

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-43-49>



# Возможности использования транспальпебральной тонометрии для скрининг-контроля внутриглазного давления у детей младшего возраста

Е.Н. Иомдина , Н.Ю. Кушнаревич, Т.Ю. Ларина, А.Ю. Панова

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия

**Цель работы** — изучение возможности использования транспальпебральной тонометрии (ТПТ) с помощью устройства «Тонотест» у детей младшей возрастной группы (до 5 лет включительно) для скрининг-контроля внутриглазного давления (ВГД). **Материал и методы.** В рамках скринингового обследования ВГД определяли у 46 детей (92 глаза) в возрасте 5 мес — 5 лет, разделенных на 2 группы. В 1-й группе — 21 ребенок (42 глаза) в возрасте 5 мес — 3 года (в среднем  $1,5 \pm 1,0$  года) — для тонометрии использовали только «Тонотест», а во 2-й группе — 25 детей (50 глаз) в возрасте 3,5–5 лет (в среднем  $4,5 \pm 0,6$  года) — измерение ВГД проводили последовательно (в случайном порядке) двумя методами: с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра (Reichert 7 Auto Tonometer, США). **Результаты.** В большинстве случаев дети спокойно переносили процедуру ТПТ, не предъявляли жалоб на дискомфорт, болевые или любые другие неприятные ощущения. Однако у 7 (33%) детей 1-й группы и у 5 (20%) детей 2-й группы поведенческие особенности не позволили измерить ВГД. Уровень ВГД по данным ТПТ в 1-й группе составил  $16,4 \pm 2,9$  мм рт. ст. Во 2-й группе величина ВГД по данным «Тонотеста» составила  $15,1 \pm 2,0$  мм рт. ст., по данным пневмотонометра —  $16,0 \pm 2,1$  мм рт. ст. ( $p = 0,09$ ). **Заключение.** Показана возможность использования ТПТ для скрининг-контроля ВГД у детей младшей возрастной группы (0–5 лет). Сравнение результатов определения ВГД в группе детей 3,5–5 лет с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра показало отсутствие статистически значимых различий между ними. ТПТ с использованием «Тонотеста» позволяет расширить возможности контроля ВГД в детской практике.

**Ключевые слова:** внутриглазное давление; транспальпебральная тонометрия; пневмотонометрия; дети

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Для цитирования:** Иомдина Е.Н., Кушнаревич Н.Ю., Ларина Т.Ю., Панова А.Ю. Возможности использования транспальпебральной тонометрии для скрининг-контроля внутриглазного давления у детей младшего возраста. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 43-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-43-49>

# Possibilities of using transpalpebral tonometry for screening control of intraocular pressure in young children

Elena N. Iomdina<sup>✉</sup>, Nina Yu. Kushnarevich, Tatiana Yu. Larina, Anna Yu. Panova

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia  
iomdina@mail.ru

**Purpose** of the work was to study the possibility of using transpalpebral tonometry (TPT) using the Tonotest device in younger children (up to and including 5 years old) for screening control of intraocular pressure (IOP). **Material and methods.** As part of the screening examination, IOP was determined in 46 children (92 eyes) aged 5 months to 5 years, divided into 2 groups. In the 1st group — 21 children (42 eyes) aged 5 months to 3 years (average  $1.5 \pm 1.0$  years) — only Tonotest was used for tonometry, and in the 2nd group — 25 children (50 eyes) aged 3.5 to 5 years (average  $4.5 \pm 0.6$  years) — IOP measurement was performed sequentially (in random order) by two methods — using Tonotest and a pneumotonometer (Reichert 7 Auto Tonometer, USA). **Results.** In most cases, the children tolerated the TPT procedure well and did not complain of discomfort, pain, or any other unpleasant sensations. However, in 7 children (33%) of the 1st group and in 5 children (20%) of the 2nd group, behavioral characteristics did not allow measuring IOP. The IOP level according to TPT in the 1st group was  $16.4 \pm 2.9$  mm Hg. In the 2nd group, the IOP value according to Tonotest was  $15.1 \pm 2.0$  mm Hg, according to the pneumotonometer —  $16.0 \pm 2.1$  mm Hg ( $p = 0.09$ ). **Conclusion.** The possibility of using TPT for screening control of IOP in younger children (0–5 years old) is shown. Comparison of the results of IOP determination in the group of children aged 3.5–5.0 years using Tonotest and pneumotonometer showed no statistically significant differences between them. TPT using Tonotest allows to expand the possibilities of IOP monitoring in pediatric practice.

**Keywords:** intraocular pressure; transpalpebral tonometry; pneumotonometry; young children

**Conflict of interests:** there is no conflict of interests.

**Financial disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

**For citation:** Iomdina E.N., Kushnarevich N.Yu., Larina T.Yu., Panova A.Yu. Possibilities of using transpalpebral tonometry for screening control of intraocular pressure in young children. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 43-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-43-49>

Одним из методов оценки внутриглазного давления (ВГД) является транспальпебральная тонометрия (ТПТ), которая позволяет проводить его измерение без какого-либо контакта с глазной поверхностью [1, 2].

