

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-63-68>

Сравнительный анализ биометрических параметров зрительных нервов, полученных с помощью ультразвуковых датчиков различной частоты

В.В. Нероев^{1, 2}, Т.Н. Киселева¹, М.С. Зайцев¹, А.В. Баева², Е.К. Елисеева¹ ✉, А.И. Ушаков¹

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

² ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Цель работы — сравнительный анализ биометрических параметров зрительного нерва (ЗН), полученных при применении различных диагностических ультразвуковых датчиков. **Материал и методы.** Обследовано 20 здоровых добровольцев (40 глаз) в возрасте от 20 до 40 лет (в среднем $30,5 \pm 5,4$ года), с эметропией, без каких-либо жалоб и сопутствующей офтальмопатологии. Ультразвуковое сканирование проводили на многофункциональном диагностическом сканере Voluson E8 (GE) (линейный датчик с частотой 11–18 МГц), офтальмологическом ультразвуковом приборе Ellex Euesibed (стандартный датчик с частотой 10 МГц) и на офтальмологическом сканере Absolu «Quantel Medical» (датчик 20 МГц). Все исследования выполнены одним оператором с одинаковой техникой сканирования и измерением толщины ЗН обоих глаз с оболочками (ТОЗН) и без оболочек (ТБОЗН). Для определения воспроизводимости исследований на каждом приборе выполнялось последовательно 6 измерений показателей ТОЗН и ТБОЗН с оценкой коэффициента вариации. **Результаты.** Статистический анализ не выявил значимых различий при определении показателей ТОЗН и ТБОЗН датчиками 10, 11–18 и 20 МГц в В-режиме ($p > 0,05$). Наименьший коэффициент вариации показателей толщины ЗН отмечался при проведении эхографии ЗН с использованием более высокочастотного ультразвукового датчика (20 МГц) на офтальмологическом сканере. Биометрические показатели, полученные с помощью этого датчика, являлись наиболее воспроизводимыми. **Заключение.** Для лучшей визуализации и точной оценки биометрических параметров ретробульбарной части ЗН можно рекомендовать использование высокочастотного датчика 20 МГц. Для измерения ТОЗН целесообразно применять датчики многофункциональных сканеров в диапазоне частот от 11 до 20 МГц.

Ключевые слова: ультразвуковое сканирование; толщина зрительного нерва с оболочками; толщина зрительного нерва без оболочек; биометрические параметры; воспроизводимость результатов; коэффициент вариации

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Нероев В.В., Киселева Т.Н., Зайцев М.С., Баева А.В., Елисеева Е.К., Ушаков А.И. Сравнительный анализ биометрических параметров зрительных нервов, полученных с помощью ультразвуковых датчиков различной частоты. Российский офтальмологический журнал. 2023; 16 (4): 63–8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-63-68>

A comparative analysis of biometric parameters of optic nerves obtained by ultrasonic sensors of varied frequencies

Vladimir V. Neroev^{1, 2}, Tatiana N. Kiseleva¹, Maxim S. Zaytsev¹, Alena V. Baeva², Elena K. Eliseeva¹ ✉, Alexandr I. Ushakov¹

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

² Moscow Evdokimov State Medical Stomatological University of Medicine and Dentistry, 20/1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia
eliseevaek@ya.ru

Purpose: a comparative analysis of biometric parameters of the optic nerve obtained by different diagnostic ultrasound sensors. **Material and methods.** We examined 20 healthy volunteers with emmetropia aged 20 to 40 years (40 eyes), average age 30.5 ± 5.4 years, who had no complaints or ophthalmic pathologies. Ultrasound scanning was performed on a multifunctional Voluson E8 (GE) scanner (11–18 MHz linear sensor), ophthalmic ultrasound device Ellex Eyecubed (a conventional 10 MHz transducer) and an ophthalmic scanner Absolu «Quantel Medical» (a 20 MHz transducer). All examinations were carried out by one operator who used the same scanning technique and measured the optic nerve sheath diameter (ONSD) and optic nerve diameter (OND) without sheaths in both eyes. Six consequent measurements of the ONSD and the OND parameters were performed to ascertain the reproducibility of the examinations and evaluate the variation coefficient. **Results.** The analysis revealed no statistically significant differences in the ONSD and in the OND obtained with 11–18 MHz, 10 MHz and 20 MHz transducers in the B-mode ($p > 0.05$). The minimum variation coefficient of the optic nerve thickness parameters was registered using a high-frequency 20 MHz transducer on the ophthalmic scanner. The biometry obtained with a high frequency 20 MHz transducer could be considered as the most reproducible. **Conclusion.** A high frequency 20 MHz transducer can be recommended for optimal visualization and precise evaluation of biometric parameters of the retrobulbar part of the optic nerve. Transducers of multifunctional scanners with the frequency range from 11 to 20 MHz can be used for measurements of the optic nerve sheath diameter.

