

## ТОЛЩИНА ХОРИОИДЕИ ПРИ МИОПИИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ

© Ю. С. Астахов, С. Г. Белехова

Кафедра офтальмологии с клиникой ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова Минздрава РФ, Санкт-Петербург

✧ Проведено обследование 66 здоровых человек (124 глаза) с миопией различной степени и эметропией методом оптической когерентной томографии на приборе «Spectralis OCT» с использованием режима улучшенной глубины изображения (EDI-OCT). Определена достоверно меньшая толщина сосудистой оболочки у лиц с миопией средней и высокой степени по сравнению с группой нормы. В исследовании получена отрицательная корреляция между субфовеальной толщиной сосудистой оболочки и степенью миопии ( $r = -0,75$ ,  $p < 0,0001$ ). Выявлено, что на каждую дополнительную диоптрию близорукости происходит уменьшение субфовеальной толщины хориоидеи в среднем на 18,03 мкм.

✧ **Ключевые слова:** миопия; хориоидея; оптическая когерентная томография; EDI-OCT; толщина хориоидеи; сосудистая оболочка.

### ВВЕДЕНИЕ

Сосудистая оболочка играет ключевую роль в питании пигментного эпителия и наружных слоев сетчатки. Установлено, что около 80–90 % циркулирующей в глазу крови сосредоточено в хориоидее. Нарушения в хориоидальных сосудах можно обнаружить при многих заболеваниях заднего сегмента глаза, таких как возрастная макулярная дегенерация, миопическая хориоретинопатия, полипозная хориоидальная васкулопатия, центральная серозная хориоретинопатия и другие [2, 6, 8].

Увеличение передне-задней оси глаза при прогрессирующей миопии высокой степени способствует развитию многочисленных патологических изменений в заднем полюсе, в том числе формированию так называемых «лаковых трещин» в мембране Бруха, хориоидальной неоваскуляризации, хориоретинальной атрофии, отслойки сетчатки, фовеального ретиношизиса и макулярного отверстия [1, 10]. Истончение хориоидеи может приводить к уменьшению количества поступающего к сетчатке кислорода и питательных веществ, в конечном счете вызывая апоптоз фоторецепторов и значительное снижение зрительных функций [8]. Поэтому огромный интерес представляет возможность измерения толщины сосудистой оболочки, что бесспорно может способствовать лучшему пониманию процессов, лежащих в основе развития многих заболеваний заднего отрезка глаза.

Гистологические исследования показали, что хориоидея имеет наибольшую толщину в заднем полюсе, где она составляет примерно 0,22 мм, кпереди её толщина уменьшается до 0,1–0,15 мм. Состоит хориоидея из трех основных слоев: слой хориокапилляров, слоя средних сосудов Саттлера и слоя крупных сосудов Галлера [4].

Визуализация сосудистой оболочки *in vivo* до недавнего времени была затруднена. Такие методы как ангиография с индоцианином зеленым и ультразвуковое В-сканирование хотя и позволяют увидеть сосуды хориоидеи, однако, они не обеспечивают возможность проведения количественной оценки её толщины, а также особенностей строения сосудистого русла [11].

Традиционная оптическая когерентная томография (ОКТ) позволяет в режиме реального времени бесконтактно получать томографические срезы сетчатки и зрительного нерва. Этот диагностический метод был разработан в 1991 году. Принцип действия ОКТ основан на определении степени отражения лазерного луча низкой когерентности от различных по глубине сред [5]. Спектральные оптические когерентные томографы, использующие инфракрасный луч со средней длиной волны 800 нм, имея высокую разрешающую способность (8–10 мкм), позволяют количественно оценить толщину сетчатки, а также размеры и протяженность патологических изменений в ней, но не позволяют визуализировать сосудистую оболочку из-за экранирующего эффекта комплекса «пигментный эпителий сетчатки — мембрана Бруха — хориокапилляры» (рис. 1) [3].