С развитием ТПТ был разработан транспальпебральный тонометр нового типа (тонометр внутриглазного давления ТВГД-02, АО «ЕПЗ», Россия), принцип действия которого основан на измерении жесткости оболочек глаза, отражающей уровень ВГД, путем определения частоты вынужденных механических колебаний глазного яблока как упругой системы, нагруженной некоторой массой (весом штока), под действием вибратора тонометра [3]. При измерении шток ставится на веко в области склеры, соответствующей *corona ciliaris* в меридиане 12 ч, и сжимает его своим весом (10 г). Таким образом, образуется единая биомеханическая система «шток — глаз», частота колебаний которой и определяется фактическим ВГД [4].

Данный метод тонотометрии был с успехом использован в различных клинических ситуациях: при оценке ВГД после кератопластики [5], для мониторинга ВГД в домашних условиях [6, 7], для контроля ВГД у пациентов в контактных линзах [8]. Сопоставление данных измерения ВГД у взрослых без глазных заболеваний не выявило достоверных различий при использовании транспальпебрального тонометра (ТВГД-02, Easyton, производства АО «Елатомский приборный завод», Россия), тонометра Перкинса (Perkins), Icare (iC100) и Corvis ST (bIOP) [9]. Сравнение результатов

тонотометрии по Гольдману и ТПТ показало их близкое соответствие у пациентов монголоидной расы с особенностями строения века (эпикантусом) [10].

Как известно, контроль ВГД у взрослых и детей является обязательным элементом офтальмологической диагностики и мониторинга заболеваний глаз. Если для обследования взрослых пациентов имеется большой выбор методов глазной тонотометрии, то для измерения ВГД у детей методические возможности существенно ограничены [11, 12]. Это связано со сложностью, а иногда и неосуществимостью самой процедуры инструментального измерения ВГД из-за ее негативного восприятия детьми, боязни ребенка или даже его отказа от обследования, а также с тем, что беспокойное поведение ребенка во время измерения (в частности, блефароспазм, напряжение экстраокулярных мышц и т. д.) приводит к ненадежности получаемых показателей [13–15].

Кроме того, результаты корнеальной тонотометрии у детей зависят от толщины роговицы, которая с возрастом существенно изменяется [16, 17]. Толщина роговицы у детей от года до 11 лет возрастает, лишь к 9–11 годам приближаясь к значениям, свойственным глазам взрослых [18, 19]. Как показано в работе Р. Топпи и соавт. [20], центральная толщина роговицы детского глаза оказывает существенное влияние на результаты измерения ВГД, проводимого с помощью тонометров Топо-PenXL и Гольдмана и особенно с помощью бесконтактной пневмотонотометрии. В то же время в ряде клинических ситуаций требуется частый и постоянный

мониторинг ВГД у детей: при врожденной глаукоме или при подозрении на нее [21], при миопии высокой степени или при длительных инстиляциях раствора атропина с целью остановки ее прогрессирования [22, 23], при длительных инстиляциях стероидов [24] или при системном курсовом приеме некоторых лекарственных препаратов [25] и др.

Сегодня за рубежом у детей чаще всего используется аппланационная тонометрия по Гольдману (с помощью ребаунд-тонометра Перкинса), бесконтактная пневмотонометрия, аппланационная тонометрия с помощью Топо-Реп и ребаунд-тонометрия Icare [11]. В частности, в Великобритании для обследования детей старше 10 лет предпочтительным является тонометр Гольдмана, а детей младшего возраста — Icare или Топо-Реп [14].

В то же время для скрининговых тонометрических измерений у детей в амбулаторной практике офтальмологи и оптометристы предпочитают использовать именно бесконтактную корнеальную пневмотонометрию как наиболее доступную и осуществимую в условиях диспансерного наблюдения процедуры.

Однако даже наиболее часто используемая в детской практике пневмотонометрия не всегда может обеспечить спокойное поведение ребенка во время обследования, исключить его реакцию на процесс измерения (условно-рефлекторный блефароспазм, напряжение экстраокулярных мышц, моргание и др.), что может стать причиной отклонения получаемых значений от реального уровня ВГД, т. е. способствовать увеличению ошибки измерения [13].

Кроме того, использование пневмотонометрии в современной эпидемиологической ситуации сопряжено с риском распространения инфекции [26]. Публикации последних лет убедительно свидетельствуют о повышенном риске распространения вирусного заболевания при выполнении бесконтактной пневмотонометрии: частички слезы, содержащей вирус, легко попадают в окружающую среду в виде пузырьков аэрозоля, причем этот эффект носит кумулятивный характер и возрастает при более высоких значениях ВГД и/или в случае инстиляций каких-либо глазных капель незадолго до исследования [27]. Под воздействием мощной струи воздуха в процессе бесконтактной тонометрии происходит разрыв слезной пленки с высвобождением частиц слезы. Эти аэрозольные пузырьки могут длительное время сохраняться в воздухе и постепенно оседать на окружающие предметы, включая медицинское оборудование [28].