Keywords: ultrasound scanning; optic nerve sheath diameter; optic nerve diameter without sheaths; biometric parameters; reproducible data; variation coefficient

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no authors have financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Neroev V.V., Kiseleva T.N., Zaytsev M.S., Baeva A.V., Eliseeva E.K., Ushakov A.I. A comparative analysis of biometric parameters of optic nerves obtained by ultrasonic sensors of varied frequencies. Russian ophthalmological journal. 2023; 16 (4): 63–8 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-63-68>

В последние годы ультразвуковые методы исследования широко применяются в диагностике заболеваний зрительно-го нерва (ЗН). Основными эхографическими параметрами в оценке состояния ретробульбарной части ЗН являются его толщина с оболочками (ТОЗН) и без оболочек (ТБОЗН). Однако анализ этих показателей затруднен в тех случаях, когда исследования выполнены на разных диагностических приборах. Различия в принципах работы, а также разные протоколы сканирования приводят к значительной вариабельности данных ультразвукового исследования (УЗИ) [1–3].

Наряду с разработкой и усовершенствованием диагностической аппаратуры, в настоящее время в зарубежной и отечественной литературе анализируется эхографическая структура ЗН в норме и при различных заболеваниях.

Эхография ЗН в В-режиме помогает дифференцировать различные патологические процессы данной локализации. Например, при увеличении толщины ЗН по сравнению с нормой в 2 раза и более следует заподозрить наличие опухоли. Эхографическая картина воспалительного процесса характеризуется утолщением преимущественно переднего отдела ретробульбарной части нерва. Расширение диаметра поперечного сечения ЗН может быть связано с утолщением его паренхимы, расширением периневрального пространства и нарушением продукции/резорбции ликвора [4–10].

Ряд исследователей указывают на высокий уровень воспроизводимости результатов биометрии ЗН при соблюдении стандартной техники транспальпебрального В-сканирования с использованием датчиков частотой от 7,5 до 15 МГц и измерения толщины нерва в 3 мм от заднего полюса с фиксацией средней величины [11–13].

По данным стандартной эхографии орбитальной части ЗН, проведенной К. Oluseyi и I. Ukamaka [14] с помощью многофункционального ультразвукового сканера и линейного датчика частотой 7,5 МГц у 150 здоровых добровольцев (300 глаз), показатели ТОЗН находились в интервале от 3,91 до 5,21 мм (в среднем $4,20 \pm 0,38$ мм).

Н. Chen с соавт. [15] исследовали поперечный диаметр орбитальной части ЗН (ТОЗН) у 519 здоровых взрослых добровольцев с использованием аналогичной техники сканирования. Средние значения биометрических параметров ТОЗН и ТБОЗН составили 5,1 мм (от 4,7 до 5,4 мм) и 3,2 мм (от 2,9 до 3,4 мм) соответственно.

Р. Maude и соавт. [16] измеряли ТОЗН у 136 здоровых добровольцев с помощью более высокочастотного ультразвукового датчика — 15 МГц и проводили сравнительную оценку биометрических показателей горизонтального и вертикального диаметра поперечного сечения орбитальной части ЗН. В работе представлен небольшой диапазон колеба-

ний показателей ТОЗН: от 4,25 до 4,75 мм. Достоверных различий между значениями горизонтального и вертикального диаметров ЗН правого и левого глаза не выявлено. Другие авторы обнаружили более выраженный размах значений ТОЗН независимо от частоты диагностического ультразвука: от 4,3 до 5,7 мм и от 4,3 до 7,6 мм с применением датчиков 7,5 и 13 МГц соответственно [16]. Отличия нормативных значений ТОЗН, полученных разными авторами, связаны с операторозависимостью метода и, вероятно, обусловлены различиями в технике сканирования, используемых ультразвуковых сканеров и частотных характеристик датчиков.