Разработка в 2008 году режима улучшенной глубины изображения (Enhanced Depth Imaging, EDI-OCT) к оптическому когерентному томографу позволила не только визуализировать сосудистую оболочку, но и выполнять точные, воспроизводимые измерения её толщины (рис. 2) [3, 9]. Преодолеть блокирующий эффект пигментного эпителия сетчатки и меланина в хориоидеи удалось благодаря увеличению длины волны светового луча (~1040 нм). Основные хориоидальные сосуды на томограмме ги-

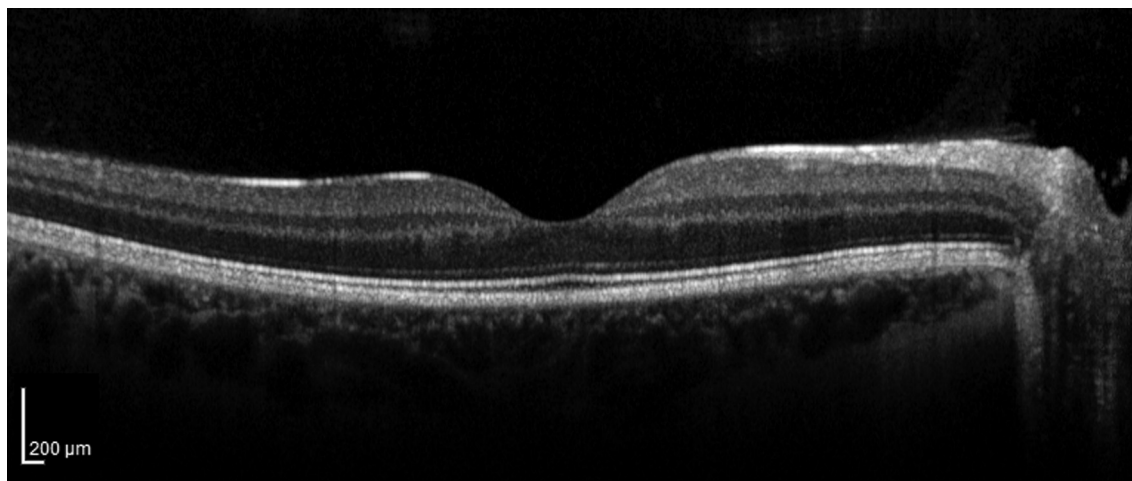


Рис. 1. Оптическая когерентная томография, выполненная в обычном режиме на томографе Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Германия)

порerefлексивны и могут быть различимы в виде двух слоев: средних сосудов Саттлера и крупных сосудов Галлера. Снаружи можно визуализировать пластинку склеры (*lamina fusca*).

Высокая разрешающая способность оптической когерентной томографии позволяет выявлять структурные изменения на самых ранних стадиях, и, возможно, в дальнейшем узнать больше о роли хориоидеи в развитии различных заболеваний заднего сегмента глаза.

Актуальность обсуждаемого вопроса привела нас к необходимости выявления зависимости между толщиной хориоидеи и степенью миопической рефракции.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести сравнительную оценку толщины слоя хориоидальных сосудов у здоровых лиц с эметропией и миопией различной степени.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На кафедре офтальмологии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова было обследовано 66 человек (124 глаза), из них 43 женщины и 23 мужчины в возрасте от 20 до 28 лет.

Все участники исследования были разделены на четыре группы. В первую группу вошли 18 человек (34 глаза) с миопией слабой степени (сферический эквивалент рефракции глаза от  $-1$  до  $-3$  диоптрий). Во вторую группу были включены 17 человек (31 глаз) с миопией средней степени (сферический эквивалент рефракции глаза между  $-3,25$  и  $-6$  диоптрий), в третью группу вошли 14 человек (27 глаз) с миопией высокой степени (сферический эквивалент рефракции глаза больше или равен  $-6,25$  диоптрий). В группу контроля были включены 17 человек (32 глаза) с эметропической рефракцией.

Поскольку в работе Margolis R., Spaide R. F. было убедительно показано, что с возрастом наблюдает-

