

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

HUMAN ANATOMY

УДК 611.84:617.753.2
doi:10.21685/2072-3032-2021-1-8

Взаимосвязь морфометрических показателей глазного яблока у девушек с миопией

Ю. С. Левченко

Красноярская краевая офтальмологическая клиническая больница
имени профессора П. Г. Макарова, Красноярск, Россия

2924469@gmail.com

Аннотация. *Актуальность и цели.* Определены особенности и взаимосвязи морфометрических показателей органов зрения у девушек с миопией. *Материалы и методы.* В исследование включены 148 девушек (296 глаз) от 12 до 15 лет с миопией, контрольную группу составили 38 девушек 12–16 лет с эметропией (76 глаз). Проведено комплексное офтальмологическое обследование, включавшее измерение параметров рефракции, передне-заднего размера (ПЗР) глазного яблока, радиусов кривизны и диаметра роговицы. *Результаты.* Средние значения индекса соотношения ПЗР глаза к радиусу кривизны (РК) роговицы в горизонтальном меридиане выше у девушек с миопией по сравнению с контрольной группой, параметр увеличивался по мере прогрессирования заболевания. Выявлена сильная отрицательная корреляция между значениями рефракции и ПЗР глаза, а также рефракции и индексом отношения ПЗР к РК роговицы. Установлена положительная корреляция средней силы ПЗР глаза с РК роговицы, наиболее выраженная в группах девушек с миопией средней и слабой степени. Значение диаметра роговицы взаимосвязано с РК роговицы и ПЗР глазного яблока. Однако взаимосвязи между диаметром роговицы и параметрами рефракции, а также между рефракцией и РК роговицы установлено не было. *Выводы.* Установлено, что индекс соотношения ПЗР глаза к РК роговицы изменяется в зависимости от степени миопии. Имеются взаимосвязи между морфометрическими параметрами роговицы и длиной глазного яблока.

Ключевые слова: миопия, морфометрия глазного яблока, радиус кривизны роговицы, диаметр роговицы, передне-задний размер глаза

Для цитирования: Левченко Ю. С. Взаимосвязь морфометрических показателей глазного яблока у девушек с миопией // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2021. № 1. С. 71–78. doi:10.21685/2072-3032-2021-1-8

Interrelation of the eyeball morphometric parameters in girls with myopia

Yu.S. Levchenko

Krasnoyarsk regional ophthalmological clinical hospital
named after professor P. G. Makarov, Krasnoyarsk, Russia

2924469@gmail.com

© Левченко Ю. С., 2021. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Abstract. *Background.* The features and relationships of morphometric indicators of visual organs in girls with myopia were determined. *Materials and methods.* The study included 148 girls (296 eyes) from 12 to 15 years old with myopia, the control group consisted of 38 girls 12–16 years old with emmetropia (76 eyes). A comprehensive ophthalmological examination was performed, including the measurement of refractive parameters, anterior-posterior size (APS) of the eyeball, radii of curvature and corneal diameter. *Results.* The average values of the ratio index of the eye's APS to the radius of curvature (RC) of the cornea in the horizontal meridian are higher in girls with myopia, compared with the control group, the parameter increased as the disease progressed. A strong negative correlation was found between the values of refraction and APS of the eye, as well as refraction and the index of the ratio of APS to RC of the cornea. A positive correlation was found between the average strength of the ocular APS and the corneal RC, which is most pronounced in the groups of girls with moderate and mild myopia. The value of the corneal diameter is related to the corneal RC and the ocular APS. However, the relationship between corneal diameter and refractive parameters, as well as between refraction and corneal RC, was not established. *Conclusions.* It was found that the index of the ratio of the ocular APS to the corneal PC varies depending on the degree of myopia. There are relationships between the morphometric parameters of the cornea and the length of the eyeball.

