



ОЦЕНКА СВЯЗИ МЕЖДУ МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА И ЕГО БИОМЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

УДК 617.731
ГРНТИ 76.29.56
БАК 14.00.08

© Ю. С. Астахов, Е. Л. Акопов, В. В. Потемкин

Кафедра офтальмологии с клиникой СПбГМУ им. академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург

✧ Результаты моделирования глаукомного процесса позволяют предполагать, что биомеханические свойства головки зрительного нерва зависят от ее морфометрических характеристик. Целью данной работы было выявление возможной связи между морфометрическими особенностями ДЗН (площадью экскавации, площадью ДЗН и их отношением) и прогибом его решетчатой мембраны (РМ) при повышении ВГД (по данным ретинальной томографии). Было обследовано всего 260 человек (457 глаз), которые составили группы первичной открытоугольной глаукомы, офтальмогипертензии и нормы. Была получена достоверная слабая отрицательная корреляция между площадью ДЗН и прогибом РМ. Таким образом, в рамках данного исследования существует зависимость: чем больше размер ДЗН, тем меньше прогиб его РМ в условиях искусственного повышения ВГД.

✧ **Ключевые слова:** диск зрительного нерва; ДЗН; головка зрительного нерва; биомеханика; решетчатая мембрана; толщина роговицы.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение биомеханических свойств головки зрительного нерва в норме и при экспериментальном повышении внутриглазного давления (ВГД) выявило целый ряд структурно-анатомических факторов, ответственных за развитие глаукомной нейрооптинопатии.

В работах С. F. Burgoyne et al. [2, 4] и J. C. Downs et al. [6] при моделировании глаукомного процесса на обезьяньих глазах с последующей трехмерной реконструкцией и статистическим анализом по принципу конечных элементов было продемонстрировано, что при повышении ВГД происходит расширение склерального канала зрительного нерва. Было показано, что особенности архитектоники склеральной части канала зрительного нерва (большой размер, эллиптическая форма, тонкая перипапиллярная склера) теоретически должны значимо увеличивать возникающее при повышении ВГД напряжение в соединительной ткани. Отмечалось также, что клинически определяемые размеры и форма диска зрительного нерва (ДЗН) не всегда достоверно отражают реальную структуру склерального канала.

Гипотетически большой размер диска зрительно-го нерва можно рассматривать как один из факторов, предрасполагающих к развитию глаукомной оптической нейропатии. Попытки связать толщину роговицы как один из индикаторов развития и прогрессирования глаукомы с размерами ДЗН оказались малоубедительными и противоречивыми. Jonas J. B. et al. [5] выявили в одной из обследованных групп (контроль-

ной) слабую положительную корреляцию между результатами пахиметрии и площадью ДЗН, определенной по фотографиям с помощью специальной шкалы. Вместе с тем, Parvasan M. et al. [5] выявили в одной из обследованных групп (европейцы, больные ПОУГ) слабую отрицательную корреляцию между этими параметрами, используя для определения площади ДЗН гейдельбергский ретинальный томограф.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Выявление возможной связи между морфометрическими особенностями ДЗН (площадью экскавации, площадью ДЗН и их отношением) и прогибом его решетчатой мембраны (РМ) при повышении ВГД. Анализировалась также связь между толщиной центральной зоны роговицы (ТЦЗР) и размерами ДЗН.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 260 человек (457 глаз), которые были подразделены на три группы:

- больные первичной открытоугольной глаукомой начальной стадии (далее группа ПОУГ; 149 пациентов (269 глаз); средний возраст $65,4 \pm 2,27$ лет);
- здоровые добровольцы (далее группа норма; 98 человек (162 глаза); средний возраст $56,8 \pm 6,57$ лет);
- лица с офтальмогипертензией (далее группа ОГ; 26 человек (52 глаза); средний возраст $59,1 \pm 2,08$ лет).

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа ТЦЗР и площади ДЗН в исследуемых группах

Группа	ПОУГ	Норма	ОГ	Все группы
R =	-0,166	-0,011	-0,109	-0,082
p =	0,045*	0,093	0,0628	0,141

Примечание. * — корреляция значима для уровня $p < 0,05$

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа между площадью ДЗН и прогибом РМ в исследуемых группах

Группа	ПОУГ	Норма	ОГ	Все группы
R =	-0,162	-0,161	0,144	-0,139
p =	0,014*	0,0175*	0,523	0,013*

