



УДК 617.753.2-039.36-053.2-07

Т. Е. Цыбульская

**Сравнительная характеристика морфометрических, биометрических и биомеханических параметров миопических глаз у детей с разными видами прогрессирующей близорукости***Запорожский государственный медицинский университет***Ключевые слова:** прогрессирующая близорукость, дети, рефракция глаза, аксиальная длина глаза, оптическая когерентная томография.

При прогрессировании миопического процесса у детей отмечают изменения морфометрических, биометрических и биомеханических показателей глазного яблока. С целью изучения данных параметров при осевой и рефракционной близорукости обследовали 32 пациента (64 глаза) с осевой и 26 больных (46 глаз) рефракционной миопией. Установлено, что у пациентов с осевой и рефракционной прогрессирующей миопией в 56,4% отмечается снижение толщины слоя перипапиллярных нервных волокон и толщины слоя ганглионарных клеток, повышение роговично-компенсированного внутриглазного давления в 1,3 раза, а также снижение корнеального гистерезиса в 1,2 раза. Данные изменения не зависят от степени рефракции и связаны с увеличением аксиальной длины глаза и снижением биомеханических свойств корнеосклеральной капсулы независимо от вида близорукости.

**Порівняльна характеристика морфометричних, біометричних і біомеханічних параметрів міопічних очей у дітей із різними видами короткозорості, що прогресує**

Т. Є. Цибульська

Якщо короткозорість прогресує, у дітей відзначають зміни морфометричних, біометричних і біомеханічних показників очного яблука. З метою вивчення цих параметрів при осьовій і рефракційній короткозорості обстежили 32 пацієнтів (64 ока) з осьовою та 26 хворих (46 очей) на рефракційну міопію. У пацієнтів з осьовою і рефракційною міопією, що прогресує, в 56,4% виявили зниження товщини шару перипапільної зони нервових волокон і товщини шару гангліонарних клітин, підвищення роговково-компенсованого внутрішньоочного тиску в 1,3 раза, а також зниження корнеального гістерезису в 1,2 раза. Ці зміни не залежать від ступеня рефракції та пов'язані зі збільшенням аксіальної довжини ока і зниженням біомеханічних властивостей корнеосклеральної капсули незалежно від виду короткозорості.

**Ключові слова:** короткозорість, діти, рефракція ока, аксіальна довжина ока, оптична когерентна томографія.*Запорізький медичний журнал. – 2014. – №5 (86). – С. 70–73***Comparative characteristics of morphometric, biometric and biomechanical parameters of myopic eyes in children with different types of progressive myopia**

Т. Е. Tsybul'skaya

**Aim.** With the progression of myopic process in children the changes of morphometric, biometric and biomechanical parameters of eyeball are observed. In order to study these parameters in the axial and refractive myopia 32 patients (64 eyes) with axial and 26 patients (46 eyes) with refractive myopia have been examined.

**Methods and results.** It has been established that in patients with axial and refractive progressive myopia in 56.4% of cases there is a decrease of peripapillary zone thickness of nerve fiber and decrease of ganglion cells layer thickness, an increase of corneal-compensated intraocular pressure by 1.3 times, and also the reduce of corneal hysteresis by 1.2 times.

**Conclusion.** These changes do not depend on the degree of refraction and are associated with an increase in axial length of the eye and decrease in the biomechanical properties of the root-scleral capsule regardless the type of myopia.

**Key words:** Progressive Myopia, Children, Ocular Refraction, Eye Axial Length, Optical Coherence Tomography.*Zaporozhye medical journal 2014; №5 (86): 70–73*

**В**озросший удельный вес близорукости в общей структуре слабовидения детского населения предполагает как можно более раннее установление и предупреждение прогрессирования данной аномалии рефракции [16].

