

Сравнение транспальпебральной тонометрии с роговично компенсированным внутриглазным давлением

Штиуи М., аспирант¹; <https://orcid.org/0009-0005-3960-1676>

Косова Д.В., младший научный сотрудник²; <https://orcid.org/0000-0002-6397-449X>

Сипливый В.И., к.м.н., доцент¹, эксперт³; <https://orcid.org/0000-0001-8438-1872>

Войтович В.В., врач-офтальмолог¹. <https://orcid.org/0000-0002-0141-0568>

¹ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Российская Федерация, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2.

²ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11, корп. А, Б.

³ФГБУ «ВНИИИМТ» Росздравнадзора, 115478, Российская Федерация, Москва, Каширское шоссе, 24, стр. 16.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Штиуи М., Косова Д.В., Сипливый В.И., Войтович В.В. Сравнение транспальпебральной тонометрии с роговично компенсированным внутриглазным давлением. *Национальный журнал глаукома.* 2026; 25(2):31-37.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить точность и повторяемость измерений внутриглазного давления (ВГД) транспальпебральным тонометром в сравнении со значением роговично компенсированного ВГД.

МЕТОДЫ. Исследование проводили в группе здоровых испытуемых и пациентов с глаукомой, по 50 человек в каждой. Транспальпебральные измерения проводили тонометром «Тонотест» (АО «Елатомский приборный завод», Россия), роговично компенсированное ВГД измеряли с помощью анализатора биомеханических свойств глаза Ocular Resonse Analyzer (Reichert Inc., США). На каждом глазу проводили по 5 последовательных транспальпебральных замеров и повторный замер после приведения прибора в начальное положение.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Возраст испытуемых первой группы составил ($M \pm \sigma$) 21,54±2,82 год; 21 мужчина и 29 женщин. В группе пациентов с глаукомой — 66,34±13,53 лет; 17 мужчин и 33 женщины.

При сравнении транспальпебральных замеров с роговично компенсированным ВГД методом Бланда – Альтмана средняя ошибка измерений (Bias) составила -0,36 мм рт.ст. Верхний (ULOА) и нижний (LLOА) пределы 95% согласия составили соответственно +7,77 и -8,49 мм рт.ст. Выявлено

также достоверное ($p < 0,001$) различие между ошибками измерения в группе здоровых добровольцев и пациентов с глаукомой. Сравнение первого и повторного транспальпебральных замеров показало их хорошую согласованность. Средняя ошибка измерений (Bias) составила -0,64 мм рт.ст. Верхний (ULOА) и нижний (LLOА) пределы 95% согласия составили соответственно +0,77 и -2,06 мм рт.ст.

Регрессионный анализ последовательных транспальпебральных замеров показал тенденцию к снижению результатов: каждое последующее измерение оказалось в среднем на 0,19 мм рт.ст. ниже предыдущего (доверительный интервал 0,02–0,38 мм рт.ст.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Транспальпебральная тонометрия не подходит для замены «роговичных» методов измерения ВГД при диагностике глаукомы из-за существенной погрешности. Однако, несмотря на отмеченные ограничения, она имеет высокую ценность для скрининга и динамического наблюдения благодаря таким преимуществам, как высокая повторяемость замеров, неинвазивность и техническая простота.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: внутриглазное давление, транспальпебральная тонометрия, Тонотест, ОРА.

Для контактов:

Сипливый Владимир Иванович, e-mail: siplivy_v@mail.ru

ORIGINAL ARTICLE

Comparison of transpalpebral tonometry with corneal-compensated intraocular pressure

СНТИУИ М., postgraduate student¹; <https://orcid.org/0009-0005-3960-1676>

КОСОВА Ж.В., junior researcher²; <https://orcid.org/0000-0002-6397-449X>

СИПЛИВЫЙ В.И., Cand. Sci. (Med.), Associate Professor¹, Expert³; <https://orcid.org/0000-0001-8438-1872>

ВОЙТОВИЧ В.В., ophthalmologist¹. <https://orcid.org/0000-0002-0141-0568>

¹Sechenov First Moscow State Medical University, 8-2 Trubetskaya St., Moscow, Russian Federation, 119991;

²Krasnov Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo St., Moscow, Russian Federation, 119021;

³Russian Scientific and Research Institute for Medical Engineering, 24-16 Kashirskoe highway, Moscow, Russian Federation, 115478.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Chtioui M., Kosova J.V., Sipliviy V.I., Voytovich V.V. Comparison of transpalpebral tonometry with corneal-compensated intraocular pressure. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2026; 25(2):31-37.

