

Новые возможности диагностического обследования пациентов перед кераторефракционными операциями в условиях пандемии COVID-19

С.Н. Сахнов, О.А. Клокова, А.В. Пискунов, Р.О. Дамашаускас,
М.С. Гейденрих, Е.И. Дьяконова

Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза»
им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Краснодар, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить воспроизводимость и корректность измерений, полученных с помощью Visionix VX130+, и соответствие их результатам диагностических приборов Topcon KR-800, NT-530P, Oculyzer, RTVue-100.

Материал и методы: в группу исследования вошли 124 человека (248 глаз), из них 53 мужчины и 71 женщина в возрасте от 18 до 45 лет (средний возраст — 25,24±7,5 года). В ходе исследования проводили сравнительный анализ показателей рефрактометрии, пневмотонометрии, пахиметрии, полученных с помощью мультифункционального диагностического комплекса Visionix VX130+ (ООО «Визионикс Рус», дочерняя компания Luneau Technology Operations) и данных автокераторефрактометра Topcon KR-800 (Topcon, Япония), пневмотонометра Nidek NT-530P (Nidek, Япония), тонометрических данных по Гольдману (тонометр CT200, Reichert, США), анализатора переднего отрезка глаза Oculyzer (WaveLight AG, Германия) и томографа RTVue-100 (Optovue, США).

Результаты исследования: анализ выполненных измерений рефрактометрии на Visionix VX130+ подтвердил высокую воспроизводимость и стабильность показателей. Средний разброс значений сферического компонента составил 0,22±0,22 дптр, цилиндрического компонента — 0,23±0,16 дптр. Сравнительный анализ рефрактометрических показателей пациентов с миопией различной степени, обследованных на Visionix VX130+ и Topcon KR-800, показал отсутствие статистически достоверной разницы ($p>0,05$). Измерение уровня ВГД на Visionix VX130+, как и при тонометрии на пневмотонометре Nidek NT-530P, в автоматическом режиме позволяет получить два его значения — с учетом и без учета толщины роговицы. По нашим данным, у пациентов исследуемой группы на Visionix VX130+ средние значения этих показателей между собой практически не отличались ($p>0,05$), тогда как на Nidek NT-530P разница была статистически достоверна ($p<0,05$). Среднее значение центральной толщины роговицы пациентов исследуемой группы, измеренное на Visionix VX130+, было близко к аналогичному параметру, полученному с помощью Oculyzer (разница составила 3,8±2,23 мкм, $p>0,05$), и больше данного показателя на RTVue-100 ($p<0,05$).

Заключение: проведение сравнительных клинических испытаний по оценке сопоставимости результатов измерений, полученных при помощи Visionix VX130+ и других диагностических устройств, надежность которых подтверждена многолетним применением в клинической практике, показало, что мультифункциональный диагностический комплекс Visionix VX130+ в полной мере отвечает требованиям работы в условиях пандемии COVID-19; предоставляет необходимые данные обследования пациента с аномалиями рефракции для безопасного и эффективного проведения кераторефракционных лазерных операций.

Ключевые слова: кераторефракционная операция, пневмотонометрия, aberрометрия, кератотопография, пахиметрия, роговица, внутриглазное давление.

Для цитирования: Сахнов С.Н., Клокова О.А., Пискунов А.В. и др. Новые возможности диагностического обследования пациентов перед кераторефракционными операциями в условиях пандемии COVID-19. Клиническая офтальмология. 2021;21(2):72–77. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-2-72-77.

New avenues of preoperative evaluation before corneal refractive surgery during the COVID-19 pandemic

S.N. Sakhnov, O.A. Klokova, A.V. Piskunov, R.O. Damashauskas, M.S. Geidenrich, E.I. Dyakonova

Krasnodar Branch of the S.N. Fedorov NMRC "MNTK "Eye Microsurgery", Krasnodar, Russian Federation

ABSTRACT

Aim: to assess the reproducibility and comparability of measurements produced by Visionix VX130+ and their consistency with data produced by Topcon KR-800, NT-530P, Oculyzer, and RTVue-100.

Patients and Methods: 124 patients (248 eyes) aged 18–45 years (mean age 25.24±7.5 years) were enrolled. Refractometry, IOP levels, and pachymetry measured by Visionix VX130+ system (LLC "Visionix Rus" — affiliated company of Luneau Technology Operations) were compared to the readings produced by Topcon KR-800 Auto Kerato-Refractometer (Topcon, Japan), Nidek NT-530P non-contact tonometer (Nidek, Japan), CT200 Goldman applanation tonometer (Reichert, USA), ALLEGRO Oculyzer (WaveLight AG, Germany), and RTVue-100 (Optovue, USA).

