

## ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ

DOI: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2017-4-87-91>  
УДК 617.7-073.756.8

## Нормативные базы данных приборов для оптической когерентной томографии (обзор литературы)

А.А. Шпак<sup>1</sup>, М.В. Коробкова<sup>1</sup>, В.О. Баласанян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва;

<sup>2</sup> Клиническое объединение центров охраны зрения детей и подростков «Ясный Взор», Москва

### РЕФЕРАТ

Анализ количественных результатов оптической когерентной томографии (ОКТ) предусматривает их сопоставление с нормативными базами данных. По своей структуре существующие нормативные базы основных приборов для ОКТ принципиально не различаются. В большинстве своем они являются диверсифицированными (включают лиц различной этнической принадлежности) и имеют существенные ограничения по возрасту и рефракции (длине глаз), что негативно сказывается на диагностических возможностях метода ОКТ, особенно у лиц с крайними значениями указанных параметров. Предложены или находятся в разработке базы данных для детей и лиц старше 80 лет, однако они не включены в состав программного обеспечения приборов для ОКТ. Корректная оценка результатов у паци-

ентов с аномалиями рефракции высокой степени возможна только при использовании специализированных баз данных, примером которых может служить база «длинных глаз» приборов Nidek серии RS для представителей азиатской расы. Весьма актуальна разработка подобных баз для всех этнических групп населения (или диверсифицированных) для этого и других приборов. Ограниченное значение имеют также способы количественного расчета влияния оптической системы глаз с аномалиями рефракции на некоторые параметры, измеряемые с помощью ОКТ.

**Ключевые слова:** оптическая когерентная томография, нормативные базы данных, возраст, аномалии рефракции, длина оси глаза. ■

**Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в отношении содержания настоящего обзора.**

Офтальмохирургия. – 2017. – № 4. – С. 87–91.

### ABSTRACT

#### Normative databases for optical coherence tomography (Literature review)

A.A. Shpak<sup>1</sup>, M.V. Korobkova<sup>1</sup>, V.O. Balasanyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow;

<sup>2</sup> The Association of Pediatric Ophthalmology Clinics «Yasniy Vzor», Moscow

An analysis of the quantitative results of optical coherence tomography (OCT) includes a comparison with normative databases. In their structure, the existing databases of the OCT devices do not have major differences. Most of them are diversified (include persons of different ethnic origin) and have significant limitations on age and refractive error (the length of the eye), what adversely affects the diagnostic power of the OCT, particularly in individuals with extreme values of these parameters. Databases are proposed or are in development for children and people older than 80 years, but such databases are not included in the OCT software yet. A proper evaluation of the results in patients with high-degree refractive errors is only possible using specialized databases. Long

Axial Length Normative Database for Nidek RS series devices can serve as an example, but it is limited to the representatives of the Asian race. It is very important to develop similar databases for all ethnic groups of the population (or diversified) for this and other OCT devices. The methods were developed for correction of the magnification effect of the optical system of the eyes with refractive errors. These methods have limited value and could be applied to few parameters measured by OCT.

**Key words:** optical coherence tomography, normative databases, age, refractive errors, axial length of the eye. ■

**No author has a financial or proprietary interest in the contents of the present review.**

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. – 2017. – No. 1. – P. 87–91.

### Для корреспонденции:

Коробкова Мария Валерьевна, аспирант  
E-mail: korobkova1@inbox.ru

Для диагностики различных заболеваний или патологических состояний методом оптической когерентной томографии (ОКТ) во многих случаях достаточно визуализации (рассмотрения) сканов макулярной области и/или области зрительного нерва. Однако некоторые формы патологии, такие как глаукомная оптическая нейропатия и атрофии зрительного нерва другого происхождения, выявляют, в первую очередь, путем сравнения количественных параметров структур глазного дна с нормативными базами данных. Поэтому очень важно понимать принципы такого сравнения и его особенности у различных категорий пациентов.

