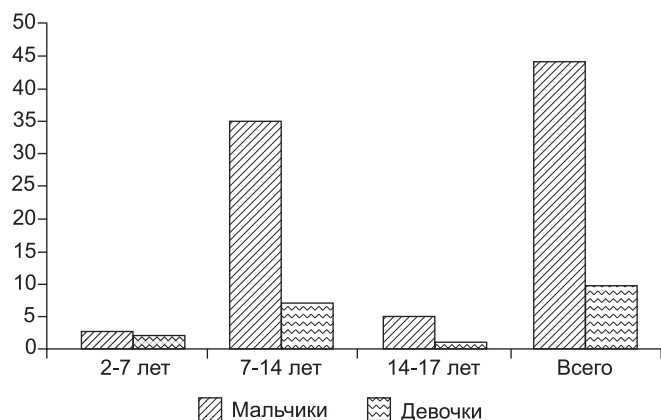


Рис. 2. Распределение пострадавших детей с контузией глазного яблока, полученной от пластмассовой пульки по возрасту и полу.

По оси абсцисс – возраст детей; по оси ординат – число детей.

Проверенные теми же способами, для сравнения, страйкбольное оружие, предназначенное для использования взрослыми в спортивно-игровых целях, имеет куда большую мощность.

Это обуславливает серьезные ограничения по безопасности страйкбольного оружия, учтенные его производителями. Имеются также в отличие от детских игрушек и рекомендации по обязательному использованию защитных средств.

Наши расчеты показали: сила удара “пистолетной” страйкбольной пульки составила 0,302 Н, шарика, выпущенного из “автомата” – 0,55 Н, а из винтовки с различным устройством производства выстрела – от 1,274 до 1,48 Н. К счастью, у детей травмы, вызванные страйкбольным оружием, встречаются относительно редко. Однако их все же диагностируют у подростков старшего школьного возраста, иногда участвующих в таких играх, или у детей младшего возраста, которые получают повреждения дома, добравшись до имитаций оружия, принадлежащих родителям.

Следующим этапом наших расчетов явилась оценка степени повышения давления, кратковременно возникающего в глазу в момент нанесения удара. Ранее проведенные эксперименты показали, что радиус эффективной площади взаимодействия пульки с глазным яблоком составляет ~ 1/2 диаметра пульки (что составляет 2,25 мм для пульки калибром 4,5 мм). Добавочное давление, возникающее в этом случае при соударении, можно рассчитать по формуле:

$$P = \frac{F}{\pi R^2} [8, 12, 13].$$

В рассматриваемой ситуации для детской игрушки-пистолета оно составляет 6042,386 Па, то есть 45,32 мм рт. ст., а для “автомата” – 6853,487 Па, то есть 51,41 мм рт. ст.

Иными словами, например при исходном офтальмотонусе в 23 мм рт. ст. он мгновенно и на короткий период повысится до 68,3 мм рт. ст. в

результате попадания пульки из игрушечного пистолета и до 74,41 мм рт. ст. при попадании пульки из “автомата”. Это служит математическим обоснованием высокой повреждающей способности пулек, выпущенных из детских стреляющих игрушек.

Ориентируясь на полученные в экспериментальной части работы данные, нами были обследованы 55 пострадавших детей, получивших закрытую травму одного глаза пулкой, выпущенной из стреляющего устройства. Все дети были доставлены в клинику в порядке скорой и неотложной помощи в сроки от 1 до 10 часов от момента получения травмы. Обстоятельства возникновения травм у 55 обследованных детей четко разделились на 3 группы: собственная неосторожность при зарядке/разборке оружия у 13 (23,64%) детей; действия других участников игры с прямым попаданием пульки в глаз у 39 (70,9%) детей; действия других участников игры с попаданием пульки в глаз в результате рикошета у 3 (5,46%) детей.

Распределение пострадавших детей с контузией глазного яблока от пластмассовой пульки по возрасту и полу представлено на рис. 2.

Среднее соотношение мальчики/девочки составило 3,7/1. Вместе с тем, это соотношение имеет выраженную возрастную зависимость (см. рис. 2). Большинство пострадавших – 43 (78,2%) ребенка на момент получения травмы находились в возрастной группе от 7 до 14 лет, остальные – относительно равномерно распределились по возрастной шкале от 3 до 17 лет.

