

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-39-45>



Взаимосвязь акустических и морфометрических характеристик зрительных нервов с антропометрическими параметрами у молодых лиц в норме

В.В. Нероев^{1, 2}, Т.Н. Киселева¹, А.В. Баева², Е.К. Елисеева¹ ✉, А.Н. Журавлева¹, А.И. Ушаков¹, К.В. Луговкина¹, Т.В. Судовская¹, И.В. Мышко¹

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. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Цель работы — изучение взаимосвязи между акустическими, морфометрическими параметрами зрительного нерва (ЗН) и антропометрическими данными лиц молодого возраста в норме. **Материал и методы.** Обследовано 24 здоровых добровольца (48 глаз), из них 9 мужчин и 15 женщин, в возрасте $25,0 \pm 1,9$ года. Антропометрия включала определение роста, веса и индекса массы тела (ИМТ). Ультразвуковое исследование ретробульбарной части ЗН включало измерение толщины ЗН с оболочками и без оболочек, эходенситометрию ЗН и биометрию глаза. С помощью оптической когерентной томографии измеряли морфометрические параметры интраокулярной части ЗН с регистрацией показателей Bruch's membrane opening и индекса овальности. **Результаты.** Средние показатели толщины ЗН с оболочками составили $4,6 \pm 0,3$ мм, без оболочек — $2,6 \pm 0,2$ мм. У мужчин толщина ЗН с оболочками была выше, чем у женщин ($p = 0,001$). Акустическая плотность паренхимы орбитальной части ЗН составила $101,2 \pm 11,4$ у. е., у женщин средние значения этого параметра ЗН были достоверно выше, чем у мужчин. Корреляционный анализ позволил выявить статистически достоверную корреляцию между ростом и толщиной ЗН с оболочками ($r = 0,480$). Наиболее сильная достоверная корреляционная связь толщины ЗН установлена с массой тела ($r = 0,712$) и ИМТ ($r = 0,509$) ($p < 0,05$). Статистически достоверной корреляции между морфометрическими параметрами ДЗН, данными антропометрии и акустическими показателями ЗН не обнаружено. **Заключение.** Исследование акустических и морфометрических характеристик интраокулярного и интраорбитального отделов ЗН у молодых лиц в норме с учетом антропометрических данных и гендерных особенностей позволит разработать более четкие диагностические критерии оценки состояния ЗН.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование; толщина оболочек зрительного нерва; эходенситометрия; оптическая когерентная томография; морфометрические параметры диска зрительного нерва; антропометрические параметры

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., Баева А.В., Елисеева Е.К., Журавлева А.Н., Ушаков А.И., Луговкина К.В., Судовская Т.В., Мышко И.В. Взаимосвязь акустических и морфометрических характеристик зрительного нерва с антропометрическими параметрами у молодых лиц в норме. Российский офтальмологический журнал. 2022; 15 (1) : 39-45. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-39-45>

The correlation of acoustic and morphometric parameters of the optic nerve and anthropometric data in healthy young people

Vladimir V. Neroev^{1, 2}, Tatiana N. Kiseleva¹, Alena V. Baeva², Elena K. Eliseeva¹ ✉, Anastasiya N. Zhuravleva¹, Alexandr I. Ushakov¹, Kseniya V. Lugovkina¹, Tatiana V. Sudovskaya¹, Ilya V. Myshko¹

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
tkisseleva@yandex.ru

Purpose: to study the correlation between the acoustic and morphometric parameters of the optic nerve (ON) and anthropometric data in healthy young people. **Material and methods.** The research involved 24 healthy volunteers (48 eyes), including 9 men and 15 women, the average age was 25.0 ± 1.9 years. Anthropometry included measurements of height, weight, and body mass index (BMI). Ultrasound examination of the retrobulbar part of the ON included measurement of the thickness of the ON with and without sheath, echodensitometry of the ON, and ocular biometry. Using optical coherence tomography, we measured the intraocular part of the ON, including the registration of Bruch's membrane opening and ovality index. **Results.** The average ON thickness with the sheath was 4.6 ± 0.3 mm, and without sheath, 2.6 ± 0.2 mm. In men, ON with the sheath was thicker than in women ($p = 0.001$). The acoustic density of the parenchyma of the orbital part of ON was 101.2 ± 11.4 r.u. in women, the mean acoustic density of the ON was significantly higher than that in men. Correlation analysis revealed a statistically significant correlation between the height and the thickness of the ON with the sheath ($r = 0.480$). The strongest reliable correlation was established between the index of the ON thickness and body weight ($r = 0.712$) and BMI ($r = 0.509$) ($p < 0.05$). No statistically significant correlation was found between the morphometric parameters of the optic disc, anthropometry data and acoustic parameters of the ON. **Conclusion.** Studying the acoustic and morphometric characteristics of the intraocular and intraorbital parts of the ON in healthy young people, which included anthropometric data and gender characteristics, will contribute to the development more accurate diagnostic criteria of ON state evaluations.