Общепринятым является цветовое кодирование результатов измерений относительно нормативов, полученных в сходной группе здоровых испытуемых. Зеленым цветом обозначают результаты ОКТ, встречающиеся у 90% здоровых лиц. Темно-желтым или светло-желтым окрашивают умеренные изменения, соответствующие уменьшению или увеличению показателя, на долю которых в норме приходится по 4% случаев. Красный или сиреневый цвета указывают на выраженное уменьшение или увеличение показателя, каждое из которых встречается в норме не более чем в 1% случаев. Когда степень утолщения не имеет значения, зоны светло-желтой и сиреневой окраски объединяют в одну зону белой окраски (частота в норме – 5%). Умеренные изменения нередко сугубо условно обозначают как «пограничные», а выраженные как «патологические», поскольку они часто, хотя, естественно, далеко не всегда, бывают признаками той или иной патологии.

Нормативные базы являются важным компонентом любого прибора для ОКТ. Для их использования иногда могут требоваться даже отдельные лицензии, поскольку производители приборов рассматривают нормативные базы как ценную интеллектуальную собственность. По этой же причине такие базы всегда передаются пользователям во встроенном («защитом») виде – как часть программного обеспечения прибора, а в анализах результатов параметры нормативных баз предста-

ют не в явном виде, а только в качестве условных, скрытых от оператора цифр, с которыми было выполнено сравнение. Вместе с тем, производители приборов обычно сообщают пользователям определенную, иногда довольно подробную информацию о нормативных базах, чтобы обеспечить правильную трактовку получаемых результатов сравнения. Анализируемая ниже информация доступна в статьях [19] и руководствах пользователей приборов Cirrus HD-OCT 5000 (Carl Zeiss Meditec Inc.), RTVue XR 100 Avanti (Optovue Inc.), Spectralis HRA+OCT (Heidelberg Engineering), Canon OCT-HS100 [13, 25, 30, 35]. Для ряда приборов информация в ограниченном объеме размещена на интернет-сайтах производителей (приборы Topcon серии 3D, Nidek серии RS) [24, 37]. Детальных данных по приборам других производителей в их документации или в Интернете найти не удалось.

Сравнительные данные по нормативным базам приборов представлены в таблице (некоторые приборы, например, Cirrus HD-OCT, имеют отдельные базы для пациентов азиатской расы, которые в таблицу не включены) (табл.).

В идеале нормативная база должна учитывать все возможные особенности изучаемого контингента, включая возраст, пол, этническую принадлежность, рефракцию, длину оси глаза, площадь диска зрительного нерва (ДЗН) и пр. [27]. Однако объем такой «идеальной» базы данных, несомненно, будет превышать все разумные пределы. Поэтому, как видно из таблицы, в большинстве приборов нормативные базы имеют объем в пределах 200-300 чел.; это число выше только у RTVue XR 100 Avanti. Очевидно, что подобные базы позволяют в полной мере учитывать только одну наиболее важную переменную – возраст. Так, в руководстве к прибору Cirrus HD-OCT прямо сказано, что при сравнении пациентов с базами данных учитывается только возраст; этническая принадлежность и другие факторы (длина оси, рефракция и пр.) не принимаются во внимание [13]. В то же время, некоторые из этих факторов в отдельных случаях могут иметь большое значение. Например, площадь

ДЗН у афроамериканцев достоверно выше, чем у лиц европеоидной расы (в среднем 1,93 и 1,68 мм<sup>2</sup> [13]), что отражается и на других параметрах ДЗН. Кроме того, толщина перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) находится в прямой зависимости от размеров ДЗН [3, 30], и она также демонстрирует наименьшие значения у лиц европеоидной расы [19]. Соответственно, судить о параметрах ДЗН и СНВС у пациентов европеоидной расы по показателям диверсифицированных (включающих пациентов различной этнической принадлежности) баз данных следует с известной осторожностью. Как следует из таблицы, единственным исключением в этом отношении является база данных прибора Spectralis, включающая только лиц европеоидной расы. Кроме того, многими исследователями создаются нормативные базы для представителей отдельных наций или регионов [7, 23], особенно детей и подростков [6, 8, 15, 26, 40]. К сожалению, такие базы необходимо создавать для каждого прибора в отдельности, например, для индусов набраны данные на приборах Cirrus HD-OCT [23] и Spectralis [7].

