



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-23-28>

# Оценка точности и информативности измерения внутриглазного давления с помощью транспальпебральной тонометрии у пациентов в контактных линзах

Н.Ю. Кушнаревич<sup>1</sup>, Е.Н. Иомдина<sup>1</sup>, А.М. Бессмертный<sup>1</sup>, М.Н. Кузин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

<sup>2</sup> Научно-технический центр АО «Елатомский приборный завод», ул. Высоковольтная, д. 48, корпус Б, Рязань, 390029, Россия

**Цель работы** — оценка точности и информативности измерения внутриглазного давления (ВГД) методом транспальпебральной склеральной тонометрии с помощью тонометра EASYTON у пациентов в контактных линзах (КЛ). **Материал и методы.** ВГД измерено у 30 (60 глаз) пациентов с различной рефракцией, в том числе у 25 пациентов (50 глаз) в возрасте 12–57 лет (в ср.  $26,4 \pm 13,5$  года) с миопией от  $-0,5$  до  $-11,25$  дптр (в ср.  $-4,4 \pm 2,4$  дптр) и у 5 пациентов (10 глаз) в возрасте 11–63 лет (в ср.  $45,0 \pm 21,0$  года) с гиперметропией от  $+1,75$  до  $+9,0$  дптр (в ср.  $+4,4 \pm 2,6$  дптр). В большинстве случаев пациенты использовали мягкие однодневные КЛ (сферические или мультифокальные). ВГД определяли на обоих глазах каждого пациента с помощью 1) транспальпебральной склеральной тонометрии (EASYTON) и 2) корнеальной пневмотонометрии. ВГД измеряли сначала без КЛ последовательно двумя методами. Через 20 мин после того, как пациент надевал КЛ, ВГД определяли еще раз. Данные обрабатывали с помощью параметрической статистики, рассчитывали среднюю величину и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ). **Результаты.** Транспальпебральное ВГД (ВГДтр) без КЛ составляло  $16,3 \pm 2,9$  мм рт. ст. на правом глазу (OD) и  $16,6 \pm 3,2$  мм рт. ст. — на левом (OS), а пневмотонометрическое (ВГДпн) —  $16,0 \pm 3,8$  мм рт. ст. на OD и  $15,6 \pm 3,3$  мм рт. ст. на OS. В КЛ ВГДтр практически не изменилось и составило  $16,0 \pm 3,9$  мм рт. ст. на OD и  $16,7 \pm 3,1$  мм рт. ст. на OS. Уровень ВГДпн в линзах изменился также незначительно, составил  $15,7 \pm 2,9$  мм рт. ст. на OD и  $15,5 \pm 2,8$  мм рт. ст. на OS. Уровень ВГДтр у пациентов с гиперметропией как в КЛ ( $19,5 \pm 3,9$  мм рт. ст. на OD и  $19,7 \pm 3,3$  мм рт. ст. на OS), так и без них ( $19,3 \pm 2,8$  мм рт. ст. на OD и  $19,6 \pm 3,1$  мм рт. ст. на OS) оказался выше, чем ВГДпн как в КЛ ( $14,0 \pm 1,8$  мм рт. ст. на OD и  $14,2 \pm 1,7$  мм рт. ст. на OS), так и без них ( $13,5 \pm 2,7$  мм рт. ст. на OD и  $13,2 \pm 1,6$  мм рт. ст. на OS). Значения ВГДтр у пациентов с гиперметропией представляются более точными, чем ВГДпн, поскольку пациенты этой группы значимо старше, чем в среднем по всей группе и чем пациенты с миопией. В отличие от ВГДтр, ВГДпн при гиперметропии оказалось в линзах несколько выше, чем без них, что, очевидно, связано с большей центральной толщиной гиперметропической КЛ, изменяющей влияние воздушного импульса на роговицу. При миопии различия между ВГДтр ( $15,2 \pm 3,5$  мм рт. ст. на OD и  $16,0 \pm 2,7$  мм рт. ст. на OS) и ВГДпн ( $16,1 \pm 2,9$  мм рт. ст. на OD и  $15,9 \pm 3,0$  мм рт. ст. на OS) в КЛ и ВГДтр ( $15,7 \pm 2,6$  мм рт. ст. на OD и  $15,9 \pm 2,9$  мм рт. ст. на OS) и ВГДпн ( $16,6 \pm 3,8$  мм рт. ст. на OD и  $16,1 \pm 3,4$  мм рт. ст. на OS) без КЛ были незначимыми. **Заключение.** Транспальпебральная склеральная тонометрия с помощью тонометра EASYTON дает возможность адекватной оценки ВГД у пациентов в контактных линзах и может быть методом выбора в ряде клинических случаев, поскольку на ее результаты и их повторяемость не оказывают влияние факторы, связанные с наличием контактной линзы.