Abstract

PURPOSE. To evaluate the accuracy and repeatability of intraocular pressure (IOP) measurements using a transpalpebral tonometer compared to corneal-compensated intraocular pressure.

METHODS. The study included 50 healthy subjects and the same number of glaucoma patients. Transpalpebral measurements were performed using the Tonotest tonometer (AO Yelatomskiy priborniy zavod, Russia), corneal-compensated IOP was measured using the Ocular Response Analyzer (Reichert Inc., USA). Five consecutive transpalpebral measurements were obtained for each eye, followed by a repeat measurement after returning the device to its initial position.

RESULTS. The age of subjects in first group was ($M \pm \sigma$) 21.54 \pm 2.82 years; 21 men and 29 women. The age of the patients in the glaucoma group was 66.34 \pm 13.53 years; 17 men and 33 women.

When comparing transpalpebral measurements with corneal-compensated IOP using the Bland-Altman method, the mean measurement error (bias) was -0.36 mm Hg. The upper (ULOА) and lower (LLOА) limits of 95% agreement

were +7.77 and -8.49 mm Hg, respectively. A significant ($p < 0.001$) difference was also found between the measurement error in the group of healthy volunteers and patients with glaucoma. Comparison of the initial and repeated transpalpebral measurements demonstrated their good agreement. The mean bias was -0.64 mm Hg. ULOА and LLOА were +0.77 and -2.06 mm Hg, respectively.

Regression analysis of sequential transpalpebral measurements revealed a trend toward decreased results, with each subsequent measurement being, on average, 0.19 mm Hg lower than the previous one (confidence interval 0.02–0.38 mm Hg).

CONCLUSION. Transpalpebral tonometry is not a suitable replacement for corneal IOP measurement methods in the initial diagnosis of glaucoma due to substantial measurement error. However, despite these limitations, it is highly valuable for screening and follow-up due to its advantages, such as high repeatability, noninvasiveness, and technical simplicity.

KEYWORDS: intraocular pressure, transpalpebral tonometry, Tonotest, ORA.

В отличие от многих других глазных заболеваний, например, катаракты, потеря зрения при глаукоме носит необратимый характер. Поврежденные зрительный нерв и нервные волокна невозможно восстановить современными методами, поэтому главный фокус работы офтальмолога наведен на раннюю диагностику и пожизненный контроль заболевания [1, 2]. Поскольку повышенное внутриглазное давление (ВГД) представляет

собой один из основных факторов риска глаукомы, его измерение (тонометрия) является важнейшим диагностическим приемом в офтальмологической практике [3]. Этот метод используют на всех этапах ведения пациента: от первичного скрининга заболевания до контроля эффективности лечения и долгосрочного наблюдения за динамикой состояния. В связи с этим разработка новых приборов для измерения ВГД представляет собой важную задачу.

Одним из перспективных направлений разработки является транспальпебральная тонометрия, позволяющая оценивать уровень ВГД через верхнее веко. В отличие от контактных методик, данный способ не требует анестезии роговицы, технически прост в исполнении и применим как для скрининговых обследований, так и для самостоятельного контроля давления пациентами. Россия, по всей видимости, является пионером в создании серийных транспальпебральных тонометров. Первый такой прибор был разработан и выпущен по инициативе академика А.П. Нестерова на технической базе Государственного Рязанского приборного завода [4, 5]. К настоящему моменту разработка и исследование устройств этого типа проводится в России, США и Японии [6–9]. Делаются попытки приспособить традиционные роговичные тонометры для транспальпебрального применения [10].