Определенное, хотя и не столь большое значение в вопросах диагностики могут иметь и другие факторы, которые в отличие от возраста не всегда учитываются при сравнении с нормативами. Например, показано, что центральная толщина сетчатки зависит от половой принадлежности – в среднем на 9 мкм больше у мужчин, чем у женщин [30]; без учета этого различия разброс нормативных данных будет существенно выше.

Особую осторожность следует проявлять при оценке данных, близких к крайним значениям. Так, в базу данных Cirrus HD-OCT вошли только 3 чел. 80 лет и старше и 28 чел. в возрасте 70-79 лет. Поэтому производители прибора предупреждают о необходимости осторожного подхода к оценке данных у лиц старших возрастных групп, что в равной степени относится и к приборам других производителей. Показано, что средняя толщина СНВС у лиц старше 80 лет снижается на 4,9 мкм каждые 10 лет [29]. Поэтому весьма вероятно, что, например, у пациента в возрасте 99

Таблица

**Характеристики нормативных баз данных приборов для ОКТ**

Table

**Characteristics of normative databases for OCT devices**

	Cirrus HD-OCT 5000	RTvue XR 100 Avanti	Spectralis HRA+ OCT	Canon OCT-HS100	Торсон серия 3D Торсон 3D series	Nidek серия RS Nidek RS series	
						основная база Main database	длинных глаз Long axial length database
Число испытуемых (глаз) Number of subjects (eyes)	282-284	364-366* (644-656)	201	(520)	146-173*		
Возраст Age	19-84	18-84	18-78	18-85**	19-84	20-<80	20-<60
Пол: м/ж Gender: m/f	134/150		111/90		61/112		
Раса, этнос Race, ethnicity	Е 43% Аз 24% ИЛ 12% АА 18% Др 3%	Е 34% Аз 22% ИЛ 12% АА 19% ИнБВ 12% Др 1%	Е 100%	Е Аз ИЛ АА	Е 64% АА 21% ИЛ 15%	Е Аз	Аз
Рефракция, дптр Refraction, D	-12,00--+8,00	-7,75--+5,5	-7--+5		-6,0--+3,0		
Длина оси глаза, мм Axial length of the eye, mm					22-26	<26	26-29

Примечания. Информация по диску зрительного нерва (ДЗН) представлена только для нормативной базы прибора Cirrus HD-OCT, которая включает испытуемых с площадью ДЗН в пределах 1,33-2,5 мм<sup>2</sup>;

\* по отдельным показателям; всего – 480 чел. (RTvue XR 100 Avanti), 182 чел. (Торсон серии 3D);

\*\* у детей и лиц старше 85 лет производится сравнение с нормативами 18-30 или 71-85 лет соответственно;

Е – европеоидная раса (Caucasians), Аз – азиатская раса, ИЛ – испанского/латиноамериканского происхождения, АА – афроамериканцы, ИнБВ – индусы и народности Ближнего Востока, Др – прочие / от смешанных браков.

Note. Information on the optic disc is presented only for the normative database of the Cirrus HD-OCT, which includes subjects with an optic disc area within 1.33-2.5 mm<sup>2</sup>;

\* for separate indices; total – 480 people (RTvue XR 100 Avanti), 182 people (Topcon 3D series);

\*\* in children and persons over 85 years of age the comparison is performed with the norms of 18-30 or 71-85 years, respectively;

Е – Caucasians, Аз – Asians, ИЛ – Hispanics, АА – African Americans, ИнБВ – Indians and Middle Eastern peoples, Др – Other/from mixed marriages.