Keywords: ultrasound examination; optic nerve sheath thickness; echodensitometry; optical coherence tomography; morphometric parameters of optic disk; anthropometric parameters

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Neroev V.V., Kiseleva T.N., Baeva A.V., Eliseeva E.K., Zhuravleva A.N., Ushakov A.I., Lugovkina K.V., Sudovskaya T.V., Myshko I.V. The correlation of acoustic and morphometric parameters of the optic nerve and anthropometric data in healthy young people. Russian ophthalmological journal. 2022; 15 (1): 39-45 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-39-45>

Одной из актуальных проблем офтальмологии является ранняя диагностика заболеваний зрительного нерва (ЗН), включая воспалительные, сосудистые и дегенеративные нарушения [1]. С учетом высокой частоты выявления органических поражений ЗН среди лиц молодого работоспособного возраста (от 2 до 10 на 100 тыс. населения) поиск наиболее информативных диагностических методик для оценки состояния ЗН остается социально значимым вопросом [2].

Известно, что ЗН состоит из 4 отделов: интраокулярный, интраорбитальный, интраканаликулярный и интракраниальный. Наиболее часто встречаются поражения интраокулярного и интраорбитального отделов нерва, поэтому разработка алгоритма выявления патологии данной локализации приобретает большую значимость в клинической практике.

Для объективной оценки состояния ретробульбарной части ЗН в офтальмологии применяются ультразвуковое исследование (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ) [3, 4]. КТ наряду с МРТ являются золотым стандартом диагностики внутричерепной патологии и поражений ЗН. Благодаря использованию этих методов, полностью доступными для визуа-

лизации становятся орбитальный, интраканаликулярный и интракраниальный отделы ЗН [5]. Однако, несмотря на очевидные преимущества и диагностическую информативность КТ и МРТ, к проведению этих исследований имеется ряд противопоказаний. При КТ они связаны в большинстве случаев с лучевой нагрузкой, при МРТ существует достаточно широкий диапазон как абсолютных, так и относительных противопоказаний (металлические имплантаты, электростимуляторы, искусственные клапаны сердца, инсулиновые помпы, клаустрофобия и т. д.).

Ультразвуковые диагностические методы не имеют противопоказаний к применению. Основными достоинствами эхографии являются высокая информативность, доступность, экономичность метода и возможность его многократного применения у пациентов любого возраста без опасения возникновения каких-либо нежелательных последствий. Кроме того, отсутствует необходимость предварительной подготовки больных к проведению исследования, мобильность аппаратуры позволяет использовать ультразвук в отделениях неотложной помощи и интенсивной терапии [6, 7].

В настоящее время эхография широко используется для определения анатомических характеристик ЗН и его топогра-

фического взаимодействия с окружающими орбитальными структурами и тканями. Развитие современных компьютерных технологий и применение ультразвуковых диагностических сканеров последнего поколения дают возможность наиболее точно оценить состояние ретробульбарного участка ЗН, его структурные особенности и кровоснабжение [6, 8]. Однако с помощью ультразвукового сканирования удается визуализировать лишь две трети интраорбитального отдела нерва, что является ограничением этого метода.

Для визуализации интраокулярного отдела ЗН в офтальмологической практике используется оптическая когерентная томография (ОКТ), которая относится к высокоинформативным методам определения морфометрических параметров диска зрительного нерва (ДЗН) [9, 10]. По мнению большинства авторов, ОКТ представляет собой наиболее адекватный бесконтактный метод исследования, позволяющий получить максимально полную информацию о состоянии ДЗН. Томографические характеристики, включающие площадь и объем нейроретинального пояса, размер диска, глубину, площадь и объем экскавации, а также анализ толщины перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (СНВС), являются важными для ранней диагностики оптических нейропатий различного генеза.

Другим значимым вопросом остается изучение сопоставимости результатов измерения морфометрических параметров ДЗН и анатомо-структурных характеристик ретробульбарной части ЗН и зависимость этих признаков от ряда факторов (антропометрические данные, раса, пол и другие показатели).

До сих пор продолжается разработка протоколов исследования, предусматривающих количественную оценку параметров ДЗН и ретробульбарного отдела ЗН у пациентов с патологией зрительных путей. Поэтому существует необходимость сравнения полученных результатов измерения анатомических и морфометрических параметров ЗН с данными нормативной базы с учетом влияния различных анатомических и физиологических факторов на указанные характеристики ЗН.