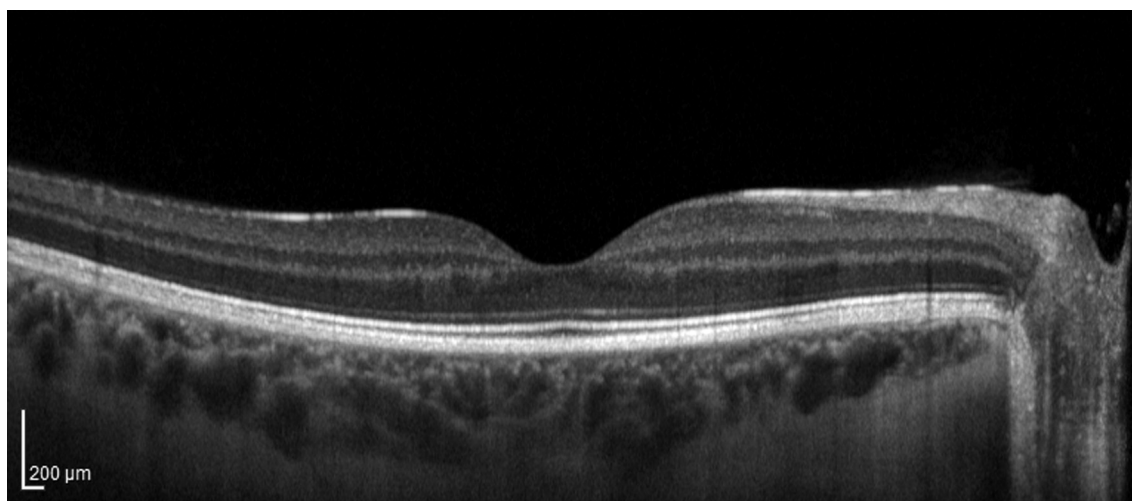


Рис. 2. Оптическая когерентная томография того же глаза в режиме улучшенной глубины изображения (EDI-OCT) на томографе Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Германия)

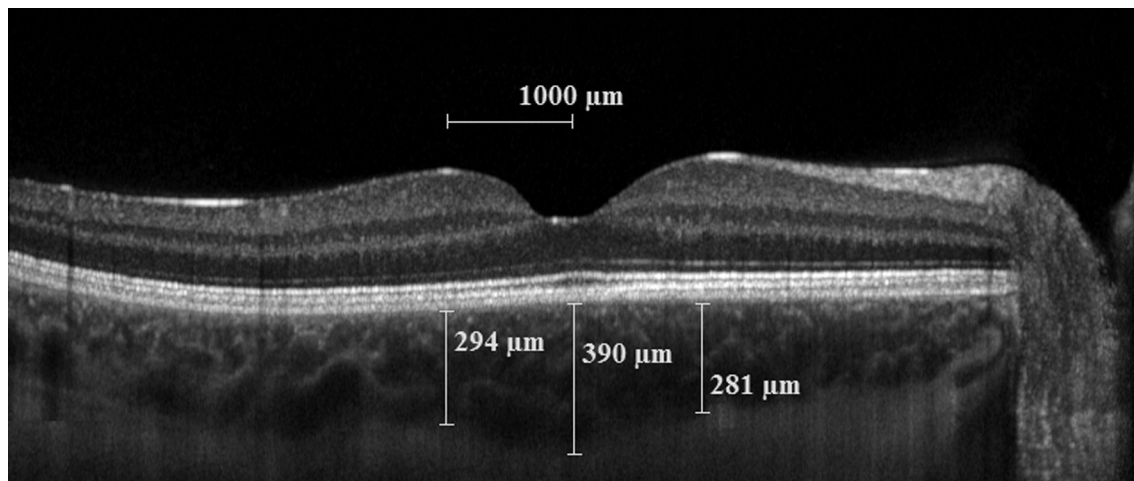


Рис. 3. Пример измерения толщины сосудистой оболочки у мужчины 22 лет с эмметропией

ся истончение хориоидеи [6], для исключения влияния возрастного фактора на результаты нашего исследования, была набрана одновозрастная группа. Средний возраст участников исследования составил  $23(\pm 1,69)$ , возрастная медиана = 22) года.

Все участники исследования прошли обследование, включавшее визометрию, авторефрактометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию. Всем была выполнена оптическая когерентная томография, при необходимости проводилась флюоресцентная ангиография. Критериями исключения были наличие хориоидальной неоваскуляризации, географической атрофии пигментного эпителия в макулярной области, субретиальных кровоизлияний, эпиретинального фиброза, макулярного отверстия и другой патологии сетчатки.

Оптическая когерентная томография выполнялась на приборе Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Германия) в режиме улучшенной глубины изображения (EDI-OCT).

Измерение толщины сосудистой оболочки производилось вручную на горизонтальном срезе, проведенном через центр фовеолы от наружной границы пигментного эпителия сетчатки до внутренней границы склеры. Толщина хориоидеи измерялась в трех точках: центр фовеолы, в 1000 мкм в носовую и височную стороны от фовеолы.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в программе SAS ver. 9.3.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Средняя субфовеальная толщина хориоидеи в контрольной группе составила  $346,75 \pm 48,36$  мкм (рис. 3). В первой группе средняя субфовеальная толщина сосудистой оболочки была  $294,8 \pm 68,37$  мкм, во второй группе  $261,45 \pm 65,34$  мкм и в третьей группе  $186,62 \pm 70,28$  мкм соответственно (рис. 4). Достоверной разницы между группами с миопией слабой степени и с миопией средней степени не вы-