лет многие показатели будут уменьшены и даже окажутся в зоне выраженных (условно – «патологических») изменений. Оператору необходимо ясно понимать, что эти изменения вполне могут быть нормой для возрастной группы 95-99 лет, и не делать поспешных заключений. В большей степени у таких пациентов следует, по возможности, ориентироваться на симметрию или асимметрию показателей парных глаз. В перспективе, вероятно, будут созданы (или дополнены существующие) нормативные базы для лиц старше 80 лет, и такие работы уже ведутся [29].

Ни одна из анализируемых баз данных не включает детей и под-

ростков до 18 лет. Только прибор Canon OCT-HS100 автоматически производит сравнение с нормативами 18-30 лет, выдавая дополнительное сообщение «моложе 18». В других приборах такое сравнение также можно выполнить, временно изменив возраст пациента на 18 лет. Вопрос правомерности подобного сравнения остается открытым. Имеются данные ряда исследований [6, 15, 26, 40], в том числе обширного мультицентрового исследования в Испании, включавшего 273 ребенка 4-17 лет [8], которые показали, что возрастные отличия, хотя и имеют место у детей и подростков, но касаются преимущественно параме-

тров макулярной области, которая у детей младшего возраста существенно тоньше. В то же время толщина перипапиллярного СНВС относительно независима от возраста (с последним заключением не все согласны [40]). С некоторыми оговорками это позволяет использовать существующие нормативные базы, в первую очередь по СНВС, и у детей, как это сделано в приборе Canon OCT-HS100. В то же время вопрос разработки баз данных для детей, особенно по параметрам макулярной области, остается весьма актуальным.

Однако наибольшие сложности представляет оценка результатов у пациентов с крайними значениями

рефракции / длины оси глаза. Как видно из таблицы, диапазон рефракции (по сферозэквиваленту), считавшийся допустимым для включения испытуемого в нормативную базу, сильно различался у разных производителей, составляя от 9 (-6-+3; Topcon серия 3D) до 20 дптр (-12-+8; Cirrus HD-ОСТ). При этом ни один из производителей, которые включали людей с аномалиями рефракции высокой и очень высокой степени в базы данных, не сообщил число (долю) подобных испытуемых. Тем не менее, можно высказать предположения о доле таких лиц, считая, что распределение испытуемых по рефракции в нормативных базах и в населении примерно одинаково. Так, исходя из данных о распространенности высокой близорукости у взрослых лиц в популяционных исследованиях 1,4-3% [34, 39], можно рассчитать, что даже в базе данных Cirrus HD-ОСТ с наибольшим диапазоном рефракции это число было не более 5-8 (1,7-2,8%) из 284 чел. В то же время показано, что у пациентов с высокой близорукостью на ОКТ отмечается существенное истончение перипапиллярного СНВС и слоя ганглиозных клеток (в сочетании с наружным плексиформным слоем) [1, 2, 4, 11, 21, 42, 44], что связывают с особенностями оптики миопического глаза [9, 20, 28]. Кроме того, наблюдается «перераспределение» СНВС со смещением верхнего и нижнего пучков в темпоральную сторону [16, 41]. Соответственно, весьма велика вероятность, что такие испытуемые по многим показателям ОКТ попали в красную или желтую зоны выраженных (условно – «патологических») и умеренных («пограничных») изменений, встречающихся в норме суммарно не более чем в 5% случаев.