При оценке обстоятельств травмы у 5 детей младшей возрастной группы не удалось достоверно выяснить расстояния, с которого была выпущена пулька и установить факт прямого попадания или рикошета, так как все они получили повреждения в результате действий других лиц и не могли точно описать обстоятельства на тот момент. У старших детей в большинстве случаев – 47 (94,0%) отмечалось прямое попадание пульки в глаз с расстояния от 1,5 до 5 м. При этом у 13 (26,0%) из них травма возникла в результате собственной неосторожности при зарядке/разборке игрушек с расстояния менее 1 м, с возникновением наиболее тяжелых проявлений. В 3 случаях причиной контузии послужили рикошеты с расстояния около 2–4 м.

Диагностированные контузии (согласно классификации Б.Л. Поляка с дополнениями Е.Е. Сомова [1, 2, 7, 13]) были квалифицированы как тяжелые у 46 (83,6%) детей. Повреждения средней степени тяжести зарегистрированы у 9 (16,4%) пострадавших. Выявленная стандартность контузионных изменений глазного яблока у детей при данном виде травмы, наблюдаемая в прошлые годы, позволила нам ранее выделить комплекс часто повторяющихся и сходных по выраженности клинических проявлений, который ранее был выделен под название синдрома “пластиковой пульки” [5, 6].

Таблица 2
Основные клинические признаки синдрома
“пластиковой пульки”

Вид контузионных изменений структур глазного яблока	Частота встречаемости у пострадавших детей (n/%)
Локальная эрозия роговицы и ее отек	34/61,8
Преципитаты на заднем эпителии роговицы	28/50,9
Частичная гифема	42/76,4
Деформация зрачка	21/38,2
Разрывы сфинктера радужки	8/14,6
Травматический иридоциклит	47/85,5
Посттравматическая катаракта	11/20,0
Подвывих хрусталика	2/3,6
“Контузионная” транзиторная миопия	8/14,6
Цилиохориоидальная отслойка.	2/3,6
Частичный гемофтальм	4/7,3
Контузионный отек сетчатки	42/76,4
Пре- и интратетинальные геморрагии	10/18,2
Разрыв хориоидеи	3/5,5
Разрывы и отрывы сетчатки	5/9,1

Его клиническая характеристика представлена в табл. 2.

Как видно из приведенных данных, у большинства детей (47; 85,5% пострадавших) диагностирован травматический иридоциклит, возникавший крайне быстро, в сроки от 4-х часов после травмы, протекавший с офтальмогипотензией на заинтересованном глазу, впоследствии купированной вместе с проявлениями воспаления. Дополнительные методы исследования (гониоскопия, ультразвуковые методики) в этих случаях патологии угла передней камеры, цилиарного тела не выявили. У 42 (76,4%) пациентов был выявлен контузионный отек сетчатки, у такого же числа детей отмечена частичная гифема в виде взболтанной взвеси, у части пострадавших с формирующимся сгустком в нижнем отделе. У 34 (61,8%) пострадавших были обнаружены локальная эрозия роговицы округлой формы и отек (в зоне контакта с пластмассовой пулькой). У 28 (50,9%) детей были обнаружены преципитаты на заднем эпителии роговицы, притом в пределах площади, соответствующей проекции эрозии и отека роговицы.

Реже были отмечены: деформация зрачка у 21 (38,2%), травматическая катаракта у 11 (20,0%), пре- и интратетинальные геморрагии у 10 (18,2%), разрывы сфинктера радужки с возникновением мидриаза у 8 (14,6%) детей. У 8 пациентов была отмечена транзиторная миопия степенью от 1,5 до 5,5 дптр. Сравнительно редко отмечались разрывы и отрывы сетчатки от зубчатой линии (5 детей – 9,1%); гемофтальм (4 ребенка – 7,3%); разрывы хориоидеи выявлены у 3 пострадавших (5,5%),

а у 2 (3,6%) – установлена цилиохориоидальная отслойка с гипотензией, успешно купированная консервативными методами. Кроме того, в 2 случаях диагностирован подвывих хрусталика I–II степени без нарушения офтальмотонуса.

Острота зрения у детей при поступлении в клинику варьировала от 0,05 до 0,5.

В целом клиническое течение перечисленных контузионных изменений структур глазного яблока, за исключением детей с отслойкой сетчатки и контузионной катарактой, оказалось благоприятным на фоне консервативной терапии.