ЦЕЛЬ исследования — изучить взаимосвязь между акустическими, морфометрическими параметрами ЗН и антропометрическими данными у лиц молодого возраста в норме.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 24 здоровых добровольца (48 глаз), из них 9 (34,5%) мужчин и 15 (65,5%) женщин в возрасте 23–30 лет (средний возраст — $25,0 \pm 1,9$ года). Критериями включения в исследование являлись: подписанное информированное согласие на проведение исследований, отсутствие в анамнезе воспалительных, дегенеративно-дистрофических заболеваний сетчатки и ЗН, травмы глаз и аномалий рефракции за исключением миопии слабой степени.

Антропометрические измерения (рост, масса тела) проводились с помощью стандартных приборов (напольный ростометр и медицинские весы). На основе выполненных измерений рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) по формуле: $ИМТ = M/P^2$, где M — масса тела, кг; P — рост, м.

Помимо стандартного офтальмологического обследования, включавшего визометрию, биомикроскопию, тонометрию, офтальмоскопию, компьютерную периметрию, проведены УЗИ ретробульбарной части ЗН, эхонденситометрия паренхимы и оболочек ЗН, биометрия глаза и ОКТ интраокулярного отдела ЗН.

Эхография глаза и орбиты в В-режиме выполнялась на приборе VOLUSON E8 с использованием высокочастотного линейного датчика с частотой 10–18,5 МГц. Для визуализации ЗН в орбите осуществлялось аксиальное сканирование по горизонтальной и вертикальной плоскостям в 3 мм от заднего полюса глаза (рис. 1, А). Определение длины передне-задней оси (ПЗО) глаза проводилось с использованием оптической биометрии глаза (AL-scan, Nidek). С помощью эхонденситометрии оценивали акустическую плотность паренхимы и оболочек ЗН (рис. 1, Б) с построением двумерных гистограмм и расчетом среднего значения (А) в условных единицах (у. е.) цифрового анализа изображения [11].

Морфометрическое измерение интраокулярной части ЗН выполнялось с использованием технологии ОКТ (OCT Spectralis SD-OCT, Heidelberg Engineering) с программным модулем GMPE (Glaucoma Module Premium Edition) по стандартному протоколу Optic Disc / Optic Nerve Head. Для оценки показателей вертикального (vertical disc diameter, VDD) и горизонтального (horizontal disc diameter, HDD) диаметров ДЗН определялись границы анатомической области диска



Рис. 1. Эхограмма глаза и орбиты с изображением ЗН (В-режим, аксиальное сканирование). А — измерение диаметра поперечного сечения (толщины) ЗН с оболочками и без оболочек. Б — измерение акустической плотности ЗН в у. е. цифрового анализа

Fig. 1. Echogram of the eye and orbit with the image of the optic nerve (B-mode, axial scan). А — measurement of the cross-sectional diameter (thickness) of the optic nerve with and without sheaths. Б — measurement of the acoustic density of the optic nerve relative units of digital analysis

по открытию мембраны Бруха (Bruch's membrane opening, ВМО). В случае если границы открытия, определенные автоматически, не соответствовали фактическому положению ВМО, их измерение корректировалось мануальным способом. Для изучения параметров овальности ВМО изображения конфокального лазерного офтальмоскопа (cSLO) экспортировали в базу данных программного обеспечения ImageJ (National Institute of Health, Bethesda, MD, США), далее выполнялось измерение минимального и максимального диаметров полученного эллипсоида в мануальном режиме (рис. 2). Соотношение значений диаметров (меньший к большему) данного эллипсоида было определено как индекс овальности (ИО).

Статистический анализ результатов выполняли на персональном компьютере с использованием программы SPSS 19.0 (IBM, Нью-Йорк, США). Все параметры не имели

нормального распределения, для обработки данных использовались непараметрические критерии, в статистической обработке учитывали медиану (интерквартильный размах). Корреляционный анализ показателей осуществлялся по методу Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе нашего исследования проводилась оценка антропометрических данных. Средний рост и вес испытуемых составили $169,5 \pm 1,8$ см (165–177 см) и $64,5 \pm 13,0$ кг (56,7–73,5 кг) соответственно.

Второй этап исследования включал анализ результатов определения аксиальной длины глаза и параметров ЗН, полученных при помощи эхографии. ПЗО составила $23,66 \pm 0,70$ мм, толщина ЗН без оболочек — $2,6 \pm 0,2$ мм, толщина ЗН с оболочками — $4,6 \pm 0,3$ мм (табл. 1). У муж-