В противоположность миопии при гиперметропии, особенно высокой степени, на ОКТ отмечается утолщение перипапиллярного СНВС и слоя ганглиозных клеток [31, 36, 44]. Установить число пациентов с дальнозоркостью высокой степени в нормативных базах еще сложнее, поскольку в зарубежных популяционных исследованиях, как правило, учитывается только гиперметропия  $\geq 3,0$  дптр. Частота ее по данным мета-анализа у взрослых европейцев

составляет 5,37% [39]. До трети из этого числа приходится на гиперметропию свыше 5 дптр, что в той же базе Cirrus HD-ОСТ ориентировочно составит до 5 чел. (1,7%) из 284. Можно предположить, что в указанной нормативной базе лица даже с гиперметропией  $\geq 3,0$  дптр, а тем более с дальнозоркостью от 5 дптр, так же как и люди с высокой близорукостью, попали в зоны выраженных и умеренных изменений с той только разницей, что у них имело место не истончение, а утолщение измеряемых структур.

Тогда априорно следует ожидать (и практика это подтверждает), что при обследовании пациентов с аномалиями рефракции высокой или даже средней степени многие из них будут демонстрировать выраженные (условно – «патологические») и умеренные («пограничные») изменения показателей. Однако такие оценки заведомо не могут считаться правомерными, если нормативная база не имеет весомого представительства испытуемых с подобными аномалиями рефракции.

Наибольшее значение аномалии рефракции, прежде всего высокая близорукость, приобретают при использовании ОКТ для диагностики глаукомы. Многие авторы отмечают, что при сравнении с обычными нормативными базами выраженные миопические изменения, в частности отмеченное выше уменьшение толщины СНВС, препятствуют выявлению аналогичных изменений глаукомного происхождения [1, 2, 5]. В меньшей степени удлинение миопического глаза влияет на толщину макулы в центральных ее отделах (а область фовеа даже утолщается) [33]. Соответственно параметры слоя ганглиозных клеток существенно более информативны в диагностике глаукомы у пациентов с миопией высокой степени [5, 18, 32, 43], хотя некоторые авторы отрицают это различие [12]. При этом не играет роли способ измерения слоя ганглиозных клеток в разных приборах – совместно с внутренним плексиформным слоем (Cirrus HD-ОСТ) или также и с макулярным СНВС (RTVue XR 100 Avanti – так называемый комплекс ганглиозных клеток) [43]. Однако изменения перипапиллярного СНВС потенци-

ально остаются кардинальным диагностическим признаком глаукомы, особенно в сравнении с миопическими глазами без глаукомы [38]. Это требует разработки адекватных методик оценки СНВС у лиц с высокой миопией.

Для того чтобы оценка была действительно корректной и при высокой миопии, и при гиперметропии высокой степени, следовало бы создать две отдельные нормативные базы по результатам обследования лиц с неосложненной высокой близорукостью и дальнозоркостью. Как следует из таблицы, в настоящее время единственной базой данных такого рода для миопии с длиной оси 26-29 мм оснащены лишь приборы Nidek серии RS. Сходная «миопическая» база данных набрана на приборе Cirrus HD-ОСТ [10], но она не включена в официально поставляемое программное обеспечение прибора. Показана существенно, почти в два раза более высокая специфичность ОКТ в диагностике глаукомы у лиц с высокой близорукостью при использовании каждой из этих двух баз данных по сравнению со стандартными [10, 22]. К сожалению, обе эти базы данных включают только лиц азиатского происхождения в возрасте до 60 лет. В российской работе [1] определены средние параметры ОКТ у лиц с миопией, однако объем этого исследования крайне недостаточен (33 чел.). Впредь до появления «миопических» и «гиперметропических» нормативных баз для европеоидной расы и других этнических групп все оценки пациентов с существенными аномалиями рефракции не должны рассматриваться как безусловные, а должны подвергаться критическому осмыслению. В противном случае, например, у очень многих пациентов с миопией высокой степени, будет «обнаруживаться» частичная атрофия зрительного нерва, а в старшем возрасте – и глаукома. И наоборот, при высокой гиперметропии эта патология у существенной части больных выявляться не будет.