Экстракция подвывихнутого хрусталика с имплантацией интраокулярной линзы потребовалась и была успешно выполнена 2 пациентам (3,6% от числа всех травмированных детей), экстрасклеральное пломбирование разрыва и отрыва сетчатки – 3 пострадавшим (5,5% от всех случаев таких контузий), а барьерная лазерная коагуляция разрывов сетчатки без экстрасклеральных вмешательств оказалось достаточной у оставшихся 2 (3,6%) пациентов.

В результате проведенных лечебных мероприятий у 41 (74,5%) ребенка острота зрения восстановилась до исходной, имевшейся до травмы. У остальных было снижение зрительных функций: у 5 значительное – острота зрения менее 0,2; у 9 детей – со снижением до 0,4–0,6. Кроме того, у 30 (54,5%) детей с ранее имевшимися интра- и субретинальными кровоизлияниями, а также отеком сетчатки, несмотря на полное восстановление остроты зрения, отмечено возникновение атрофических очаговых изменений в ретине и хориоидеи в поврежденных зонах, что в более отдаленные сроки после травм потребовало барьерной лазерной коагуляции и систематического наблюдения в связи с риском возникновения отслоек сетчатки.

Таким образом, несмотря на благоприятные исходы травмы, для синдрома “пластмассовой пульки” у детей характерно значительное преобладание закрытой травмы глазного яблока тяжелой степени, проявляющейся “стандартным” набором основных контузионных повреждений глазного яблока.

Выводы

1. Созданная нами измерительная установка позволяет стандартизировать, существенно упростить и повысить точность исследований по определению кинетической энергии пластмассовых пульек, выпущенных из различных образцов игрушечного стрелкового оружия.

2. Точность измерений данной установки в практическом смысле не уступает точности измерений на баллистическом хронографе «ХРОН-1» при существенном упрощении методики исследования.

3. Проведенные экспериментальные исследования в совокупности с многочисленными клиниче-

скими наблюдениями свидетельствуют о высокой травмоопасности исследованных детских игрушек стреляющего типа, которые широко распространяются через торговые сети. Результатом их воздействия нередко являются стойкие нарушения зрительных функций. Кроме того, более половины пострадавших требует длительного наблюдения из-за высокого риска возникновения у них таких нарушений впоследствии.

4. Необходимо разработать критерии безопасности, которым должны отвечать детские стреляющие игрушки, а также рекомендации по их использованию, которые должны быть доведены до сведения родителей, приобретающих детям подобные изделия.

Долевое участие авторов: Кутуков А.Ю. – 50%, Кутукова Н.В. – 50%.
Финансирование. Финансирование исследования и публикации не осуществлялось.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Сомов Е.Е., Кутуков А.Ю. *Тупые травмы органа зрения*. М.: 2005.
- Бржеский В.В., Кутуков А.Ю. Повреждения глаз у детей. В кн.: Сомов Е.Е. (ред.). *Избранные разделы детской клинической офтальмологии*. СПб.: Человек, 2016: 246–74.
- Кутуков А.Ю. Особенности синдрома «пластмассовой пульки» у взрослых пострадавших. В кн.: *Сборник научных трудов юбилейной конференции «Современные проблемы детской офтальмологии»*. СПб.: 2010: 211–2.
- Рафаа Б.Т., Бржеский В.В., Сомов Е.Е. Специфика поврежденного глаза в детском возрасте. В кн.: *Актуальные проблемы современной клинической медицины: Материалы региональной научно-практической конференции*. Подольск; 2005: 202–3.
- Сомов Е.Е., Бржеский В.В., Ефимова Е.В. Особенности контузий глазного яблока пластмассовой пулей из игрушечного пистолета у детей. В кн. *Боевые повреждения органа зрения: Тезисы докладов научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. Б.Л. Поляка*. СПб.: 1999: 199–201.
- Сомов Е.Е., Бржеский В.В. К особенностям некоторых закрытых и прободных травм глаза у детей. В кн.: *Офтальмология на рубеже веков. Сборник научных статей*. СПб.: 2001: 268–70.
- Сомов Е.Е. Повреждения глаз у детей. В кн.: Даниличев В.Ф. (ред.). *Современная офтальмология: Руководство для врачей*. СПб.: Питер; 2000: 159–64.
- Кутуков А.Ю., Сомов Е.Е. Трехмерная электронная модель биомеханических изменений глазного яблока при его закрытых травмах. *Офтальмохирургия и терапия*. 2004; 4 (3): 23–6.
- Сомов Е.Е., Кутуков А.Ю. *Устройство для определения скорости полета пластмассовых пулек, выпущенных из игрушечного ружья*. Патент РФ № 64768; 2007.
- Бауэр С.М., Зимин Б.А., Товстик П.Е. *Простейшие модели теории оболочек и пластин в офтальмологии*. СПб.: СПбГУ; 2001.
- Сидоров В.П., Кутуков А.Ю., Рафаа Б.Т. Метод выяснения безопасных механических параметров травмоопасных детских стреляющих игрушек. В кн.: *Современные проблемы детской офтальмологии*. СПб.: Пиастр; 2005: 105–6.
- Кутуков А.Ю., Рафаа Б.Т., Сомов Е.Е. и др. К вопросу о безопасных механических параметрах травмоопасных детских стреляющих игрушек. В кн.: *Сборник трудов конференции «Биомеханика глаза»*. М.; 2005: 247–8.
- Сомов Е.Е. (ред.). *Повреждения органа зрения у детей*. СПб.: СПбГПМА; 1991.