Results: *refractometry produced by Visionix VX130+ is highly reproducible and stable. Mean spread of spherical equivalent was 0.22 ± 0.22 D and mean spread of cylindrical equivalent was 0.23 ± 0.16 D. No significant differences were revealed between refractometry readings produced by Visionix VX130+ and Topcon KR-800 in patients with myopia ($p > 0.05$). Both Visionix VX130+ and Nidek NT-530P (automated IOP measurements) produce two values, i.e., with and without corneal thickness. Our findings suggest that mean values are virtually similar in Visionix VX130+ group ($p > 0.05$) while Nidek NT-530P produces significant differences ($p < 0.05$). Mean central corneal thickness (CCT) measured by Visionix VX130+ was almost similar to CCT measured by Oculyzer (the difference was 3.8 ± 2.23 μm , $p > 0.05$) and greater than CCT measured by RTVue-100 ($p < 0.05$).*

Conclusion: *clinical trials comparing the readings produced by Visionix VX 130+ and other devices whose reliability was evidenced by long-term clinical experience have demonstrated that Visionix VX 130+ multifunctional diagnostic system is fully in line with the COVID-19 pandemic requirements. This device provides the measurements for performing safe and effective corneal refractive surgery for refractive errors.*

Keywords: *corneal refractive procedure, pneumotometry, aberrometry, corneal topography, pachymetry, cornea, intraocular pressure.*

For citation: *Sakhnov S.N., Klokova O.A., Piskunov A.V. et al. New avenues of preoperative evaluation before corneal refractive surgery during the COVID-19 pandemic. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2021;21(2):72–77. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-2-72-77.*

ВВЕДЕНИЕ

Решение вопроса о возможности выполнения кераторефракционной операции пациенту с аметропией требует комплексной оценки функциональных и анатомических изменений органа зрения [1]. Диагностическое обследование включает стандартные методы исследования больных с офтальмопатологией, такие как визометрия, автоматическая кераторефрактометрия, пневмотонометрия, периметрия. Помимо вышеперечисленных методов с целью скрининга кератоконуса и выбора оперативного метода лазерной коррекции аномалий рефракции применяются специализированные методы исследования роговицы: кератотопография, обследование на анализаторе переднего отрезка глаза, aberrometry, оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего сегмента глаза [2, 3].

Таким образом, обследование пациента продолжается в течение нескольких часов, применяется множество приборов, базирующихся на различных физических принципах. Например, для измерения толщины роговицы в настоящее время успешно используется несколько устройств, которые условно можно разделить по принципу работы на три категории: на основе щелевого сканирования с помощью Шаймпфлюг-камеры, ультразвука (УЗИ) и оптического излучения ближнего инфракрасного излучения (ОКТ). В современных условиях, особенно в период пандемии COVID-19, клиницисты в своей практике отдают предпочтение бесконтактным диагностическим технологиям. В связи с этим незаменимыми при диагностике рефракционных нарушений и оценке состояния роговицы после лазерной коррекции стали анализаторы переднего отрезка глаза Galilei (Ziemer, Швейцария), PENTACAM (OCULUS Optikgeräte GmbH, Германия), Oculyzer (WaveLight AG, Германия) и томографы Cirrus HD OCT-400 (Carl Zeiss Meditec, Германия), SS-1000, Casia (Tomey, Япония), RTVue-100 (Optovue, США). Они практически заменили ультразвуковую пахиметрию. Причиной этого стали ее основные недостатки: необходимость применения анестетиков, контакта с роговицей, зависимость метода от надежности юстировки зонда оператором [4]. Другой критерий надежности использования диагностического оборудования — стабильная повторяемость и воспроизводимость измерений [5].

В последние годы наметилась тенденция к выпуску производителями диагностических приборов, которые за считанные секунды позволяют провести несколько исследований, тем самым сократить время обследования пациента без снижения качества диагностики. В 2017 г. ООО «Визионикс Рус», совместная компания Luneau

Technology Operations (Франция) и ООО «НЦ «Техноспарк» (Россия), локализовала в России производство диагностических мультифункциональных комплексов Visionix VX130+. Прибор VX130+ был сертифицирован и разрешен к применению в лечебных учреждениях России в 2019 г. Данный прибор одновременно позволяет выполнить автокераторефрактометрию, пневмотонометрию, кератотопографию, aberrometry, пахиметрию. Создание новых диагностических приборов требует уточнения достоверности их диагностических возможностей. К моменту проводимого проспективного исследования в научной литературе опубликованы работы, посвященные оценке внутрисессионной повторяемости рефракционных, aberrometry и топографических измерений, осуществляемых системой Visionix [6–8]. Тем не менее следует отметить, что авторы изучали модель предыдущего поколения Visionix VX120+ и не сравнивали его показатели с соответствующими данными других приборов.