Предложены также способы коррекции влияния оптической системы длинных или коротких глаз на параметры перипапиллярного СНВС и ДЗН (но не макулярной области) у пациентов с аномалиями реф-

рации путем пересчета результатов по специальным формулам [9, 17, 14, 20]. Подобную методику использует прибор 3D OCT-2000 (Topcon), который измеряет перипапиллярный слой нервных волокон по окружности, размеры которой рассчитаны таким образом, чтобы нивелировать влияние аномалий рефракции. Возможности использования этой и других расчетных методик для сравнения данных подобных пациентов с существующими (не специализированными) нормативными базами весьма ограничены (будут подробнее обсуждены в последующих публикациях). Главным ограничением является уже отмеченное отсутствие доступа к встроенным нормативным базам приборов, что не позволяет сравнивать с ними данные, откорректированные с применением указанных расчетных формул, а требует создания и использования «открытых» нормативных баз. Кроме того (это относится и к прибору 3D OCT-2000), коррекция по формулам не учитывает фактор перераспределения СНВС в темпоральном квадранте при высокой близорукости [16, 41], что может быть нормировано только в специализированных «миопических» базах данных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, существующие нормативные базы приборов для ОКТ в большинстве своем являются диверсифицированными (включают лиц различной этнической принадлежности) и имеют существенные ограничения по возрасту и рефракции (длине глаз), что негативно сказывается на диагностических возможностях метода ОКТ, особенно у лиц с крайними значениями указанных параметров. Корректная оценка результатов у пациентов с аномалиями рефракции высокой степени возможна при использовании специализированных баз данных (пример – база «длинные глаза» Nidek), разработка которых весьма актуальна. Ограниченное значение имеют также способы количественного расчета влияния оптической системы глаза на некоторые параметры, измеряемые с помощью ОКТ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белогурова А.В. Дифференциально-диагностические критерии и мониторинг глаукомного процесса при осевой миопии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2016. – 22 с.
2. Казакова А.В., Эскина Э.Н. Диагностика глаукомы у пациентов с близорукостью // Национальный журнал Глаукома. – 2015. – Т. 14, № 3. – С. 87–100.
3. Экгардт В.Ф., Дорофеев Д.А., Шанмов Т.Б., Деев Р.В. О размерах диска зрительного нерва // Казанский медицинский журнал. – 2013. – Т. 94, № 6. – С. 850–853.
4. Эфендиева М.Э. Сравнительная оценка толщины слоя нервных волокон сетчатки у пациентов с миопией разной степени // Вестн. офтальмол. – 2014. – № 4. – С. 18–21.
5. Akashi A., Kanamori A., Ueda K. et al. The ability of SD-OCT to differentiate early glaucoma with high myopia from highly myopic controls and nonhighly myopic controls // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2015. – Vol. 56, № 11. – P. 6573–6580.
6. Al-Haddad C., Barikian A., Jaroudi M. et al. Spectral domain optical coherence tomography in children: normative data and biometric correlations // BMC Ophthalmol. – 2014. – Vol. 14, № 53. – 8 p.
7. Appukkuttan B., Giridhar A., Gopalakrishnan M., Sivaprasad S. Normative spectral domain optical coherence tomography data on macular and retinal nerve fiber layer thickness in Indians // Indian J. Ophthalmol. – 2014. – Vol. 62, № 3. – P. 316–321.
8. Barrio-Barrio J., Noval S., Galdós M. et al. Multicenter Spanish study of spectral-domain optical coherence tomography in normal children // Acta Ophthalmol. – 2013. – Vol. 91, № 1. – P. e56–e63.
