

**ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени М. ГЕРАЦИ**

**ГЕВОРГЯН ТАМАРА РУБЕНОВНА**

**ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ**  
**В ОЦЕНКЕ ТЕЧЕНИЯ МИОПИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ**

**Диссертация**

**на соискание ученой степени кандидата медицинских наук**  
**по специальности 14.00.19 – «Глазные болезни»**

**Научный руководитель:**  
**доктор медицинских наук,**  
**профессор А.А. ШАКАРЯН**

**ЕРЕВАН – 2018**

## О Г Л А В Л Е Н И Е

<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ</b> .....	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. МИОПИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЕЁ ИССЛЕДОВАНИЯ. ОПТИКО-КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ (обзор литературы)</b> .....	9
<b>ГЛАВА 2. ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА РАБОТЫ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОБСТВЕННОГО МАТЕРИАЛА</b> .....	36
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	58
3.1. Результаты исследований офтальмологически здоровых детей.....	58
3.2. Результаты исследований детей с близорукостью.....	63
3.3. Заключение по результатам собственных исследований.....	87
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	92
<b>ВЫВОДЫ</b> .....	103
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ</b> .....	104
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	105

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВГД	внутриглазное давление
Д, дптр.	диоптрия
ДД	диаметр диска
ДЗН	диск зрительного нерва
ЗВП	зрительные вызванные потенциалы
ЗН	зрительный нерв
ЛОР	оториноларинголог (ларингооторинология)
мкм	микрометр
ОКТ	оптическая когерентная томография
ПЗО	передне-задняя ось
ПОУГ	первичная открытоугольная глаукома
СНВ	слой нервных волокон
СНВС	слой нервных волокон сетчатки
ЭРГ	электроретинография
ЭФИ	электрофизиологические исследования

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования.**

Близорукость (миопия) является наиболее распространённой патологией органа зрения (Аветисов Э.С., 1987, 1999). Осложнённое течение заболевания – миопическая болезнь – ведущая причина инвалидности по зрению (Либман Е.С., 2000, 2008).

Существующие традиционные методы привитальной клинической оценки хода миопической болезни в большинстве своём позволяют «скачкообразно» констатировать появление новых признаков прогрессии болезни, что, по понятным соображениям, весьма часто ограничивает возможности своевременной адекватной терапии заболевания и его осложнений. Ограниченные возможности лечебного воздействия, таким образом, во многом у лиц с прогрессирующим течением миопической болезни связаны прежде всего с относительной ограниченностью своевременной диагностики глазодонных изменений как на доклиническом («доофтальмокопическом») этапе болезни, так и по ходу её развития. Это утверждение особенно справедливо для лиц детского и подросткового возрастов, когда, собственно, и начинается развитие близорукости и осуществляется её переход из рефракционной аномалии в инвалидизирующую глазную патологию. Своевременная верификация такого перехода, качественно-количественная оценка глазодонных изменений по ходу развития миопической болезни – важнейшая и актуальная научная и практическая задача современной офтальмологии.

В этом смысле новые перспективы открываются при использовании оптико-когерентной томографии: методика впервые даёт возможность высокоточной объективной качественно-количественной оценки сетчатой и сосудистой оболочек глазного яблока, что открывает широкие возможности в привитальном исследовании различных сегментов глазного дна при целом ряде патологий, в том числе – и при миопии.

Первые работы в этом направлении показывают обнадеживающие результаты. Однако эти исследования носят разрозненный, несистематизированный характер,

осуществлялись, по большей части, у взрослых миопов, не ставили целью мониторить и, соответственно, сравнивать и анализировать изменения и закономерности этих изменений в томографических характеристиках у одних и тех же пациентов в течение относительно длительного периода наблюдений.

Первые работы по применению ОКТ в ходе обследования лиц с миопией, несмотря на их разрозненность и несистематизированность, продемонстрировали интересные результаты.