Исследования патогенетических механизмов развития близорукости указывают на ведущую роль повышения внутриглазного давления (ВГД) и снижения прочностных характеристик фиброзной оболочки как существенных причин миопизации глаза. Так, работы Н.Г. Завгородней, В.В. Страхова, Е.П. Тарутты и других исследователей убедительно показывают нарушение равновесия в комплексе «офтальмотонус-прочностные свойства капсулы глаза» при развитии близорукости [2–4]. В ходе предыдущих исследований установили, что снижение биомеханических свойств

корнеосклеральной капсулы (корнеального гистерезиса, фактора резистентности роговицы) при миопии, а также повышение внутриглазного роговично-компенсированного давления происходит при прогрессивном увеличении передне-задней длины глазного яблока независимо от степени близорукости [5]. Многие исследователи придерживаются мнения, что и при осевой, и при рефракционной форме миопии ее прогрессирование происходит за счет увеличения аксиальной длины глаза и сопровождается изменениями на глазном дне [1]. Впрочем, комплексная оценка факторов, приводящих к прогрессированию миопического процесса у детей, остается предметом дискуссии среди практикующих врачей.

В течение последних лет наиболее популярным методом



оценки морфологических изменений глазного дна является оптическая когерентная томография (ОКТ). Специализированная литература последних лет по применению ОКТ в педиатрической практике содержит данные о снижении толщины слоя перипапиллярных нервных волокон зрительного нерва, начальных дистрофических изменениях в макулярной области у пациентов с осевой миопией [6–8, 10].

В доступных источниках специализированной литературы не обнаружили сведений о состоянии морфометрических и биомеханических показателей глазного яблока у детей с рефракционной прогрессирующей близорукостью. Вопрос о характере взаимоотношений между названными параметрами у детей с прогрессирующим течением миопии остается недостаточно изученным. Это обусловило актуальность проведенной работы.

#### Цель работы

Изучить особенности морфометрических параметров диска зрительного нерва и центральной зоны сетчатки при осевой и рефракционной близорукости, их взаимосвязь с биометрическими и биомеханическими свойствами глаза и роль в прогрессировании заболевания.

#### Пациенты и методы исследования

Среди обследованных детей осевую миопию диагностировали у 32 пациентов (64 глаза) – I группа наблюдения, рефракционную миопию – у 26 больных (46 глаз) – II группа наблюдения. Слабую степень близорукости установили на 84 глазах, среднюю – на 26 глазах. Возраст пациентов – от 7 до 14 лет. Контрольную группу составили 16 детей (32 глаза) того же возраста без офтальмологической патологии с эметропией. Острота зрения у детей, имеющих близорукость, с коррекцией составила 1,0. Кроме стандартного офтальмологического обследования пациентам определяли толщину слоя нервных волокон в перипапиллярной зоне (ТСПНВ), а также толщину слоя ганглионарных клеток (ГК) по стандартным протоколам на оптическом когерентном томографе Stratus OCT 3000. Аксиальную длину глазного яблока и рефрактометрию определяли на биометрическом аппарате IOL Master (Carl Zeiss, Germany). Биомеханические показатели корнеосклеральной капсулы глазного яблока: корнеальный гистерезис (СН), ВГД, роговично-компенсированное ВГД (ИОРсс) определяли на анализаторе биомеханических свойств роговицы (ORA, Reichert, США). Для исключения кератоконуса всем пациентам с рефракционной миопией проводили кератотопографию.

Полученные данные обработаны с помощью программы «Statistica for Windows 6,0». Для оценки отличий в двух группах использовали t-критерий Стьюдента с предварительной оценкой нормальности распределения в вариационном ряду. При отсутствии нормального распределения величин в исследуемых выборках применяли непараметрический критерий Манна – Уитни. Отличия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

#### Результаты и их обсуждение

У пациентов с осевой миопией отмечено снижение ТСПНВ до  $87,3 \pm 3,1$ , что достоверно ниже в сравнении с пациентами контрольной группы ( $p = 0,01$ ). У пациентов с рефракционной миопией показатель ТСПНВ практически не отличался от значений группы детей с эметропией ( $95,5 \pm 1,8$  и  $99,7 \pm 1,5$  соответственно).