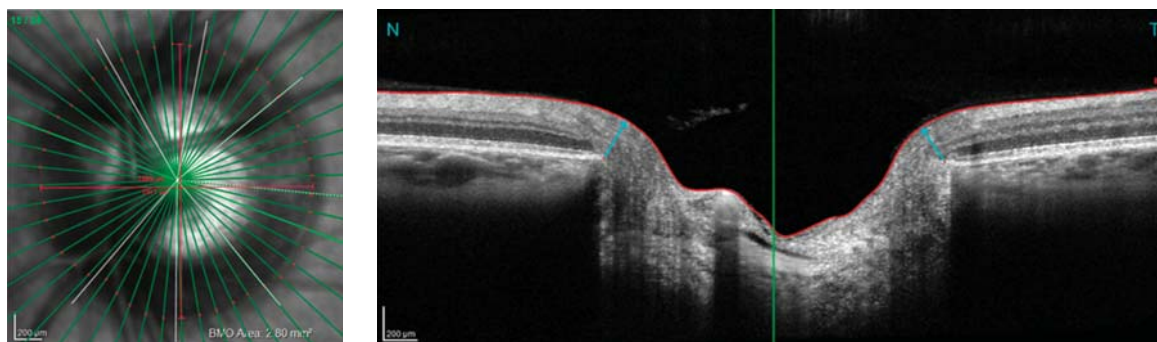


Рис. 2. ОКТ. Изображение cSLO и радиальный скан ДЗН по заданным точкам ВМО

Fig. 2. OCT. cSLO image and radial scan of the ONH at the given BMO points

Таблица 1. Средние показатели акустических и морфометрических характеристик ЗН

Table 1. Mean indices of acoustic and morphometric characteristics of optic nerve (ON)

Параметры Parameters	Медиана (интерквартильный размах) Median (quartile range)	Минимальное значение Minimum	Максимальное значение Maximum
Толщина ЗН, мм ON thickness, mm			
Без оболочек Without sheaths	$2,6 \pm 0,2$ (2,5; 2,8)	2,2	3,2
С оболочками With sheaths	$4,6 \pm 0,3$ (4,4; 4,8)	3,9	5,5
Акустическая плотность, у. е. Acoustic density, r. u.			
Паренхима Parenchyma	$101,2 \pm 11,4$ (95,2; 108,0)	77	124
Оболочка с медиальной стороны Medial sheath side	$155,6 \pm 15,6$ (146,2; 169,0)	118	184
Оболочка с латеральной стороны Lateral sheath side	$139,6 \pm 18,5$ (125,2; 156,7)	103	174
Морфометрические параметры Morphometric parameters			
Горизонтальный размер ДЗН, мкм Horizontal OND size, μm	$1597,6 \pm 188,6$ (1475; 1701,5)	1175	2094
Вертикальный размер ДЗН, мкм Vertical OND size, μm	$1692,7 \pm 262,5$ (1508; 1799)	1213	2424
Площадь ДЗН, мм ² OND square, mm ²	$2,0 \pm 0,5$ (1,7; 2,2)	1,19	3,6
Толщина НРП, мкм NRR thickness, μm	$340,0 \pm 59,2$ (291,2; 386,7)	249	509
ИО	$0,90 \pm 0,05$ (0,87; 0,98)	0,78	0,99

Примечание. НРП — нейроретинальный пояс; ИО — индекс овальности ДЗН.

Note. NRR — neuroretinal rim; IO — ovality index of the optic nerve disc.

чин толщина ЗН с оболочками оказалась выше, чем у женщин ($p = 0,001$).

При проведении эхондситометрии наименьшие значения акустической плотности регистрировали в области паренхимы орбитальной части ЗН $101,2 \pm 11,4$ у. е. (от 95,2 до 108 у. е.). Сравнительная оценка акустической плотности оболочек ЗН показала достоверное увеличение этих параметров с медиальной стороны — $155,6 \pm 15,6$ у. е. [146,2; 169] по сравнению с латеральной — $139,6 \pm 18,5$ у. е. [125,2; 156,7] ($p < 0,05$). Кроме того, у женщин средние значения акустической плотности ЗН были достоверно выше, чем у мужчин (табл. 2).

Корреляционный анализ позволил выявить статистически достоверную связь ($p < 0,05$) между ростом и толщиной ЗН с оболочками ($r = 0,480$). Кроме того, установлена

наиболее сильная достоверная корреляционная связь толщины ЗН с массой тела ($r = 0,712$) и ИМТ ($r = 0,509$; $p < 0,05$) (рис. 3).

Третий этап исследования включал статистический анализ данных морфометрии ДЗН по результатам ОКТ, согласно которым средний вертикальный диаметр ЗН (VDD) составил $1667,5$ мкм ($1508,0$ – $1799,2$), горизонтальный диаметр ЗН (HDD) — 1559 мкм ($1475,0$ – $1701,5$), медиана площади ВМО (VMO area) — $1,98$ мм² ($1,7$ – $2,2$), медиана наименьшей ширины нейроретинального пояса (Minimal rim width, MRW) — 332 мкм ($291,2$ – $386,7$), медиана ИО ВМО — $0,94$ ($0,87$ – $0,98$) (табл. 2). Следует отметить, что, в отличие от акустических параметров ЗН, достоверных различий морфометрических показателей ДЗН мужчин и женщин не выявлено ($p > 0,05$).