Так, показано, что толщина слоя нервных волокон (СНВ) в глазах с миопией обнаруживает высокую линейную зависимость от длины переднезадней оси (ПЗО) глазного яблока и сферического эквивалента; в глазах с миопией высокой степени толщина слоя нервных волокон аномально малая, значительно ниже, чем в глазах со слабой и средней степенью миопии. В глазах с патологической миопией наблюдается перипапиллярная атрофия пигментного эпителия, что затрудняет определение границ зрительного нерва; в области миопического конуса может присутствовать перипапиллярная отслойка оболочек; у края конуса наблюдали васкулярные микроскладки и ретиношизис.

Как видно из приведённых результатов первых работ по использованию оптико-когерентной томографии, методика весьма информативна, открывает исследователю новые, но ещё недостаточно реализованные возможности в привитальном морфологическом изучении заднего сегмента глазного яблока у лиц с близорукостью.

Следовательно, систематизированные ОКТ-направленные исследования в теории и практике детской офтальмологии, могут предоставить новые важнейшие диагностические инструменты в ходе клинического ведения и перманентной прогностической оценки течения миопической болезни у детей.

**Цель исследования.** Целью настоящего исследования ставилось выявление посредством оптической когерентной томографии новых этиопатогномичных диагностических признаков возникновения и развития миопической болезни.

**Задачи исследования.** В соответствии с целью исследования к решению были выставлены следующие задачи:

- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у офтальмологически здоровых детей и подростков;
- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у детей и подростков с псевдомиопией и неосложнённой миопией;
- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у детей и подростков с осложнённой миопией;
- анализ и выделение достоверных патогномичных томографических качественно-количественных признаков миопической болезни у детей и подростков.

**Научная новизна работы.** Впервые показано, что морфологические качественные и количественные характеристики внутренних оболочек глазного яблока в детском и подростковом возрастах соответствуют таковым у лиц взрослого возраста. Впервые показано, что в ходе прогрессирующего течения близорукости патологические изменения в хориоретинальном комплексе заднего отрезка глазного яблока анатомо-морфологически проявляются вначале истончением темпорального сегмента макулярной зоны сетчатки, позже - истончением слоя нервных волокон сетчатки в назальном сегменте перипапиллярной зоны и далее – снижением рефлективности сетчатой оболочки, выявляемой при оптической когерентной томографии глазного дна. Указанные изменения следует рассматривать в качестве наиболее ранних и, следовательно, клинически пограничных диагностических признаков перехода неосложнённой миопии в осложнённую (по хориоретинальному типу) по ходу её прогрессирующего течения.

**Практическая значимость работы.** Практическая значимость работы исходит, во-первых, из доказанной необходимости включения оптической когерентной томографии в комплекс традиционного обследования детей и подростков с близорукостью; во-вторых, из получения возможности максимально ранней (доофтальмоскопической) диагностики перехода неосложнённой формы близорукости в осложнённую (по хориоретинальному типу). Последнее обстоятельство в

практике диспансерного ведения детей и подростков с близорукостью позволит, очевидно, существенно раньше, чем это было возможным до настоящего времени, корректировать подходы и методы лечения, направленные на предупреждение развития более глубоких, клинически значимых патологических изменений, сопряжённых с осложненным течением миопии, переходом, таким образом, её в миопическую болезнь в последующем.

**Внедрение результатов исследования в практику.** Результаты настоящего исследования с 2015 года внедрены в практику лечебной работы республиканского Центра охраны зрения детей и подростков Министерства здравоохранения Армении при клинике офтальмологии Первого университетского клинического комплекса «Гераци» Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци Министерства образования и науки Республики Армения.