Цель настоящего исследования — оценить воспроизводимость и корректность измерений, полученных с помощью Visionix VX130+, и соответствие их результатам диагностических приборов Topcon KR-800, NT-530P, Oculyzer, RTVue-100.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Критериями отбора пациентов в группу исследования диагностических возможностей Visionix VX130+ было наличие у пациента миопической рефракции в сочетании с астигматизмом и отсутствие патологии роговицы и хрусталика. В группу вошли 124 человека (248 глаз), из них 53 мужчины и 71 женщина в возрасте от 18 до 45 лет (средний возраст — $25,24 \pm 7,5$ года).

Мультифункциональный диагностический комплекс Visionix VX130+ позволяет проводить исследование сферического компонента рефракции глаза в фотопических и мезопических условиях освещения в диапазоне от -20 дптр до $+20$ дптр, цилиндрического компонента — от 0 дптр до ± 8 дптр в диапазоне оси от 0 до 180° . Полученные данные одного и того же пациента сравнивали со средними рефракционными показателями автокераторефрактометра Topcon KR-800 (Topcon, Япония). Диапазон измерения ВГД методом пневмотонометрии на Visionix составляет от 7 мм рт. ст. до 44 мм рт. ст. В отличие от пневмотонометра он позволяет получить два параметра ВГД пациента: без учета толщины роговицы и с учетом пахиметрических показателей — роговично-компенсированное ВГД (ВГД_{рк}).

В ходе данного исследования полученные значения ВГД сравнивали с показателями пневмотонометрии на NT-530P (Nidek, Япония) и тонометрическими по Гольдману на контактно-аппланационном тонометре СТ200 (Reichert, США).

Сочетание данных, полученных от Шаймпфлюг-камеры с диапазоном пахиметрии от 150 мкм до 1300 мкм (разрешение пахиметрии ± 10 микрон) в 1500 точках и топографии роговицы с использованием 24 колец Плачидо (6144 точки измерений), позволяет провести с помощью VX130+ полноценный анализ роговицы глаза. Полученные с его помощью результаты пахиметрии в центре роговицы сравнивали с показателями центральной толщины роговицы (ЦТР) на аппаратах Oculyzer (ALCON/WaveLight AG, Германия), RTVue-100 (Optovue, США).

Одна из основных технических особенностей диагностического комплекса Visionix — проведение анализа аберраций волнового фронта. Аберрометрия осуществляется с помощью датчика Шака — Гартмана за 0,2 с при диаметре зрачка от 2 мм до 7 мм. При этом исследователь получает данные аберраций роговицы и хрусталиковых «внутренних» аберраций. Также в процессе обследования пациента на Visionix VX130+ врач получает возможность фиксации показателя угла Каппа.

Протокол измерений: все тесты выполнял один и тот же обученный сотрудник. Сначала проводились последовательно три измерения на Visionix VX130+, затем для сравнения по три измерения на других приборах.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программного обеспечения MS Excel 2010 (Microsoft Inc., США), Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Так как распределение значений не отличалось от нормального, данные представлены в виде $M \pm \sigma$, где M — среднее значение, σ — стандартное отклонение. Для сравнения двух независимых выборок применяли непарный t -критерий Стьюдента. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ выполненных измерений рефрактометрии на Visionix VX130+ у пациентов исследуемой группы подтвердил высокую воспроизводимость и стабильность показателей, независимо от степени миопии. Средний разброс значений сферического компонента составил $0,22 \pm 0,22$ дптр, цилиндрического компонента — $0,23 \pm 0,16$ дптр. Средние данные рефракции пациентов, полученные на Visionix VX130+ и Topcon KR-800, представлены в таблице 1.

Сравнительный анализ рефрактометрических показателей пациентов с миопией различной степени, полученных при обследовании на Visionix VX130+ и Topcon KR-800, показал отсутствие статистически достоверной разницы этих показателей ($p > 0,05$). Максимальные значения роговичного астигматизма глаз пациентов по данным кератотопографии на Oculyzer сопоставимы ($p > 0,05$) с кератометрическими значениями на Visionix VX130+ и статистически значимо выше ($p < 0,05$) по сравнению с данными Topcon KR-800.

Измерение ВГД на VX130+, как и при тонометрии на пневмотонометре Nidek NT-530P, в автоматическом режиме позволяет получить два его значения — с учетом (VGD_{pk}) и без учета толщины роговицы (табл. 2). По нашим данным, у пациентов исследуемой группы на Visionix

Таблица 1. Сравнительная оценка рефрактометрических показателей пациентов на Visionix VX130+, Topcon KR-800 (248 глаз), $M \pm \sigma$ (min-max), дптр

Table 1. Refractometry readings produced by Visionix VX130+ and Topcon KR-800 (248 eyes), $M \pm \sigma$ (min-max), D