Таблица 2. Сравнительная оценка акустических и морфометрических характеристик у женщин и мужчин

Table 2. Comparative assessment of acoustic and morphometric characteristics in men and women

Параметры Parameters	Мужчины Men	Женщины Women	Достоверность различий p — value
Толщина ЗН, мм Thickness ON, mm			
Без оболочек Without sheaths	$2,6 \pm 0,2$ (2,5; 2,9)	$2,6 \pm 0,1$ (2,5; 2,7)	0,729
С оболочками With sheaths	$4,8 \pm 0,3$ (4,5; 5,0)	$4,4 \pm 0,2$ (4,3; 4,7)	0,001
Акустическая плотность, у. е. Acoustic density, r. u.			
Паренхима Parenchyma	$97,4 \pm 12,6$ (98,5; 103,7)	$103,4 \pm 10,2$ (98,5; 110,5)	0,059
Оболочка с медиальной стороны Medial sheath side	$148,5 \pm 14,3$ (134,7; 160,2)	$159,9 \pm 15,0$ (148,5; 172)	0,013
Оболочка с латеральной стороны Lateral sheath side	$133,1 \pm 17,4$ (120,7; 144,5)	$143,6 \pm 18,2$ (127,5; 158,2)	0,067
Морфометрические параметры Morphometric parameters			
Горизонтальный размер ДЗН, мкм Horizontal OND size, μ m	$1566,7 \pm 199,4$ (1409,7; 1691,2)	$1616,0 \pm 182,7$ (1483,0; 1738,5)	0,544
Вертикальный размер ДЗН, мкм Vertical OND size, μ m	$1613,1 \pm 219,9$ (1466,0; 1779,7)	$1740,4 \pm 277,5$ (1517; 1846)	0,312
Площадь ДЗН, мм ² OND square, mm ²	$1,9 \pm 0,4$ (1,6; 2,2)	$2,1 \pm 0,5$ (1,8; 2,2)	0,686
Толщина НРП, мкм NRR thickness, μ m	$350,5 \pm 62,9$ (301,2; 394,0)	$334,4 \pm 57,0$ (288,5; 369,2)	0,338
ИО IO	$0,95 \pm 0,40$ (0,92; 0,99)	$0,91 \pm 0,06$ (0,86; 0,97)	0,027

Примечание. НРП — нейроретинальный пояс; ИО — индекс овальности ДЗН, p — достоверность различий между показателями мужчин и женщин.

Note. NRR — neuroretinal rim; IO — ovality index of the optic nerve disc, p — significant differences between indices of men and women.

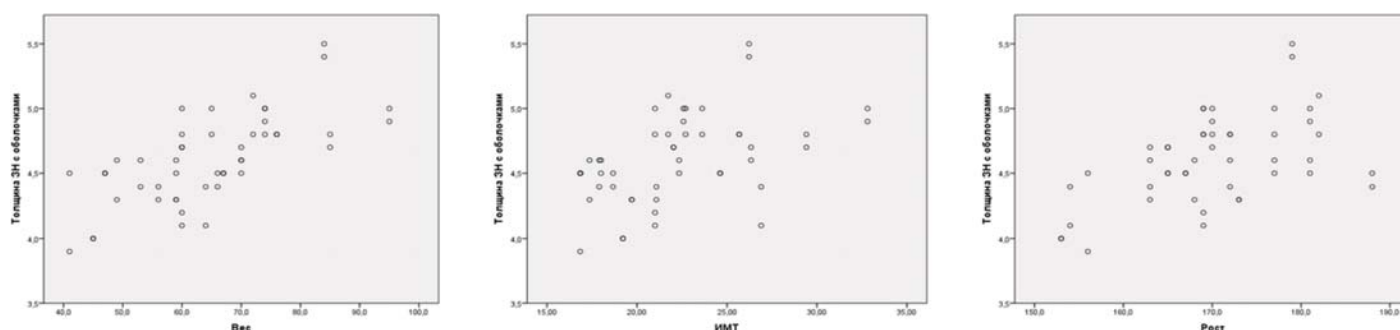


Рис. 3. Корреляционная взаимосвязь между антропометрическими данными и толщиной ЗН с оболочками

Fig. 3. Correlation relationship between anthropometric data (weight, height, body mass index) and thickness of ON with sheath