**Апробации диссертационной работы.** Результаты настоящей диссертационной работы докладывались и апробировались на годовой отчётной научной конференции Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци (2013 г.), на годовой отчётной научной конференции Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци «Неделя науки – 2017» (2017 г.), на совместном заседании кафедры детской офтальмологии и клиники офтальмологии Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци (2017 г.), на заседании научно-экспертного совета «Глазные, ЛОР болезни и стоматология» Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци (2017 г.), на заседании Научно-координационного совета Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци (2018 г.).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- традиционные клинические методы офтальмологического обследования ограничены в возможностях своевременной (ранней) диагностики начальных

хориоретинальных изменений в ходе прогрессирующего течения близорукости, что во многом и предопределяет недостаточную эффективность лечения миопической болезни;

- использование метода оптической когерентной томографии у детей и подростков с близорукостью предоставляет возможность ранней (доофтальмоскопической) диагностики начальных признаков патологических анатомо-морфологических изменений внутренних оболочек глазного яблока при переходе неосложнённой миопии в ходе её прогрессии в осложнённую форму заболевания – миопическую болезнь;

- томографически определяемой триадой признаков «демаркации» неосложнённой близорукости от осложнённой по хориоретинальному типу являются: истончение (уменьшение от нормальных количественных значений) темпорального сегмента макулярной зоны сетчатки, истончение (уменьшение от нормальных количественных значений) слоя нервных волокон сетчатки в назальном сегменте перипапиллярной зоны, снижение (качественное изменение) рефлективности сетчатой оболочки; указанные, томографически выявляемые признаки проявляются у детей и подростков с прогрессирующей близорукостью в вышеприведённой последовательности.

### **Публикации.**

Основные положения диссертации изложены в восьми опубликованных научных работах.



## Г Л А В А 1.

### МИОПИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЕЁ ИССЛЕДОВАНИЯ.

#### ОПТИКО-КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ

(обзор литературы)

##### 1.1 Актуальность темы исследования

Близорукость (миопия) - наиболее часто встречающаяся патология органа зрения у детей дошкольного и школьного возраста. Нередко больные обращаются к врачу уже на стадии сформировавшейся миопии, когда на первый план выходят патологические изменения сетчатой оболочки (Young F.A., 1971; Walline J.J. et al, 2011).

Однако, как известно, морфологические изменения сетчатки и зрительного нерва развиваются у больных значительно раньше, чем их удастся обнаружить в ходе рутинного обследования. Поэтому для ранней диагностики заболеваний органа зрения необходимо наряду с традиционными субъективными и объективными методами исследования, максимально использовать методы визуализации, позволяющие в существенно более ранние сроки выявлять структурные изменения со стороны различных отделов зрительного анализатора (Karam E.Z. et al, 2005).

Широкое применение в клинической практике нашли нейрорадиологические и ультразвуковые исследования, различные методы ангиографии, лазерная сканирующая офтальмоскопия, цифровые фото- и видеосъёмки глазного дна, а в последние годы – и оптическая когерентная томография (ОКТ).

Сопоставление данных, получаемых при использовании методов визуализации, психо- и электрофизиологических исследований (ЭФИ) с результатами морфологических исследований у больных с патологией зрительных путей позволяет расширить представления о патогенезе различных поражений сетчатки и зрительного нерва и разработать алгоритм их ранней диагностики. Верификация

структурных отклонений зрительных путей *in vivo* на субклинической стадии заболевания, т.е. до появления у больных жалоб и дисфункций, выявляемых при визо- и периметрии, регистрации электроретинографии (ЭРГ) и зрительных вызванных потенциалов (ЗВП), позволяет, благодаря своевременно начатому лечению, в ряде случаев предотвратить развитие необратимых нарушений зрения (Мосин И.М., 2006).

В современной клинической офтальмологии одним из наиболее информативных методов визуализации, применяемых для диагностики заболеваний сетчатки и зрительного нерва, является оптическая когерентная томография, которая может быть использована в структуре нового алгоритма в доклинической диагностике и прогнозировании течения миопии.