9. Bennett A.G., Rudnicka A.R., Edgar D.F. Improvements on Littmann's method of determining the size of retinal features by fundus photography // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 1994. – Vol. 232, № 6. – P. 361–367.
10. Biswas S., Lin C., Leung C.K. Evaluation of a myopic normative database for analysis of retinal nerve fiber layer thickness // JAMA Ophthalmol. – Vol. 134, № 9. – P. 1032–1039.
11. Choi S.W., Lee S.J. Thickness changes in the fovea and peripapillary retinal nerve fiber layer depend on the degree of myopia // Korean J. Ophthalmol. – 2006. – Vol. 20, № 4. – P. 215–219.
12. Choi Y.J., Jeoung J.W., Park K.H., Kim D.M. Glaucoma detection ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness by spectral-domain optical coherence tomography in high myopia // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2013. – Vol. 54, № 3. – P. 2296–2304.
13. Cirrus HD-OCT User Manual – Models 500, 5000. Carl Zeiss Meditec, Inc., 2015.
14. Garway-Heath D.F., Rudnicka A.R., Lowe T. et al. Measurement of optic disc size: equivalence of methods to correct for ocular magnification // Br. J. Ophthalmol. – 1998. – Vol. 82, № 6. – P. 643–649.
15. Gurağaç F.B., Totan Y., Güler E. et al. Normative spectral domain optical coherence tomography data in healthy Turkish children // Semin. Ophthalmol. – 2017. – Vol. 32, № 2. – P. 216–222.
16. Hong S.W., Ahn M.D., Kang S.H., Im S.K. Analysis of peripapillary retinal nerve fiber distribution in normal young adults // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2010. – Vol. 51, № 7. – P. 3515–3523.
17. Huang D., Chopra V., Lu A.T. et al. Does optic nerve head size variation affect circumpapillary retinal nerve fiber layer thickness measurement by optical coherence tomography? // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2012. – Vol. 53, № 8. – P. 4990–4997.
18. Kim N.R., Lee E.S., Seong G.J. et al. Comparing the ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer measurements by Fourier domain OCT to detect glaucoma in high myopia // Br. J. Ophthalmol. – 2011. – Vol. 95, № 8. – P. 1115–1121.
19. Knight O.J., Girkin C.A., Budenz D.L. et al. Effect of race, age, and axial length on optic nerve head parameters and retinal nerve fiber layer thickness measured by Cirrus HD-OCT // Arch. Ophthalmol. – 2012. – Vol. 130, № 3. – P. 312–318.
20. Littmann H. Zur Bestimmung der wahren Größe eines Objektes auf dem Hintergrund des lebenden Auges // Klin. Monatsbl. Augenheilkd. – 1982. – Bd. 180, № 4. – S. 286–289.
21. Mohammad Salih P.A. Evaluation of peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in myopic eyes by spectral-domain optical coherence tomography // J. Glaucoma. – 2012. – Vol. 21, № 1. – P. 41–44.
22. Nakanishi H., Akagi T., Hangai M. et al. Sensitivity and specificity for detecting early glaucoma in eyes with high myopia from normative database of macular ganglion cell complex thickness obtained from normal non-myopic or highly myopic Asian eyes // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 2015. – Vol. 253, № 7. – P. 1143–1152.
23. Natung T., Keditsu A., Lyngdoh L.A. et al. Normal macular thickness in healthy Indian eyes using spectral domain optical coherence tomography // Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila). – 2016. – Vol. 5, № 3. – P. 176–179.
24. Nidek Co., Ltd. Software for RS series Long Axial Length Normative Database. – Http://www.nidek-intl.com/product/ophthaloptom/diagnostic/dia\_retina/longaxiallength.html.
25. Optical coherence tomography OCT-HS100: Operation manual; software version 3.0. – Canon, 2013.
26. Rao A., Sahoo B., Kumar M. et al. Retinal nerve fiber layer thickness in children <18 years by spectral-domain optical coherence tomography // Semin. Ophthalmol. – 2013. – Vol. 28, № 2. – P. 97–102.