Имеющиеся транспальпебральные офтальмотонометры отличаются друг от друга по принципу проведения измерений. Приборы «баллистического» типа (ТГДц-01, Diaton, ТГДц-03, ИГД-02) измеряют давление, регистрируя кинематику отскока специального штока от поверхности века. Стержень свободно падает на веко, упруго взаимодействует с глазным яблоком и отскакивает. Величина ВГД рассчитывается в результате анализа кинематики этого отскока. После каждого измерения необходимо возвращать шток в начальное положение перевернув устройство. В приборах с магнетодинамическим принципом работы (ИГД-03, Тонотест, ТВГД-02) измерительный стержень сначала прижимают к глазу через веко, а затем приводят в движение с помощью электромагнитной системы. Массивный стержень и упругое глазное яблоко образуют механический колебательный контур, резонансная частота которого зависит от упругости глаза, а значит, и от уровня ВГД. Эти устройства не нужно перевертывать перед очередным измерением [11].

Цель настоящего исследования — оценить точность и повторяемость измерений ВГД транспальпебральным тонометром в сравнении со значением роговично компенсированного ВГД (ВГДрк).

Материалы и методы

Для участия в исследовании были сформированы две группы добровольцев. В первую вошли условно здоровые испытуемые, не имеющие установленного диагноза глаукомы. Во вторую — пациенты с глаукомой. В исследование не включали лиц, имеющих какую-либо патологию век (блефарит, ячмень, халязион, выворот или заворот век) или признаки конъюнктивита. Критерием исключения из исследования являлся отказ испытуемого от продолжения участия на любом этапе. При наличии диагноза глаукомы исключали также исследуемых, ВГДрк которых по результатам двунаправленной

пневмоаппланации роговицы было 20 мм рт.ст. или ниже. Набор испытуемых закончили по достижении 50 человек в каждой группе. В исследовании приняло участие 100 человек по 50 человек в каждой группе. Возраст испытуемых первой группы составил ($M \pm \sigma$) $21,54 \pm 2,82$ год, из них 21 мужчина и 29 женщин. В группе пациентов с глаукомой — $66,34 \pm 13,53$ лет, из них 17 мужчин и 33 женщины.

Транспальпебральные измерения ВГД всем участникам исследования проводили с помощью тонометра «Тонотест» (АО «Елатомский приборный завод», Россия). Двунаправленную пневмоаппланацию роговицы с регистрацией ВГДрк выполняли с помощью анализатора биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (Reichert Inc., США).

Во время транспальпебральных измерений, согласно инструкции по эксплуатации, пациенты находились в положении сидя с запрокинутой назад головой. Измерение осуществляли через верхнее веко в меридиане 12 часов на расстоянии 2–3 мм от лимба. Тонометр удерживали за корпус, измерительный шток направляли вниз, а корпус ориентировали так, чтобы дисплей находился в поле видимости врача. Взгляд пациента фиксировали на поднятом большом пальце его вытянутой руки, чтобы линия зрения составляла угол 45–50 градусов с горизонтом. На каждом глазу проводили по 5 последовательных транспальпебральных замеров без отрыва штока от поверхности века. Затем прибор убрали, приводили в начальное положение и проводили однократный повторный замер.

Обработку результатов осуществляли с помощью R software v. 4.4.2 (R Foundation for Statistical Computing). Оценку характера распределения данных проводили с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Для оценки ошибки измерений проводили анализ согласия результатов первого транспальпебрального измерения и ВГДрк этого же глаза по методике Бланда – Альтмана. Аналогичным образом производили анализ согласия между первым и повторным (после приведения прибора в начальное положение) транспальпебральными замерами. Оценку различий ошибок измерений между здоровыми испытуемыми и пациентами с глаукомой проводили с помощью непараметрического теста Манна – Уитни. Для оценки динамики замеров в пределах серии без отрыва тонометра от века проводили регрессионный и дисперсионный анализ.