ЦЕЛЬ работы — сравнительный анализ биометрических параметров ЗН, полученных при применении различных диагностических ультразвуковых датчиков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 20 здоровых добровольцев (40 глаз) в возрасте от 20 до 40 лет (средний возраст — $30,5 \pm 5,4$ года) с эметропией, без каких-либо жалоб и сопутствующей офтальмопатологии. Исследования проводили на многофунк-

циональном диагностическом сканере Voluson E8 (GE) (линейный датчик с частотой 11–18 МГц), офтальмологическом ультразвуковом приборе Ellex Eyecubed (стандартный датчик с частотой 10 МГц) и на офтальмологическом сканере Absolu «Quantel Medical» с использованием высокочастотного датчика 20 МГц при средненизких значениях коэффициента усиления сигнала GAIN. Техника УЗИ была одинаковой на всех приборах, процедура выполнена одним оператором и включала проведение аксиального горизонтального сканирования ЗН на расстоянии 3 мм от центра области ДЗН с измерением толщины ЗН обоих глаз с оболочками (ТОЗН) и без оболочек (ТБОЗН).

Статистический анализ данных выполняли с помощью пакета программ IBM SPSS Statistics 21 и Microsoft Office Excel. Для определения воспроизводимости исследований на каждом приборе выполнялось последовательно 6 измерений ТОЗН и ТБОЗН с оценкой коэффициента вариации. Проводили расчет медианы (Me), 25-го и 75-го процентиля, среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD), а также меры разброса показателей (амплитуда, дисперсия и среднеквадратичное отклонение). Уровень значимости оценивали по критерию Фишера. Основной гипотезой исследования считалось получение наиболее точных биометрических параметров ЗН с использованием датчика 20 МГц по сравнению с датчиками 10 и 11–18 МГц. Успехом являлся более низкий коэффициент вариации при сканировании датчиком 20 МГц относительно 10 и 11–18 МГц.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При измерении с помощью датчика с частотой в диапазоне от 11 до 18 МГц показатель ТОЗН составил $4,39 \pm 0,23$ мм, ТБОЗН — $2,57 \pm 0,16$ мм ($M \pm SD$); Me (25-й; 75-й процентиль) — 4,40 мм (4,20; 4,57 соответственно) для ТОЗН и 2,50 мм (2,46; 2,73 соответственно) для ТБОЗН (рис. 1).

По данным исследований на приборе с датчиком 10 МГц показатели были следующими: ТОЗН — $4,46 \pm 0,17$ мм; ТБОЗН — $2,54 \pm 0,15$ мм; Me (25-й; 75-й процентиль) ТОЗН — 4,47 мм (4,32; 4,56 соответственно) и ТБОЗН — 2,55 мм (2,41; 2,68 соответственно) (рис. 2).