ТПТ предоставляет реальную возможность преодоления отмеченных недостатков существующих методов определения ВГД в детской практике, в том числе пневмотонометрии, поскольку измерение, проводимое транссклерально через веко, исключает какое-либо воздействие на роговицу, а также влияние ее толщины и иррегулярности на получаемый результат. Противопоказаниями к использованию ТПТ являются патологические состояния верхнего века (воспалительные заболевания, рубцы, деформация века) и выраженная патология склеры в области измерения. Тонометр ТВГД-02 откалиброван в режиме измерения истинного (шкала Гольдмана) и тонометрического (шкала Маклакова) ВГД.

Можно ожидать, что ТПТ обеспечит более спокойное поведение ребенка во время измерения ВГД по сравнению с пневмотонометрией, что также будет способствовать большей достоверности и точности данных.

Действительно, проведенное нами ранее сравнительное изучение эффективности применения транспальпебральной склеральной тонометрии с помощью тонометра EASYTON и корнеальной пневмотонометрии у 42 детей

(84 глаза) 5–14 лет с различной клинической рефракцией показало близкие результаты измерения:  $18,3 \pm 2,3$  и  $17,1 \pm 3,9$  мм рт. ст. соответственно. При этом балльная оценка уровня комфорта ребенка в процессе измерения по 5-балльной шкале выявила значительное преимущество ТПТ по сравнению с пневмотонометрией:  $4,64 \pm 0,60$  и  $3,85 \pm 0,90$  балла ( $p < 0,05$ ) соответственно, что свидетельствует о более спокойном поведении детей и их комфорте при проведении процедуры [29].

Однако данных об измерении ВГД с помощью ТПТ у детей младше 5 лет мы в доступной литературе не нашли.

Это послужило основанием для проведения исследования, направленного на изучение возможности снижения возрастной границы и использования ТПТ у детей более младшего возраста. Поскольку в настоящее время разработана обновленная версия ТВГД 01/ТВГД-02 — «Тонотест» (медицинское изделие по ГИКС.941329.103ТУ, регистрационное удостоверение МИ-RUBYKQKZ-00002, производства АО «Елатомский приборный завод», Россия) с более удобным дизайном и рядом дополнительных полезных технических функций (информирование об отклонении корпуса тонометра от вертикального положения, звуковое сопровождение процессов измерения, информирование о недопустимо низком или высоком давлении и др.), то для дальнейших измерений ВГД использовалась именно эта версия тонометра.

**ЦЕЛЬЮ** данной работы было изучение возможности использования ТПТ с помощью «Тонотеста» у детей младшей возрастной группы (до 5 лет включительно) для скрининг-контроля ВГД.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При отборе когорты детей для проведения транспальпебральной склеральной тонометрии, а также корнеальной пневмотонометрии мы руководствовались следующими критериями. Из исследования исключались дети с патологическими состояниями верхнего века (воспалительными заболеваниями, рубцами, деформацией века), с выраженной патологией склеры в проекции области измерения, с эрозией, язвой, отеком роговицы, перенесшие кератопластику или проникающую травму глаза, а также при наличии высокой анизометропии (больше 2 дптр).

В рамках скринингового обследования определяли ВГД у 46 детей (92 глаза), в том числе у 21 мальчика и 25 девочек, в возрасте 5 мес — 5 лет, разделенных на 2 группы. В 1-й группе — 21 ребенок (42 глаза) в возрасте 5 мес — 3 года (в среднем  $1,5 \pm 1,0$  года) для тонометрии использовали только «Тонотест», а во 2-й группе — 25 детей (50 глаз) в возрасте 3,5–5 лет (в среднем  $4,5 \pm 0,6$  года) измерение ВГД проводили последовательно (в случайном порядке) двумя методами: с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра (Reichert 7 AutoTonometer, США). ВГД определяли в положении ребенка сидя, на правом и левом глазах, без использования анестетиков.

Для измерения ВГД с помощью «Тонотеста» ребенок отклонял голову назад и фиксировал взглядом яркий объект (игрушку) под углом 45–60° к горизонтальной оси, шток тонометра устанавливался на верхнее веко в области склеры, соответствующей *corona ciliaris* в меридиане 12 ч (рисунок).

Каждое измерение (на правом и левом глазах) проводили трижды; для дальнейшего анализа рассчитывали среднее значение трех измерений ВГД по каждому глазу каждым тонометром.

Дети обеих групп не имели противопоказаний для измерения ВГД через веко без использования анестетиков.





**Рисунок.** Измерение ВГД тонометром «Тонотест» ребенку 3 лет  
**Figure.** Measuring IOP with a Tonotest tonometer for a 3-year-old child

У части детей 1-й группы измерение ВГД методом пневмотонометрии или с помощью других транскорнеальных методик было бы невозможно или затруднительно не только из-за малого возраста, но и из-за наличия глазных заболеваний, препятствующих обследованию данными методами, таких как: птоз верхнего века (2 пациента, 4 глаза), нистагм (1 пациент, 2 глаза), рубец роговицы (1 пациент, 1 глаз), субатрофия глазного яблока (1 пациент, 2 глаза), микрокорнеа (1 пациент, 2 глаза), увеит (1 пациент, 2 глаза).