Примечание. * — корреляция значима для уровня $p < 0,05$

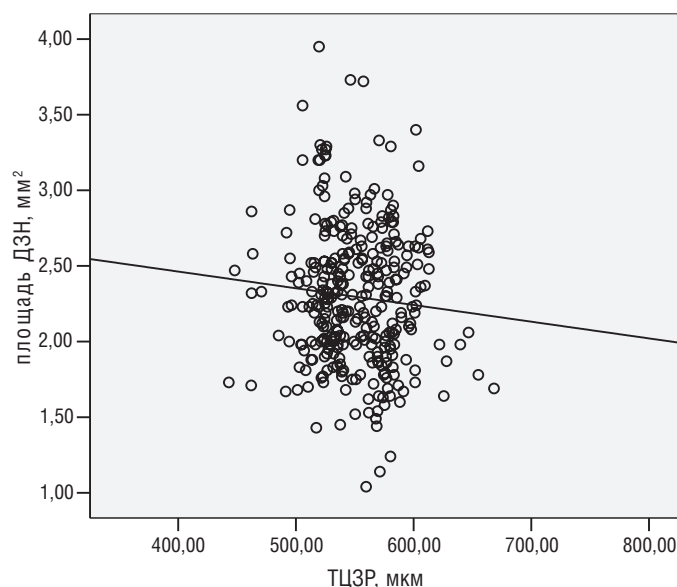


Рис. 1. Кривая линейной регрессии ТЦЗР — площадь ДЗН при обобщенном анализе по всем группам. Зависимый параметр — площадь ДЗН. $p = 0,141$

В исследование не включались лица с развитой, далеко зашедшей и терминальной стадиями глаукомы, так как ранее было показано, что именно на начальной стадии глаукомного процесса происходит наибольшее увеличение глубины экскавации ДЗН в условиях повышения ВГД [1].

Всем включенным в исследование лицам проводилась трехкратная ультразвуковая пахиметрия центра роговицы с расчетом среднего значения (AL-3000, Tomey, Германия). Затем выполнялась ретинальная томография ДЗН (HRT III, Heidelberg Engineering, Германия) в покое и условиях дозированного повышения ВГД на 10 мм рт. ст. по методике Ю. С. Астахова и Е. Л. Аكوпова (2005). Оценивался прогиб РМ как разница средней глубины экскавации ДЗН в покое и при повышении ВГД. Площадь ДЗН и площадь экскавации рассчитывались автоматически после обведения контура ДЗН. ВГД контролировалось с помощью динамического контурного тонометра Pascal (Swiss Microtechnology AG, Швейцария).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для исследования связи между ТЦЗР и площадью ДЗН были использованы корреляционный и регрессионный методы анализа. Результаты корреляцион-

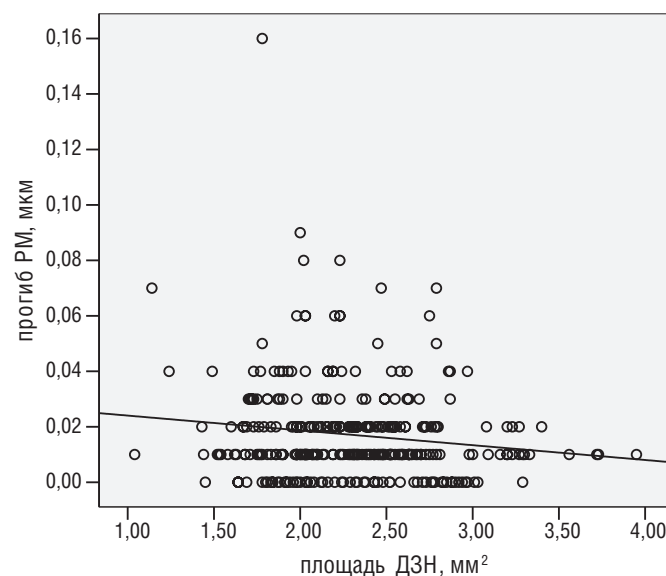


Рис. 2. Кривая линейной регрессии площадь ДЗН — прогиб РМ при обобщенном анализе по всем группам. Зависимый параметр — прогиб РМ. $p = 0,013$

ного анализа в исследуемых группах представлены в таблице 1. Кривая линейной регрессии ТЦЗР — площадь ДЗН при обобщенном анализе по всем группам представлена на рисунке 1.

Таким образом, в результате анализа была выявлена лишь слабая отрицательная корреляция между ТЦЗР и площадью ДЗН в группе ПОУГ, однако данная зависимость не наблюдалась в других группах и при обобщенном анализе по всем группам.

Для исследования связи между площадью ДЗН и прогибом РМ были также использованы корреляционный и регрессионный методы анализов. Результаты корреляционного анализа в исследуемых группах представлены в таблице 2. Кривая линейной регрессии площадь ДЗН — прогиб РМ при обобщенном анализе по всем группам представлена на рисунке 2.