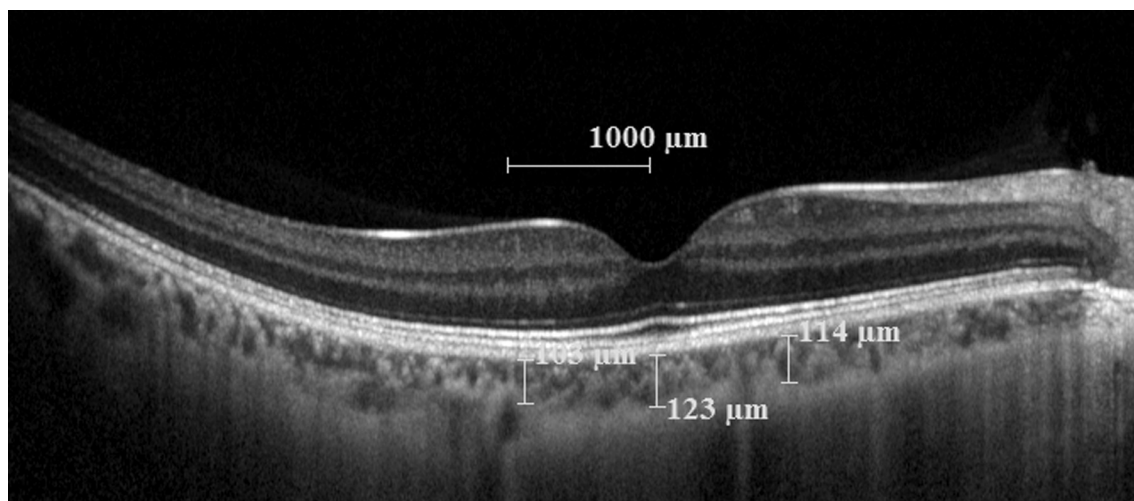


Рис. 4. Пример толщины сосудистой оболочки у мужчины 23 лет с миопией высокой степени (сферический эквивалент рефракции глаза – 12,5 диоптрий)



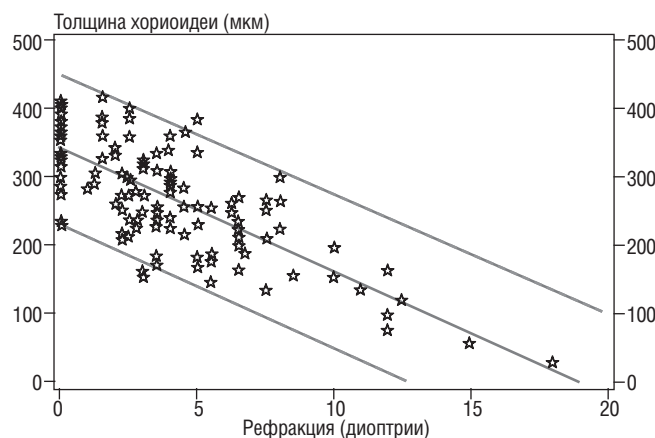


Рис. 5. Результаты корреляционного анализа между толщиной сосудистой оболочки и степенью миопии

явлено ( $p > 0,05$ ). Отмечено статистически значимое уменьшение толщины хориоидеи в группах с миопией средней и высокой степени по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ).

Во всех группах средняя субфовеальная толщина сосудистой оболочки ( $276,3 \pm 84,5$  мкм) была достоверно выше по сравнению со средней толщиной хориоидеи на 1000 мкм в носовую и височную сторону ( $264,3 \pm 78,5$  мкм) от фовеолы. Причем с носовой стороны хориоидея оказалась тоньше ( $243,4 \pm 84,7$  мкм). Эти топографические особенности толщины сосудистой оболочки в макулярной области описаны в ряде аналогичных исследований [2, 7].

Важным результатом нашей работы явилось выявление отрицательной зависимости между субфовеальной толщиной сосудистой оболочки и степенью миопии ( $r = -0,75$ ,  $p < 0,0001$ ) (рис. 5). Статистический анализ показал, что субфовеальная толщина хориоидеи уменьшается в среднем на 18 мкм на каждую дополнительную диоптрию близорукости.