Статистически достоверной корреляции между морфометрическими параметрами ДЗН, данными антропометрии и толщиной ретробульбарного отдела ЗН не обнаружено (значения коэффициента корреляции — менее 0,4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных литературы свидетельствует о высокой информативности УЗИ в оценке состояния ретробульбарного отдела ЗН [6, 7, 12]. В то же время остаются противоречивыми сведения о средних значениях толщины ЗН в норме у взрослых. Так, по данным К. Oluseyi, I. Ukamaka [11], средний диаметр ретробульбарного отдела ЗН с оболочками составляет $4,20 \pm 0,38$ мм. Похожие данные получили D. Kim и соавт. [13] при обследовании 585 здоровых добровольцев в Южной Корее ($4,11$ мм, $4,09$ – $4,14$, 95%-ный доверительный интервал). Н. Chen и соавт. [14] при проведении УЗИ орбиты у 519 здоровых добровольцев определили медианы показателей ЗН без оболочек и с оболочками — $3,2$ мм ($2,9$ – $3,4$) и $5,1$ мм ($4,7$ – $5,4$) соответственно. Ряд авторов не обнаружили взаимосвязи между антропометрическими параметрами (полом, возрастом, ростом и весом) и эхографическими характеристиками ЗН [13–15]. Однако L. Wang и соавт. [16] после комплексного ультразвукового исследования 230 здоровых лиц установили достоверную взаимосвязь толщины ЗН с ИМТ, что соответствует нашим данным. Большинство авторов не выявили корреляцию между толщиной ЗН с оболочками и возрастом, что может свидетельствовать об отсутствии изменений биометрических параметров нерва в течение жизни человека [14–19]. В нашем исследовании определена статистически достоверная корреляционная взаимосвязь между показателями толщины ЗН (с оболочками и без), ростом и весом. Кроме того, нами впервые проведена оценка состояния внутренней структуры ЗН с помощью эхоненситометрии и установлены гендерные различия акустической плотности ЗН и показателей толщины интраорбитального отдела нерва.

Многие публикации посвящены изучению морфометрических параметров ДЗН и их взаимосвязи с другими биометрическими показателями. Выявлена зависимость между размерами ДЗН, толщиной СНВС и аксиальной длиной глаза у взрослых. Достоверную положительную корреляцию между ПЗО и размерами ДЗН обнаружили у здоровых лиц Е. Chihara и К. Chihara [20]. С. Oliveira и соавт. [21] показали, что у взрослых в глазах с увеличенной аксиальной длиной больше размеры ДЗН.

В исследовании Н. Nakanishi и соавт. [22] при определении стереометрических параметров ЗН у 17 здоровых лиц (17 глаз) показатель ИО ВМО в среднем составил $0,92$ ($0,88$; $0,96$), что соответствует нашим данным. Однако в работе авторов средняя площадь ВМО была на $28,5\%$ выше ($2,77$ мм²) и средний показатель ВМО-MRW на $37,4\%$ ниже ($207,7$ мкм) по сравнению с соответствующими параметрами, полученными в нашем исследовании ($1,98$ мм² и 332 мкм). Вероятно, наличие различий между указанными морфометрическими параметрами в двух исследованиях обусловлено этническими и демографическими особенностями. Кроме того, остается дискуссионным вопрос о влиянии биометрических показателей глаза на морфометрические параметры ДЗН. Наши данные не выявили прямой достоверной корреляции между показателями ИО ВМО и ПЗО, что согласуется с результатами ряда зарубежных авторов [22–24]. В нашем исследовании критерием исключения являлась миопическая рефракция выше $3,0$ дптр. В зарубежной литературе имеются сведения о достоверной корреляции между показателями ПЗО и ИО ВМО у лиц с миопией средней и высокой степени,

установлена взаимосвязь между величиной сферического эквивалента аномалии рефракции с морфометрическими показателями [25–27].

Кроме того, по нашим данным, достоверная взаимосвязь между морфометрическими параметрами ДЗН, ростом и массой тела отсутствует, что совпадает с результатами L. Wang и соавт. [16].

Полученные в работе данные показывают теоретическую и практическую значимость индивидуального подхода к пациенту, когда учитываются не только локальные проявления заболевания, но и совокупность вариативных фенотипических признаков [27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено комплексное инструментальное (акустическое, морфометрическое) исследование интраокулярного и интраорбитального отделов ЗН у молодых здоровых лиц с учетом антропометрических параметров и гендерных особенностей с целью повышения точности обследования и разработки более четких диагностических критериев оценки состояния ЗН. Выявлена достоверная взаимосвязь между акустическими характеристиками толщины ретробульбарной части ЗН и антропометрическими данными у молодых людей одного возрастного диапазона при отсутствии взаимосвязи с морфометрическими параметрами интраокулярной части ЗН. Полученные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего поиска новых стратегий персонализированного подхода к диагностике патологии ЗН.