**Ключевые слова:** транспальпебральная склеральная тонометрия; контактные линзы; пневмотонометрия; аномалии рефракции

**Конфликт интересов:** отсутствует.

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

**Для цитирования:** 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.

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-23-28>

# Estimation of the accuracy and informativeness of measuring intraocular pressure in patients with their contact lenses on by transpalpebral scleral tonometry

Nina Yu. Kushnarevich<sup>1</sup>, Elena N. Iomdina<sup>1</sup>, Alexander M. Bessmertny<sup>1</sup>, Mikhail N. Kuzin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

<sup>2</sup> Research and Development Center of Yelatma Instrument Making Enterprise, JSC, building B, 48, Vysokovolt'naya St., Ryazan, 390029, Russia  
nk112@mail.ru

**Purpose:** to compare the tonometry results obtained by transpalpebral scleral tonometry and pneumotonometry for patients with their contact lenses on. **Material and methods.** Intraocular pressure (IOP) was measured in 30 (60 eyes) patients with various refraction errors including 5 patients (10 eyes) aged 11–63 ( $45.0 \pm 21.0$ ) years with hyperopia of +1.75 to +9.0 D ( $+4.4 \pm 2.6$  D) and 25 patients (50 eyes) aged 12–57 ( $26.4 \pm 13.5$ ) years with myopia of -0.5 to -11.25 D ( $-4.4 \pm 2.4$  D). In most of cases patients used soft daily disposable contact lenses (spherical or multifocal). IOP was determined in both eyes of each patient using 1) transpalpebral scleral tonometry (EASYTON tonometer), and 2) corneal pneumotonometry. IOP was first measured when the patient was without their contact lenses, by both methods consecutively. 20 minutes after putting the lenses on, IOP was measured once again. Each measurement was taken three times and the average IOP value was determined. The data were analyzed using parametric statistics: the mean value and the standard deviation ( $M \pm SD$ ) of each parameter were calculated. **Results.** On average, patients without contact lenses showed transpalpebral IOP (IOPtr) of  $16.3 \pm 2.9$  mmHg in the right eye (OD) and  $16.6 \pm 3.2$  mmHg in the left eye (OS) and pneumotonometry IOP (IOPpn) of  $16.0 \pm 3.8$  in OD and  $15.6 \pm 3.3$  mmHg in OS. When the lenses were put on, the values of IOPtr stayed practically the same:  $16.0 \pm 3.9$  mmHg in OD and  $16.7 \pm 3.1$  mmHg in OS. IOPpn also changed insignificantly:  $15.7 \pm 2.9$  mmHg in OD and  $15.5 \pm 2.8$  mmHg in OS, but individual IOPpn data scattered more when the lenses were put on. IOPtr of hyperopic patients both with the lenses ( $19.5 \pm 3.9$  mmHg in OD and  $19.7 \pm 3.3$  mmHg in OS) and without them ( $19.3 \pm 2.8$  mmHg in OD and  $19.6 \pm 3.1$  mmHg in OS) was higher than IOPpn both with the lenses ( $14.0 \pm 1.8$  mmHg in OD and  $14.2 \pm 1.7$  mmHg in OS) and without them ( $13.5 \pm 2.7$  mmHg in OD and  $13.2 \pm 1.6$  mmHg in OS). A higher IOPtr in the hyperopic group seems more plausible because most patients in this group were significantly older than in myopic group. In hyperopic patients, IOPpn level in lenses tended to be higher than without them, while IOPtr was the same in either case. It may be due to the fact that contact lenses for high hyperopia are rather thick, which affects the air impact on the cornea during pneumotonometry. In the myopic group the difference between IOPtr ( $15.2 \pm 3.5$  mmHg in OD and  $16.0 \pm 2.7$  mmHg in OS) and IOPpn ( $16.1 \pm 2.9$  mmHg in OD and  $15.9 \pm 3.0$  mmHg in OS) in lenses and IOPtr ( $15.7 \pm 2.6$  mmHg in OD and  $15.9 \pm 2.9$  mmHg in OS) and IOPpn ( $16.6 \pm 3.8$  mmHg in OD and  $16.1 \pm 3.4$  mmHg in OS) without them was insignificant. **Conclusion.** Transpalpebral scleral tonometry using EASYTON is an adequate method to measure IOP of patients with contact lenses on and can be the method of choice in a some of clinical cases, since its results and their repeatability are not affected by factors associated with the presence of a contact lens.