Кроме этих заболеваний, у детей, включенных в исследование (1-я и 2-я группы), была диагностирована врожденная миопия (9 пациентов, 18 глаз), содружественное косоглазие (7 пациентов, 14 глаз), врожденная катаракта (5 пациентов, 10 глаз), астигматизм (4 пациента, 8 глаз), врожденная глаукома (3 пациента, 6 глаз), гемангиома орбиты (2 пациента, 2 глаза), гиперметропия слабой степени (3 пациента, 6 глаз), ретинопатия недоношенных (2 пациента, 4 глаза), гиперплазия (1 пациент, 2 глаза), атрофия зрительных нервов (1 пациент, 2 глаза), артификация (1 пациент, 2 глаза), киста конъюнктивы (1 пациент, 1 глаз).

**Таблица.** Значения ВГД (мм рт. ст.) в целом по группе 2 (20 детей, 40 глаз), а также на правом (OD) и левом (OS) глазу по отдельности, полученные с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра Reichert 7 AutoTonometer,  $M \pm SD$   
**Table.** IOP (mm Hg) for group 2 as a whole (20 children, 40 eyes), as well as for the right (OD) and left (OS) eyes separately, obtained using the Tonotest and the Reichert 7 AutoTonometer,  $M \pm SD$

Глаза Eyes	«Тонотест» Tonotest	Пневмотонометр Pneumotonometer	Достоверность различий p value
OD + OS n = 40	15,1 ± 2,0	16,0 ± 2,1	0,09
OD n = 20	15,0 ± 2,3	16,0 ± 1,9	0,265
OS n = 20	15,2 ± 1,8	16,0 ± 2,3	0,210

**Примечание.** n — количество исследованных глаз, различия между данными ТПТ и соответствующими показателями пневмотонометрии недостоверны,  $p > 0,5$ .  
**Note.** n — is the number of eyes examined, the differences between the TPT data and the corresponding pneumotonometry indicators are not significant,  $p > 0.5$ .

Исследование проводилось после получения информированного добровольного согласия родителей или законного представителя ребенка.

*Статистическая обработка* полученных данных проводилась с использованием приложения GraphPad Prism 9.0. Для проверки характера распределения измеряемых величин использовали тест Шапиро — Уилка. Так как распределение носило нормальный характер, для описательной статистики использовали среднее значение и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ). Для парного сравнения показателей ВГД, измеренных с помощью пневмотонометрии и ТПТ, использовали парный критерий Стьюдента. Статистически значимыми принимались отличия при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Для измерения ВГД с помощью «Тонотеста» необходимо было установить контакт с ребенком, отвлечь и заинтересовать его. В большинстве случаев дети спокойно переносили процедуру ТПТ, не предъявляли жалоб на дискомфорт, болевые или любые другие неприятные ощущения. Однако у 7 (33 %) детей 1-й группы и у 5 (20 %) детей 2-й группы поведенческие особенности не позволили измерить ВГД (этим детям не удалось провести и пневмотонометрию). При этом возраст ребенка не играл решающей роли: ТПТ удалось провести 5 детям 5–12 мес и не удалось 5 детям 3–5 лет. В то же время данную методику можно использовать у детей, находящихся в медикаментозном сне, что может расширить применение «Тонотеста». Именно таким образом мы успешно, без неблагоприятных эффектов, провели измерение ВГД 5-месячному ребенку с врожденной катарактой.

В целом каких-либо неблагоприятных событий, нежелательных явлений, побочных эффектов и осложнений, связанных с определением ВГД с помощью «Тонотеста», в обследованной когорте детей не отмечено.

Уровень ВГД по данным ТПТ в 1-й группе составил  $16,4 \pm 2,9$  мм рт. ст. (на OD —  $16,3 \pm 2,6$  мм рт. ст., на OS —  $16,5 \pm 3,3$  мм рт. ст.). Проведение пневмотонометрии в этой группе было неосуществимо в силу малого возраста детей (до 3 лет).

Для оценки сопоставимости результатов ТПТ и пневмотонометрии нами было проведено измерение ВГД этими двумя методами у детей 3,5–5 лет.

Значения ВГД, полученные у детей 2-й группы с помощью ТПТ и пневмотонометрии, представлены в таблице.

