



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-135-141>

Сравнительный анализ результатов измерения внутриглазного давления тонометром ТВГД-02 (EASYTON) и тонометром Гольдмана у жителей Казахстана монголоидной расы

Ю.А. Шустеров¹ ✉, Б.С. Ахмадьярова¹, Д.Е. Токсанбаева², А.К. Маханбетжанова¹, Н.С. Дакибаев¹, М.Ю. Любченко¹

¹ Некоммерческое акционерное общество «Медицинский университет Караганды», ул. Гоголя, д. 40, Караганда, 100012, Казахстан

² Многопрофильная больница им. проф. Х.Ж. Макажанова, ул. Муканова, д. 5, Караганда, 100012, Казахстан

Цель работы — сравнительный анализ результатов измерения внутриглазного давления (ВГД) транспальпебральным тонометром ТВГД-02 (EASYTON) и тонометром Гольдмана у представителей монголоидной расы (жителей Казахстана) для оценки влияния эпикантуса на результаты транспальпебральной тонометрии (ТПТ). **Материал и методы.** Обследовано 150 пациентов (150 глаз) в возрасте от 39 до 65 лет, в том числе 120 пациентов (120 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ), 30 человек (30 глаз) с высоким астигматизмом без ПОУГ. Каждому пациенту ВГД измеряли сначала тонометром Гольдмана, а затем транспальпебральным тонометром. Корреляцию между результатами двух методов измерения ВГД определяли с помощью коэффициента Пирсона. **Результаты.** По данным тонометра EASYTON, среднее значение ВГД в целом по группе составляло $20,20 \pm 0,45$ мм рт. ст., а среднее значение ВГД, измеренное тонометром Гольдмана, — $19,90 \pm 0,43$ мм рт. ст. (различие незначимо, $p > 0,05$). В обеих группах и при разных диапазонах ВГД получены сопоставимые результаты тонометрии с помощью EASYTON и эталонного тонометра Гольдмана. Особенности в измерении ВГД у пациентов с эпикантусом не выявлено. **Заключение.** Отсутствие статистически значимых различий между показателями тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана у представителей монголоидной расы свидетельствует о том, что наличие эпикантуса не влияет на результаты транспальпебральной тонометрии. Тонометр EASYTON можно считать эффективным инструментом для скрининга в обычной клинической практике, он прост в использовании и может быть рекомендован офтальмологам, врачам общего профиля, медсестрам, оптометристам, а также пациентам с глаукомой для мониторинга ВГД в домашних условиях.

Ключевые слова: внутриглазное давление; тонометр; эпикантус; Азия

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Исследование проведено в рамках инициативной работы и не имеет ни государственного, ни частного источника финансирования.

Для цитирования: Шустеров Ю.А., Ахмадьярова Б.С., Токсанбаева Д.Е., Маханбетжанова А.К., Дакибаев Н.С., Любченко М.Ю. 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. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-135-141>

A comparative analysis of intraocular pressure measurement results by the TVGD-02 tonometer (EASYTON) and the Goldman tonometer in ethnic Asians residing in Kazakhstan

Yury A. Shusterov¹ ✉, Botakoz S. Akhmedyarova¹, Dinara E. Toksambaeva², Aykerim K. Makhanbetzhanova¹, Nurtas S. Dakibayev¹, Marina Yu. Lyubchenko¹

¹ Karaganda Medical University, 40, Gogol St., Karaganda, 100012, Kazakhstan

² Kh.Zh. Makazhanov Multi-profile hospital, 5, Mulanov St., Karaganda, 100012, Kazakhstan
yshusterov@mail.ru

Purpose. To compare the results of IOP measurement by the TVGD-02 transpalpebral tonometer (EASYTON) and the Goldman tonometer in ethnic Asians of Kazakhstan in order to assess the influence of epicanthus on the results of transpalpebral tonometry. **Material and methods.** A total of 150 patients (150 eyes) aged 39 to 65 years were examined, including 120 patients (120 eyes) with primary open-angle glaucoma (POAG), and 30 patients (30 eyes) with high astigmatism and no POAG. All patients had their (IOP) measured first with a Goldman tonometer, and then with a TVGD-02 transpalpebral tonometer (EASYTON). The correlation between the two methods was determined by the Pearson correlation coefficient. **Results.** According to the EASYTON tonometer, the average IOP over the whole group was 20.20 ± 0.45 mm Hg, whilst the respective figure for the Goldman tonometer was 19.90 ± 0.43 mm Hg, the difference being statistically insignificant ($p > 0.05$). In both groups and in varied IOP ranges the results of Easyton and Goldman tonometer data were comparable. No peculiarities in IOP measurements taken from patients with epicanthus have been revealed. **Conclusion.** The absence of statistically significant differences between the data obtained by EASYTON and the Goldman tonometer in Asians implies that epicanthus does not affect the results of transpalpebral tonometry. The EASYTON tonometer may be considered an effective screening device in routine clinical practice. It is easy to use and can be recommended to ophthalmologists, general practitioners, nurses, optometrists, as well as glaucoma patients for IOP monitoring at home.