**Keywords:** transpalpebral scleral tonometry; contact lens; pneumotonometry; refraction anomalies

**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:** 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>

Как известно, контактная коррекция зрения является одним из наиболее часто используемых видов оптической коррекции [1, 2].

Контактные линзы (КЛ) обладают целым рядом неоспоримых преимуществ по сравнению с очковой коррекцией, а новые технологические возможности изготовления более безопасных, комфортных и оптически разнообразных линз приводят к увеличению ареала их применения как за счет расширения возрастного диапазона пользователей, так и за счет пациентов, нуждающихся в более сложных видах корригирующих линз, таких как склеральные или гибридные КЛ [3–5]. Кроме того, в настоящее время КЛ становятся не только средством коррекции, обеспечивающим высокую остроту зрения, но и оптическим «инструментом», позволя-

ющим влиять на рефрактогенез и тем самым контролировать (тормозить) развитие миопии. Такие КЛ — бифокальные или мультифокальные — все чаще назначают детям и подросткам для постоянного ношения с целью профилактики развития миопии [6–9]. Растет интерес и к контактной коррекции пресбиопии, особенно к мультифокальным КЛ [10, 11].

Пациенты, использующие контактную коррекцию зрения, нуждаются в постоянном наблюдении офтальмолога или оптометриста. В план обследования таких пациентов обязательно входит измерение внутриглазного давления (ВГД). Особенно важна тонометрия у взрослых пациентов с аномалиями рефракции высоких степеней, поскольку такие пациенты входят в группу риска развития первичной глаукомы [12, 13].

Однако многие пациенты не готовы снимать, а затем снова надевать контактные линзы для проведения процедуры измерения в условиях глазного кабинета и поэтому отказываются от нее, откладывая определение ВГД до следующего раза, когда они специально придут без линз. Зачастую повторный визит откладывается на неопределенное время, и уровень ВГД пациента остается вне медицинского контроля.

С учетом вышеизложенного представляется актуальным внедрение в клиническую практику современных методов тонометрии, позволяющих проводить измерения ВГД у пациентов при надетых контактных линзах без потери точности измерений.

Очевидно, в качестве такого метода может быть использована транспальпебральная тонометрия, которая исключает контакт с роговицей. Однако транспальпебральные тонометры, работающие по принципу «отскока», т. е. упругого взаимодействия свободно падающего штока с глазным яблоком через веко [14, 15], несмотря на определенные преимущества [16, 17], не получили широкого распространения в клинике из-за недостаточной точности измерения, особенно при высоком уровне ВГД [15].

В то же время в последние годы был разработан транспальпебральный тонометр нового типа (тонометр внутриглазного давления EASYTON, АО «ЕПЗ», Россия), основанный на другом физическом принципе, а именно 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 [18]. При измерении шток ставится на веко в области склеры, соответствующей *corona ciliaris* в меридиане 12 ч, и сжимает его своим весом. Таким образом, образуется единая связанная биомеханическая система «шток — глаз», частота колебаний которой определяется фактическим ВГД.