Прибор Device	Показатель кераторефрактометрии, дптр Corneal refractometry, D		Сильная ось, ° Steep axis, °
	Сферический компонент Spherical equivalent	Цилиндрический компонент Cylindrical equivalent	
Visionix VX130+	$-4,2 \pm 1,41$ (-2,0; -8,5)	$-0,91 \pm 0,61$ (0; -2,5)	$72,97 \pm 74,78$ (0-180)
Topcon KR-800	$-4,25 \pm 1,42$ (-2,5; -8,25)	$-0,82 \pm 0,52$ (0; -2,0)	$90,16 \pm 76,05$ (0-180)
Oculyzer	-	$-1,1 \pm 0,49$ (-0,4; -2,0)	$86,8 \pm 68,34$ (2,7-179,4)
Уровень значимости p p -value	$p_{1,2} > 0,05$	$p_{1,2} > 0,05$ $p_{1,3} > 0,05$ $p_{2,3} < 0,05$	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} > 0,05$

Примечание. Разница между показателями Visionix VX130+ (1), Topcon KR-800 (2) и Oculyzer (3).

Note. Difference between Visionix VX130+ (1), Topcon KR-800 (2) and Oculyzer (3).

Таблица 2. Сравнительная оценка показателей ВГД по данным пневмотонометрии Visionix VX130+ и Nidek NT-530P (248 глаз), $M \pm \sigma$ (min-max), мм рт. ст.

Table 2. IOP readings produced by Visionix VX130+ and Nidek NT-530P (248 eyes), $M \pm \sigma$ (min-max), mm Hg

Прибор Device	ВГД, мм рт. ст. IOP, mm Hg	ВГД _{pk} , мм рт. ст. IOP _{cc} , mm Hg	p
Visionix VX130+	$15,17 \pm 3,02$ (10-21)	$14,67 \pm 3,05$ (11-21,3)	$> 0,05$
Nidek NT-530P	$15,06 \pm 3,38$ (12-21)	$14,01 \pm 3,35$ (12,97-20,9)	$< 0,05$
p	$> 0,05$	$> 0,05$	-

VX130+ средние значения этих показателей между собой практически не отличались ($p > 0,05$), тогда как на Nidek NT-530P разница была статистически достоверна ($p < 0,05$). Тониметрические данные Visionix были сопоставимы с данными пневмотонометрии на NT-530P ($p > 0,05$).

Для иллюстрации влияния центральной толщины роговицы (ЦТР) на уровень ВГД приводим два клинических наблюдения. *Клиническое наблюдение 1:* у пациента М., 30 лет, при ЦТР 580 мкм ВГД_{pk} на 1,9 мм меньше по отношению к значению ВГД без учета пахиметрии. *Клиническое наблюдение 2:* у пациентки С., 25 лет, при ЦТР 470 мкм ВГД_{pk} на 1,2 мм больше по сравнению с ВГД без учета роговичной толщины (рис. 1).

Сравнительный анализ показателей пневмотонометрии на VX130+ и данных тонометрии, полученных традиционным контактным аппланационным способом по Гольдману, показал их статистически значимую вариабельность ($p < 0,05$) (рис. 2).

В ходе текущего исследования ЦТР на мультифункциональном диагностическом комплексе Visionix и Oculyzer мы получили практически одинаковые средние значения данного показателя, разница составила $3,8 \pm 2,23$ мкм ($p > 0,05$) (рис. 3). Следует отметить тот факт, что они статистически значимо отличались от пахиметрических данных, полученных на томографе RTVue-100 ($p < 0,05$).

При изучении аберраций у пациентов исследуемой группы с помощью Visionix VX130+ мы получили следующие результаты: при диаметре зрачка 3 мм общий уровень аберраций был в диапазоне от 0,07 мкм до 0,91 мкм ($0,28 \pm 0,16$ мкм), что статистически значимо ниже ($p < 0,05$) уровня аберраций при диаметре зрачка 5 мм, который колебался от 0,13 мкм до 2,05 мкм ($0,63 \pm 0,36$ мкм). В общем объеме аберраций, независимо от диаметра зрачка, статистически достоверно преобладали аберрации низкого порядка ($p < 0,05$) и роговичные аберрации ($p < 0,05$) (рис. 4).

По нашим данным, средний показатель угла Каппа у пациентов исследуемой группы варьировал в пределах от 0 до 0,75 мм, в среднем составил $0,26 \pm 0,15$ мм.

ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы новые диагностические системы и методы исследования переднего отрезка глазного яблока получили широкое распространение благодаря постоянно возрастающему интересу к кераторефракционной хирургии. Высокие требования пациентов к ее уровню безопасности и результатам, с одной стороны, и работа клиники в период пандемии COVID-19, с другой стороны, определяют стандарты качества предоперационного обследования [9]. Диагностические технологии, требующие непосредственного контакта датчика с роговицей, занимающие значительное время, однозначно уходят в прошлое [5]. На наш взгляд, мультифункциональная диагностическая система Visionix VX130+ (ООО «Визионикс Рус», дочерняя компания Luneau Technology Operations), объединившая авторефрактометр, кератометр, бесконтактный тонометр, пахиметр, топограф роговицы, абберрометр в один универсальный диагностический комплекс, в полной мере отвечает этим требованиям, т. к. значительно снижает количество контактов пациента с приборами и медицинским персоналом. Исследование на Visionix VX 130+ проводится без контакта с роговицей, занимает около 2 мин, следовательно, сокращается время пребывания пациента в клинике и минимизируется риск инфекционной нагрузки.

В данном исследовании результаты рефрактометрии, проведенной с помощью системы VX130+, продемонстрировали стабильную воспроизводимость результатов и минимальную погрешность, что является неременным условием для практического использования этого класса диагностического оборудования, особенно при расчетах лазерных рефракционных операций. Сравнительная оценка их с данными авторефрактометра Topcon KR-800, точность измерений которого подтверждена длительным использованием в клинической практике, не выявила между ними достоверных различий ($p > 0,05$). Средняя ЦТР, измеренная с помощью Visionix VX 130+, была сопоставима с результатами пахиметрии на Oculyzer ($p > 0,05$), но достоверно отличалась от пахиметрических значений RTVue-100. Подобные результаты были опубликованы и другими авторами при сравнении данных пахиметрии, полученных с помощью Шаймпфлюг-камеры и ОКТ [10].

A				
(R)	Угол Иридо	Угол Иридо	ASD	ASV
622 μm	35	34	3,75	231,0
(R) Тонометрия		ВГД _{корр.}		
15,0		13,1		

B				
(R)	Угол Иридо	Угол Иридо	ASD	ASV
481 μm	32	32	3,10	164,4
(R) Тонометрия		ВГД _{корр.}		
15,0		16,2		

Рис. 1. Показатели ВГД, ВГД_{рк} и ЦТР на Visionix VX130+
Fig. 1. IOP, IOP_{cc}, and CCT measured with Visionix VX130+

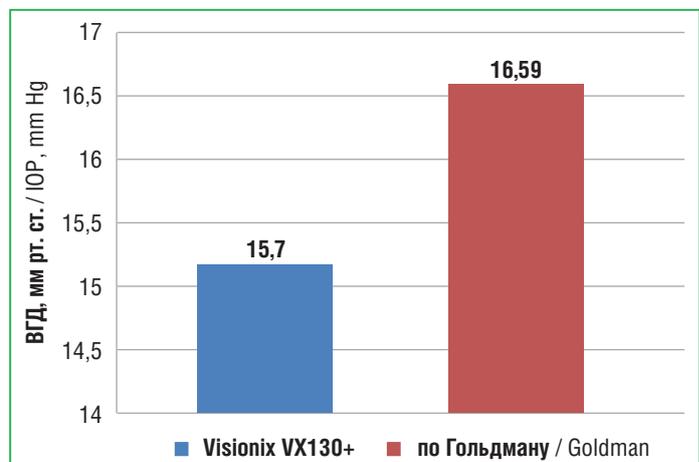


Рис. 2. Сравнение показателей ВГД на Visionix VX130+ и данных тонометрии по Гольдману у пациентов исследуемой группы

Fig. 2. IOP measured with Visionix VX130+ compared to Goldman tonometry

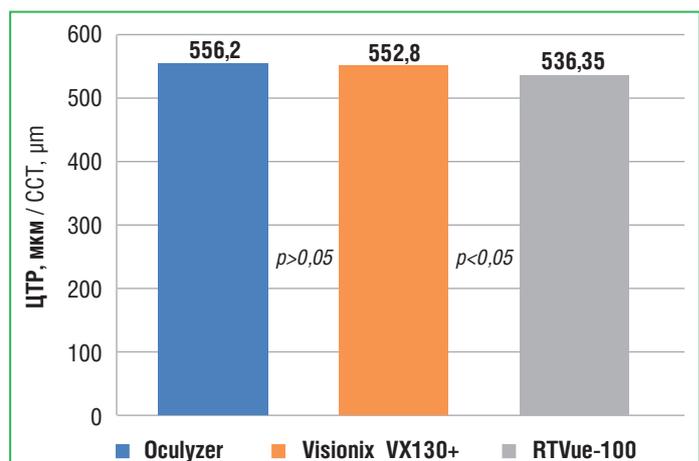


Рис. 3. Показатели ЦТР у пациентов исследуемой группы
Fig. 3. Central corneal thickness

У всех пациентов исследуемой группы уровень ВГД при различных видах тонометрии соответствовал норме, не превышая 21 мм рт. ст. Результаты тонометрии на Visionix VX130+ и одной из последних моделей пневмотонометров Nidek NT-530P были сопоставимы ($p > 0,05$). ВГД_{рк} по мне-