Таким образом, была получена достоверная слабая отрицательная корреляция между площадью ДЗН и прогибом РМ во всех группах за исключением группы ОГ, где, вероятно, малый размер выборки не позволяет получить достоверных значений. Зависимость сохраняется при обобщенном анализе по всем группам.

Был проведен анализ корреляций между прогибом РМ и площадью экскавации ДЗН, его результаты

Таблица 3

Результаты корреляционного анализа между площадью экскавации ДЗН и прогибом РМ в исследуемых группах

Группа	ПОУГ	Норма	ОГ	Все группы
R =	0,030	0,020	-0,100	0,036
p =	> 0,001	> 0,001	> 0,001	> 0,001

представлены в таблице 3. Значимых корреляций между прогибом РМ и площадью экскавации получено не было.

Достоверных корреляций между отношением экскавации к ДЗН и прогибом РМ также обнаружено не было (коэффициент корреляции R менее 0,16, p более 0,001 во всех обследованных группах).

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Достоверной связи между ТЦЗР и площадью ДЗН выявлено не было, что согласуется с данными литературы.

Из анализируемых морфометрических характеристик ДЗН значимое влияние на прогиб РМ оказывает только его площадь. В рамках данного исследования существует зависимость: «чем больше размер ДЗН, тем меньше прогиб его РМ в условиях искусственного повышения ВГД». Следует отметить, что параметр «прогиб РМ» отражает лишь изменение средней глубины экскавации при повышении ВГД, но не распределение напряжения в соединительной ткани головки зрительного нерва. Нельзя исключить, что в относительно большом ДЗН незначительное углубление экскавации может вызывать более выраженное напряжение в lamina cribrosa и перипапиллярной склере. Вероятно, существует необходимость в проведении дополнительных исследований, посвященных изучению соотношений между анатомо-структурными особенностями ДЗН и распределением сил в его опорных структурах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акопов Е. Л. Оценка устойчивости диска зрительного нерва к дозированному повышению внутриглазного давления: Автореферат. дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 2005. — с. 12.

2. Burgoyne C. F. Three-dimensional reconstruction of normal and early glaucoma monkey optic nerve head connective tissues / Burgoyne C. F., Downs J. C., Bellezza A. J., Hart R. T. // Invest Ophthalmol Vis Sci. — 2004. — Vol. 45. — P. 4388–4399.
3. Central corneal thickness correlated with glaucoma damage and rate of progression / Jonas J. B., Stroux A., Velten I. et al. // Invest Ophthalmol Vis Sci. — 2005. — Vol. 46. — P. 1269–1274.
4. Measurement of optic disc compliance by digitized image analysis in the normal monkey eye / Burgoyne C. F., Quigley H. A., Thompson H. W. et al. // Ophthalmology — 1995. — Vol. 102, N 12. — P. 1790–1799.
5. Parvacan M. Central corneal thickness and correlation to optic disk size / Parvacan M., Parsa A., Sanagou M., Parsa C. F. // Br. J. Ophthalmol. — 2007. — Vol. 91. — P. 26–28.
6. Peripapillary scleral thickness in perfusion-fixed normal monkey eyes / Downs J. C., Blidner R. A., Bellezza A. J. et al. // Invest Ophthalmol Vis Sci. — 2002. — Vol. 43. — P. 2229–2235.

ANALYSIS OF CORRELATION BETWEEN OPTIC NERVE HEAD MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS AND ITS BIOMECHANICAL PROPERTIES

Astakhov Yu. S., Akopov E. L., Potemkin V. V.

✧ **Summary.** *Background.* It was suggested that biomechanical properties of the optic nerve head might depend on its morphometric characteristics. *The purpose* of the study was to analyze the correlation between optic nerve head morphometric characteristics and the shift of lamina cribrosa controlled with HRT-III in short-term intraocular pressure rise. *Methods.* 260 subjects (457 eyes) were enrolled in the study. They were subdivided into groups of primary open angle glaucoma, ocular hypertension and healthy volunteers. *Results.* A moderate negative correlation between the optic disk area and lamina cribrosa shift was found. *Conclusions.* Our data show probable correlation between optic disc size and its biomechanics.

✧ **Key words:** optic nerve head; ONH; biomechanics; lamina cribrosa; central corneal thickness; CCT.

Сведения об авторах:

Астахов Юрий Сергеевич, д. м. н., проф., заведующий, кафедра офтальмологии СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова, 197089, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6. корпус 16, e-mail: astakhov@spmu.rssi.ru.

Акопов Евгений Леонидович, к. м. н., врач-офтальмолог, кафедра офтальмологии СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова, 197089, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6. корпус 16.

Потемкин Виталий Витальевич, очный аспирант, кафедра офтальмологии СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова, 197089, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6. корпус 16, e-mail: potem@inbox.ru.