Возбуждение колебаний осуществляется коротким электромагнитным импульсом, воздействующим на шток вибратора. Перемещение штока передается на глаз через веко в виде кратковременного воздействия, которое возбуждает вынужденные колебания глаза.

Преобразование механических колебаний глаза в электрический сигнал осуществляется электромагнитной системой тонометра, конструктивно связанной со штоком. Период колебаний измеряется тонометром и используется для расчета ВГД, которое отображается на дисплее тонометра.

Целенаправленное экспериментальное исследование, в котором тонометрическое ВГД сравнивали с истинным манометрическим давлением внутри глаза, позволило выбрать оптимальные конструктивные параметры датчика тонометра EASYTON, обеспечивающие необходимую точность транспальпебральной склеральной тонометрии [19].

Противопоказаниями к использованию тонометра EASYTON являются патологические состояния верхнего века (воспалительные заболевания, рубцы, деформация века) и выраженная патология склеры в области измерения. Тонометр имеет два режима измерения ВГД: режим измерения тонометрического ВГД (шкала Маклакова) и режим измерения истинного ВГД (шкала Гольдмана).

Поскольку измерение ВГД проводится через веко, исключается контакт штока тонометра с роговицей, а также использование анестетиков.

**ЦЕЛЮ** данной работы стала оценка точности и информативности измерения ВГД методом транспальпебральной склеральной тонометрии с помощью тонометра EASYTON у пациентов в контактных линзах.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 30 пациентов (60 глаз) в возрасте от 11 до 63 лет с различными аномалиями рефракции, использующих мягкие КЛ (сферические или мультифокальные), в том числе 5 пациентов (10 глаз) в возрасте от 11 до 63 лет (средний возраст  $M \pm SD$ :  $45,0 \pm 21,0$  года) с гиперметропией от +1,75 до +9,0 дптр (в среднем  $+4,4 \pm 2,6$  дптр); а также 25 пациентов (50 глаз) в возрасте от 12 до 57 лет (в среднем  $26,4 \pm 13,50$  года) с миопией от -0,5 до -11,25 дптр (в среднем  $-4,4 \pm 2,4$  дптр).

Для проведения транспальпебральной тонометрии использовался тонометр внутриглазного давления EASYTON производства АО «Елатомский приборный завод».

Полученные при транспальпебральной тонометрии значения ВГД сравнивались со значениями ВГД, определенными бесконтактным методом — корнеальной пневмотонометрией с помощью роговичного пневмотонометра производства США. Как известно, применение корнеальной пневмотонометрии противопоказано при патологических состояниях роговицы: эрозиях, язвах, отеке роговицы, после кератопластики или проникающей травмы глаза. В то же время при данных состояниях ВГД может быть определено с помощью транспальпебральной склеральной тонометрии.

Формат сравнительного исследования предусматривал объединение противопоказаний к использованию обоих методов измерения ВГД, поэтому при формировании выборки пациентов учитывались следующие критерии исключения:

- патологические состояния верхнего века (воспалительные заболевания, рубцы, деформация века);
- выраженная патология склеры в проекции области измерения;
- эрозии, язвы, отек роговицы;
- перенесенная кератопластика;
- перенесенная проникающая травма глаза.

Пациенты, включенные в исследование, давали добровольное информированное согласие на участие в нем.

Всем пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование: биомикроскопия, определение остроты зрения, авторефрактометрия, тщательный осмотр глазного дна. Полученные данные заносились в индивидуальную регистрационную карту участника исследования.

Измерение ВГД проводилось в положении пациента сидя, на правом и левом глазах, последовательно транспальпебральным тонометром EASYTON (в режиме измерения «шкала Гольдмана») и роговичным пневмотонометром. При проведении измерения ВГД с помощью EASYTON шток тонометра устанавливался на верхнее веко пациента в области склеры, соответствующей *corona ciliaris* в меридиане 12 ч.