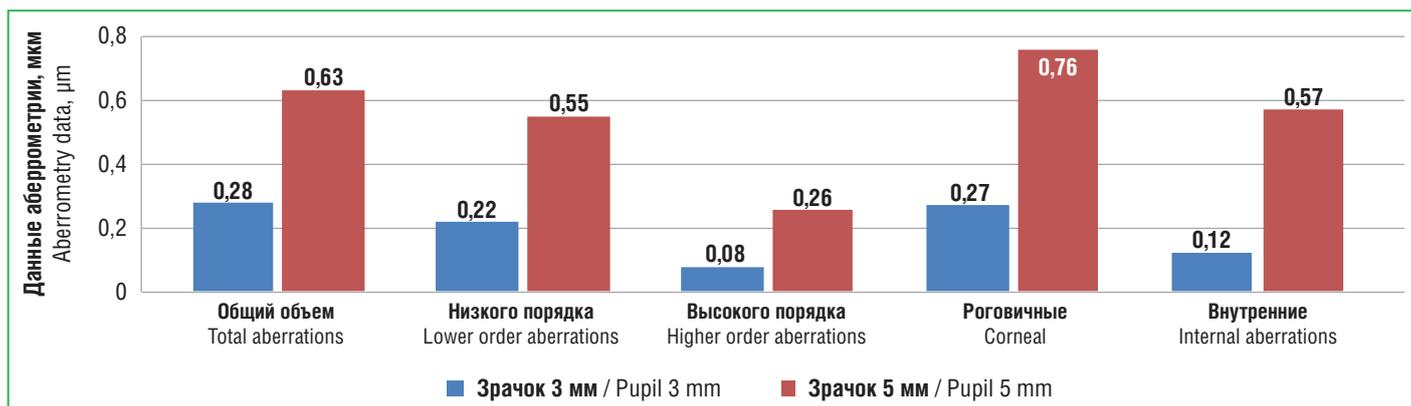


Рис. 4. Аберрации у пациентов исследуемой группы в зависимости от диаметра зрачка

Fig. 4. Aberrations depending on pupil diameter

нию многих авторов, играет важную роль при первичной дифференциальной диагностике глазной гипертензии и глаукомы [11, 12]. Оба прибора предоставляют возможность исследователю оценить влияние толщины роговицы на полученные значения уровня ВГД с учетом индивидуальных особенностей роговицы пациента, что, безусловно, является их технологическим преимуществом. Полученные нами у пациентов исследуемой группы средние результаты измерения ВГД и ВГД_{рк} статистически значимо не отличались ($p > 0,05$). Данный факт можно объяснить тем, что у большинства пациентов (56,8%) ЦТР была в диапазоне средней нормальной толщины 510–560 мкм.

При сравнении показателей пневмотонометрии на Visionix с результатами аппланационных методов последние были достоверно выше ($p < 0,05$). Соответствующие результаты были получены и другими исследователями, которые сравнивали эти два метода [12, 13].

Современный тренд обследования пациента с аномалиями рефракции предполагает изучение топографии как передней, так и задней поверхности роговицы. Технологические возможности прибора Visionix обеспечивают это исследование, таким образом, успешно решается вопрос скрининга кератоконуса. Мультифункциональный диагностический комплекс позволяет оценить уровень не только роговичных, но и общих, внутренних аберраций, количественно определить разницу между зрительной и анатомической осями глаза. Эти технологические особенности являются его значительными преимуществами перед другими анализаторами переднего отрезка глаза. С точки зрения персонализированного подхода в лазерной рефракционной хирургии необходимость проведения aberrometry и учета угла Каппа при планировании операции доказана многими авторами [14, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведение сравнительных клинических испытаний по оценке сопоставимости результатов измерений, полученных при помощи Visionix VX130+ и других диагностических устройств, надежность которых подтверждена многолетним применением в клинической практике, позволяет сделать следующее заключение: мультифункциональный диагностический комплекс Visionix VX130+ в полной мере отвечает требованиям работы в условиях пандемии COVID-19; предоставляет необходимые данные

обследования пациента с аномалиями рефракции для безопасного и эффективного проведения кераторефракционных лазерных операций.

Благодарность

Авторы благодарят компанию ООО «Визионик Рус» за предоставленную возможность работы на мультифункциональном диагностическом комплексе.

Acknowledgement

The authors are grateful to LLC “Visionix Rus” for providing the possibility to deal with the Visionix multifunctional diagnostic system.