27. Realini T., Zangwill L.M., Flanagan J.G. et al. Normative databases for imaging instrumentation // J. Glaucoma. – 2015. – Vol. 24, № 6. – P. 480–483.
28. Röck T., Wilhelm B., Bartz-Schmidt K.U., Röck D. The influence of axial length on confocal scanning laser ophthalmoscopy and spectral-domain optical coherence tomography size measurements: a pilot study // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 2014. – Vol. 252, № 4. – P. 589–593.
29. Rougier M.B., Korobelnik J.F., Malet F. et al. Retinal nerve fiber layer thickness measured with SD-OCT in a population-based study of French elderly subjects: the Alienor study // Acta Ophthalmol. – 2015. – Vol. 93, № 6. – P. 539–545.
30. RTVue XR 100 Avanti edition: User's manual; software version 2014.1. – Optovue Inc., 2014. – 43 p.
31. Savini G., Barboni P., Parisi V., Carbonelli M. The influence of axial length on retinal nerve fiber layer thickness and optic-disc size measurements by spectral-domain OCT // Br. J. Ophthalmol. – 2012. – Vol. 96, № 1. – P. 57–61.
32. Shoji T., Sato H., Ishida M. et al. Assessment of glaucomatous changes in subjects with high myopia using spectral domain optical coherence tomography // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2011. – Vol. 52, № 2. – P. 1098–1102.
33. Song A.P., Wu X.Y., Wang J.R. et al. Measurement of retinal thickness in macular region of high myopic eyes using spectral domain OCT // Int. J. Ophthalmol. – 2014. – Vol. 7, № 1. – P. 122–127.
34. Spaide R.F., Ohno-Matsui K., Yannuzzi L.A. (eds.) Pathologic Myopia. – New York etc.: Springer, 2014. – 376 p.
35. Spectralis HRA+OCT: User manual; software version 5.7. – Heidelberg Engineering GmbH, 2013.
36. Taş M., Oner V., Türkcu F.M. et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in hyperopic children // Optom. Vis. Sci. – 2012. – Vol. 89, № 7. – P. 1009–1013.
37. Topcon 3D OCT Series Normative Database. – Topcon Medical Systems, Inc., 2011. – 8 p.
38. Wang X.E., Wang X.Y., Gu Y.S., Huang Z. Retinal nerve fiber layer in primary open-angle glaucoma with high myopia determined by optical coherence tomography and scanning laser polarimetry // Chin. Med. J. (Engl.). – 2013. – Vol. 126, № 8. – P. 1425–1429.
39. Williams K.M., Verhoeven V.J., Cumberland P. et al. Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E<sup>3</sup>) Consortium // Eur. J. Epidemiol. – 2015. – Vol. 30, № 4. – P. 305–315.
40. Yanni S.E., Wang J., Cheng C.S. et al. Normative reference ranges for the retinal nerve fiber layer, macula, and retinal layer thicknesses in children // Am. J. Ophthalmol. – 2013. – Vol. 155, № 2. – P. 354–360.e1.
41. Yoo Y.C., Lee C.M., Park J.H. Changes in peripapillary retinal nerve fiber layer distribution by axial length // Optom. Vis. Sci. – 2012. – Vol. 89, № 1. – P. 4–11.
42. Yuan Y.Z., Feng C.L., Li B.Y. et al. The relationship between visual field global indices and retinal nerve fiber layer thickness in healthy myopes // J. Ophthalmol. – 2014. – Vol. 2014. – Article ID 431901. – 8 p.
43. Zhang Y., Wen W., Sun X. Comparison of several parameters in two optical coherence tomography systems for detecting glaucomatous defects in high myopia // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2016. – Vol. 57, № 11. – P. 4910–4915.
44. Zhu B.D., Li S.M., Li H. et al. Retinal nerve fiber layer thickness in a population of 12-year-old children in central China measured by iVue-100 spectral-domain optical coherence tomography: the Anyang Childhood Eye Study // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2013. – Vol. 54, № 13. – P. 8104–8111.

Поступила 11.10.2016