Вначале проводили измерение ВГД без контактных линз, затем пациент надевал линзы, и через 20 мин проводилось повторное измерение с помощью указанных тонометров. Каждое измерение (тонометром EASYTON и пневмотонометром, при надетых линзах и без линз, на правом и на левом глазах) проводили трижды и фиксировали результаты в индивидуальной регистрационной карте участника исследования. Для дальнейшего анализа рассчитывали среднее значение трех измерений ВГД для каждого вида измерений.

*Статистическая обработка* полученных данных включала определение среднего значения и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ), а также критерия Стьюдента. Значения параметров считались различными при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средние значения полученных значений ВГД правого (OD) и левого (OS) глаза в целом по всей группе обследованных пациентов представлены в таблице 1.

Сравнительный анализ полученных данных показал, что значения ВГД, измеренные у одних и тех же участников исследования на одних и тех же глазах, как при надетых КЛ, так и без них, статистически значимо не отличались друг от друга ( $p > 0,5$ ) и при транспальпебральной тонометрии, и при пневмотонометрии. Однако при этом индивидуальные значения ВГД, определенные с помощью тонометра EASYTON при надетых КЛ, в целом были более близки значениям, которые были получены без них, чем аналогичные значения, полученные при пневмотонометрии.

Интересно, что в кратком сообщении, посвященном возможности использования транспальпебрального тонометра, работающего по принципу «отскока», для измерения ВГД у молодых пациентов в КЛ [20], отмечалось статистически значимое отличие получаемых с помощью этого тонометра данных от результатов определения ВГД с помощью корнеального пневмотонометра.

Приведенные данные доказывают возможность и целесообразность определения ВГД у пациентов в КЛ с помощью транспальпебрального тонометра EASYTON и свидетельствуют о точности и информативности проводимых измерений.

Представляет интерес раздельный анализ результатов определения ВГД в группах пациентов с миопической и гиперметропической рефракцией, поскольку КЛ, используемые для коррекции гиперметропии и миопии, отличаются

не только кривизной, но и толщиной в центральной зоне, что может оказывать влияние на результаты пневмотонометрии, проводимой в КЛ.

Как показывают данные таблицы 2, значения ВГД, полученные с помощью EASYTON, как в линзах, так и без них, оказались выше, чем измеренные с помощью пневмотонометрии ( $p < 0,05$ ). Поскольку средний возраст обследованных пациентов с гиперметропией был статистически значимо выше, чем в целом по группе и чем у пациентов с миопией, то можно предположить, что и уровень ВГД у этих пациентов в среднем должен быть выше (рост ВГД с возрастом — известный факт), что и отразили данные транспальпебральной склеральной тонометрии.

Необходимо отметить, что результаты пневмотонометрии в этой группе в линзах были несколько выше (на 0,5–1,0 мм рт. ст.), чем без линз, что, по-видимому, связано с влиянием КЛ, корригирующей гиперметропическую рефракцию (более толстой в центре, чем миопическая), на взаимодействие роговицы и воздушного импульса пневмотонометра. Это свидетельствует о несколько более высокой точности транспальпебральной склеральной тонометрии у пациентов с гиперметропической рефракцией в КЛ по сравнению с пневмотонометрией.

В группе пациентов с миопией различия между результатами транспальпебральной склеральной тонометрии и пневмотонометрии, проведенных как в линзах, так и без них, были статистически незначимыми, что свидетельствует о взаимозаменяемости данных методов измерения у данной категории пациентов (табл. 3).