У пациентов с рефракционной миопией и осевой миопией отмечено снижение толщины слоя ганглионарных клеток центральной зоны сетчатки (ТСГК) в сравнении с контрольной группой, более выраженное при осевой миопии ( $p = 0,002$  и  $p = 0,0001$  соответственно).

У пациентов с осевой миопией средний показатель аксиальной длины глазного яблока составил  $24,9 \pm 0,1$  мм, что достоверно выше показателей пациентов с рефракционной миопией ( $23,3 \pm 0,1$  мм;  $p < 0,05$ ), а также контрольной группы ( $22,7 \pm 0,06$  мм;  $p < 0,01$ ).

Значения роговично-компенсированного ВГД (ИОРсс) у пациентов в группе с осевой миопией отличались в сторону достоверного увеличения этого показателя до  $18,5 \pm 0,6$  мм рт.ст. ( $p < 0,01$ ). Отсутствуют различия показателей ИОРсс между пациентами с рефракционной миопией и эметропией –  $14,8 \pm 0,6$  мм рт. ст. и  $13,3 \pm 0,3$  мм рт. ст. соответственно.

Величина корнеального гистерезиса в группах детей с осевой и рефракционной миопией была снижена в сравнении с группой эметропов ( $13,8 \pm 0,2$ ) и составила  $11,5 \pm 0,1$  и  $12 \pm 0,3$  мм рт.ст. соответственно ( $p < 0,01$ ) (табл. 1).

Следующий этап исследования – установление различий показателей морфометрических параметров заднего отрезка глаза, биометрических, биомеханических показателей и ВГД у пациентов с осевой и рефракционной миопией в зависимости от прогрессирования миопического процесса. Для этого пациентов каждой из групп наблюдения разделили на 2 подгруппы: 1 – больные со стабильным, 2 – с прогрессирующим течением близорукости (табл. 2). Критерии прогрессирования близорукости: усиление исходной рефракции в условиях

Таблица 1

#### Состояние морфометрических, биометрических и биомеханических показателей глазного яблока у детей с осевой и рефракционной близорукостью

Группы наблюдения	Показатель, ед. измерения				
	ТСПНВ, мкн	ТСГК, мкн	Аксиальная длина глазного яблока, мм	ИОРсс, мм рт.ст.	СН, мм рт.ст.
I группа наблюдения (осевая миопия), n=64	$87,3 \pm 3,1^*$	$79 \pm 1,1^*$	$24,9 \pm 0,1^{*\diamond}$	$18,5 \pm 0,6^{*\diamond}$	$11,5 \pm 0,1^*$
II группа наблюдения (рефракционная миопия), n=46	$95,5 \pm 1,8$	$78 \pm 1,2^*$	$23,3 \pm 0,1^{\diamond}$	$14,8 \pm 0,6^*$	$12 \pm 0,3^*$
Группа контроля (эметропия), n=32	$99,7 \pm 1,5$	$90 \pm 0,8$	$22,7 \pm 0,06$	$13,3 \pm 0,3$	$13,8 \pm 0,2$

Примечания: \*р – статистически достоверные отличия в сравнении с контрольной группой;  $\diamond$ р – статистически достоверные отличия между группами наблюдения.



**Состояние морфометрических, биометрических и биомеханических показателей глазного яблока у детей с осевой и рефракционной близорукостью в зависимости от прогрессирования заболевания**

Подгруппы наблюдения	ТСПНВ, мкн	ТСГК, мкн	Аксиальная длина глазного яблока, мм	ЮРСс, мм рт.ст.	СН, мм рт.ст.
Осевая миопия (стабильное течение), n=28	97,8±1,9	86,2±1,1	23,8±0,1*	16,5±0,7*	11,8±0,3*
Осевая миопия (прогрессирующее течение), n=36	86,3±3,1*	79±1,2*	24,9±0,1*	18,8±0,5*	11,5±0,1*
Рефракционная миопия (стабильное течение), n=20	93±2,7	82±1,4	23,3±0,1	14,7±0,8	12,5±0,4*
Рефракционная миопия (прогрессирующее течение), n=26	87,2±1,2*	77±1,4*	23,6±0,1*	16,2±0,8*	12,0±0,4*
Группа контроля (эмметропия), n=32	99,7±1,5	90±0,8	22,7±0,06	13,3±0,3	13,8±0,2

*Примечания:* \*р – статистически достоверные отличия между подгруппами наблюдения; •р – статистически достоверные отличия с группой контроля.