Более того, полученные данные о наиболее типичных структурных повреждениях сетчатки и зрительного нерва в сочетании с теми или иными зрительными дисфункциями могут быть использованы для индивидуального прогнозирования течения заболевания у больных с миопией различных степеней и определения, таким образом, оптимальной тактики их лечения.

## **1.2 Социально-медицинские аспекты миопии**

Профилактика и лечение близорукости и её инвалидизирующих последствий является острой медико-социальной проблемой офтальмологии. Нарушение остроты зрения, возникающее при миопии, затрудняет полноценное восприятие информации (Аветисов Э.С., Кащенко Т.П., Вакурина А.Е., 1996) и препятствует формированию образовательного и сохранению трудового потенциала населения (Захаренков В.В., 2015). Как известно, миопия склонна к прогрессированию в 70-80 % случаев, причём этот показатель имеет тенденцию к росту (Аветисов Э.С., 1999; Хватова А.В., 2000). С целью лечения близорукости обычно применяют давно предложенные аккомодационные тренировки (Дашевский А.Н., 1973; Мац К.А. с соавт., 1975; Аветисов Э.С. и соавт., 1987), рефлексотерапию (Цикова Т.Д., 1990),

спектр физиотерапевтических методик, среди которых можно выделить цветоимпульсную терапию (Кожанова М.И., 2004), лазерстимуляцию цилиарной мышцы (Аветисов Э.С., Губкина Г.Л. и соавт., 2001). В последние годы всё большее распространение в офтальмологии получают методы, в основе которых лежат механизмы биологической обратной связи (Туманян С.А., Кечек А.Г., 1996; Ченцова О.Б., 2002; Чеглаков, Ю.А., 2005). Тем не менее до сих пор ведущая роль в борьбе с прогрессированием близорукости отводится хирургическому лечению. При этом отдалённые результаты склеропластических операций указывают на дальнейший рост миопии у части пациентов уже в первый год после операции (Багдасарова Т.А., 2000; Беляев, В.С., 2001).

Охрана зрения, борьба со слепотой относятся к числу важных медико-социальных проблем, что обусловлено не только уникальной ролью зрительного анализатора в познании и преобразовании мира, но, главным образом, высокой распространённостью слепоты у людей (Либман Е.С., Шахова Е.В., 2006; Либман Е.С., 2008; Писарев К.О. и соавт., 2012; Арынова А.А., и соавт., 2013; Quigley H.A., Broman A.T., 2006; Perruccio A.V. et al, 2010; Chen X.Y., Cai Y., 2011; Bourne R., Price H., Stevens G. et al., 2012; Cook C., Foster P., 2012).

Инвалидность – один из важных показателей здоровья населения, уровень и динамика которого определяются в первую очередь экономическим и политическим состоянием общества, что находит отражение в законодательных и нормативных актах (Базаева Е.А., Марушева Л.Г., Трифонова О.Б. и соавт., 2011).

В структуре инвалидности вследствие зрительных нарушений у детей дошкольного и школьного возраста основными являются дегенеративная осложненная близорукость, амблиопия, косоглазие, атрофия зрительного нерва, ретинопатия недоношенных. Вышеназванные формы офтальмопатологии значительно варьируют в разных возрастных группах (Мосин И.М. и соавт., 1994; Петухов В.М., Медведев А.В., 2005; Ching J. Et al, 2003; Morgan I., Ohno-Matsui K. et al, 2012; Morgan I., Rose K., 2013). Это ещё более подчеркивает важность и актуальность данной проблемы.

Учёные сходятся во мнении, что появление и прогрессирование миопии в основном происходит в школьные годы. По разным источникам доля детей с миопией за время обучения в школе увеличивается в 10-20 раз: с 6,7 % до 66,6 % (Дашевский А.И., 1973), с 1,3 % до 31,5 % (Сидоренко Е. И., 2006), с 7,1 % до 62,5 % (Сумерина Е.К. с соавт., 2007). По данным различных авторов миопия среди инвалидности по зрению составляет от 18 % до 45 % от всего числа детей-инвалидов (Лемберанская Н.Р., 2000; Либман Е.С., Шахова Е.В., 2000; Либман Е.С., 2004; Тарутта Е.П., 2006, 2008; Бикбов М.М., с соавт., 2008).