Keyword: myopia, morphometry of the eyeball, the radius of curvature of the cornea, the corneal diameter, anterior-posterior size of the eye

For citation: Levchenko Yu.S. Interrelation of the eyeball morphometric parameters in girls with myopia. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences.* 2021;1:71–78. (In Russ.). doi:10.21685/2072-3032-2021-1-8

Введение

В последние годы одной из актуальных проблем современной офтальмологии является миопия. Это обусловлено широким распространением заболевания, а также, при прогрессировании, увеличением риска снижения и даже потери зрения. Ее начало, как правило, совпадает с периодом школьного обучения. Развитие миопии в школьном возрасте обеспечивает ее высокую распространенность как среди детского, так и среди взрослого населения. Встречаемость близорукости достигает 39,1 % в США и странах Европы. Самые высокие показатели заболеваемости зарегистрированы у населения в странах Восточной и Юго-Восточной Азии – до 96 % [1–4]. В России частота встречаемости миопии у выпускников гимназий и лицеев составляет 50,7 % [5].

Миопия – это самый распространенный вид аномалий рефракции. Необходимо помнить, что рефракция глаза – сложная переменная, определяемая балансом оптической силы роговицы и хрусталика, а также осевой длиной глаза. При миопии длина глаза превышает суммарную оптическую силу роговицы и хрусталика. Общеизвестно, что большинство детей рождаются с дальнозоркостью. В течение первых двух лет после рождения происходит активный процесс эмметропизации глаз. По истечении этого периода параметры роговицы остаются относительно стабильными, в то время как передне-задний размер (ПЗР) глаза увеличивается. Радиус кривизны (РК) передней поверхности роговицы как в плоском, так и в крутом меридианах является важной величиной, от которой зависит преломляющая способность глаза [6].

Существует сильная положительная корреляция между длиной глаза и радиусом кривизны роговицы. При этом индекс соотношения ПЗР к РК при

миопии превышает 3,0 и является маркером начала и прогрессирования миопии [7].

Сегодня исследователи придают особо важное значение своевременно прогнозированию риска возникновения миопии у детей и подростков. Это поможет заранее проводить профилактические лечебные мероприятия пациентам из группы риска и уменьшать риск возникновения осложнений.

Изучение взаимоотношений анатомо-топографических параметров глазного яблока у людей с миопией позволит четко выделять отклонения, прогнозировать тенденцию дальнейшего развития заболевания, объективно определять темп его прогрессирования. Эти данные также имеют важное практическое значение для рефракционной хирургии и при подборе контактной коррекции зрения.

Цель исследования: определение особенностей и взаимосвязи морфометрических показателей зрительного анализатора у девушек с миопией

Материалы и методы

Проведено комплексное офтальмологическое обследование 148 девушек (296 глаз) в возрасте от 12 до 15 лет с миопией, находившихся на консультации в детской поликлинике Красноярской краевой офтальмологической клинической больницы. Из них с миопией слабой степени было 50 девушек, со средней – 57 и с высокой – 41 человек. В контрольную группу вошли 38 девушек 12–16 лет с эметропией (76 глаз), показатели сферического компонента рефракции у которых были от $-0,5$ до $+0,5$ дптр.

Всем обследуемым определяли субъективную визометрию, рефрактометрию с использованием медикаментозной циклоплегии на авторефрактометре HRK – 7000 фирмы Huvitz, пахиметрию центральной толщины роговицы и биометрию передне-заднего размера глаза на офтальмологической ультразвуковой измерительной системе OcuScanRxP (AlconLaboratories, Inc). Топографию роговицы исследовали с помощью кератотопографа Medmont E300 USB, были установлены значения плоского и круглого радиуса кривизны и диаметр роговицы. Величину истинного внутриглазного давления измеряли с помощью офтальмологического бесконтактного тонометра Topcon CT-800.