Литература/References

1. Елисеева Е.К., Нероев В.В., Зуева М.В., Цапенко И.В., Захарова М.Н. Оптический неврит на фоне рассеянного склероза (обзор литературы и результаты собственного исследования). Точка зрения. Восток — Запад. 2018; 2: 112–5. [Eliseeva E.K., Neroev V.V., Zueva M.V., Tsapenko I.V., Zakharova M.N. Optic neuritis with multiple sclerosis (review of literature and own data). Point of View. East — West. 2018; 2: 112–5 (in Russian)]. <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2018-2-112-115>
2. Katz D.M., Trobe J.D. Is there treatment for nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. Curr. Opin. Ophthalmol. 2015; 26 (6): 458–63. <https://doi.org/10.1097/ICU.000000000000199>
3. Bäuerle J., Schuchardt F., Schroeder L., et al. Reproducibility and accuracy of optic nerve sheath diameter assessment using ultrasound compared to magnetic resonance imaging. BMC neurology. 2013; 13:1–6. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-13-187>
4. Lagrèze W.A., Lazzaro A., Weigel M., et al. Morphometry of the retrobulbar human optic nerve: comparison between conventional sonography and ultrafast magnetic resonance sequences. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2007. 48 (5): 1913–7. <https://doi.org/10.1167/jovs.06-1075>
5. Liu H., Zhou H.-F., Zong L.-X., et al. China MRI histogram texture feature analysis of the optic nerve in the patients with optic neuritis. Chin. Med. Sci. J. March. 2019; 34 (1): 18–23. <https://doi.org/10.24920/003507>
6. Siebler M. Neuro-orbital ultrasound. Manual of Neurosonology. 2016: 300. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107447905.031>
7. Green R.L., Byrne S.F. Diagnostic ophthalmic ultrasound. Basic science, inherited retinal disease and tumors. Retina. 2006; 1 (4): 265. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-02598-0.50020-3>
8. Goeres P., Zeiler F.A., Unger B., Karakitsos D., Gillman L.M. Ultrasound assessment of optic nerve sheath diameter in healthy volunteers. J. Crit. Care. 2016; 31 (1): 168–71. doi: 10.1016/j.jccr.2015.10.009
9. Нероев В.В., Елисеева Е.К., Зуева М.В. и др. Демиелинизирующий оптический неврит: корреляция данных оптической когерентной томографии и мультифокальной электроретинографии. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2014; 8 (2): 22–6. [Neroev V.V., Eliseeva E.K., Zueva M.V., et al. Demyelinating optical neuritis: correlation of data of optical coherence tomography and multifocal electroretinography. Annals of clinical and experimental neurology. 2014. 8 (2): 22–6 (in Russian)].
10. Захарова М.А., Куроедов А.В. Оптическая когерентная томография: технология, ставшая реальностью. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2015. 4: 204–11. [Zakharova M.A., Kuroedov A.V. Optic coherent tomography — technology which became a reality. RMJ. Clinical ophthalmology. 2015; 4: 204–11 (in Russian)].