Keywords: intraocular pressure; tonometer; epicanthic fold; Asia

Conflict of interests: there is no conflict of interest

Financial disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned. The study was carried out as part of initiative work and has no public or private source of funding.

For citation: Shusterov Yu.A., Akhmedyarova B.S., Toksambaeva D.E., Makhanbetzhanova A.K., Dakibayev N.S., Lyubchenko M.Yu. 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 Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-135-141>

Глаукома остается одной из важных мировых проблем общественного здравоохранения, поскольку является основной причиной необратимой слепоты [1]. Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) — наиболее распространенный тип глаукомы, составляющий три четверти (74 %) всех случаев этого заболевания [2]. Согласно недавнему обзору, общее количество случаев ПОУГ в мире в 2013 г. составило 44 млн, а к 2020 г. увеличилось до 53 млн из-за старения населения [3].

Глаукома — это нейропатия зрительного нерва, которая характеризуется его прогрессирующей дегенерацией, приводящей к ухудшению зрения. Внутриглазное давление (ВГД) является наиболее важным изменяемым фактором риска [4]. Именно поэтому точное измерение ВГД играет очень важную роль не только в диагностике, но и в лечении глаукомы.

Исторически сложилось, что в Казахстане распространены преимущественно контактные тонометры Маклакова и Гольдмана, а также бесконтактные пневмотонометры. Для получения более достоверных и точных результатов используются современные приборы, работающие по новым принципам: PASCAL, ORA, Icare. Тем не менее аппланационная тонометрия Гольдмана по-прежнему является золотым

стандартом для определения ВГД [5, 6], с которой сравнивают другие методы измерения [7–11].

К настоящему моменту опубликовано множество работ, доказывающих влияние толщины роговицы на результаты различных методов тонометрии [12, 13]. Центральная толщина роговицы (ЦТР) оценивается с помощью ультразвукового датчика (в частности, встроенного в анализатор биомеханических свойств роговицы, ORA) или с помощью оптического когерентного томографа (ОКТ). Основная тенденция: у лиц с тонкими роговицами (ЦТР < 520 мкм) результаты ВГД занижаются, и, как следствие, уровень толерантного ВГД в каждом конкретном случае завышается, поэтому глаукома выявляется уже в продвинутых стадиях. С другой стороны, при толстых роговицах (ЦТР > 560 мкм) показатели тонометрии завышаются, а уровень толерантного ВГД занижается, что ведет к гипердиагностике заболевания. Известно, что результаты бесконтактной пневмотонометрии наиболее зависимы от толщины и биомеханических свойств роговицы, этому же влиянию подвержены результаты тонометрии по Гольдману, менее зависимы от ЦТР показатели тонометрии по Маклакову [7, 13]. Таким образом, большинство указанных тонометров — как с большим опытом использования,

так и новейших — требуют контакта с роговицей, местной анестезии и в ряде случаев — флюоресцеина. Тонметрия с их помощью невозможна при нарушении формы и гладкости поверхности роговицы, при таких заболеваниях, как кератиты и язвы роговицы, эпителиально-эндотелиальная дистрофия, кератоконус, состоянием после кератопластики и пр. Работать с такими тонометрами может только квалифицированный медицинский работник. Кроме всего прочего, большинство приборов дорого стоят.

В последние годы в России и странах Средней Азии получили распространение транспальпебральные тонометры ТВГД-01 и ТВГД-02 (АО «Елатомский приборный завод», Россия). Как известно, в основу действия этих тонометров заложен метод измерения периода свободных колебаний упругой системы, представляющей собой эластичную фиброзную капсулу глаза, прикрытую веком. Период свободных колебаний характеризует упругие свойства глазного яблока, которые зависят от величины ВГД. Эффективности и достоверности этих приборов посвящен ряд статей [14–17].

Анализ результатов тонметрии различными методами показывает, что расовая принадлежность и фенотипические особенности, в том числе толщина роговицы, могут оказывать влияние на показатели ВГД [18–22]. Показано, что ВГД в китайской популяции в среднем ниже, чем в европеоидной [18]. Другое исследование показало, что афроамериканцы имеют более тонкую роговицу, чем лица европеоидной расы и азиаты [19]. Кроме того, хорошо известно, что на показатели ВГД влияет не только ЦТР, но и кривизна роговицы, а также методики, используемые для его измерения [20–22]. Однако работ, посвященных сравнительному анализу результатов офтальмотонметрии с помощью различных методов у представителей монголоидной расы, в доступной литературе мы не нашли. Известно, что особенностью глаз казахской популяции как представителей монголоидной расы является наличие эпикантуса — «монгольской складки» — складки верхнего века у внутреннего угла глаза, в большей или меньшей степени прикрывающей слезный бугорок. Это один из признаков, характерных для монголоидной расы, редкий у представителей других рас. В связи с этим возникает вопрос: не влияет ли эпикантус на достоверность определения ВГД с помощью транспальпебральной тонметрии (ТПТ)? Данное исследование является актуальным и имеет высокую практическую значимость для офтальмологической помощи населению Казахстана.