Критерии исключения из исследования – роговичный астигматизм выше 1,5 Д, кератоконус, эпителиопатии роговицы на фоне ношения контактных линз, повышенное внутриглазное давление, воспалительные заболевания переднего отрезка глаза.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием статистического пакета STATISTICA 10.0 (StatSoftInc., США). Вид распределения рядов количественных признаков определяли по критериям Шапиро – Уилка, Колмогорова – Смирнова и Лиллиефорса. Результаты исследования количественных параметров в группах сравнения представлены в формате n , Me , где n – число наблюдений, Me – медиана; указывали значения 25 % и 75 % (интерквартильный размах). При проведении сравнительного анализа четырех независимых групп использовали критерий Краскела – Уоллиса. Для оценки силы связи между признаками использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r). Значение коэффициента корреляции $r \geq 0,75$ принимали за сильную корреляцию, $r = 0,26-0,74$ – за корреляцию

средней силы, $r \leq 0,25$ – за слабую корреляцию (отличия считали достоверными при $p \leq 0,05$) [8].

Результаты

При проведении субъективной визометрии значения некорригированной остроты зрения в контрольной группе, а также остроты зрения с коррекцией у всех девушек с миопией были равны 1,0 и выше.

Максимальное значение рефракции в группе девушек с миопией высокой степени составило $-10,0$ дптр. Минимальное значение РК плоского меридиана роговицы в контрольной группе составило 7,24 мм, максимальное – 8,46 мм. У обследуемых с близорукостью эти показатели имели значение, равное 7,32 и 8,38 мм соответственно. Параметры РК крутого меридиана роговицы установлены в пределах от 7,03 до 8,77 мм у эметропов и от 6,95 до 8,31 мм у девушек с близорукостью. Значение ПЗР глаза в контрольной группе были от 22,4 до 24,8 мм, в группе обследуемых с миопией – от 23,2 до 27,75 мм. В нашем исследовании наблюдалось изменение индекса соотношения ПЗР и плоского РК роговицы, который составил от 2,89 до 3,01 в группе контроля, а при аметропии от 2,97 до 3,41. Диаметр роговицы во всех группах был выявлен в пределах от 11,1 до 12,3 мм. Показатели центральной толщины роговицы составили от 516 до 568 мкм в контрольной группе и от 517 до 578 мкм у девушек с близорукостью. Средние значения морфометрических параметров глаз у девушек с миопией и в контрольной группе представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение средних значений морфометрических параметров глазного яблока в исследуемых группах

| Параметр | Контроль, $n = 76$ | Миопия I ст., $n = 100$ | Миопия II ст., $n = 114$ | Миопия III ст., $n = 82$ | Значимость (p) |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Рефрактометрия, дптр | -0,1 [-0,25; 0,5] | -1,8 [-2,7; -1,4] | -4,1 [-4,7; -3,8] | -6,9 [-7,8; -6,1] | <0,05 |
| Плоский РК роговицы, мм | 7,9 [7,5; 8,2] | 7,8 [7,6; 7,9] | 7,9 [7,6; 8,1] | 7,8 [7,7; 8,1] | >0,05 |
| Крутой РК роговицы, мм | 7,7 [7,2; 8,1] | 7,6 [7,5; 7,7] | 7,7 [7,6; 7,8] | 7,6 [7,5; 7,7] | >0,05 |
| ПЗР, мм | 23,1 [22,9; 23,8] | 23,7 [23,6; 24,1] | 24,3 [23,9; 24,6] | 25,4 [24,9; 25,9] | <0,05 |
| Индекс соотношения ПЗР/ РК | 2,93 [2,91; 2,97] | 3,03 [2,99; 3,06] | 3,13 [3,07; 3,19] | 3,24 [3,21; 3,31] | <0,05 |
| Диаметр роговицы, мм | 11,9 [11,6; 12,0] | 11,8 [11,7; 11,9] | 11,8 [11,7; 11,8] | 11,8 [11,7; 11,9] | >0,05 |
| Центральная толщина роговицы, мкм | 551,5 [519,6; 560,3] | 549,3 [530,3; 560,2] | 544,1 [520,7; 553,3] | 540 [520,7; 559,1] | >0,05 |

Отмечается статистически значимое изменение параметров авторефрактометрии, увеличение ПЗР глаза, а также индекса соотношения ПЗР гла-

за к радиусу роговицы у девушек с близорукостью в сравнении с контрольной группой, также эти показатели увеличиваются по мере прогрессирования миопии. Отличия параметров пахиметрии, радиусов кривизны, а также диаметра роговицы в исследуемых группах отсутствуют.