План исследования одобрен Локальным этическим комитетом Первого Московского государственного университета имени И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), протокол №02-24 от 29.01.2024). Все проводимые процедуры соответствовали принципам, изложенным в Хельсинкской декларации 1975 г и ее пересмотренном варианте 2000 г. Перед исследованием испытуемые были подробно информированы о процедуре и дали письменное согласие на ее проведение.

Таблица 1. Сводные результаты измерений в первой группе.

Table 1. Summary results of measurements in the first group.

Измерение Measurement	M±σ (мм рт.ст) M±σ (mm Hg)	Мин. (мм рт.ст) Min. (mm Hg)	Макс. (мм рт.ст) Max. (mm Hg)	Количество замеров >20 мм рт.ст Number of measurements >20 mm Hg	p (К-С тест) p (K-S test)
T1	17,28±3,28	12	26	16	0,17
T2	17,06±3,31	12	26	17	0,06
T3	16,79±3,26	11	26	15	0,07
T4	16,64±3,37	11	26	15	0,13
T5	16,58±3,29	11	26	11	0,22
Треп	16,59±3,31	10	25	14	0,09
ИОРсс	15,63±2,94	10,6	24,8	4	0,55

Таблица 2. Сводные результаты измерений во второй группе.

Table 2. Summary results of measurements in the second group.

Измерение Measurement	M±σ (мм рт.ст) M±σ (mm Hg)	Мин. (мм рт.ст) Min. (mm Hg)	Макс. (мм рт.ст) Max. (mm Hg)	Количество замеров >20 мм рт.ст Number of measurements >20 mm Hg	p (К-С тест) p (K-S test)
T1	20,79±3,92	13	35	45	0,07
T2	20,46±3,98	13	35	42	0,08
T3	20,25±3,97	12	34	43	0,15
T4	20,08±4,07	12	35	43	0,03*
T5	19,90±3,99	12	35	39	0,07
Треп	20,19±4,04	12	35	42	0,05
ИОРсс	23,16±5,28	10,9	40,1	77	0,25

Результаты

Результаты последовательных измерений без отрыва измерительного штока от века (T1–T5), повторного измерения после приведения транспальпебрального тонометра в начальное положение (Треп) и ВГДрк в группах показаны в табл. 1 и табл. 2. Для каждого типа измерений указаны средние значения, среднеквадратичное отклонение, минимальное и максимальное измерение, а также уровень значимости (p) отличия от нормального распределения согласно тесту Колмогорова – Смирнова (К-С тест).

Достоверное отличие распределения результатов измерений от нормального было найдено только в случае 4-го последовательного замера

во второй группе (p=0,03), поэтому для последующего анализа результатов использовали параметрические методы.

На рис. 1 представлен график Бланда – Алтмана для сравнения первого транспальпебрального измерения (T1) и ВГДрк для всех испытуемых. Сплошной линией показан тренд ошибок измерений, пересекающий нулевую отметку в точке 18,6 мм рт.ст. При ВГДрк ниже этого значения транспальпебральные замеры имеют тенденцию к занижению, а выше — к завышению показаний. Средняя ошибка измерений (Bias, средняя разница между T1 и ВГДрк) составила -0,36 мм рт.ст. Верхний (ULOА) и нижний (LLOА) пределы 95% согласия составили, соответственно, +7,77 и -8,49 мм рт.ст.