**Таблица 1.** Значения ВГД (мм рт. ст.) правого (OD) и левого (OS) глаза, полученные с помощью EASYTON и роговичного пневмотонометра ( $M \pm SD$ ), в целом по всей группе обследованных (60 глаз)

**Table 1.** IOP (mmHg) measurement results obtained in right (OD) and left (OS) eyes of all examined patients (60 eyes) using EASYTON and pneumotonometer ( $M \pm SD$ )

Условия измерения ВГД IOP measurement conditions	EASYTON		Пневмотонометр Pneumotonometer	
	OD	OS	OD	OS
Без контактных линз Contact lens off	16,3 ± 2,9	16,6 ± 3,2	16,0 ± 3,8	15,6 ± 3,3
В контактных линзах Contact lens on	16,0 ± 3,9	16,7 ± 3,1	15,7 ± 2,9	15,5 ± 2,8

**Таблица 2.** Значения ВГД (мм рт. ст.) правого (OD) и левого (OS) глаза, полученные с помощью EASYTON и пневмотонометра ( $M \pm SD$ ), в группе пациентов с гиперметропией (10 глаз)

**Table 2.** IOP (mmHg) measurement results obtained in right (OD) and left (OS) eyes of examined patients with hyperopia (10 eyes) using EASYTON and pneumotonometer ( $M \pm SD$ )

Условия измерения ВГД IOP measurement conditions	EASYTON		Пневмотонометр Pneumotonometer	
	OD	OS	OD	OS
Без контактных линз Contact lens off	19,3 ± 2,8	19,6 ± 3,1	13,5 ± 2,7	13,2 ± 1,6
В контактных линзах Contact lens on	19,5 ± 3,9	19,7 ± 3,3	14,0 ± 1,8	14,2 ± 1,7

**Таблица 3.** Значения ВГД (мм рт. ст.) правого (OD) и левого (OS) глаза, полученные с помощью EASYTON и пневмотонометра ( $M \pm SD$ ) в группе пациентов с миопией (50 глаз)

**Table 3.** IOP (mmHg) measurement results obtained in right (OD) and left (OS) eyes of examined patients with myopia (50 eyes) using EASYTON and pneumotonometer ( $M \pm SD$ )

Условия измерения ВГД IOP measurement conditions	EASYTON		Пневмотонометрия Pneumotonometer	
	OD	OS	OD	OS
Без контактных линз Contact lens off	15,7 ± 2,6	15,9 ± 2,9	16,6 ± 3,8	16,1 ± 3,4
В контактных линзах Contact lens on	15,2 ± 3,5	16,0 ± 2,7	16,1 ± 2,9	15,9 ± 2,9

В ходе исследования проводился также контроль возникновения неблагоприятных эффектов, связанных с проведением тонометрии. Какого бы то ни было неблагоприятного воздействия тонометра EASYTON и пневмотонометра за весь период проведения исследования ни у одного из участников не выявлено.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного сравнительного исследования доказывают реальную возможность точного определения ВГД у пациентов в КЛ с помощью транспальпебрального тонометра EASYTON и свидетельствуют об информативности проводимых измерений. Отсутствие каких-либо неблагоприятных эффектов в ходе проведения исследования служит подтверждением безопасности транспальпебральной тонометрии с применением тонометра EASYTON у пациентов в КЛ. Использование транспальпебральной склеральной тонометрии может быть предпочтительным в ряде клинических случаев, поскольку, в отличие от роговичной пневмотонометрии, на ее результаты и их повторяемость не оказывают влияние факторы, связанные с наличием КЛ (ее толщина, посадка на роговице, наличие слезной жидкости и др.).