Был проведен корреляционный анализ морфометрических параметров роговицы и длины глазного яблока по всей выборке. Выявлена статистически значимая сильная отрицательная взаимосвязь между параметрами рефракции и ПЗР глаза $r = -0,67$ ($p < 0,05$), между рефракцией и индексом отношения ПЗР к РК роговицы $r = -0,74$ ($p < 0,05$), а также положительная корреляционная связь средней силы между ПЗР глаза и радиусами кривизны роговицы, при этом $r = 0,35$ ($p < 0,05$) для плоского РК и $r = 0,32$ ($p < 0,05$) для крутого РК роговицы. Наиболее сильная корреляция наблюдается между значениями радиусов кривизны роговицы в плоском и крутом меридианах $r = 0,87$ ($p < 0,05$). Также значение РК роговицы имело значимую связь средней силы с диаметром роговицы $r = 0,36$ ($p < 0,05$). При этом диаметр роговицы коррелировал с ПЗР глазного яблока $r = 0,35$ ($p < 0,05$). Взаимосвязи между диаметром роговицы и параметрами рефракции, а также между рефракцией и РК роговицы установлено не было $r = -0,04$ ($p > 0,05$) и $r = 0,1$ ($p > 0,05$) соответственно. Выявлено, что РК плоского меридиана роговицы имеет наиболее сильную положительную взаимосвязь с показателем ПЗР глаза в группах девушек с миопией средней и слабой степени (табл. 2).

Таблица 2

Взаимосвязь РК роговицы и ПЗР глаза

| Обследуемая группа | Коэффициент корреляции Спирмена | Значимость (p) |
|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| Контроль | 0,35 | <0,05 |
| Миопия 1 | 0,47 | <0,05 |
| Миопия 2 | 0,52 | <0,05 |
| Миопия 3 | 0,36 | <0,05 |

Обсуждение

В результате проведенного исследования было выявлено увеличение индекса соотношения ПЗР глаза к плоскому РК роговицы у девушек с миопией по сравнению с контрольной группой. Этот показатель увеличивался по мере прогрессирования миопии от среднего значения 3,03 в группе с миопией слабой степени до 3,24 при высокой степени близорукости.

Также установлена положительная корреляция средней силы между ПЗР глаза и РК роговицы. Необходимо отметить, что взаимосвязь между данными рефракции с индексом отношения ПЗР к РК роговицы даже более сильная ($r = -0,74$), чем между рефракцией и длиной глаза ($r = -0,67$). Это указывает на необходимость расчета данного соотношения при постановке диагноза миопии для контроля показателя в динамике и прогнозирования прогрессирования заболевания.

Наши результаты согласуются с исследованиями He X. et al. [9], в которых авторы изучали соотношение индекса ПЗР к РК роговицы у пациентов с гиперметропией, эметропией и миопией до 3 и свыше 3 дптр, однако ими не была выделена группа пациентов с миопией высокой степени, в которой значение индекса также меняется.

Длина глаза – одна из ключевых переменных, определяющих рефракционный статус глаза, общеизвестно, что миопический сдвиг у школьников в основном объясняется чрезмерным осевым удлинением. Контроль осевого удлинения глаза имеет решающее значение для профилактики миопии.