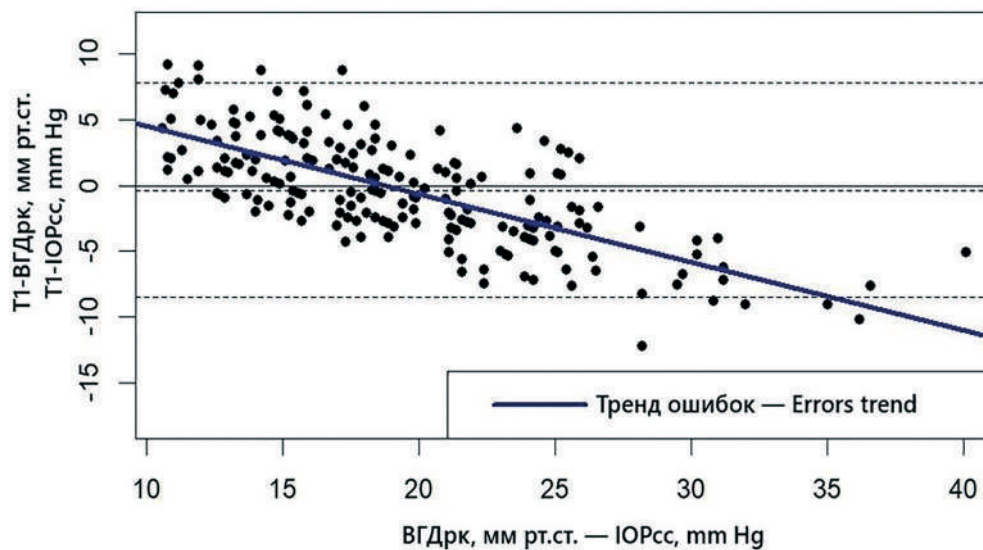


Рис. 1. График Бланда – Альтмана сравнения первого транспальпебрального измерения (Т1) и ВГДрк. Верхняя пунктирная линия соответствует верхнему пределу 95% согласия измерений (ULO), средняя — средней величине ошибок (Bias), нижняя — нижнему пределу 95% согласия (LLO). Сплошной линией показан тренд ошибок измерений в зависимости от величины ВГДрк.

Fig. 1. Bland–Altman plot comparing the first transpalpebral measurement (T1) and corneal-compensated IOP. The upper dashed line represents the upper limit of agreement (ULO), the middle line represents the mean bias, and the lower dashed line represents the lower limit of agreement (LLO). The solid line shows the trend of measurement error depending on the level of corneal-compensated IOP.

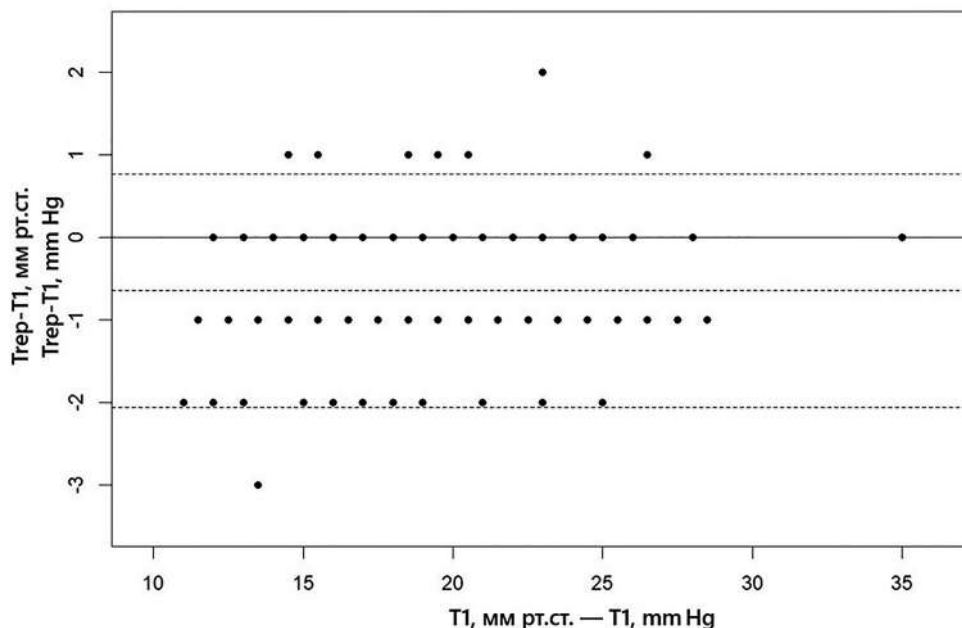


Рис. 2. График Бланда – Альтмана сравнения первого транспальпебрального измерения (Т1) и повторного измерения, после приведения прибора в начальное положение (Треп). Верхняя пунктирная линия соответствует верхнему пределу 95% согласия измерений (ULO), средняя — средней величине ошибок (Bias), нижняя — нижнему пределу 95% согласия (LLO).