циклоплегии на 0,5–1,0 дптр в год, увеличение аксиальной длины глазного яблока в среднем на 0,8–1,0 мм в год, а также офтальмоскопические изменения (формирование или увеличение миопического конуса у диска зрительного нерва, наличие перипапиллярного дугообразного рефлекса Вейна с носовой стороны) [1].

При прогрессирующем течении и осевой, и рефракционной близорукости происходит снижение ТСПНВ до 86,3±3,1 мкн и 87,2±1,2 мкн соответственно в сравнении с глазами со стабильным ее течением и группой контроля (р<0,05). Также отмечено и достоверное снижение ТСГК до 79±1,2 мкн и 77±1,4 мкн соответственно (р<0,05). При стабильном и прогрессирующем течении осевой миопии установлено повышение ЮРСс в среднем до 16,5±0,7 мм рт.ст. и до 18,8±0,5 мм рт.ст. соответственно. У пациентов с рефракционной миопией ЮРСс достоверно несколько выше при прогрессирующем течении – 16,2±0,8 мм рт.ст. Показатель СН снижается (хотя и в разной степени) при всех видах миопии независимо от прогрессирующего или стабильного ее течения и достоверно отличается от группы контроля (табл. 2).

Анализ представленных данных позволяет предположить, что при прогрессировании близорукости, наряду с увеличением аксиальной длины глазного яблока, информативными у пациентов с осевой и рефракционной формой могут быть морфометрические показатели – ТСПНВ и ТСГК. Коэффициенты корреляции между ТСПНВ и аксиальной длиной глазного яблока при осевой и рефракционной миопии составили  $r = -0,43$  (р<0,05) и  $r = -0,33$  (р<0,05) соответственно, что согласуется с данными других авторов [7,8,10]. Однако в большей степени мы отметили отрицательную корреляционную зависимость между аксиальной длиной глазного яблока и ТСГК:  $r = -0,64$ ; р<0,01 при осевой близорукости и  $r = -0,58$ ; р<0,01 при рефракционной. Также установлена положительная корреляционная связь между СН и ТСГК: коэффициент корреляции составил  $r = 0,54$ ; р<0,01 при осевой и  $r = 0,65$ ;

р<0,01 при рефракционной форме близорукости. Показатель ЮРСс отрицательно коррелировал с ТСГК:  $r = -0,46$ ; р<0,05 при осевой и  $r = -0,68$ ; р<0,01 при рефракционной форме миопии. Отсутствие зависимости между показателями ТСПНВ и ТСГК со степенью нарушения рефракции позволяет предположить, что именно аксиальная длина и биомеханические свойства корнеосклеральной капсулы оказывают влияние на прогрессирование близорукости в детском возрасте, что, в свою очередь, сопровождается изменениями морфометрических параметров глазного яблока.

#### Выводы

1. У пациентов с осевой прогрессирующей миопией в 56,2% отмечено снижение толщины слоя перипапиллярных нервных волокон и толщины слоя ганглионарных клеток в среднем на 11,5 мкн и 7,2 мкн, а у 56,5% больных рефракционной миопией эти показатели снижены в среднем на 5,8 мкн и 5,2 мкн в сравнении с глазами со стабильным течением миопии.

2. При стабильном и прогрессирующем течении осевой миопии отмечено повышение ЮРСс в 1,2 и 1,4 раза соответственно. У пациентов с рефракционной миопией достоверное повышение ЮРСс в 1,3 раза установлено только при прогрессирующем течении процесса.