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий между результатами определения ВГД, полученными двумя методами в целом по группе: величина ВГД по данным «Тонотеста» составила  $15,1 \pm 2,0$  мм рт. ст., по данным пневмотонометра —  $16,0 \pm 2,1$  мм рт. ст. ( $p = 0,09$ ). Сравнение данных, полученных для каждого глаза в отдельности: на OD ( $15,0 \pm 2,3$  и  $16,0 \pm 1,9$  мм рт. ст.,  $p = 0,265$ ) и на OS ( $15,2 \pm 1,8$  и  $16,0 \pm 2,3$  мм рт. ст.,  $p = 0,21$ ), также не выявило достоверных различий между

результатами двух методов измерения. Это позволяет предположить их сопоставимость в рамках скрининга повышенного ВГД.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Данные литературы показывают, что использование для измерения ВГД у детей (на фоне лечения миопии атропином) вместо контактной тонометрии по Гольдману менее контактной методики — точечной ребаунд-тонометрии (тонометром Icare) не приводит к существенному снижению точности: в 76,1 % расхождение данных двух тонометров не превышало 2 мм рт. ст. [30]. При этом ребаунд-тонометрия (тонометром Icare) даже лучше переносилась детьми (особенно младше 6 лет), чем пневмотонометрия: в первом случае удалось измерить ВГД у 88,9 % детей, а во втором случае лишь у 72,2 % [15]. Действительно, отмечается, что для скринингового исследования ВГД у новорожденных детей наиболее удобен именно портативный тонометр Icare Tiolat, в то время как показатели тонометров Маклакова и Шиотса характеризуются заметно большей погрешностью и существенным завышением показателей офтальмотонуса [11].

При этом точность ребаунд-тонометрии (тонометром Icare) у детей с врожденной глаукомой расценивается по-разному: по одним данным, результаты систематически расходились с результатами измерения ВГД аппланационным портативным тонометром Перкинса в сторону завышения [31], по другим — у новорожденных детей, наоборот, систематически занижались [32]. Различие данных этих тонометров было сильнее выражено у детей с более толстой роговицей, поскольку толщина роговицы в целом оказывает существенное влияние на данные тонометрии [33].

Даже в условиях анестезии данные Icare были выше, чем при использовании тонометра Перкинса как у здоровых детей, так и у детей с глаукомой [34]. В связи с этим, по мнению D. Yulia и S. Tan [35], несмотря на преимущества Icare для педиатрической практики (наименьшая травматичность, быстрота измерения, отсутствие необходимости в анестезии и красителе), получение завышенных показателей, особенно у детей с рубцами роговицы, вынуждают врача подтверждать их с помощью какого-либо другого метода тонометрии.

В этом отношении ТПТ имеет неоспоримое преимущество, связанное с полным отсутствием контакта с роговицей. Сравнение офтальмотонометрии, выполненной разными способами: с помощью тонометра Icare, пневмотонометра, аппланационного тонометра Маклакова и ТВГД-01 — у здоровых детей и детей с врожденной глаукомой, показало, что результаты измерений, выполненных всеми перечисленными методами, зависели от толщины роговицы, кроме ТПТ, данные которой умеренно коррелировали лишь с длиной переднезадней оси глаза [13]. Немного ранее этого исследования положительный опыт использования транспальпебрального тонометра ТВГД-01 у детей с миопией и у детей с повышенным ВГД был представлен в работе Э.Э. Тугеевой и Т.Н. Воронцовой [36]. Сравнение данных транспальпебрального тонометра и аппланационного тонометра Маклакова, проведенное авторами данного исследования, показало статистически незначимые различия между полученными показателями в соответствующих группах детей.

Технические параметры тонометра, использовавшегося для ТПТ в нашем исследовании, — «Тонотеста», были усовершенствованы (по сравнению с ТВГД-01 и ТВГД-02) на основе экспериментального исследования, в котором значения тонометрического ВГД сравнивали с истинным манометрическим давлением внутри глаза. Результаты этого исследования позволили повысить точность измерений [4].

Еще одним немаловажным достоинством ТПТ в сравнении с другими корнеальными методиками, прежде всего с пневмотонометрией, как было указано выше, является снижение риска переноса вирусной инфекции, вызванного тем, что частички слезы, содержащей вирус, в виде аэрозольных пузырьков, формирующихся под воздействием пневмоимпульса, могут длительное время сохраняться в воздухе и на окружающих предметах [28]. В то же время датчик «Тонотеста», работающего по другому физическому принципу, вообще не контактирует с поверхностью глаза (только с кожей века) и легко дезинфицируется.

Следует отметить портативность тонометра и простоту проведения измерений. Он может использоваться как в офтальмологическом кабинете, так и на выездах специалистов при диспансерном наблюдении маломобильных пациентов.

В нашем скрининг-исследовании было 3 ребенка с врожденной глаукомой, все они вошли в 1-ю группу (возраст ниже 3 лет), двум детям не удалось измерить ВГД никаким методом, а одному — только методом ТПТ, поэтому для получения достоверной информации о сопоставимости данных ТПТ и пневмотонометрии у детей с врожденной глаукомой младшей возрастной группы необходимо провести дальнейшие исследования на материале репрезентативной выборки таких пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наше исследование показало реальную возможность использования ТПТ для скрининг-контроля ВГД у детей младшей возрастной группы. В большинстве случаев дети спокойно переносили процедуру ТПТ, не предъявляли жалоб на дискомфорт, болевые или любые другие неприятные ощущения. В части случаев поведенческие особенности ребенка не позволили провести измерение методом ТПТ, но при этом возраст ребенка не играл решающей роли. В то же время оценка ВГД методом пневмотонометрии также не во всех случаях была возможна, как в связи с возрастом и отказом ребенка, так и в связи с наличием заболеваний глаз, препятствующих использованию данного метода. Проведенное сравнительное изучение эффективности применения транспальпебральной склеральной тонометрии с помощью тонометра «Тонотест» и корнеальной пневмотонометрии у детей младшего возраста (3,5–5 лет) показало их сопоставимость.