ЦЕЛЬ работы — сравнительный анализ результатов измерения ВГД тонометром ТВГД-02 (EASYTON) и тонометром Гольдмана у представителей монголоидной расы (жителей Казахстана) для оценки влияния эпикантуса на результаты ТПТ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов измерения ВГД тонометром ТВГД-02 (EASYTON) и тонометром Гольдмана (Keeler Limited, Великобритания) 150 пациентов (150 глаз). Перед началом исследования было получено положительное решение Комитета по биоэтике НАО «Медицинский университет Караганды» (НАО «МУК») г. Караганды (протокол № 1 от 17 января 2019 г). Для увеличения объема выборки исследование проведено на двух клинических базах кафедры офтальмологии НАО «МУК»: 50 пациентов прошли обследование, включающее офтальмотонметрию, на базе отделения микрохирургии глаза многопрофильной больницы им. проф. Х.Ж. Макажанова и 100 пациентов — на базе ТОО «Ten SV». Средний возраст пациентов составлял $44,01 \pm 1,31$ года. На осно-

вании комплексного офтальмологического обследования 120 пациентам (120 глаз) был выставлен клинический диагноз: «глаукома». Тридцать человек (30 глаз) были с высоким астигматизмом (от 3,0 до 4,5 дптр по сферэквиаленту) без глаукомы. Пациенты с глаукомой были разделены на 3 группы (по 40 человек в каждой): в 1-ю группу вошли пациенты с ВГД ниже 17 мм рт. ст. (от 10 до 16 мм рт. ст.), во 2-ю — пациенты с ВГД от 17 до 23 мм рт. ст., в 3-ю — ВГД выше 23 мм рт. ст. (от 24 до 41 мм рт. ст.). Пациенты с астигматизмом были разбиты на аналогичные группы (по 10 пациентов в каждой).

Измерение ВГД тонометром EASYTON (в режиме определения истинного ВГД, аналогичного ВГД по Гольдману) осуществлялось транспальпебрально согласно указаниям в паспорте прибора и руководству по эксплуатации (рис. 1).

- Тонметр поворачивали штоком вверх и снимали защитный колпачок.
- Включали тонометр кратковременным нажатием на кнопку включения. О готовности к работе тонометра судили по движениям стрелки на дисплее.
- Проверяли работоспособность тонометра на контрольном устройстве.
- Проводили дезинфекцию штока вибратора и защитного кольца тонометра протиранием салфеткой, смоченной в дезрастворе.
- Удерживая тонометр пальцами руки за цилиндрический участок корпуса, располагали тонометр измерительным штоком вниз и ориентировали корпус так, чтобы дисплей тонометра был в зоне видимости врача.
- Располагаясь сбоку сзади относительно пациента, устанавливали и фиксировали взгляд пациента с помощью тест-объекта (например, руки пациента) так, чтобы линия его зора была примерно под углом 45–50° (рис. 1).
- Основание ладони руки, держащей тонометр, клали на лоб пациента. Плавность и точность движений при измерении достигалась за счет опоры рукой, держащей тонометр, на лоб пациента, а также навыком работы с прибором.
- Расправляли верхнее веко пальцем свободной руки, чтобы край верхнего века совпадал с лимбом. Удерживали веко в таком положении. Не допускали смещения века на роговицу в момент измерения! Не давили на глазное яблоко.
- Зона воздействия штока тонометра приходилась на участок склеры, соответствующий *corona ciliaris* в меридиане 12 ч.

• Мягко устанавливали шток прибора на веко в 2–3 мм от края века над верхней границей радужной оболочки (складка века за ресничным валиком). Удерживая тонометр вертикально, плавно опускали его на 2–3 мм. При этом включалось динамическое воздействие, ощущаемое как легкая вибрация. При измерении следили за тем,



Рис. 1. Методика измерения внутриглазного давления при помощи тонометра ТВГД-02 (EASYTON)

Fig. 1. Intraocular pressure measuring using a TVGD-02 (EASYTON) tonometer

чтобы защитное кольцо тонометра не касалось века, а располагалось выше него на 2–3 мм. При недопустимо низком опускании тонометра он формировал непрерывный одно-тонный звуковой сигнал, который выключался автоматически, если тонометр поднимался до уровня, достаточного для измерения.