Литература

1. Аветисов С.Э., Егорова Г.Б., Кобзова М.В. и др. Клиническое значение современных методов исследования роговицы. Вестник офтальмологии. 2013;129(5):22–31.
2. Качанов А.Б., Ефимов О.А. Сравнительное исследование морфометрических показателей роговицы и хрусталика с помощью Шеймпфлюг-камеры Pentacam, ультразвукового А-Скана Oculus и оптического когерентного томографа переднего отрезка глаза Visante. Офтальмохирургия. 2012;2:63–71.
3. Bennett J.R., Stalboerger G.M., Hodge D.O., Schornack M.M. Comparison of refractive assessment by wavefront aberrometry, autorefraction, and subjective refraction. J Optom. 2015; 8 (2):109–115. DOI: 10.1016/j.optom.2014.11.001.
4. Солодкова Е.Г. Сравнительный анализ различных методов пахиметрии и биометрии. Современные технологии в офтальмологии. 2016;5:181–183.
5. Khaja W., Grover S., Kelmenson A. et al. Comparison of central corneal thickness: ultrasound pachymetry versus slit-lamp optical coherence tomography, specular microscopy and Orbscan. Clin Ophthalmol. 2015;9(6):1065–1070. DOI: 10.2147/OPTH.S81376.
6. Pinero D.P., Lopez-Navarro A., Cabezas I. et al. Intrasession repeatability of refractive and ocular aberro-metric measurements obtained using a multidagnostic device in healthy eyes. Clin Optom (Auckl). 2017;9:91–96. DOI: 10.2147/OPTO.S132572.
7. Pinero D.P., Cabezas I., Lopez-Navarro A. et al. Intrasession repeatability of ocular anatomical measurements obtained with a multidagnostic device in healthy eyes. BMC Ophthalmol. 2017;17:193. DOI: 10.1186/s12886-017-0589-x.
8. Sanchez I., Ortiz-Toquero S., Martin R. Intrasession repeatability and intersession reproducibility measurements using VX120 multidagnostic unit. Eye Contact Lens. 2018; 44:266–272. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000486.
9. Нероев В.В., Кричевская Г.И., Балацкая Н.В. COVID-19 и проблемы офтальмологии. Российский офтальмологический журнал. 2020;13(4):99–104. DOI: 10.21516/2072-0076-2020-13-4-99-104.
10. Milla M., Pinero D.P., Amparo F., Alio J.L. Pachimetric measurement with a new Scheimpflug photography-based system. Intraobserver repeatability and agreement with optical coherence tomography pachymetry. J Cataract Refract Surg. 2011;37(2):310–316. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.08.038.
11. Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. Исследование влияния биомеханических свойств роговицы на показатели тонометрии. Бюллетень СО РАМН. 2009;4(138):30–33.
12. Егоров Е.А., Еричев В.П., Куроедов А.В. и др. Показатели офтальмотонометрии в здоровой популяции. Национальный журнал глаукома. 2018;17(2):91–98. DOI: 10.9785/gesr-2018-0207.
13. Егоров Е.А., Петров С.Ю., Горюничий В.В. и др. ТонOMETрическое внутриглазное давление у взрослого населения: популяционное исследование. Национальный журнал глаукома. 2020;19(2):39–50. DOI: 10.21883/PJTF.2020.13.49590.18076.

14. Rodríguez-Vallejo M., Piñero D.P., Fernández J. Avoiding misinterpretations of Kappa angle for clinical research studies with Pentacam. *J Optom.* 2019;12(2):71–73. DOI: 10.1016/j.optom.2018.03.003.
15. Таганова О.Ю., Сорокин Е.Л., Дутчин И.В. Структура исходных морфометрических, оптических показателей роговицы у пациентов с миопией средней степени перед выполнением рефракционной операции. Соотносительность оптимальных и возможных условий хирургии. *Практическая медицина.* 2017;2(9):218–221.