Однако на практике некоторые относительно короткие глаза могут быть близорукими, а некоторые относительно длинные – дальнозоркими. Это связано с тем, что рефракция глаза связана со взаимодействием между осевой длиной и радиусом кривизны роговицы, особенно в течение первых двух лет жизни. К 3–5 годам жизни глаза с умеренно гиперметропической рефракцией компенсируют это увеличением длины глаз, чтобы соответствовать РК роговицы. Поскольку роговица стабильна, по мере того, как ПЗР продолжает увеличиваться, глаз проходит через эмметропию и становится близоруким [10].

Необходимо отметить, что нами не было выявлено взаимосвязи между значениями диаметра и РК роговицы с рефракцией, однако установлена взаимосвязь этих параметров со значениями ПЗР глаза. При этом максимальное значение коэффициента корреляции РК роговицы с ПЗР было в группе с миопией средней степени.

Заключение

Определены особенности морфометрических показателей зрительного анализатора – ПЗР глаза и индекса соотношения ПЗР к РК роговицы у девушек с миопией, по сравнению с контрольной группой, значения параметров увеличивались по мере прогрессирования заболевания. При этом не было установлено статистически значимых отличий средних значений плоского и крутого радиусов кривизны, диаметра и толщины роговицы между исследуемыми группами. Однако мы зафиксировали сильный отрицательный коэффициент корреляции между значениями рефракции и индексом отношения ПЗР глаза к РК роговицы $r = -0,74$ ($p < 0,05$), даже превышающий коэффициент корреляции средней силы между рефракцией и ПЗР глаза $r = -0,67$ ($p < 0,05$). Имеется положительная корреляционная связь средней силы между ПЗР глаза и РК роговицы, наиболее выраженная в группах девушек с миопией средней и слабой степени. Значение РК роговицы взаимосвязано с диаметром роговицы $r = 0,36$ ($p < 0,05$). Также диаметр роговицы коррелировал с ПЗР глазного яблока $r = 0,35$ ($p < 0,05$). Тем не менее взаимосвязи между диаметром роговицы и параметрами рефракции, а также между рефракцией и РК установлено не было.

Таким образом, соотношение радиуса кривизны роговицы и переднезадней длины глаза является важным звеном в процессе эмметропизации и рефрактогенеза и требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Matamoros E., Ingrand P., Pelen F., Bentaleb Y., Weber M., Korobelnik J. F., Souied E., Leveziel N. Prevalence of Myopia in France: A Cross-Sectional Analysis // *Medicine (Baltimore)*. 2015. Vol. 94 (45). P. 2–6.
2. Sun J., Zhou J., Zhao P., Lian J., Zhu H., Zhou Y., Sun Y., Wang Y., Zhao L., Wei Y., Wang L., Cun B., Ge S., Fan X. High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2012. Vol. 53. P. 7504–7509.

3. Wu L. J., You Q. S., Duan J. L., Luo Y. X., Liu L. J., Li X., Gao Q., Zhu H. P., He Y., Xu L., Jonas J. B., Wang W., Guo X. H. Prevalence and associated factors of myopia in highschool students in Beijing // *PLoS One*. 2015. Vol. 10 (3). P. 1–12.
4. Vitale S., Sperduto R. D., Ferris F. L. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971–1972 and 1999–2004 // *Arch Ophthalmol*. 2009. Vol. 127 (12). P. 1632–1639.
5. Проскурина О. В., Маркова Е. Ю., Бржеский В. В., Ефимова Е. Л., Ефимова М. Н., Хватова Н. В., Слышалова Н. Н., Егорова А. В. Распространенность миопии у школьников некоторых регионов России // *Офтальмология*. 2018. Т. 15, № 3. С. 348–353.
6. Аветисов Э. С. Близорукость. М. : Медицина, 2002. 284 с.
7. Jong M., Sankaridurg P., Naduvilath T. J., Li W., He M. The Relationship between Progression in Axial Length/Corneal Radius of Curvature Ratio and Spherical Equivalent Refractive Error in Myopia // *Optom. Vis. Sci*. 2018. Vol. 95 (10). P. 921–929.
8. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М. : МедиаСфера, 2003. 312 с.
9. He X., Zou H., Lu L., Zhao R., Zhao H., Li Q., Zhu J. Axial Length/Corneal Radius Ratio: Association with Refractive State and Role on Myopia Detection Combined with Visual Acuity in Chinese Schoolchildren // *PLoS One*. 2015. Vol. 10 (2). P. 1–19.
10. Scheiman M., Gwiazda J., Zhang Q., Deng L., Fern K., Manny R. E. Weissberg E., Hyman L. Longitudinal changes in corneal curvature and its relationship to axial length in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET) cohort // *J. Optom*. 2016. Vol. 9 (1). P. 13–21.