Fig. 2. Bland–Altman plot comparing the first transpalpebral measurement (T1) and the repeated measurement after returning the instrument to its initial position (Trep). The upper dashed line represents the upper limit of agreement (ULO), the middle line represents the mean bias, and the lower dashed line represents the lower limit of agreement (LLO).

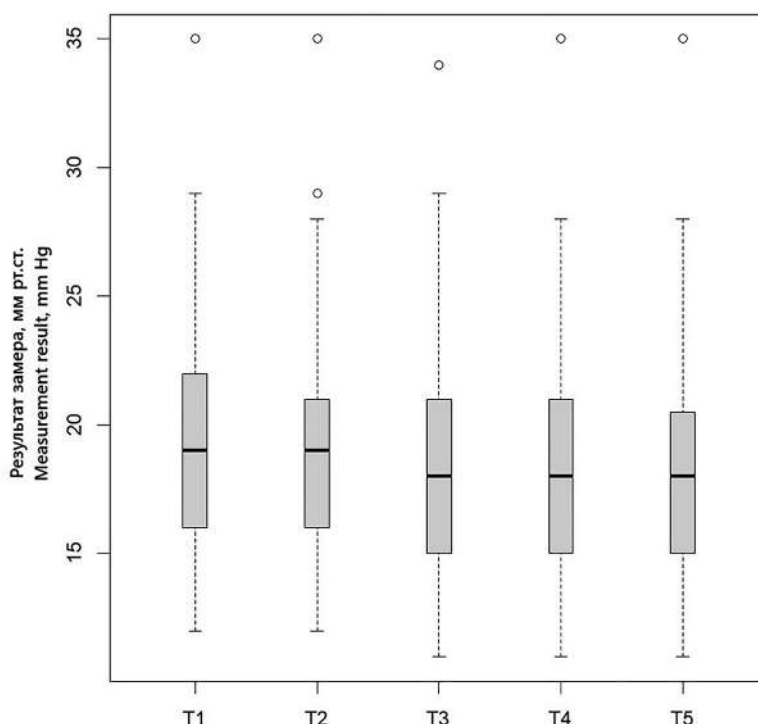


Рис. 3. Результаты транспальпебральных замеров в серии без отрыва штока.

Fig. 3. Results of transpalpebral measurements in a continuous series without lifting the plunger.

Коэффициент корреляции по Пирсону между T1 и ВГДрк без деления пациентов на группы составил 0,69 (доверительный интервал 0,6–0,75; $p < 0,001$), что указывает на высокую положительную корреляционную связь между этими измерениями.

Средняя ошибка измерений в первой и второй группах составила, соответственно, 1,65 и -2,37 мм рт.ст. Сравнение ошибок измерений в первой и второй группах с помощью критерия Манна – Уитни показало наличие достоверных различий ($p < 0,001$) между ними.

На рис. 2 представлен график Бланда – Альтмана для сравнения первого и повторного транспальпебрального замера (после приведения прибора в начальное положение) без деления на группы. Средняя ошибка измерений (средняя разница между Tгер и T1) составила -0,64 мм рт.ст. Верхний и нижний предел 95% согласия составили, соответственно, +0,77 и -2,06 мм рт.ст.

На рис. 3 представлена коробчатая диаграмма результатов транспальпебральных замеров в серии без отрыва штока. Проведенный однофакторный дисперсионный анализ показывает наличие достоверных различий ($F=4,8$; $p=0,027$). Регрессионный анализ показывает тенденцию к снижению результатов. Каждое последующее измерение оказалось в среднем на 0,19 мм рт.ст. меньше предыдущего (доверительный интервал 0,02–0,38 мм рт.ст.).