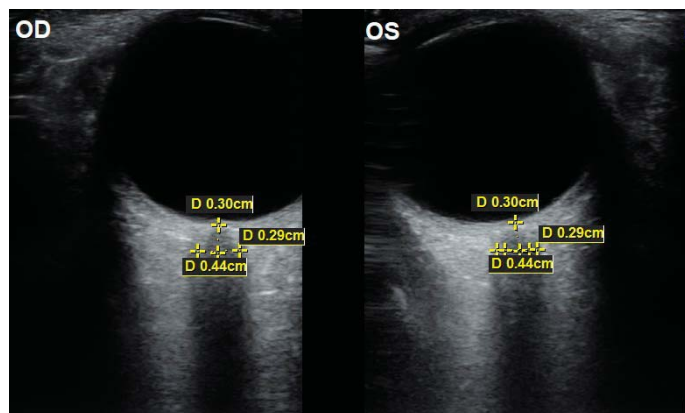


Рис. 1. Эхограмма зрительного нерва обоих глаз в В-режиме датчиком 11–18 МГц

Fig. 1. Optic disc echogram of both eyes in B-mode with 11–18 MHz transducer

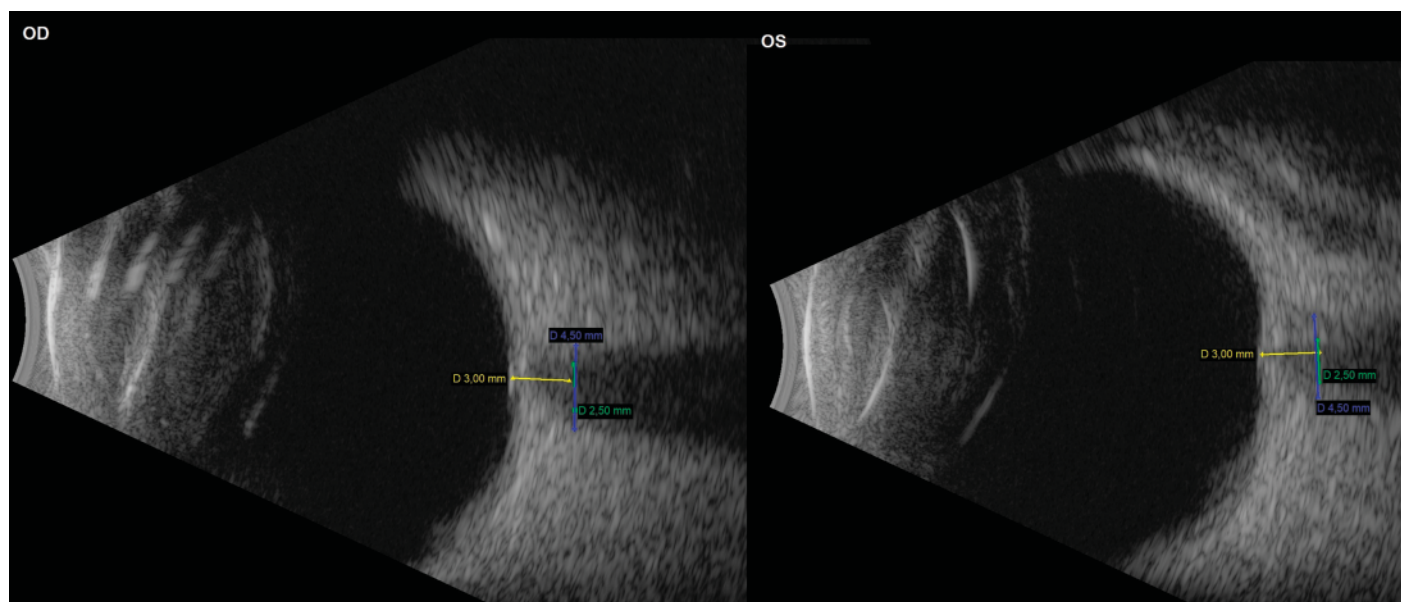


Рис. 2. Эхограмма зрительного нерва обоих глаз в В-режиме датчиком 10 МГц

Fig. 2. Optic disc echogram of both eyes in B-mode with 10 MHz transducer

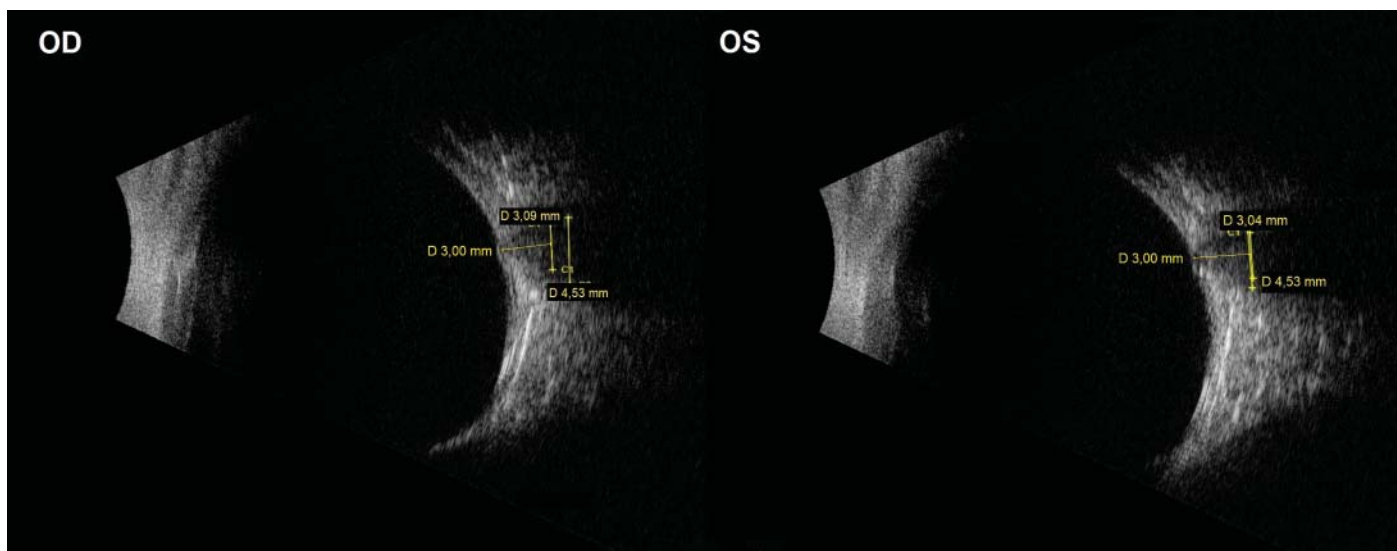


Рис. 3. Эхограмма зрительного нерва обоих глаз в В-режиме датчиком 20 МГц
Fig. 3. Optic disc echogram of both eyes in B-mode with 20 MHz transducer