При проведении процедуры отмечено удобство и простота использования тонометра у детей, в том числе у детей раннего возраста. Тонометрия не вызывала негативных реакций, беспокойного поведения и болезненных ощущений у ребенка. Проведение измерения ВГД транссклерально через веко исключало какое-либо воздействие на роговицу и влияние ее толщины на получаемый результат. Возможность использования ТПТ у детей младшей возрастной группы (в нашем исследовании от 5 мес) позволяет расширить возможности контроля ВГД в детской практике, поскольку может использоваться как скрининговое обследование и быть альтернативой пневмотонометрии, а в ряде случаев единственно возможным количественным методом оценки ВГД.

## Литература/References

1. Филиппова О.М. Транспальпебральная тонометрия: новые возможности регистрации внутриглазного давления. *Глаукома*. 2004; 1: 54–6. [Filippova O.M. Transpalpebral tonometry: new possibilities of recording intraocular pressure. *Glaucoma*. 2004; 1: 54–6 (In Russ.).]
2. Егоров Е.А., Романова Т.Б., Кац Д.В., Баева Н.Г., Алябьева Ж.Ю. Транспальпебральная тонометрия — перспективный метод контроля внутриглазного давления. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2016; 2: 75–8. [Egorov E.A., Romanova T.B., Katz D.V., Baeva N.G., Alyabyeva Zh.Yu. Transpalpebral tonometry — the perspective method of the IOP control. *Russian*