Обсуждение

Интересным результатом нашего исследования является обнаружение тенденции к снижению результатов транспальпебральной тонометрии при повторных замерах. Каждое последующее измерение приводило к снижению значения ВГД в среднем на 0,19 мм рт.ст. Мы связываем этот феномен с непреднамеренным массажем глазного яблока во время процедуры. Учитывая это, целесообразно либо минимизировать количество последовательных измерений, либо устанавливать между ними достаточные временные интервалы для восстановления исходного уровня ВГД.

Результаты транспальпебральной тонометрии демонстрируют высокую положительную корреляцию с ВГДрк. Однако анализ по методу Бланда – Альтмана выявил, что в 95% случаев расхождение между методами составляет от -8,49 до +7,77 мм рт.ст. При этом повторные транспальпебральные замеры согласуются друг с другом значительно лучше (интервал -2,06...+0,77 мм рт.ст.).

Сравнение погрешностей измерений выявило их неоднородность между группой здоровых и пациентов с глаукомой. Вероятной причиной этого является систематическая ошибка метода, заключающаяся в завышении показателей при низком ВГД и занижении — при высоком.

Заключение

Анализ результатов нашего исследования позволяют сделать вывод о том, что транспальпебральная тонометрия не подходит для замены «роговичных» методов измерения ВГД при первичной постановке диагноза глаукома из-за существенной погрешности. Однако, несмотря на отмеченные ограничения, транспальпебральная тонометрия имеет высокую ценность для скрининга и динамического наблюдения благодаря таким преимуществам, как высокая повторяемость замеров, неинвазивность и техническая простота.

Литература

1. Брежнев А.Ю., Егоров Е.А., Еричев В.П. и др. «Ландшафт» глаукомы в России, странах СНГ и Восточной Европы: что поменялось за 15 лет? *РМЖ Клиническая офтальмология* 2023; 23(2):73-79. <https://doi.org/10.32364/2311-7729-2023-23-2-73-79>.
2. Vaajanan A., Puroola P., Ojamo M. et al. Changes in incidence and severity of visual impairment due to glaucoma during 40 years - a register-based study in Finland. *Acta Ophthalmol* 2022; 100(5):534-540. <https://doi.org/10.1111/aos.15030>.
3. Аветисов С.Э., Еричев В.П., Антонов А.А., Полева Р.П., Козлова И.В., Макарова А.С. Современные достижения в диагностике и лечении глаукомы. *Вестник офтальмологии* 2023; 139(3.2):96-106. <https://doi.org/10.17116/oftalma202313903296>
4. Илларионова А.Р., Пилецкий Н.Г. Исследование достоверности показаний тонометра для измерения внутриглазного давления через веко (ТГДЦ-01 ПРА). *РМЖ Клиническая офтальмология* 2001; 2(2):55-56.
5. Нестеров А.П., Илларионова А.Р., Обруч Б.В. Новый транспальпебральный тонометр ТГДЦ-01 Diaton. *Вестник офтальмологии* 2007; 123(1):42-44.
6. Аветисов С.Э., Еричев В.П., Антонов А.А. Диагностические возможности транспальпебральной тонометрии индикатором ИГД-03. *Национальный журнал глаукома* 2016; 15(3):17-23.
7. Alzuhairy S. Transpalpebral intraocular pressure measurement by Diaton compared to Goldman applanation tonometer in myopic eyes before and after transepithelial photorefractive keratectomy in Saudi Arabia. *Int J Ophthalmol* 2023; 16(3):375-381. <https://doi.org/10.18240/ijo.2023.03.07>.
8. Kobashi H. Evaluation of a new transpalpebral tonometer for self-measuring intraocular pressure. *PLoS One* 2024; 19(5):e0302568. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302568>.
9. Montolio-Marzo E, Morales-Fernández L, Saenz-Frances San Baldomero F, García-Saenz S, García-Feijoo J, Piñero DP, Martínez-de-la-Casa JM. Easyton® transpalpebral versus Perkins applanation tonometry in different populations. *Int Ophthalmol* 2023; 43(10):3491-3497. <https://doi.org/10.1007/s10792-023-02754-7>.
10. Keller WJ, Haytac P, Nazarian T, Chawla K, Chang J. Transpalpebral measurement of intraocular pressure with the Tono-Pen XL, in a young, healthy, adult population. *Medicine (Baltimore)* 2025; 104(18):e42302. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000042302>.
11. Штиуи М., Сипливый В.И., Косова Д.В., Асламазова А.Э. Приборы для самостоятельного измерения внутриглазного давления. *Национальный журнал глаукома* 2025; 24(2):73-83. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2025-24-2-73-83>