3. Снижение корнеального гистерезиса отмечено при всех видах прогрессирующей близорукости (в среднем в 1,2 раза).

4. Изменения морфометрических показателей глаза и биомеханические параметры не зависят от степени рефракции и связаны с увеличением аксиальной длины глаза и снижением биомеханических свойств корнеосклеральной капсулы независимо от вида близорукости.

**Перспективы дальнейших исследований** касаются разработки дифференциально-диагностических тестов для определения риска развития и темпов прогрессирования миопии в детском возрасте с учетом морфометрических, биомеханических и биометрических показателей корнеосклеральной капсулы глаза.

#### Список литературы

- Бушуева Н.Н. Современные аспекты патогенеза и лечения прогрессирующей миопии / Н.Н. Бушуева // Научно-практическая конференция офтальмологов Украины з міжнародною участю: тези та лекції (4–5 жовтня, 2012 р., м. Севастополь). – К., 2012. – С. 282–291.
- Завгородняя Н.Г. Изменение гидродинамики миопического

глаза под влиянием зрительной нагрузки и её роль в прогрессировании заболевания / Н.Г. Завгородняя, Т.Н. Барковская // Офтальмологический журнал. – 1998. – № 1. – С. 31–35.

- Страхов В.В. Особенности прогрессирования миопии на фоне различного уровня ВГД / В.В. Страхов, Е.Г. Гулидова // Российская педиатрическая офтальмология. – 2011. – № 1. – С. 15–19.
- Тарутта Е.П. Акустическая плотность склеры как фактор