Таблица. Сравнительная оценка показателей ЗН, полученных при помощи различных приборов и ультразвуковых датчиков
Table. Comparative assessment of optic nerve parameters obtained using various devices and ultrasound sensors

Толщина ЗН Optic nerve thickness	18 МГц 18 MHz n = 40	10 МГц 10 MHz n = 40	20 МГц 20 MHz n = 40
M ± SD			
ТОЗН, мм ONSD, mm	4,39 ± 0,23	4,46 ± 0,17	4,50 ± 0,10
ТБОЗН, мм OND, mm	2,57 ± 0,16	2,54 ± 0,15	3,06 ± 0,02
Me (25-й; 75-й процентиль) Me (25; 75, percentile)			
ТОЗН, мм ONSD, mm	4,40 (4,20; 4,57)	4,47 (4,32; 4,56)	4,51 (4,50; 4,52)
ТБОЗН, мм OND, mm	2,50 (2,46; 2,73)	2,55 (2,41; 2,68)	3,07 (3,05; 3,09)
M ± SD коэффициента вариации ЗН M ± SD ON variation coefficient			
ТОЗН, мм ONSD, mm	1,55 ± 0,61	2,39 ± 1,18	0,96 ± 0,49
ТБОЗН, мм OND, mm	2,98 ± 1,16	4,76 ± 1,16	0,94 ± 0,52

Примечание. n — число глаз, ТОЗН — толщина зрительного нерва с оболочками, ТБОЗН — толщина зрительного нерва без оболочек.

Note. n — number of eyes, ONSD — optic nerve sheath diameter, OND — optic nerve diameter without sheaths.

При использовании ультразвукового диагностического прибора с датчиком 20 МГц ТОЗН составила $4,50 \pm 0,1$ мм, ТБОЗН — $3,06 \pm 0,02$ мм; Me (25-й; 75-й процентиль) ТОЗН — 4,51 мм (4,50; 4,52 соответственно) и ТБОЗН — 3,07 мм (3,05; 3,09 соответственно) (рис. 3, таблица).

Сравнительная оценка воспроизводимости результатов исследования на трех приборах определила наименьший коэффициент вариации при измерении биометрических показателей ЗН с помощью более высокочастотного датчика 20 МГц (см. таблицу). При его использовании разброс значений биометрических параметров оказался наименьшим,

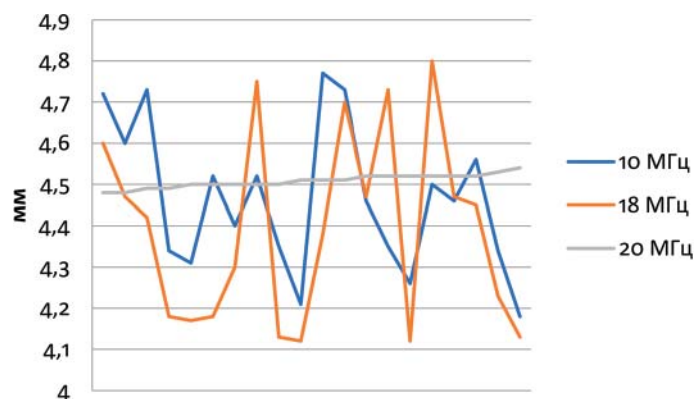


Рис. 4. Распределение средних значений ТОЗН, полученных при помощи различных ультразвуковых датчиков

Fig. 4. The distribution of average values of the thickness of the ONSD (optic nerve sheath diameter) obtained using various ultrasound transducers: 10, 18 and 20 MHz