В этих условиях особо важное значение приобретает дальнейший поиск путей, повышающих клиническую эффективность терапии миопии. Очевидно, что относительно низкая результативность лечения осложнённой близорукости исходит из многофакторности этиопатогенеза прогрессирования миопии (Гончар П.А., 1999; Макаров С.И., 2007).

С другой стороны, полиэтиологичность заболевания в ходе решения этой задачи диктует необходимость по-возможности патоморфологически тонкой и, главное, максимально ранней диагностики начальных достоверных признаков прогрессирующего течения болезни и, в первую очередь, у лиц детско-подросткового возраста.

### **1.3 Современные представления об этиологии и патогенезе миопии**

Первое упоминание о близорукости содержится в работах Аристотеля (330 год до н. э.), предложившего термин «миопия». Гален, живший во II веке н.э., связывал развитие миопии с малым количеством лучей, попадающих в глаз. Магнус (1193-1280 гг.) и Платер (1536-1614 гг.) причиной близорукости считали смещение хрусталика кзади. Правильные теоретические взгляды были впервые высказаны в XV веке Леонардо да Винчи, а история учения об аномалиях рефракции и аккомодации начинается с трудов Кеплера (Аветисов Э.С., 1999; Floyd M.S. et al, 2005).

Однако первые теории возникновения и патогенеза миопии появились только во второй половине XIX века после публикации работ Helmholtz-a (1855) и Donders-a (1866) – основоположников учения о рефракции и аккомодации.

Сущность патологии миопического глаза Дондерс видел в том, что в нём под влиянием неблагоприятных внешних условий или вследствие заболевания самого глаза происходят удлинение передне-задней оси глаза (ПЗО) и растяжение глазных оболочек.

К настоящему времени предложено множество теорий возникновения и развития близорукости. В их числе – трёхфакторная теория Э.С.Аветисова (Аветисов Э.С., 1999), которая основывается на изменении и взаимосвязи разных факторов: анатомического роста длины ПЗО глаза, наследственной обусловленностью, зрительной работой на близком расстоянии, ослабленной аккомодацией, ослабленной склерой, относительно повышенным внутриглазным давлением и др. Основные положения этой теории остаются актуальными и сегодня (Мосин И.М. и соавт., 2005; Славинская Н.В. и соавт., 2005; Mutti D.O., 2000; Tahertero J., 2009). Однако за последнее десятилетия в мировой науке произошли существенные изменения в понимании причин развития миопии.

Наиболее признанными из них являются следующие.

Относительный периферический гиперметропический дефокус на сетчатке. Ещё в 1981 году Millodot показал, что у гиперметропов на периферии сетчатки (до 30°) отмечается относительная периферическая миопия по отношению к осевой рефракции, в то время как у миопов наблюдается относительная периферическая гиперметропия. Похожие результаты были описаны и в ряде других исследований (Онуфрийчук О.Н., 2007; Mutti D.O., 2000; Seidemann A., 2002; Atchison D., 2006).

Некоторыми исследователями было доказано влияние периферической рефракции на прогрессирование миопии у детей, а наблюдаемые различия в периферической рефракции у аметропов определённым маркером будущего изменения рефракции (Shih Y.F. et al., 2000; Tahertero J., 2009; Sankaridurg P. et al., 2010; Walline J.J. et al., 2011). Как обнаружили Mutti с соавторами (2007), дети с

миопией обладают большим относительным периферическим гиперметропическим дефокусом, чем эметропы, ещё за два года до начала формирования миопии.