- Через 1–2 с после опускания тонометр формировал звуковой сигнал о готовности данных измерения. Для завершения измерения плавно поднимали прибор. В момент завершения измерения формировался еще один звуковой сигнал, и на дисплее тонометра фиксировался показатель ВГД.

- В случае, если звуковой сигнал не формировался или был сформирован с задержкой более 3 с, повторяли измерение.

- Выключали тонометр так же кратковременным нажатием на кнопку.

- После выключения дезинфицировали наружные поверхности корпуса изделия, его защитного колпачка, защитного кольца и выступающую за пределы кольца часть штока вибратора.

ВГД определяли с 9 до 10 утра, чтобы избежать влияния суточных колебаний на получаемые значения. Измерения на каждом глазу проводили 3 раза, в анализ включали среднее значение трех измерений. Учитывали результаты измерения ВГД только на одном глазу, выбранном путем рандомизации по числам, сгенерированным компьютером, чтобы исключить смещение зависимости. Тонometriю по Гольдману проводили по стандартной методике [6].

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения SPSS. Сравнивали среднее значение ВГД, полученное каждым тонометром. Для определения корреляции между двумя методами измерения ВГД использовали коэффициент корреляции Пирсона. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

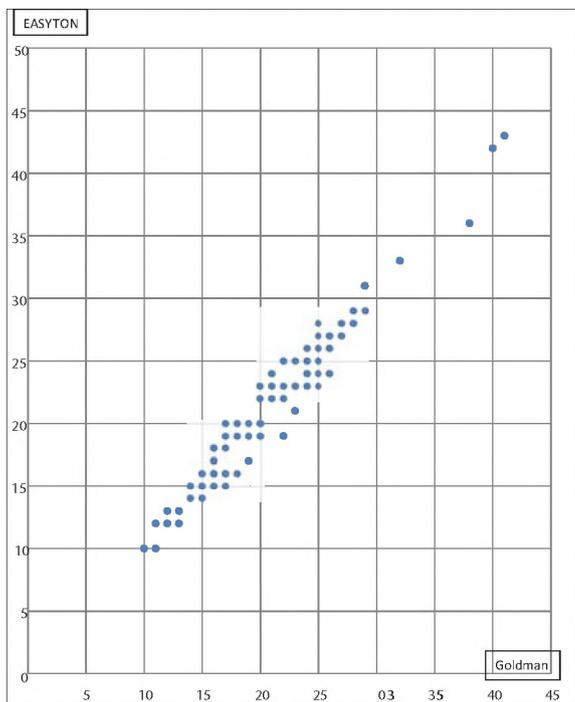


Рис. 2. Корреляция показателей ВГД, полученных с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана у пациентов с ПОУГ

Fig. 2. Correlation of IOP indices obtained using EASYTON tonometer and Goldman tonometer in patients with primary open angle glaucoma

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среднее значение ВГД по данным EASYTON составило $20,20 \pm 0,45$ мм рт. ст., а среднее ВГД, измеренное тонометром Гольдмана, — $19,90 \pm 0,43$ мм рт. ст., разница между показателями оказалась статистически незначимой ($p > 0,05$). Выявлена высокая положительная корреляция между результатами измерения двумя тонометрами: коэффициент корреляции Пирсона составил 0,94.

Результаты измерений были сгруппированы по указанным выше диапазонам ВГД и представлены в табличном (табл. 1–8) и графическом (рис. 2, 3) виде.

Из таблицы 1 видно, что средние значения ВГД в группе соответствуют средней норме давления по тонометру Гольдмана; среднеквадратичное отклонение и ошибка среднего свидетельствуют о небольшом разбросе показателей относительно средних значений; различия между полученными данными не достоверны. При анализе различия показателей, полученных с помощью EASYTON и тонометра Гольдмана, выявлено, что в обеих группах пациентов (как с умеренно повышенным и высоким ВГД, так и с ВГД в пределах статистической нормы) цифры ВГД были сопоставимы (табл. 1 и 2).

В целом во всех диапазонах ВГД получены близкие по значению результаты тонометрии с помощью EASYTON и образцовым (эталонным) тонометром Гольдмана (табл. 3–8).

На рисунке 2 представлена корреляция показателей ВГД, полученных с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана.