REFERENCES

- Somov E.E., Kutukov A.Yu. *Blunt Eye Injury. [Тупые травмы органа зрения]*. Moscow; 2005. (in Russian)
- Brzheskiy V.V., Kutukov A.Yu. Eye injuries in children. In: Somov E.E. (Ed.). *Selected Sections of Clinical Pediatric Ophthalmology [Избранные разделы детской клинической офтальмологии]*. St. Petersburg: Chelovek; 2016: 246–74. (in Russian)
- Kutukov A.Yu. Features of “plastic bullets” syndrome in adults. In: *Modern Problems of Pediatric Ophthalmology: Materials Anniversary Conference*. St. Petersburg. 2010: 211–2. (in Russian)
- Rafaa B.T., Brzheskiy V.V., Somov E.E. Specifics of eye injuries in children. In: *Actual Problems of Modern Clinical Medicine: Materials of Regional Scientific&Practical Conference*. Podol'sk; 2005: 202–3. (in Russian)
- Somov E.E., Brzheskiy V.V., Efimova E.V. Features contusions of the eyeball by plastic bullets from the toy gun at children. In: *Combat Damage to the Organ of Vision: Abstracts of Scientific Conference Dedicated to the 100th Anniversary of Birth prof. B.L. Polyak. [Боевые повреждения органа зрения]*. St. Petersburg; 1999: 199–201. (in Russian)
- Somov E.E., Brzheskiy V.V. A features of some closed and perforated eye injuries in children. In: *Ophthalmology at the Turn of the Century. Collection of Scientific Articles. [Офтальмология на рубеже веков]*. St. Petersburg; 2001: 286–70. (in Russian)
- Somov E.E. Eye injuries in children. In: *Modern Ophthalmology. Guidelines for Doctors. [Современная офтальмология]*. St. Petersburg; Piter; 2000: 159–64. (in Russian)
- Kutukov A.Yu., Somov E.E. The three-dimensional electronic model of biomechanical changes of the eyeball blunt traumas. *Oftal'mokhirurgiya i terapiya*. 2004; 4 (3): 124–3. (in Russian)
- Somov E.E., Kutukov A.Yu. *The Device for Determining the Speed of Flight of Plastic Bullets Fired from a Toy Gun*. Patent RF № 64768; 2007. (in Russian)
- Bauer S.M., Zimin B.A., Tovstik P.E. *The Simplest Model of the Theory of Shells and Plates in Ophthalmology*. St. Petersburg; 2001. (in Russian)
- Sidorov V.P., Kutukov A.Yu., Rafaa B.T. The method of finding a safe mechanical parameters traumatic childhood shooting toys. In: *Modern Problems of Pediatric Ophthalmology*. St. Petersburg; Piasr; 2005: 105–6. (in Russian)
- Kutukov A.Yu., Rafaa B.T., Somov E.E. et al. On the issue of safety of mechanical parameters traumatic childhood shooting toys. In: *Eye Biomechanics: Conference Proceedings*. Moscow; 2005: 247–8. (in Russian)
- Somov E.E. (Ed.). *Organ of Vision Trauma in children*. St. Petersburg; 1991. (in Russian)

Поступила 23.01.17

Принята в печать 07.02.17