### Литература/References

1. Nichols J.J., Fisher D. Contact lenses 2018. Contact Lens Spectrum. 2019 Jan; 34: 18–23. <https://www.clspectrum.com/issues/2019/january-2019/contact-lenses-2018>
2. Shahbandeh M. Value of the global contact lens market from 2017 to 2024. 2018 Apr; 4. Available at: <https://www.statista.com/statistics/485820/global-value-of-the-contact-lens-market/>
3. Аляева О.О., Рябенко О.И., Тананакина Е.М., Юшкова И.С. Опыт применения склеральных линз Zenlens для зрительной реабилитации пациентов с иррегулярной роговицей. Российский офтальмологический журнал. 2018; 11 (4): 68–74. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-4-68-74> [Alyeva O.O., Ryabenko O.I., Tananakina E.M., Yushkova I.S. Zenlens scleral lenses for visual rehabilitation of patients with irregular cornea: a usage experience. Russian ophthalmological journal. 2018; 11 (4): 68–74 (in Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-4-68-74>]
4. Potter R. The history of hybrid contact lenses. Where these lenses started and where they are today. Contact Lens Spectrum. 2015 November; 30 (30): 32–5. Available at: <https://www.clspectrum.com/issues/2015/november-2015/the-history-of-hybrid-contact-lenses>
5. Нероев В.В., Мягков А.В., Гурьянова О.В., Ханджян А.Т., Якунина А.И. Гибридные контактные линзы для коррекции первичных и индуцированных аметропий. Российский офтальмологический журнал. 2020; 13 (1): 102–7. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-1-102-107> [Neroev V.V., Myagkov A.V., Guryanova O.V., Khandzhyan A.T., Yakunina A.I. Hybrid contact lenses for the correction of primary and induced ametropias. Russian ophthalmological journal. 2020; 13 (1): 102–7 (in Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-1-102-107>]
6. Милаш С.В., Епишина М.В., Толорая Р.Р. Современные оптические методы коррекции периферического дефокуса. Российский офтальмологический журнал. 2019; 12 (4): 92–8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-4-92-98> [Milash S.V., Epishina M.V., Toloraya R.R. Modern optical methods of peripheral defocus correction. Russian ophthalmological journal. 2019; 12 (4): 92–8 (in Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-4-92-98>]
7. Aller T.A., Liu M., Wildsoet C.F. Myopia control with bifocal contact lenses: a

randomized clinical trial. Optom Vis Sci. 2016; 93 (4): 344–52. doi: 10.1097/OPX.0000000000000808