Таблица 1. Уровень ВГД (мм рт. ст.), измеренный транспальпебральным методом и методом Гольдмана у пациентов с глаукомой, $n = 120$ (120 глаз)

Table 1. IOP level (mm Hg), measured by transpalpebral method and Goldman's method in patients with glaucoma, $n = 120$ (120 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	23,1625	23,5375
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	3,6125	3,772188
Ошибка среднего Standard error (m)	0,406438	0,424404
Достоверность различий Significance of the difference	$p > 0,05$	

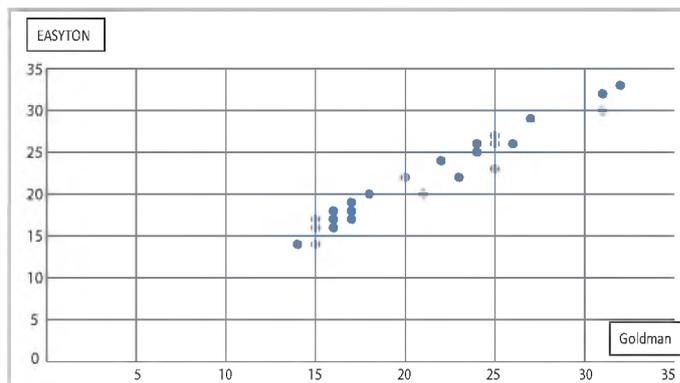


Рис. 3. Корреляция показателей ВГД, полученных с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана, у пациентов с высоким астигматизмом

Fig. 3. Correlation of IOP values obtained with an EASYTON tonometer and a Goldman tonometer in patients with high astigmatism

Таблица 2. Уровень ВГД (мм рт. ст.), измеренный транспальпебральным методом и методом Гольдмана, у пациентов контрольной группы, n = 30 (30 глаз)

Table 2. IOP level (mm Hg), measured by transpalpebral method and Goldman's method in patients of the control group, n = 30 (30 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	18,7	18,7
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	2,167948	2,423306
Ошибка среднего Standard error (m)	0,402578	0,449997
Достоверность различий Significance of the difference	p > 0,05	

Таблица 3. Результаты измерения ВГД, полученные с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана, у пациентов 1-й группы (ВГД ниже 17 мм рт. ст.), n = 40 (40 глаз)

Table 3. IOP results obtained using the EASYTON tonometer compared with the Goldman tonometer in patients of 1st group (with IOP < 17 mm Hg), n = 40 (40 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	14,4	14,7
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	2,193171	1,897202
Ошибка среднего Standard error (m)	0,342516	0,296293
Достоверность различий Significance of the difference	p > 0,05	

Таблица 4. Результаты измерения ВГД, полученные с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана, у пациентов 2-й группы (ВГД — 17–23 мм рт. ст.), n = 40 (40 глаз)

Table 4. IOP results obtained using the EASYTON tonometer compared with the Goldman tonometer in patients of 2nd group (with IOP — 17–23 mm Hg), n = 40 (40 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	19,95	19,65
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	2,88054	2,08026
Ошибка среднего Standard error (m)	0,44986	0,32488
Достоверность различий Significance of the difference	p > 0,05	

Таблица 5. Результаты измерения ВГД, полученные с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана, у пациентов 3-й группы (ВГД > 23 мм рт. ст.), n = 40 (40 глаз)

Table 5. IOP results obtained using the EASYTON tonometer compared with the Goldman tonometer in patients of 3rd group (with IOP > 23 mm Hg), n = 40 (40 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	27,6	27,2
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	4,98899	4,5983

Ошибка среднего Standard error (m)	0,77915	0,71813
Достоверность различий Significance of the difference	p > 0,05	

Таблица 6. Результаты измерения ВГД, полученные с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана, у пациентов с высоким астигматизмом (ВГД < 17 мм рт. ст.), n = 10 (10 глаз)

Table 6. IOP results obtained using the EASYTON tonometer compared with the Goldman tonometer in patients with high astigmatism (with IOP < 17 mm Hg), n = 10 (10 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	16,3	15,5
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	0,41814	0,70711
Ошибка среднего Standard error (m)	0,44845	0,22361
Достоверность различий Significance of the difference	p > 0,05	

Таблица 7. Результаты измерения ВГД, полученные с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана, у пациентов с высоким астигматизмом (ВГД — 17–23 мм рт. ст.), n = 10 (10 глаз)

Table 7. IOP results obtained using the EASYTON tonometer compared with the Goldman tonometer in patients with high astigmatism (with IOP — 17–23 mm Hg), n = 10 (10 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	20,1	19
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	2,079	2,3094
Ошибка среднего Standard error (m)	0,65744	0,7303
Достоверность различий Significance of the difference	p > 0,05	

Таблица 8. Результаты измерения ВГД, полученные с помощью тонометра EASYTON и тонометра Гольдмана, у пациентов с высоким астигматизмом (ВГД > 23 мм рт. ст.), n = 10 (10 глаз)

Table 8. IOP results obtained using the EASYTON tonometer compared with the Goldman tonometer in patients with high astigmatism (with IOP > 23 mm Hg), n = 10 (10 eyes)

Показатели Indicators	Методы измерения Measurement methods	
	EASYTON	Goldman
Среднее значение Mean value	27,6	27
Среднее отклонение (SD) Standard deviation (SD)	3,12694	3,02581
Ошибка среднего Standard error (m)	0,98883	0,95685
Достоверность различий Significance of the difference	p > 0,05	

На рисунке 3 представлена корреляционная зависимость между показателями ВГД, полученными тонометром EASYTON и тонометром Гольдмана, у пациентов с высоким астигматизмом. Полученные данные свидетельствуют о сильной корреляции между этими показателями.