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Сипливый В.И., Штиуи М.

Сбор и обработка материала: Штиуи М, Косова Д.В., Войтович В.В.

Статистическая обработка: Сипливый В.И., Штиуи М.

Написание статьи: Штиуи М.

Редактирование: Сипливый В.И.

References

1. Brezhnev A.Yu., Egorov E.A., Eriчев V.P. et al. Glaucoma "landscape" in Russia, CIS and Eastern European countries: what has changed over 15 years? *RMJ Clinical Ophthalmology* 2023; 23(2):73-79. <https://doi.org/10.32364/2311-7729-2023-23-2-73-79>.
2. Vaajanan A., Puroola P., Ojamo M. et al. Changes in incidence and severity of visual impairment due to glaucoma during 40 years - a register-based study in Finland. *Acta Ophthalmol* 2022; 100(5):534-540. <https://doi.org/10.1111/aos.15030>.
3. Avetisov SE, Eriчев VP, Antonov AA, Poleva RP, Kozlova IV, Makarova AS. Modern achievements in the diagnosis and treatment of glaucoma. *Vestnik oftal'mologii* 2023; 139(3.2):96-106. <https://doi.org/10.17116/oftalma202313903296>
4. Illarionova A. R., Piletsky N. G. A study of the reliability of the testimony of the tonometer for measuring intraocular pressure through the eyelid (Diaton-01 PRA). *RMJ Clinical Ophthalmology* 2001; 2(2): 55-56.
5. Nesterov A.P., Illarionova A.R., Obruch B.V. New transpalpebral tonometer TGDC-01 Diaton. *Vestnik oftal'mologii* 2007;123(1):42-44.
6. Avetisov, S.E, Eriчев V.P., Antonov A.A. Diagnostic capabilities of transpalpebral tonometry with the IGD-03 indicator. *National journal glaucoma* 2016; 15(3):17-23.
7. Alzuhairy S. Transpalpebral intraocular pressure measurement by Diaton compared to Goldman applanation tonometer in myopic eyes before and after transepithelial photorefractive keratectomy in Saudi Arabia. *Int J Ophthalmol* 2023; 16(3):375-381. <https://doi.org/10.18240/ijo.2023.03.07>.
8. Kobashi H. Evaluation of a new transpalpebral tonometer for self-measuring intraocular pressure. *PLoS One* 2024; 19(5):e0302568. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302568>.
9. Montolio-Marzo E, Morales-Fernández L, Saenz-Frances San Baldomero F, García-Saenz S, García-Feijoo J, Piñero DP, Martínez-de-la-Casa JM. Easyton® transpalpebral versus Perkins applanation tonometry in different populations. *Int Ophthalmol* 2023; 43(10):3491-3497. <https://doi.org/10.1007/s10792-023-02754-7>.
10. Keller WJ, Haytac P, Nazarian T, Chawla K, Chang J. Transpalpebral measurement of intraocular pressure with the Tono-Pen XL, in a young, healthy, adult population. *Medicine (Baltimore)* 2025; 104(18):e42302. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000042302>.
11. Chtioui M., Siplivy V.I., Kosova J.V., Aslamazova A.E. Devices for intraocular pressure self-tonometry. *National journal glaucoma* 2025; 24(2):73-83. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2025-24-2-73-83>