References

1. Avetisov S.E., Egorova G.B., Kobzova M.V. et al. Clinical significance of modern methods of corneal assessment. *Vestnik oftal'mologii.* 2013;129(5):22–31 (in Russ.).
2. Kachanov A.B., Efimov O.A. Comparative investigation of morphometric data of cornea and lens measured by Ocuscan, Visante and Pentacam devices. *Oftal'mokhirurgiya.* 2012;2:63–71 (in Russ.).
3. Bennett J.R., Stalboerger G.M., Hodge D.O., Schornack M.M. Comparison of refractive assessment by wavefront aberrometry, autorefraction, and subjective refraction. *J Optom.* 2015; 8 (2):109–115. DOI: 10.1016/j.optom.2014.11.001.
4. Solodkova E.G. Comparative analysis of various methods of pachymetry and biometrics. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii.* 2016;5:181–183 (in Russ.).
5. Khaja W., Grover S., Kelmenson A. et al. Comparison of central corneal thickness: ultrasound pachymetry versus slit-lamp optical coherence tomography, specular microscopy and Orbscan. *Clin Ophthalmol.* 2015;9(6):1065–1070. DOI: 10.2147/OPTH.S81376.
6. Pinero D.P., Lopez-Navarro A., Cabezos I. et al. Intrasession repeatability of refractive and ocular aberrometric measurements obtained using a multidagnostic device in healthy eyes. *Clin Optom (Auckl).* 2017;9:91–96. DOI: 10.2147/OPTH.S132572.
7. Pinero D.P., Cabezos I., Lopez-Navarro A. et al. Intrasession repeatability of ocular anatomical measurements obtained with a multidagnostic device in healthy eyes. *BMC Ophthalmol.* 2017;17:193. DOI: 10.1186/s12886-017-0589-x.
8. Sanchez I., Ortiz-Toquero S., Martin R. Intrasession repeatability and intersession reproducibility measurements using VX120 multidagnostic unit. *Eye Contact Lens.* 2018; 44:266–272. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000486.
9. Neroev V.V., Krichevskaya G.I., Balatskaya N.V. COVID-19 and problems of ophthalmology. *Rossiyskiy oftal'mologicheskii zhurnal.* 2020;13(4):99–104 (in Russ.). DOI: 10.21516/2072-0076-2020-13-4-99-104.
10. Milla M., Pinero D.P., Amparo F., Alio J.L. Pachimetric measurement with a new Scheimpflug photography-based system. Intraobserver repeatability and agreement with optical coherence tomography pachimetry. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(2):310–316. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.08.038.
11. Avetisov S.E., Bubnova I.A., Antonov A.A. The study of the effect of the corneal biomechanical properties on the intraocular pressure measurement. *Byulleten' SO RAMN.* 2009;4(138):30–33 (in Russ.).
12. Egorov E.A., Elichev V.P., Kuroedov A.V. et al. Tonometric intraocular pressure reference values in healthy population. *Natsional'nyy zhurnal glaukoma.* 2018;17(2):91–98 (in Russ.). DOI: 10.9785/gesr-2018-0207.
13. Egorov E.A., Petrov S. Yu., Gorodnichy V.V. et al. Tonometric intraocular pressure in adult population: a population study. *Natsional'nyy zhurnal glaukoma.* 2020;19(2):39–50 (in Russ.). DOI: 10.21883/PJTF.2020.13.49590.18076.
14. Rodríguez-Vallejo M., Piñero D.P., Fernández J. Avoiding misinterpretations of Kappa angle for clinical research studies with Pentacam. *J Optom.* 2019;12(2):71–73. DOI: 10.1016/j.optom.2018.03.003.
15. Tatanova O. Yu., Sorokin E.L., Dutchin I.V. Structure of initial morphometric, optical parameters of cornea in patients with medium degree myopia before refractive surgery. Parity of optimal and possible conditions of surgery. *Prakticheskaya meditsina.* 2017;2(9):218–221 (in Russ.).

Сведения об авторах:

Сахнов Сергей Николаевич — к.м.н., к.э.н., директор, ORCID iD 0000-0003-2100-2972;

Клокова Ольга Александровна — к.м.н., заведующая отделением рефракционной хирургии, ORCID iD 0000-0003-4394-7723;

Пискунов Александр Валериевич — врач-офтальмолог, ORCID iD 0000-0002-6449-2791;

Дамашаускас Роман Олегович — врач-офтальмолог, ORCID iD 0000-0001-9239-1739;

Гейденрих Мария Сергеевна — врач-офтальмолог, ORCID iD 0000-0002-4555-6622;

Дьяконова Елена Ивановна — врач-офтальмолог, ORCID iD 0000-0002-3074-1825.

Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. 350012, Россия, г. Краснодар, ул. Красных партизан, д. 6.

Контактная информация: Клокова Ольга Александровна, e-mail: oaklokova@gmail.com. **Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. **Конфликт интересов отсутствует.** Статья поступила 23.03.2021.

About the authors:

Sergey N. Sakhnov — Cand. of Sci. (Med.), Cand. of Sci. (Econ.), Director, ORCID iD 0000-0003-4394-7723;

Olga A. Klokova — Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Refractive Surgery, ORCID iD 0000-0003-4394-7723;

Alexander V. Piskunov — ophthalmologist, ORCID iD 0000-0002-6449-2791;

Roman O. Damashauskas — ophthalmologist, ORCID iD 0000-0001-9239-1739;

Mariya S. Geidenrich — ophthalmologist, ORCID iD 0000-0002-4555-6622;

Elena I. Dyakonova — ophthalmologist, ORCID iD 0000-0002-3074-1825.

Krasnodar Branch of the S.N. Fedorov NMRC "MNTK "Eye Microsurgery". 6, Krasnykh Partizan str., Krasnodar, 350012, Russian Federation.

Contact information: Olga A. Klokova, e-mail: oaklokova@gmail.com. **Financial Disclosure:** no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned. **There is no conflict of interests.** Received 23.03.2021.