1. 80 % нарушения рефракции бывает обусловлено генетическими факторами. Установлена значимая связь между миопией высокой степени и определёнными генами. Известно, что у ребёнка с миопией, родители которого миопы, вероятность развития миопии в 6 раз выше, чем у того, у кого миопией страдает только один родитель или миопия вообще не наблюдается (Scavello G.S. et al., 2005; Hewitt A.W. et al., 2007; Mutti D.O., 2011).

2. Так, например, представленные в зарубежной литературе материалы (Hysi P.G., Wojciechowski R. et al, 2014) свидетельствуют о том, что нарушения рефракции и близорукость вызваны генами, действующими вдоль конечного числа потенциально взаимодействующих физиологических путей. Конкретные функциональные пути (или онтологические классификации) представлены и воспроизведены во многих исследованиях (Hysi P.G., Mahroo O.A., et al., 2014). Большинство идентифицированных вариантов лежат вне областей кодирования транскриптов, а механизмы, с помощью которых они контролируют рост глаз, неопределённые. Выводы об их функциональности на данном этапе были сделаны, судя только по их близости к белок-кодирующим генам, хотя этот критерий не обязательно учитывает факторы, которые могут уменьшить точность аннотации. Гены в непосредственной близости от локусов, связанных с ошибкой рефракции, обогащены для некоторых функциональных аннотаций, таких как функции нейротрансмиттера, метаболизм ретиноевой кислоты и активность ионного канала или участвуют в развитии окулярной и центральной нервной системы. Хотя, на первый взгляд, эти сети генов, по-видимому, имеют мало общего, эффект этих генов и их белковых продуктов может быть сильно скоординирован. Основываясь на существующих знаниях о белково-белковых взаимодействиях с участием продуктов генов, показано, что многие из генов связаны с клеточным циклом и путями роста. Это согласуется с мнением о том, что молекулярные механизмы, лежащие в основе ошибки рефракции и роста глаз, перекрываются. Дальнейшее

изучение топологии сетей генов, участвующих в рефракции, может обеспечить понимание механической архитектуры рефракционного развития и возможности вывода молекулярных путей для вмешательства. Увеличенная задержка аккомодации среди миопов, приводящая к гиперметропическому дефокусу, может стимулировать удлинение ПЗО глаза и прогрессирование миопии (Вержанская Т.Ю., 2006; 2009; Backhouse S., 2012).

3. Уменьшение объёма аккомодации при миопии приводит к ретинальному дефокусу при зрительной работе на близком расстоянии, способствуя прогрессированию близорукости (Сидоренко Е.И., Суханова Н.В., 2015; Alamouti B. et al, 2003; Schmid K.L., Strang N.C, 2015; Holden B.A. et al., 2016, Huang H.M. et al, 2017).

4. Продолжительная и напряженная работа на близком расстоянии может вызвать прогрессирование миопии как воздействием на точность аккомодации, так и увеличением ретинального дефокуса (Price H. et al., 2013; Martin Ming-Leung M. et al., 2016).

5. Нынешняя малоподвижность и малое количество времени пребывания на свежем воздухе способствует развитию миопии у детей (Кузнецова М.В., 2004; Савельева Ю., 2005; Шестаков Ю.А., 2017).

6. Чаше миопия встречается у жителей густонаселенных городов, чем сельской местности (Безденежных В.Н., 2015).

Таким образом, миопия считается полиэтиологическим заболеванием. Следует отметить, что согласно современным данным литературы, область экватора и задний полюс глаза у разных пациентов вовлекаются в патологический процесс в разной степени, что и приводит к повреждению тех или иных отделов глазного дна.

#### **1.4 Классификация и прогрессирующее течение миопии**

Под термином «миопия» объединены разные по происхождению и клиническому течению состояния. В связи с этим в разные годы были предложены ряд классификаций (Саксонова Е.О. и др., 1983; Аветисов Э.С., 1999) и некоторые

важные понятия. В частности, следует различать миопию наследственную, врождённую и приобретённую.