8. Walline J., Greiner K., McVey M., Jones-Jordan L. Multifocal contact lens myopia control. Optom Vis Sci. 2013; 90 (11): 1207–1214. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000036>
9. Li S.M., Kang M.T., Wu S.S. Studies using concentric ring bifocal and peripheral add multifocal contact lenses to slow myopia progression in school-aged children: a meta-analysis. Ophthalmic Physiol. Opt. 2017; 37 (1): 51–9. <https://doi.org/10.1111/opo.12332>
10. Morgan P.B., Efron N., Woods C.A. An international survey of contact lens prescribing for presbyopia. Clin. Exp. Optom. 2011; 94: 87–92. doi: 10.1111/j.1444-0938.2010.00524
11. Щуко А.Г., Селиверстова Н.Н., Рогожникова Е.А., Розанова О.И. Преимущества и недостатки мультифокальной контактной коррекции пресбиопии у лиц с миопической рефракцией. Офтальмология. 2013; 10 (2): 31–4. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2013-2-31-34> [Shchuko A.G., Seliverstova N.N., Rogozhnikova E.A., Rozanova O.I. Advantages and disadvantages of multifocal contact lens correction of presbyopia in patients with myopic refraction. Ophthalmology in Russia. 2013; 10 (2): 31–4 (in Russian). <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2013-2-31-34>]
12. Shen L., Melles R.B., Metlapally Ravikanth, et al. The association of refractive error with glaucoma in a multiethnic population. Ophthalmology. 2016 Jan; 123 (1): 92–101. doi:10.1016/j.ophtha.2015.07.002
13. Kaufman P.L., Lu 'jen Drecoll E., Croft M.A. Presbyopia and glaucoma: two diseases, one pathophysiology? The 2017 Friedenwald Lecture. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2019; 60:1801–12. <https://doi.org/10.1167/jovs.19-26899>
14. Илларионова А.Р., Пилецкий Н.Г. Исследование достоверности показаний тонометра для измерения внутриглазного давления через веко (ТГДЦ-01 «ПРА»). РМЖ. Клиническая офтальмология. 2001; 2: 55–6. [Illarionova A., Piletsky N. Research results of intraocular pressure reliability indication by transpalpebral tonometer (TGD-01 PRA). RMJ. Clinical ophthalmology. 2001; 2: 55–6 (in Russian)].
15. Wisse R., Peters N., Imhof S.M., van der Lelija A. Comparison of Diaton transpalpebral tonometer with applanation tonometry in keratoconus. Int. J. Ophthalmol. 2018 Mar.; 9 (3): 395–8 doi:10.18240/ijo.2016.03.12
16. Филиппова О.М. Транспальпебральная тонометрия: новые возможности регистрации внутриглазного давления. Глаукома. 2004; 1: 54–6. [Filippova O.M. Transpalpebral tonometry: new possibilities of intraocular pressure registration. Glaucoma. 2004; 1: 54–6 (in Russian)].
17. Аветисов С.Э., Еричев В.П., Антонов А.А. Диагностические возможности транспальпебральной тонометрии индикатором ИГД-03. Национальный журнал глаукома. 2016; 15 (3): 17–23. [Avetisov S.E., Eriчев V.P., Antonov A.A. Diagnostic capabilities of transpalpebral tonometry with IGD-03. Russian journal of glaucoma. 2016; 15 (3): 17–23 (In Russian)].
18. Дыкин В.И., Иванисhev К.В., Корнев Н.П., Мухеев А.А., Соломаха В.Н. Тонометр внутриглазного давления динамического типа. Медицинская техника. 2013; 4 (280): 33–6. [Dykin V.I., Ivanishchev K.V., Kornev N.P., Mikheev A.A., Solomakha V.N. Intraocular pressure dynamic type tonometer. Meditsinskaya tekhnika. 2013; 4 (280): 33–6 (in Russian)].
19. Иомдина Е.Н., Клевцов Э.А., Иванисhev К.В. и др. Экспериментальное моделирование как основа определения оптимальных параметров датчика для транспальпебральной тонометрии. Вестник офтальмологии. 2019; 135 (6): 27–32. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913506127> [Iomdina E.N., Klevtsov E.A., Ivanishchev K.V., et al. Experimental simulation for determining optimal design parameters of a transpalpebral tonometry sensor. Vestnik oftalmologii. 2019; 135 (6): 27–32 (in Russian). <https://doi.org/10.17116/oftalma201913506127>]
20. Rozhdestvenskaya M., Orlob J., Rüttimann D., et al. The advantage of transpalpebral scleral tonometry for individuals wearing contact lenses. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. July 2019; 60: 2428. <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2742564>

**Вклад авторов в работу:** Н.Ю. Кушнаревич — дизайн и проведение клинических исследований; Е.Н. Иомдина — концепция и дизайн исследований, обработка результатов, написание статьи; А.М. Бессмертный — проведение клинических исследований; М.Н. Кузин — дизайн и техническое обеспечение исследования.

Поступила: 01.04.2020

Переработана: 05.04.2020

Принята к печати: 09.04.2020

Originally received: 01.04.2020

Final revision: 05.04.2020

Accepted: 09.04.2020

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

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

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

**Александр Маркович Бессмертный** — д-р мед. наук, старший научный сотрудник отдела глаукомы

*Научно-технический центр АО «Елатомский приборный завод», ул. Высоковольтная, д. 48, корпус Б, Рязань, 390000, Россия*

**Михаил Николаевич Кузин** — инженер по сертификации

**Для контактов:** Нина Юрьевна Кушнareвич, nk112@mail.ru;

Елена Наумовна Иомдина, iomdina@mail.ru

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

**Nina N. Kushnarevich** — Cand. of Med. Sci., senior researcher, department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

**Elena N. Iomdina** — Dr. of Biol. Sci., principal researcher department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

**Alexander M. Bessmertny** — Dr. of Med. Sci., senior researcher, department of glaucoma

*Research and Development Center of Yelatma Instrument Making Enterprise, JSC, building B, 48, Vysokovoltynaya St., Ryazan, 390000, Russia*

**Mikhail N. Kuzin** — certification engineer

**Contact information:** Nina Yu. Kushnarevich, nk112@mail.ru;

Elena N. Iomdina, iomdina@mail.ru