- прогноза розвитку периферических витреохоріоретинальних дистрофій при міопії: результати 10-літнього динамічного спостереження / Е.П. Тарутта, М.В. Максимова, Г.В. Кружкова, Н.В. Ходжабекян, Г.А. Маркосян // Вестник офтальмології. – 2012. – Том. 129. – № 1. – С. 16–21.
5. Цыбульская Т.Е. Особенности биомеханических и биометрических параметров корнеосклеральной капсулы глазного яблока у детей с миопией / Т.Е. Цыбульская, Т.С. Завгородняя // Сучасні медичні технології. – 2013. – № 4(20). – С. 115–119.
  6. Тарутта Е.П. Взаимосвязь биомеханических особенностей корнеосклеральной капсулы и стереометрических параметров диска зрительного нерва при врожденной и приобретенной миопии / Е.П. Тарутта, Г.А. Маркосян, Е.Н. Иомдина, Ю.М. Аксенова, Г.В. Кружкова // Вестник офтальмології. – 2013. – Том. 129. – № 4. – С. 29–34.
  7. Горбатюк Т.Л. Морфоструктурные особенности зрительного нерва и перипапиллярных волокон у детей с миопией / Т.Л. Горбатюк, И.М. Бойчук // Офтальмологический журнал. – 2011. – № 1. – С. 41–45.
  8. Zhao Z. Effect of myopia on ganglion cell complex and peripapillary retinal nerve fibre layer measurements: a Fourier-domain optical coherence tomography study of young Chinese persons / Z. Zhao, C. Jiang // Clinical & experimental ophthalmology. – 2013. – Vol. 41(6). – P. 561–566.
  9. Szumiński M. Assessment of retinal ganglion cells thickness in high myopia / M. Szumiński, A. Bakunowicz-Łazarczyk // Klin Oczna. – 2012. – Vol. 114. – № 3. – P. 180–183.
  10. Takeyama A. Influence of axial length on ganglion cell complex (GCC) thickness and on GCC thickness to retinal thickness ratios in young adults / A. Takeyama, Y. Kita, R. Kita, G. Tomita // Japanese journal of ophthalmology. – 2014. – Vol. 58(1). – P. 86–93.
- References**
1. Bushueva, N. N. (2012) Sovremennyye aspekty patogeneza i lecheniya progressivnyushey miopii [Modern aspects of the pathogenesis and treatment of progressive myopia]. *Abstracts and lectures of Papers of the Scientific and Praktscal Conference*, (pp. 282–291). Kyiv. [in Ukrainian].
  2. Zavgorodnyaya, N. G., & Barkovskaya, T. N. (1998) Izmenenie gidrodinamiki miopicheskogo glaza pod vliyaniem zritel'noy nagruzki i eyo rol' v progressirovaniy zabollevaniya [Change hydrodynamics myopic eyes under the influence of visual load and its role in disease progression]. *Oftalmologicheskij zhurnal*, 1, 31–35. [in Ukrainian].
  3. Strakhov, V. V., & Gulidova, E. G. (2011) Osobennosti progressirovaniya miopii na fone razlichnogo urovnya VGD [Features of the progression of myopia, depending on the level of intraocular pressure]. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftalmologiya*, 1, 15–19. [in Russian].
  4. Tarutta, E. P., Maksimova, M. V., Kruzhkova, G. V., Khodzhabekian, N. V., & Markosian, G. A. (2013) Akusticheskaya plotnos't sklery kak faktor prognoza razvitiya perifericheskikh vitreohorioretinalnykh distrofij pri miopii: rezul'taty 10-letnego dinamicheskogo nablyudeniya [Acoustic density of sclera as a prognostic factor of peripheral vitreochorioretinal degenerations in myopia: results of 10-years follow-up]. *Vestnik oftal' mologii*, 129(1), 16–21. [in Russian].
  5. Cybul'skaya, T. E., & Zavgorodnyaya, T. S. (2013) Osobennosti biomekhanicheskikh i biometricheskikh parametrov korneoskleral'noy kapsuly glaznogo yabloka u detey s miopiey [Features biomechanical and biometrics corneoscleral capsule of the eyeball in children with myopia]. *Suchasni medychni tekhnologii*, 4(20), 115–119. [in Ukrainian].
  6. Tarutta, E. P., Markosian, G. A., Iomdina, E. N., Aksенова, Iu. M., & Kruzhkova, G. V. (2013) Vzaimosvyaz' biomekhanicheskikh osobennostey korneoskleral'noy kapsuly i stereometricheskikh parametrov diska zritel'nogo nerva pri vrozhdennoy i priobretennoy miopii [Correlation between biomechanical properties of the corneoscleral tunic and stereometric parameters of the optic nerve head in congenital and acquired myopia]. *Vestnik oftal' mologii*, 129(4), 29–34. [in Russian].
  7. Gorbatyuk, T. L., & Boychuk, I. M. (2011) Morfostrukturnye osobennosti zritel'nogo nerva i peripapillyarnykh volokon u detey s miopiey [Morphostructural features of the optic nerve and peripapillary fibers in children with myopia] *Oftalmologicheskij zhurnal*, 1, 41–45. [in Ukrainian].
  8. Zhennan, Z., & Jiang, C. (2013) Effect of myopia on ganglion cell complex and peripapillary retinal nerve fibre layer measurements: a Fourier-domain optical coherence tomography study of young Chinese persons. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 4(6), 561–566. doi: 10.1111/ceo.12045.
  9. Szumiński, M., & Bakunowicz-Łazarczyk, A. (2012) Assessment of retinal ganglion cells thickness in high myopia. *Klin Oczna*. 114(3), 180–183.
  10. Takeyama, A., Kita, Y., Kita, R., & Tomita, G. (2014) Influence of axial length on ganglion cell complex (GCC) thickness and on GCC thickness to retinal thickness ratios in young adults. *Jpn J Ophthalmol.*, 58(1), 86–93. doi: 10.1007/s10384-013-0292-2.

**Відомості про автора:**

Цыбульская Т.С., к. мед. н., ассистент каф. офтальмології, Запорізький державний медичний університет, E-mail: Tamila.72@mail.ru.

Поступила в редакцию 10.09.2014 г.