- journal of clinical ophthalmology*. 2016; 2: 75–8 (In Russ.)). doi: 10.21689/2311-7729-2016-16-2-75-78
3. Дыкин В.И., Иванищев К.В., Корнев Н.П., Михеев А.А., Соломаха В.Н. Устройство для калибровки тонометра динамического типа ТВГ-01. *Медицинская техника*. 2013; 3 (279): 18–20. [Dykin V.I., Ivanishchev K.V., Kornev N.P., Mikheev A.A., Solomakha V.N. Device for calibrating dynamic tonometer TVG-01. *Meditsinskaya tekhnika*. 2013; 3 (279): 18–20 (In Russ.)]. <http://mtjournal.ru/upload/iblock/19f/19f866b102198dca2d05c1c9357e5279.pdf>
  4. Иомдина Е.Н., Клевцов Э.А., Иванищев К.В. и др. Экспериментальное моделирование как основа определения оптимальных параметров датчика для транспальпебральной тонометрии. *Вестник офтальмологии*. 2019; 135 (6): 27–32. [Iomdina E.N., Klevtsov E.A., Ivanishchev K.V., et al. Experimental simulation for determining optimal design parameters of a transpalpebral tonometry sensor. *Vestnik oftal'mologii*. 2019; 135 (6): 27–32 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913506127>
  5. Карлова Е.В., Золотарев А.В., Милодин Е.С., Першакова А.Е. Транспальпебральная тонометрия у пациентов после сквозной кератопластики. *Клиническая офтальмология*. 2020; 20 (4): 175–9. [Karlova E.V., Zolotarev A.V., Milyudin E.S., Pershakova A.E. Transpalpebral tonometry after penetrating keratoplasty. *Russian journal of clinical ophthalmology*. 2020; 20 (4): 175–9 (In Russ.)]. doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-175-179
  6. Филиппова О.М., Бессмертный А.М., Кузин М.Н., Петров С.Ю. Перспективы применения тонометра ТВГД-02 для ассистированного мониторинга внутриглазного давления в домашней практике. *Российский офтальмологический журнал*. 2021; 14 (2): 27–35. [Filippova O.M., Bessmertny A.M., Kuzin M.N., Petrov S.Yu. Prospects of using the TVGD-02 tonometer for assisted monitoring of intraocular pressure at home. *Russian ophthalmological journal*. 2021; 14 (2): 27–35 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-2-27-35>
  7. Филиппова О.М., Бессмертный А.М., Кузин М.Н., Петров С.Ю. Перспективы мониторинга внутриглазного давления с помощью транспальпебральной тонометрии. *Медицина*. 2022; 10 (2): 10–24. [Filippova O.M., Bessmertny A.M., Kuzin M.N., Petrov S.Yu. Prospects for monitoring intraocular pressure using transpalpebral tonometry. *Medicine*. 2022; 10 (2): 10–24 (In Russ.)].
  8. Кушнаревич Н.Ю., Иомдина Е.Н., Бессмертный А.М., Кузин М.Н. Оценка точности и информативности измерения внутриглазного давления с помощью транспальпебральной тонометрии у пациентов в контактных линзах. *Российский офтальмологический журнал*. 2020; 13 (2): 23–8. [Kushnarevich N.Yu., Iomdina E.N., Bessmertny A.M., Kuzin M.N. Estimation of the accuracy and informativeness of measuring intraocular pressure in patients with their contact lenses on by transpalpebral scleral tonometry. *Russian ophthalmological journal*. 2020; 13 (2): 23–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-23-28>
  9. Salazar-Quiñones L, Fernández-Vigo JI, Pérez-Quiñones Y, et al. Comparison of intraocular pressure measurements between Easyton transpalpebral tonometry and Perkins, iCare iC100 and Corvis ST, and the influence of corneal and anterior scleral thickness. *Int Ophthalmol*. 2023 Nov; 43 (11): 4121–9. doi: 10.1007/s10792-023-02814-y
  10. Шустеров Ю.А., Ахмадырова Б.С., Токсанбаева Д.Е. и др. Сравнительный анализ результатов измерения внутриглазного давления тонометром ТВГД-02 (EASYTON) и тонометром Гольдмана у жителей Казахстана монголоидной расы. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (2): 135–41. [Shusterov Yu.A., Akhmadyarova B.S., Toksambaeva D.E., et al. A comparative analysis of intraocular pressure measurement results by the TVGD-02 tonometer (EASYTON) and the Goldman tonometer in ethnic Asians residing in Kazakhstan. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (2): 135–41 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-135-141>
  11. Тугеева Э.Э., Бржеский В.В. Особенности измерения внутриглазного давления у детей. *Офтальмологические ведомости*. 2016; 9 (3): 23–31. [Tugeeva E.E., Brzheskiy V.V. Features of measurement of intraocular pressure in children. *Ophthalmology Journal*. 2016; 9 (3): 23–31 (In Russ.)]. doi: 10.17816/ov9323-31
  12. Bresson-Dumont H. La mesure de la pression intra-oculaire chez l'enfant [Intraocular pressure measurement in children]. *J Fr Ophthalmol*. 2009 Mar; 32 (3): 176–81. French. doi: 10.1016/j.jfo.2009.03.008
  13. Тугеева Э.Э., Воронцова Т.Н., Бржеский В.В., Зайцева М.В. Влияние основных параметров фиброзной капсулы на результаты различных способов офтальмотонометрии у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2015; 10 (2): 38–40. [Tugeeva E.E., Vorontsova T.N., Brzheskiy V.V., Zaytseva M.V. The influence of the fibrous capsule main parameters on the results of different methods of ophthalmotonometry in children. *Russian pediatric ophthalmology*. 2015; 2: 38–40 (In Russ.)].
  14. Chan WH, Lloyd IC, Ashworth JL, et al. Measurement of intraocular pressure in children in the UK. *Eye (Lond)*. 2011; 25 (1): 119–20. doi: 10.1038/eye.2010.159
  15. Kageyama M, Hirooka K, Baba T, Shiraga F. Comparison of iCare rebound tonometer with noncontact tonometer in healthy children. *J Glaucoma*. 2011 Jan; 20 (1): 63–6. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181d12dc4
  16. Muir KW, Jin J, Freedman SF. Central corneal thickness and its relationship to intraocular pressure in children. *Ophthalmology*. 2004 Dec; 111 (12): 2220–3. doi: 10.1016/j.ophtha.2004.06.020
  17. Doughty MJ, Laiquzzam M, Müller A, Oblak E, Button NF. Central corneal thickness in European (white) individuals, especially children and the elderly, and assessment of its possible importance in clinical measures of intraocular pressure. *Ophthalmic & Physiological Optics*. 2002; 22: 491–504. <https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2002.00053.x>
  18. Krzyzanowska-Berkowska P, Asejczyk-Widlicka M, Pierscionek B. Intraocular pressure in a cohort of healthy eastern European schoolchildren: variations in method and corneal thickness. *BMC Ophthalmology*. 2012; 12 (61): 280–9. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-12-618>
  19. Bradfield YS, Kaminski BM, Repka MX, et al. Comparison of Tono-Pen and Goldmann applanation tonometers for measurement of intraocular pressure in healthy children. *J Am Association for Pediatric Ophthalmol and Strabismus*. 2012; 16 (3): 242–8. doi: 10.1016/j.jaapos.2011.12.150
  20. Tonnu PA, Ho T, Newson T, El Sheikh A, et al. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J of Ophthalmology*. 2005; 89 (7): 851–4. doi: 10.1136/bjo.2004.056622
  21. Flemmons MS, Hsiao YC, Dzau J, et al. iCare rebound tonometry in children with known and suspected glaucoma. *J AAPOS*. 2011 Apr; 15 (2): 153–7. doi: 10.1016/j.jaapos.2010.11.022
  22. Wu J, Tzu-En, Chen-Chang Yang, Harn-Shen Chen. Does atropine use increase intraocular pressure in myopic children? *Optometry and Vision Science*. February 2012; 89 (2): 161–7. doi: 10.1097/OPX.0b013e31823ac4c1
  23. Lachkar Y, Bouassida W. Drug-induced acute angle closure glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2007; 18: 129–33. doi: 10.1097/ICU.0b013e3182808738d5
  24. Musleh MG, Bokre D, Dahlmann-Noor AH. Risk of intraocular pressure elevation after topical steroids in children and adults: A systematic review. *Eur J Ophthalmol*. 2020 Sep; 30 (5): 856–66. doi: 10.1177/1120672119885050
  25. Hadjickouts S, Morgan JE, Wild JM, Smith PE. Ocular complications of neurological therapy. *Eur J Neurol*. 2005 Jul; 12 (7): 499–507.
  26. Lu CW, Liu XF, Jia ZF. 2019-nCoV transmission through the ocular surface must not be ignored. *Lancet*. 2020 Feb 22; 395 (10224): e39. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30313-5
  27. Yan T, Li Ch, Chen Y, et al. Effect of intraocular pressure on aerosol density generated by noncontact tonometer measurement. *J Glaucoma*. 2020 Sep 15. doi: 10.1097/IJG.0000000000001669
  28. Britt JM, Clifton BC, Barnebey HS, et al. Microaerosol formation in noncontact “air-puff” tonometry [J]. *Arch Ophthalmol*. 1991. 109 (2): 225–8. doi: 10.1001/archophth.1991.010800200710466
  29. Iomdina EN, Kushnarevich NY. Possibilities of monitoring intraocular pressure in children using EASYTON transpalpebral tonometer. *Int Ophthalmol*. 2022 May; 42 (5): 1631–8. doi: 10.1007/s10792-021-02158-5
  30. Weng J, Tsai IL, Kuo LL, et al. Intraocular pressure monitoring by rebound tonometry in children with myopia. *Taiwan J Ophthalmol*. 2017 Jul-Sep; 7 (3): 149–54. doi: 10.4103/tjo.tjo\_45\_17
  31. Martinez-de-la Casa JM, Garcia-Feijoo J, Saenz-Frances F, et al. Comparison of rebound tonometer and Goldmann handheld applanation tonometer in congenital glaucoma. *J Glaucoma*. 2009; 18 (1): 49–52. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31816f760c>
  32. Сидоренко Е.И., Бондарь Н.О. Проблемы тонометрии в неонатальной офтальмологии. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2009; 2: 46–9. [Sidorenko E.I., Bondar N.O. Problems of tonometry in neonatal ophthalmology. *Russian pediatric ophthalmology*. 2009; 2: 46–9 (In Russ.)].
  33. Fayed MA, Chen TC. Pediatric intraocular pressure measurements: Tonometers, central corneal thickness, and anesthesia. *Surv Ophthalmol*. 2019 Nov–Dec; 64 (6): 810–5. doi: 10.1016/j.survophthal.2019.05.003
  34. Strzalkowska A, Pirllich N, Stingl JV, et al. Intraocular pressure measurement in childhood glaucoma under standardized general anaesthesia: The prospective EyeBIS Study. *J Clin Med*. 2022 May 18; 11 (10): 2846. doi: 10.3390/jcm11102846
  35. Yulia DE, Tan S. Intraocular pressure measurements in paediatric glaucoma: A narrative review on accuracy, tolerability, and ease of use. *Med J Malaysia*. 2024 Mar; 79 (2): 206–11. PMID: 38553928.
  36. Тугеева Э.Э., Воронцова Т.Н. Возможности применения транспальпебрального тонометра ТВГД-01 в детской офтальмологической практике. *Российский медицинский журнал*. 2013; 2: 61–3. [Tugeeva E.E., Vorontsova T.N. Possibilities of transpalpebral tonometry by TVGD-1 in children. *Russian Medical Journal*. 2013; 2: 61–3 (In Russ.)].