Таким образом, совокупность результатов нашего исследования демонстрирует высокую степень сопоставимости показателей ВГД, полученных с помощью транспальпебрального тонометра EASYTON и апланационного тонометра Гольдмана (см. рис. 2, 3).

Особенностей в измерении ВГД у людей с эпикантусом (монгольской складкой) у жителей Казахстана не выявлено.

ОБСУЖДЕНИЕ

Тонометр Гольдмана является золотым стандартом для измерений ВГД, однако имеются проблемы, связанные с креплением на щелевой лампе, потребностью в квалифицированном операторе и с портативностью прибора [22]. Кроме того, тонометр Гольдмана требует контакта с роговицей и ее окрашивания флуоресцеином, что подвергает глаз риску инфицирования и поднимает проблему стерилизации датчика [23]. Источником ошибки измерения является различное количество флуоресцеинового красителя при измерении ВГД на разных глазах. К ограничениям метода относится сложность использования у маленьких детей и людей с ограниченными физическими возможностями, которые не могут быть правильно расположены для исследования на щелевой лампе. В отличие от корнеальных тонометров, EASYTON — это портативный транспальпебральный тонометр второго поколения с возможностью автоматического переключения в рабочее положение после установки на веко. EASYTON не требует контакта с роговицей и может безопасно применяться в раннем послеоперационном периоде, поскольку риск инфицирования минимален. Поскольку это ручной инструмент, он очень полезен для обследования пациентов, которые не могут правильно располагаться для исследования на щелевой лампе [24]. Кроме того, любой пользователь без медицинского образования или медицинский работник после обучения может измерить ВГД с помощью этого прибора без специальной медицинской подготовки [25, 26]. Предыдущее исследование, проведенное в России [27, 28], также сравнивало EASYTON с тонометром Гольдмана, чтобы определить, является ли тонометр точным для обследования населения Европы. Показано, что измерения были достаточно точными в этой популяции [14, 15, 29]. Наше исследование было предпринято для сравнения EASYTON с тонометром Гольдмана у контингента пациентов, проживающих в Центральном регионе Казахстана, чтобы данные могли быть интерполированы для этой популяции в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отсутствие статистически значимых различий между показателями тонометра EASYTON (ТВГД-2) и тонометра Гольдмана у представителей монголоидной расы свидетельствует о том, что наличие эпикантуса не влияет на результаты ТПТ. Транспальпебральный тонометр EASYTON (АО «ЕПЗ») — это полезный инструмент для скрининга уровня ВГД, который несложен в эксплуатации и может быть рекомендован всем категориям пользователей: врачам-офтальмологам, врачам общего профиля, средним медицинским работникам, оптометристам, а также больным глаукомой для контроля ВГД в домашних условиях. Прибор уже имеется в укладке врача общей практики, и мы полагаем, должен быть в укладке каждого офтальмолога — наряду с прямым электрическим офтальмоскопом.

Литература/References

1. World Health Organization. Vision Impairment and Blindness: Fact Sheet. 2014; 282 (Sept.).
2. Quigley H.A., Broman A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. Br. J. Ophthalmol. 2006; 90 (3): 262–7. doi: 10.1136/bjo.2005.081224

3. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., et al. Global prevalence of glaucoma and projections of the burden of glaucoma to 2040: a systematic review and meta-analysis. Ophthalmology. 2014; 121 (11): 2081–90. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013
4. Kass M.A., Heuer D.K., Higginbotham E.J. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. Arch. Ophthalmol. 2002; 120 (6): 701–13. doi: 10.1001/archophth.120.6.701
5. Nytedt S., Punjabi O., Lin S., Stamper R.L. Tonometry through the ages. Surv. Ophthalmol. 2008; 53 (6): 568–91. doi: 10.1016/j.survophthal.2008.08.024
6. Goldmann H., Schmidt T. Uber Applanations tonometrie. Ophthalmologica. 1957; 134 (4): 221–42. doi: 10.1159/000303213
7. Астахов Ю.С., Акопов Е.Л., Потемкин В.В. Апланационная и динамическая контурная тонометрия: сравнительный анализ. Офтальмологические ведомости. 2008; 1: 4–10. [Astakhov Yu.S., Akopov E.L., Potemkin V.V. Applanation and contour tonometry: comparative analysis. Oftal' mologicheskoe vedomosti. 2008; 1: 4–10 (In Russian)].
8. Babalola O.E., Kehinde A.V., Iloegunban A.K., et al. Comparison of Goldman applanation tonometers and non-contact tonometers (Keeler Pulsair EasyEye) and the effect of the thickness of the central part of the cornea on the eyes indigenous Africans. Ophthalmic Physiol Opt. 2009; 29 (2): 182–8. doi: 10.1111/j.1475-1313.2008.00621.x
9. Mackie S.W., Jay J.L., Ackerley R., Walsh G. Clinical comparison of Keeler Pulsair 2000, American Optical MkII and Goldmann applanation blood pressure monitors. Ophthalmic Physiol Opt. 1996; 16 (2): 171–7.
10. Yussel A.A., Sturmer J., Glur B. Comparison of tonometry with the Keeler non-contact tonometer with an air inhalation Pulsair and the Goldmann applanation tonometer. Wedge Monatsbl. Augenheilkd. 1990; 197 (4): 329–34. doi: 10.1055/s-2008-1046288
11. Moseley M.J., Evans N.M., Fielder A.R. Comparison of the new non-contact tonometer with Goldman's applanation. Eye (Lond) 1989; 3 (Pt 3): 332–7. doi: 10.1038/eye.1989.48
12. Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Никулин С.А. и др. Влияние толщины роговицы на пневмотонометрические показатели внутриглазного давления. Офтальмохирургия. 2005; 1: 31–3. [Balashevich L.I., Kachanov A.B., Nikulin S.A., et al. Influence of corneal thickness on pneumotonometric indicators of intraocular pressure. Ophthalmosurgery. 2005; 1: 31–3 (in Russian)].
13. Harada Y., Hirose N., Kubota T., Tawara A. The influence of central corneal thickness and corneal curvative radius on the intraocular pressure as measured by different tonometers: noncontact and Goldmann applanation tonometers. J. Glaucoma. 2008; 17 (8): 619–25. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181634f0f
14. Макашова Н.В., Иванищев К.В. Клинические результаты транспальпебральной тонометрии. Глаукома. 2013; 2: 42–6. [Makashova N.V., Ivanishchev K.V. Clinical results of transpalpebral tonometry. Glaucoma. 2013; 2: 42–6 (in Russian)].
15. Тугеева Э.Э., Воронцова Т.Н. Возможности применения транспальпебрального тонометра ТВГД-01 в детской офтальмологической практике. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2013; 13 (2): 61–3. [Tugeeva E.E., Vorontsova T.N. Possibilities of using the TVGD-01 transpalpebral tonometer in pediatric ophthalmological practice. RMJ. Clinical ophthalmology. 2013; 13 (2): 61–3 (in Russian)].
16. 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; 2: 38–40. [Tugeeva E.E., Vorontsova T.N., Brzheskij V.V., Zaitseva M.V. Influence of the main parameters of the fibrous capsule on the results of various methods of ophthalmotonometry in children. Russian pediatric ophthalmology. 2015; 2: 38–40 (in Russian)].
17. 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 Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-23-28>
18. Wang D., Huang W., Li Y., et al. Intraocular pressure, central corneal thickness and glaucoma in Chinese adults: a study of the Liwan eye. Am. J. Ophthalmol. 2011; 152 (3): 454–62. E 1. doi: 10.1016/j.ajo.2011.03.005
19. Shimmo M., Ross A.J., Moy A., Mostafavi R. Intraocular pressure, Goldmann applanation tension, corneal thickness and corneal curvature in Caucasians, Asians, Hispanics and African Americans. Am. J. Ophthalmol. 2003; 136 (4): 603–13. doi: 10.1016/s0002-9394(03)00424-0
20. Nomura H., Ando F., Niino N., Shimokata H., Miyake Y. The relationship between age and intraocular pressure in the Japanese population: the effect of central corneal thickness. Curr. Eye Res. 2002; 24 (2): 81–5. doi: 10.1076/ceyr.24.2.81.8161