References

1. Matamoros E., Ingrand P., Pelen F., Bentaleb Y., Weber M., Korobelnik J.F., Souied E., Leveziel N. Prevalence of Myopia in France: A Cross-Sectional Analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(45):2–6.
2. Sun J., Zhou J., Zhao P., Lian J., Zhu H., Zhou Y., Sun Y., Wang Y., Zhao L., Wei Y., Wang L., Cun B., Ge S., Fan X. High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2012;53:7504–7509.
3. Wu L.J., You Q.S., Duan J.L., Luo Y.X., Liu L.J., Li X., Gao Q., Zhu H.P., He Y., Xu L., Jonas J.B., Wang W., Guo X.H. Prevalence and associated factors of myopia in highschool students in Beijing. *PLoS One*. 2015;10(3):1–12.
4. Vitale S., Sperduto R.D., Ferris F.L. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971–1972 and 1999–2004. *Arch Ophthalmol*. 2009;127(12):1632–1639.
5. Proskurina O.V., Markova E.Yu., Brzheskiy V.V., Efimova E.L., Efimova M.N., Khvatova N.V., Slyshalova N.N., Egorova A.V. The prevalence of myopia in schoolchildren in some regions of Russia. *Oftal'mologiya = Ophthalmology*. 2018;15(3):348–353. (In Russ.)
6. Avetisov E.S. *Blizorukost' = Myopia*. Moscow: Meditsina, 2002:284. (In Russ.)
7. Jong M., Sankaridurg P., Naduvilath T.J., Li W., He M. The Relationship between Progression in Axial Length/Corneal Radius of Curvature Ratio and Spherical Equivalent Refractive Error in Myopia. *Optom. Vis. Sci*. 2018;95(10):921–929.
8. Rebrova O.Yu. *Statisticheskii analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA = Statistical analysis of medical data. Application of the application package STATISTICA*. Moscow: MediaSfera, 2003:312. (In Russ.)
9. He X., Zou H., Lu L., Zhao R., Zhao H., Li Q., Zhu J. Axial Length/Corneal Radius Ratio: Association with Refractive State and Role on Myopia Detection Combined with Visual Acuity in Chinese Schoolchildren. *PLoS One*. 2015;10(2):1–19.
10. Scheiman M., Gwiazda J., Zhang Q., Deng L., Fern K., Manny R.E. Weissberg E., Hyman L. Longitudinal changes in corneal curvature and its relationship to axial length

in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET) cohort. *J. Optom.* 2016;9(1):13–21.

Информация об авторах / Information about the authors

Юлия Сергеевна Левченко

кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, дневной стационар, Красноярская краевая офтальмологическая клиническая больница имени профессора П. Г. Макарова (Россия, г. Красноярск, ул. Никитина, 1в)

E-mail: 2924469@gmail.com

Yuliya S. Levchenko

Candidate of medical sciences, ophthalmologist, outpatient clinics, Krasnoyarsk Regional Ophthalmological Clinical Hospital named after professor P. G. Makarov (1v Nikitina street, Krasnoyarsk, Russia)

Поступила в редакцию / Received 09.12.2020

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 24.12.2020

Принята к публикации / Accepted 15.01.2021