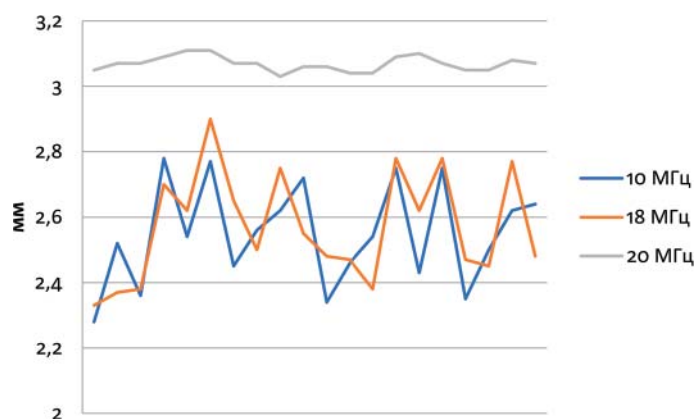


Рис. 5. Распределение средних значений ТБОЗН, полученных при помощи различных ультразвуковых датчиков

Fig. 5. Distribution of average values of the thickness of the OND (optic nerve diameter) obtained using various ultrasound transducers: 10, 18 and 20 MHz

и были получены точные и менее вариативные данные, что свидетельствует о высокой воспроизводимости и точности измерения (рис. 4, 5). Следует отметить, что с помощью высокочастотного В-датчика (20 МГц) были получены наиболее высокие значения ТБОЗН (см. рис. 5), а также наиболее воспроизводимые результаты измерения ТОЗН (в 3 раза) и ТБОЗН (в 19 раз), чем на других приборах (рис. 6). У датчика 11–18 МГц коэффициент вариации был меньше, чем у датчика 10 МГц.

Кроме того, был проведен дисперсионный анализ (F-тест Фишера) каждой группы показателей: статистически значимой разницы между биометрическими параметрами ТОЗН, полученными с помощью разных приборов, не выявлено ($p > 0,05$). Однако при использовании датчика 20 МГц значения ТБОЗН были выше, чем при измерении этого параметра с помощью двух других ультразвуковых приборов.

Известно, что применение высокочастотных датчиков позволяет получать изображения исследуемых структур высокого разрешения. Однако высокочастотный ультразвук поглощается тканями в большей степени, чем ультразвук низкой частоты, поэтому он проникает на небольшую глубину. В зарубежной литературе ряд сообщений посвящен использованию длиннофокусных ультразвуковых высокочастотных датчиков с частотой 20 МГц для исследования заднего отдела глаза [17]. По сравнению со стандартными ультразвуковыми датчиками, которые наиболее часто применяются в офтальмологической практике, высокочастотные датчики позволяют получить более четкое и детализированное изображение структур заднего отдела глаза. В нашем предыдущем исследовании [18] была выполнена сравнительная оценка возможностей ультразвукового метода и оптической когерентной томографии (ОКТ) для определения основных характеристик витреоретинальных изменений при макулярных разрывах и представлена информативность датчика 20 МГц для оценки макулярной области и анатомо-топографических взаимоотношений структур стекловидного тела и сетчатки. Единичные зарубежные сообщения посвящены возможности использования высокочастотной эхографии для исследования ретробульбарного отдела ЗН с измерением его биометрических параметров [16, 19]. В отечественной литературе данные вопросы ранее не рассматривались.

В настоящем исследовании выявлено, что средние значения и медиана толщины ЗН практически не имели различий между собой, что свидетельствует о точности оценки биометрических характеристик ЗН и симметричном распределении показателей, полученных с помощью трех разных приборов.

Таким образом, статистический анализ не выявил значимых различий в определении толщины ЗН датчиками 10, 11–18 и 20 МГц в В-режиме. Наименьший коэффициент вариации показателей толщины ЗН имел место при проведении эхографии ЗН с использованием более высокочастотного ультразвукового датчика (20 МГц) на офтальмологическом диагностическом сканере, поэтому данные, полученные с помощью этого прибора, можно считать наиболее воспроизводимыми.

ВЫВОДЫ

1. Результаты измерения биометрических параметров ЗН с использованием датчиков 10, 11–18 и 20 МГц значимо не различаются.