21. Gupta V., Sonya P., Agarwal H.K., Sikhota R., Sharma A. Interinstrumental agreement and influence of central corneal thickness on measurements with Goldman, pneumotonometer and non-contact tonometer in glaucomatous eyes. *Indian J. Ophthalmol.* 2006; 54 (4): 261–5. doi: 10.4103/0301-4738.27952
22. Santos M.G., Mack S., Berghold A., Eckhard M., Haas A. Difference in intraocular pressure with Goldman's applanation tonometry compared to the manual Perkins applanation tonometer in overweight patients. *Ophthalmology.* 1998; 105 (12): 2260–3. doi: 10.1016/S0161-6420(98)91226-X
23. Moses R.A. Fluorescein in applanation tonometry. *Am. J. Ophthalmol.* 1960; 49: 1149–55. doi: 10.1016/0002-9394(60)91627-5
24. Илларионова А.Р., Обруч Б.В. Транспальпебральная тонометрия в клинической практике. *Окулист.* 2003; 2: 42. [Илларионова А.Р., Ноор В.В. Transpalpebral tonometry in clinical practice. *Oculist.* 2003; 2: 42 (In Russian)].
25. 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 Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-2-27-35>
26. Илларионова А.Р., Пилецкий Н.Г. Исследование достоверности показаний тонометра для измерения внутриглазного давления через веко (ТГДп-01 «ПРА»). *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2001; 2: 55–6. [Илларионова А.Р., Пилецкий Н.Г. Study of the reliability of the tonometer readings for measuring intraocular pressure through the eyelid (TGDts-01 "PRA"). *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2001; 2: 55–6 (in Russian)].
27. Филиппова О.М. Транспальпебральная тонометрия: новые возможности регистрации внутриглазного давления. *Глаукома.* 2004; 1: 35–8. [Filippova O.M. Transpalpebral tonometry: new possibilities for registering intraocular pressure. *Glaucoma.* 2004; 1: 35–8 (in Russian)].
28. Колесникова М.А., Кунин В.Д., Мироненко Л.В. и др. Оценка достоверности показаний транспальпебрального индикатора внутриглазного давления ТГД-02 «ПРА». *Офтальмохирургия.* 2002; 3: 45–7. [Kolesnikova M.A., Kunin V.D., Mironenko L.V., et al. Evaluation of the reliability of the indications of the transpalpebral indicator of intraocular pressure IGD "PRA". *Ophthalmosurgery.* 2002; 3: 45–7 (in Russian)].
29. Тугеева Э.Э., Воронцова Т.Н. Возможности применения транспальпебрального тонометра ТВГД-01 в детской офтальмологической практике. *РМЖ. Клиническая Офтальмология.* 2013; 13 (2): 61–3. [Tugeeva E.E., Vorontsova T.N. Possibilities of using the TVGD-01 transpalpebral tonometer in pediatric ophthalmological practice. *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2013; 13 (2): 61–3 (in Russian)].

Вклад авторов в работу: Ю.А. Шустеров — концепция и дизайн, анализ и интерпретация результатов, финальное редактирование текста; Б.С. Ахмадырова — сбор материала, анализ и интерпретация результатов, редактирование статьи; Д.Е. Токсанбаева, А.К. Маханбетжанова, Н.С. Дакибаев — сбор данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи; М.Ю. Любченко — анализ и интерпретация результатов.

Author's contribution: Yu.A. Shusterov — concept and design of the study, analysis and interpretation of the results, final editing of the article; B.S. Akhmadyarova — data collection, analysis and interpretation of the results, editing of the article; D.E. Toksambaeva, A.K. Makhanbetzhanova, N.S. Dakibayev — data collection, analysis and interpretation of the results, writing of the article; M.Yu. Lyubchenko — analysis and interpretation of the results.

Поступила: 24.12.2021. Переработана: 01.02.2022. Принята к печати: 08.02.2022
Originally received: 24.12.2022. Final revision: 01.02.2022. Accepted: 08.02.2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Некоммерческое акционерное общество «Медицинский университет Караганды», ул. Гоголя, д. 40, Караганда, 100012, Казахстан

Юрий Аркадьевич Шустеров — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии

Ботакос Сергазиевна Ахмадырова — канд. мед. наук, ассистент кафедры офтальмологии

Айкерим Кайратовна Маханбетжанова — резидент-офтальмолог кафедры офтальмологии

Нуртас Саматович Дакибаев — резидент-офтальмолог кафедры офтальмологии

Марина Юрьевна Любченко — канд. мед. наук, врач-офтальмолог

Многопрофильная больница им. проф. Х.Ж. Макажанова, ул. Муканова, д. 5, Караганда, 100012, Казахстан

Динара Еркиновна Токсанбаева — заведующая отделением микрохирургии глаза

Для контактов: Юрий Аркадьевич Шустеров,

yshusterov@mail.ru

Karaganda Medical University, 40, Gogol St., Karaganda, 100012, Kazakhstan

Yury A. Shusterov — Dr. of Med. Sci., professor, head of chair of ophthalmology

Botakoz S. Akhmadyarova — Cand. of Med. Sci., assistant professor, chair of ophthalmology

Aykerim K. Makhanbetzhanova — resident, chair of ophthalmology

Nurtas S. Dakibayev — resident, chair of ophthalmology

Marina Yu. Lyubchenko — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist

Kh.Zh. Makazhanov Multi-profile hospital, 5, Mulanov St., Karaganda, 100012, Kazakhstan

Dinara E. Toksambaeva — head of ocular microsurgery unit

Contact information: Yury A. Shusterov,

yshusterov@mail.ru