11. Oluseyi K.Y.H., Ukamaka I. Ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults. *Annals of International Medical and Dental Research*. 2017; 3 (2): 30–4. <https://doi.org/10.21276/aimdr.2017.3.2.RD9>
12. Нероев В.В., Киселева Т.Н., ред. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: руководство для врачей. 1-е изд. Москва: ИКАР; 2019. [Neroev V.V., Kiseleva T.N., eds. *Ultrasound in ophthalmology: a guide for doctors*. 1st ed. Moscow: IKAR; 2019 (in Russian)]
13. Kim D.H., Jun J.S., Kim R. Ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter and its association with eyeball transverse diameter in 585 healthy volunteers. *Scientific reports*. 2017; 7 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16173-z>
14. Chen H., Ding G.S., Zhao Y.C., Yu R.G., Zhou J.X. Ultrasound measurement of optic nerve diameter and optic nerve sheath diameter in healthy Chinese adults. *BMC Neurol*. 2015; 15 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12883-015-0361-x>
15. Goeres P., Zeiler F. A., Unger B., Karakitsos D., Gillman L. M. Ultrasound assessment of optic nerve sheath diameter in healthy volunteers. *J. Crit. Care*. 2016; 31 (1): 168–71. <https://doi.org/10.1016/j.jccr.2015.10.009>
16. Wang L., Feng L., Yao Y., et al. Ultrasonographic evaluation of optic nerve sheath diameter among healthy Chinese adults. *Ultrasound Med. Biol*. 2016; 42 (3): 683–8. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.11.020>
17. Bauerle J., Lochner P., Kaps M., Nedelmann M. Intra- and interobserver reliability of sonographic assessment of the optic nerve sheath diameter in healthy adults. *J. Neuroimaging*. 2012; 22 (1): 42–5. <https://doi.org/10.1111/j.1552-6569.2010.00546.x>
18. Maude R.R., Hossain M.A., Hassan M.U., et al. Transorbital sonographic evaluation of normal optic nerve sheath diameter in healthy volunteers in Bangladesh. *PLoS One*. 2013; 8 (12): e 81013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081013>
19. Lochner P., Cantello R., Brigo F., et al. Transorbital sonography in acute optic neuritis: a case-control study. *Am. J. Neuroradiol*. 2014; 35 (12): 2371–5. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4051>
20. Chihara E., Chihara K. Covariation of optic disc measurements and ocular parameters in the healthy eye. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol*. 1994; 232 (2): 265–71. <https://doi.org/10.1007/BF00194475>
21. Oliveira C., Harizman N., Girkin C. A., et al. Axial length and optic size in normal eyes. *Br. J. Ophthalmol*. 2007; 91 (1): 37–9. <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.2006.102061>
22. Nakanishi H., Suda K., Yoshikawa M., et al. Association of Bruch's membrane opening and optic disc morphology to axial length and visual field defects in eyes with primary open-angle glaucoma. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol*. 2018; 256 (3): 599–610. <https://doi.org/10.1007/s00417-017-3874-8>
23. Nangia V., Matin A., Bhojwani K., et al. Optic disc size in a population-based study in central India: the Central India Eye and Medical Study (CIEMS). *Acta ophthalmologica*. 2008; 86 (1): 103–4. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2007.00964.x>
24. Chauhan B.C., Danthurebandara V.M., Sharpe G.P., et al. Bruch's membrane opening minimum rim width and retinal nerve fiber layer thickness in a normal white population: a multicenter study. *Ophthalmology*. 2015; 122 (9): 1786–94. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.06.001>
25. Zhao X.J., Jiang H.-Y., Li Y.-H., et al. Correlations between the optic nerve head morphology and ocular biometrics in highly myopic eyes. *International journal of ophthalmology*. 2018; 11 (6): 997–1001. <https://doi.org/10.18240/ijo.2018.06.17>
26. Guo Y., Liu L.J., Xu L., et al. Optic disc ovality in primary school children in Beijing. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2015; 56 (8): 4547–53. <https://doi.org/10.1167/jovs.15-16590>
27. Журавлева А.Н., Киселева О.А., Кириллова М.О. Персонализированная медицина в решении проблемы глаукомы. *Российский офтальмологический журнал*. 2019; 12 (3): 95–100. [Zhuravleva A.N., Kiseleva O.A., Kirillova M.O. Personalized medicine in glaucoma management. 2019; 12 (3): 95–100 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-3-95-100>

Вклад авторов в работу: В.В. Нероев — руководство проектом; Т.Н. Киселева — научное редактирование текста статьи, курирование данных; А.В. Баева — сбор и анализ литературных источников, проведение исследований, написание текста статьи; Е.К. Елисеева — сбор и анализ литературных источников, редактирование текста статьи; А.Н. Журавлева — проведение исследований, анализ результатов; А.И. Ушаков — статистическая обработка данных; К.В. Луговкина — проведение исследований, анализ результатов; Т.В. Судовская — проведение исследований, анализ результатов; И.В. Мышко — валидация данных.

Authors' contribution: V.V. Neroev — project administration; T.N. Kiseleva — science editing, data curation; A.V. Baeva — literature data collection and analysis, patients examination, writing of the article; E.K. Eliseeva — literature data collection and analysis, editing of the article; A.N. Zhuravleva — patients examination, data analysis; A.I. Ushakov — data processing; K.V. Lugovkina — patients examination, data analysis; T.V. Sudovskaya — patients examination, data analysis; I.V. Myshko — data validation.

Поступила: 19.04.2021. Переработана: 27.04.2021. Принята к печати: 29.04.2021
Originally received: 19.04.2021. Final revision: 27.04.2021. Accepted: 29.04.2021

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. Делегатская, 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

Алена Витальевна Баева — аспирант кафедры глазных болезней²

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

Анастасия Николаевна Журавлева — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела глаукомы¹

Александр Игоревич Ушаков — врач-ординатор¹

Ксения Вадимовна Луговкина — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований¹

Татьяна Викторовна Судовская — д-р мед. наук, врач высшей категории¹

Илья Владимирович Мышко — врач-ординатор¹

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

Alena V. Baeva — PhD student, of chair of ophthalmology²

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

Anastasia N. Zhuravleva — Cand. of Med. Sci., researcher of glaucoma department¹

Alexandr I. Ushakov — resident doctor¹

Kseniya V. Lugovkina — Cand. of Med. Sci., researcher of ultrasound diagnostic department¹

Tatiana V. Sudovskaya — Dr. of Med. Sci., doctor of highest category¹

Ilya V. Myshko — resident doctor¹

Contact information: Elena K. Eliseeva, eliseevaek@ya.ru