2. Для лучшей визуализации переднего отдела ретробульбарной части ЗН с оценкой его биометрических пара-

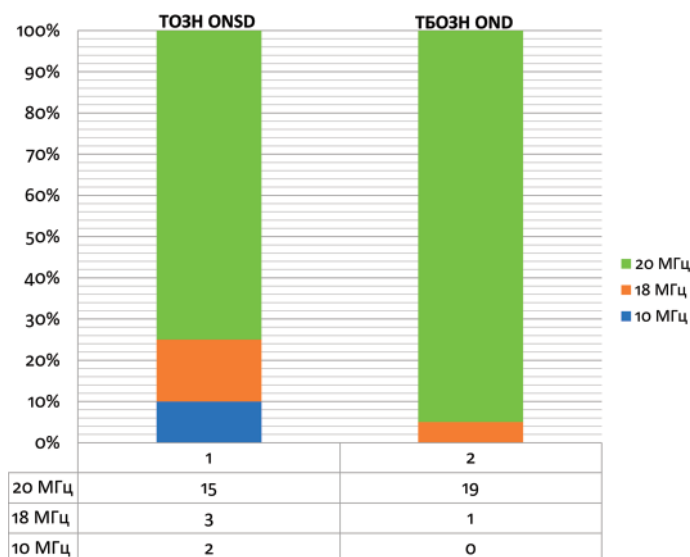


Рис. 6. Воспроизводимость показателей, полученных при помощи различных ультразвуковых датчиков по данным коэффициента вариации

Fig. 6. Reproducibility of indicators obtained using various ultrasonic sensors (10, 18 and 20 MHz) according to the coefficient of variation

метров с оболочками и без оболочек рекомендуется использовать высокочастотный датчик 20 МГц.

3. При отсутствии высокочастотных офтальмологических датчиков 20 МГц для измерения толщины ЗН с оболочками можно применять датчики многофункциональных сканеров в диапазоне частот от 11 до 20 МГц.

Литература/References

1. Нероев В.В., Киселева Т.Н., ред. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: руководство для врачей. 1-е изд. Москва: ИКАР; 2019: 251–86. [Neroev V.V., Kiseleva T.N. Ultrasound in Ophthalmology: A Guide for Physicians. Moscow: IKAR; 2019: 251–86 (In Russ.).]
2. Kim DH, Jun JS, Kim R. Ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter and its association with eyeball transverse diameter in 585 healthy volunteers. *Sci Rep.* 2017; 7, 15906. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16173-z>
3. Курицына О.А., Рыкун В.С., Пеутина Н.В. Использование современных комплексных ультразвуковых исследований в диагностике поражений зрительного нерва. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2002; 18: 307. [Kuricyna O.A., Rykun V.S., Peutina N.V. The integrated use of modern ultrasound in the diagnosis of lesions of the optic nerve. *Ultrazvukovaja i funkcionalnaja diagnostika.* 2002; 18: 307 (In Russ.).]
4. Lee H, Lee W, Dho Y, et al. Optic nerve sheath diameter based on preoperative brain computed tomography and intracranial pressure are positively correlated in adults with hydrocephalus. *Clinical Neurology and Neurosurgery.* 2018 April; 167: 31–5. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2018.02.012>
5. Hoffmann J, Kreutz K, Csapó-Schmidt C, et al. The effect of CSF drain on the optic nerve in idiopathic intracranial hypertension. *J Headache Pain.* 2019; 20, 59. <https://doi.org/10.1186/s10194-019-1004-1>
6. Chen BS, Meyer BI, Saindane AM, et al. Intracranial hypertension on magnetic resonance imaging and their association with papilledema. *JAMA Neurol.* 2021; 78 (6): 718–25. doi: 10.1001/jamaneurol.2021.0710
7. Kimberly H, Noble VE. Using MRI of the optic nerve sheath to detect elevated intracranial pressure. *Crit Care.* 2008; 12: 181. <https://doi.org/10.1186/cc7008>
8. Green RL, Byrne SF. Diagnostic ophthalmic ultrasound. Basic science, inherited retinal disease and tumors. *Retina.* 2006; 1 (4). <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-02598-0.50020-36>
9. Marashdeh W, Qaralleh M, Hdeeb A. Quantitative parameters for diagnosis of idiopathic intracranial hypertension on brain MRI. *European Journal of Radiology Open.* 2021; 8, 100371 <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2021.100371>
10. Rupa V, Jasper A, Abraham L, Rajshekhar V. MRI findings suggestive of idiopathic intracranial hypertension in 117 patients with spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhea. *Neuroradiology.* 2022; 64: 949–58. <https://doi.org/10.1007/s00234-021-02840-6>
11. Ahmad R, Begum A, Umbreen S, et al. Noninvasive ultrasound assessment of the normal optic nerve sheath diameter in healthy adults: an Islamabad-based