## ВЫВОДЫ

- Оптическая когерентная томография в режиме улучшенной глубины изображения (EDI-OCT) позволяет производить точные измерения толщины хориоидеи, что существенно расширяет диагностические возможности ОКТ.
- В данном исследовании было выявлено достоверное уменьшение толщины сосудистой оболочки при миопии средней и высокой степеней, в сравнении с людьми с эметропической рефракцией той же возрастной группы.
- Увеличение степени миопии сопровождается статистически значимым истончением сосудистой оболочки в центральной зоне. Этот факт позволяет предположить, что уменьшение объема хориоидеи и, как следствие, ухудшение хориоидального кровотока играют важную роль в развитии осложнений при миопии высокой степени.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Curtin B.J., Karlin D.B. Axial length measurements and fundus changes of the myopic eye // *Am. J. Ophthalmol.* — 1971. — Vol. 1. — P. 42–53.
2. Fujiwara T., Imamura Y., Margolis R., Slakter J.S. et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes // *Am. J. Ophthalmol.* — 2009. — Vol. 148, N 3. — P. 445–450.
3. Geitzenauer W., Hitznerberger C.K., Schmidt-Erfurth U.M. Retinal optical coherence tomography: past, present and future perspectives // *Br. J. Ophthalmol.* — 2011. — Vol. 95, N 2. — P. 171–177.
4. Guyer D.R., Schachar A.P., Green W.R. The choroid: structural considerations In: Ryan S.J., ed.-in-chief // *Retina*. Philadelphia: Elsevier Mosby. — Vol. 1. N 4. — 2006. — P. 33–34.
5. Hee M.R., Izatt J.A., Swanson E.A., Huang D., Schuman J.S., Lin C.P., Puliafito C.A., Fujimoto J.G. Optical coherence tomography of the human retina // *Arch. Ophthalmol.* — 1995. — Vol. 113, N 3. — P. 325–332.
6. Imamura Y., Fujiwara T., Margolis R., Spaide R.F. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in central serous chorioretinopathy // *Retina*. — 2009. — Vol. 28. — P. 1469–1473.
7. Margolis R., Spaide R.F. A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes // *Am. J. Ophthalmol.* — 2009. — Vol. 147, N 5. — P. 811–815.
8. Metelitsina T.I., Grunwald J.E., DuPont J.C., Ying G.S., Brucker A.J., Dunaief J.L. Foveolar choroidal circulation and choroidal neovascularization in age-related macular degeneration // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* — 2008. — Vol. 49. — P. 358–363.
9. Povazay B., Hermann B., Unterhuber A. et al. Three-dimensional optical coherence tomography at 1050 nm versus 800 nm in retinal pathologies: enhanced performance and choroidal penetration in cataract patients // *J. Biomed. Opt.* — 2007. — Vol. 12, N 4. — 041211.
10. Saw S.M., Gazzard G., Shin-Yen E.C., Chua W.H. Myopia and associated pathological complications // *Ophthalmic. Physiol. Opt.* — 2005. — Vol. 25. — P. 381–391.
11. Spaide R.F., Koizumi H., Pozonni M.C. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography // *Am. J. Ophthalmol.* — 2008. — Vol. 146. — P. 496–500.

## CHOROIDAL THICKNESS IN EYES WITH DIFFERENT DEGREES OF MYOPIA

Astakhov Yu. S., Belekova S. G.

✧ **Summary.** 66 healthy people (124 eyes) with different degrees of myopia and emmetropia were examined using enhanced depth imaging optical coherence tomography (EDI-OCT) using the “Spectralis OCT”. It was found that the choroid in subjects with medium and high degrees of myopia was significantly thinner than that in the control group. In the study, a negative correlation was found between the subfoveal choroidal thick-

ness and the degree of myopia ( $r = -0.75$ ,  $p < 0.0001$ ). It was also found that the subfoveal choroidal thickness decreased for each diopter of myopia by approximately  $18.03 \mu\text{m}$ .

✧ **Key words:** myopia; choroid; optical coherence tomography; EDI-OCT; choroidal thickness; uvea.

---

*Сведения об авторах:*

**Астахов Юрий Сергеевич** — д. м. н., профессор кафедры офтальмологии, кафедра офтальмологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова Минздрава России. 197089, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6–8, корпус 16. E-mail: astakhov73@mail.ru.

**Белехова Светлана Георгиевна** — аспирант кафедры офтальмологии. ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова Минздрава России. 197089, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6–8, корпус 16. E-mail: beleksv@yandex.ru.

**Astakhov Yuriy Sergeyevich** — MD, doctor of medical science, professor, head of the department. Department of Ophthalmology. I. P. Pavlov State Medical University of St. Petersburg, 197089, Saint-Petersburg, Lev Tolstoy st., 6–8, building 16. E-mail: astakhov73@mail.ru.

**Belekhova Svetlana Georgiyevna** — Postgraduate student. Department of Ophthalmology. I. P. Pavlov State Medical University of St. Petersburg, 197089, Saint-Petersburg, Lev Tolstoy st., 6–8, building 16. E-mail: beleksv@yandex.ru.