**Вклад авторов в работу:** Е.Н. Иомдина — концепция статьи, анализ данных, написание и редактирование статьи; Н.Ю. Кушнareвич, Т.Ю. Ларина, А.Ю. Панова — сбор и анализ данных.

**Authors' contribution:** E.N. Iomdina — concept of the study, data analysis, writing and editing of the article; N.Yu. Kushnarevich, T.Yu. Larina, A.Yu. Panova — data collection and analysis.

*Поступила: 27.02.2025. Переработана: 02.04.2025. Принята к печати: 03.04.2025*

*Originally received: 27.02.2025. Final revision: 02.04.2025. Accepted: 03.04.2025*

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия*

**Елена Наумовна Иомдина** — д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0001-8143-3606

**Нина Юрьевна Кушнareвич** — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

**Татьяна Юрьевна Ларина** — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

**Анна Юрьевна Панова** — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии глаз у детей, ORCID 0000-0003-2103-1570

**Для контактов:** Елена Наумовна Иомдина,  
iomdina@mail.ru

*Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia*

**Elena N. Iomdina** — Dr. of Biol. Sci., professor, principal researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0001-8143-3606

**Nina Yu. Kushnarevich** — Cand. of Med. Sci., senior researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

**Tatiana Yu. Larina** — Cand. of Med. Sci., researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

**Anna Yu. Panova** — Cand. of Med. Sci., researcher, department of pediatric eye pathology, ORCID 0000-0003-2103-1570

**For contacts:** Elena N. Iomdina,  
iomdina@mail.ru