- Pakistani population study. *Journal of Ophthalmology and Research*. 2020; 3 (4): 86–95. <https://doi.org/10.26502/fjor.2644-00240027>
12. Sanele SM, Goodier MD. Normal measurements of the optic nerve, optic nerve sheath and optic chiasm in the adult population. *South African Journal of Radiology*. 2019; 23 (1): 1772. <https://doi.org/10.4102/sajr.v23i1.1772>
 13. Kendall CJ, Prager TC, Cheng H, et al. Diagnostic ophthalmic ultrasound for radiologists. *Neuroimaging Clinics*. 2015; 25 (3): 327–65. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2015.05.001>
 14. Oluseyi KYH, Ukamaka I. Ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults. *Annals of International Medical and Dental Research*. 2017; 3 (2): 30. <https://doi.org/10.21276/aimdr.2017.3.2.rd9>
 15. Chen HM, Wang LJ, Hu Y, et al. Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter: a non-invasive surrogate approach for dynamic, real-time evaluation of intracranial pressure. *Br Journal of Ophthalmol*. 2019; 103 (4): 437–41. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-312934>
 16. Maude RR, Hossain MA, Hassan MU, et al. Transorbital sonographic evaluation of normal optic nerve sheath diameter in healthy volunteers in Bangladesh. *PLOS ONE*. 2013; 8 (12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081013>
 17. Bottós JM, Torres VL, Kanecadan LA, et al. Macular hole: 10 and 20-MHz ultrasound and spectral-domain optical coherence tomography. *Arq Bras Oftalmol*. 2012; 75 (6): 415–9. <https://doi.org/10.1590/s0004-274920120006000097>
 18. Киселева Т.Н., Луговкина К.В., Бедретдинов А.Н. и др. Высокочастотная эхография глаза в диагностике макулярных разрывов. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (3): 34–9 [Kiseleva T.N., Lugovkina K.V., Bedretdinov A.N., et al. High-frequency echography of the eye in the diagnosis of macular holes. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (3): 34–9 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-34-39>
 19. Hewick SA, Fairhead AC, Culy JC, Atta HR. A comparison of 10 MHz and 20 MHz ultrasound probes in imaging the eye and orbit. *British journal of ophthalmology*. 2004; 88 (4): 551–5. <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.2003.028126>

Вклад авторов в работу: В.В. Нероев — руководство проектом; Т.Н. Киселева — научное редактирование статьи, курирование данных; М.С. Зайцев — проведение исследований; А.В. Баева — сбор и анализ литературы, написание статьи; Е.К. Елисеева — сбор и анализ литературы, написание статьи; А.И. Ушаков — статистическая обработка данных.

Authors' contribution: V.V. Neroev — project administration; T.N. Kiseleva — science editing, data curation; M.S. Zaitsev — patient's examination; A.V. Baeva — literature data collection and analysis, writing of the article; E.K. Eliseeva — literature data collection and analysis, writing of the article; A.I. Ushakov — data processing.

Поступила: 31.07.2023. Переработана: 22.08.2023. Принята к печати: 23.08.2023
Originally received: 31.07.2023. Final revision: 22.08.2023. Accepted: 23.08.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

² ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Де-легатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Владимир Владимирович Нероев — академик РАН, д-р мед. наук, профессор, директор¹, заведующий кафедрой глазных болезней²
Татьяна Николаевна Киселева — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела, главный научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований¹

Максим Сергеевич Зайцев — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований¹

Алена Витальевна Баева — аспирант кафедры глазных болезней²

Елена Константиновна Елисеева — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований¹

Александр Игоревич Ушаков — младший научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва¹

Для контактов: Елена Константиновна Елисеева,
eliseevaek@ya.ru

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

² Evdokimov Moscow State Medical Stomatological University of Medicine and Dentistry, 20/1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia

Vladimir V. Neroev — Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Med. Sci., professor, director¹, head of chair of ophthalmology²
Tatiana N. Kiseleva — Dr. of Med. Sci., professor, head of ultrasound diagnostic department¹

Maxim.S. Zaitsev — Cand. of Med. Sci., researcher of ultrasound diagnostic department¹

Alena V. Baeva — PhD student, chair of ophthalmology²

Elena K. Eliseeva — Cand. of Med. Sci., researcher of ultrasound diagnostic department¹

Alexandr I. Ushakov — junior researcher, retina and optic nerve pathology department¹

For contacts: Elena K. Eliseeva,
eliseevaek@ya.ru