**Наследственная близорукость** встречается нечасто и передаётся как по аутосомно-доминантному, так и аутосомно-рецессивному типам. В первом случае она проявляет себя не в первые годы жизни ребенка, а позже и обычно не достигает высоких степеней. Что же касается близорукости, наследуемой по аутосомно-рецессивному типу, то она встречается обычно в кругу людей, состоящих в родственных браках, и характеризуется ранним возникновением, склонностью к прогрессированию, а также развитием различных осложнений.

**Врождённая близорукость** является следствием неправильного внутриутробного развития глаза, которое сказывается на его размерах, конфигурации заднего полюса и/или форме преломляющих оптических сред (возникновение керато- и лентиконуса, сферофакии).

**Приобретённая близорукость** связана со сверхнормальным ростом глазного яблока ребенка и, следовательно, с увеличением его передне-задней оси. В одних случаях этот процесс завершается к моменту полного созревания организма, в других же продолжается еще какое-то время. Закономерности такого рода развития глазного яблока всё еще остаются малоизученными.

По причинам, определяющим нахождение главного фокуса оптической системы глаза перед сетчаткой, Е.Ж. Трон (1947) выделил следующие виды миопии:

- осевую – преломляющая сила оптики глаза находится в пределах нормальных величин, но передне-задний размер его больше, чем в эметропическом глазу. Частота выявления при миопии от 6,5 до 22,0 дптр. составляет 68 %;
- рефракционную – передне-задний размер глаза находится в пределах нормальных величин, а преломляющая сила оптики больше, чем в эметропическом глазу;
- смешанную – преломляющая сила оптики глаза и его передне-задний размер больше, чем в эметропическом глазу;
- комбинированную – преломляющая сила оптики глаза и его передне-задний размер не выходят за пределы величин, присущих эметропическому глазу, но



сочетаются в «неудачных», несоразмерных вариантах. Частота выявления при миопии от 0,5 до 6,0 дптр. составляет 85 %.

В настоящее время детскими офтальмологами чаще прочих применяется клиническая классификация миопии по Э.С. Аветисову (1999).

**По степени:**

- слабая степень: до 3,0 дптр. включительно,
- средняя степень: от 3,25 до 6,0 дптр.,
- высокая степень: 6,0 дптр. и более, ставшие общепринятыми.

Следует отметить, что слабая степень – это в основном аккомодационная миопия, чаще всего проявление приспособительной реакции организма к зрительной работе на близком расстоянии при ослабленной аккомодации.

Миопия же средней степени свидетельствует о тенденции к прогрессированию процесса, о потенциальной возможности превращения близорукости из оптического дефекта в болезнь глаза. А при миопии высокой степени чаще всего развиваются осложнения. Последние две формы миопии, особенно последняя, требуют к себе повышенного внимания и применения энергичных профилактических и лечебных мер.

**По равенству или неравенству величин рефракции парных глаз:** изометропическая миопия, анизометропическая миопия. Последнюю выделяют в том случае, когда разница в величинах рефракции составляет 1,0 дптр. и более. Если эта разница большая (4,0-5,0 дптр. и более), то может появиться анизометропическая амблиопия. В связи с этим анизометропическая миопия требует, как можно более ранней и правильной оптической коррекции.

**По наличию или отсутствию астигматизма:**

Выделение миопии без астигматизма и миопии с астигматизмом не требует пояснений. В последнем случае требуется особенно тщательная оптическая коррекция. Следует учитывать астигматизм в 1,0 дптр. и более (в особенности – обратного типа).

### **По возрастному периоду возникновения:**

- врождённая,
- рано приобретённая (в дошкольном возрасте),
- приобретённая в школьном возрасте,
- поздно приобретённую (во взрослом состоянии).

### **По происхождению можно выделить три формы врождённой миопии:**

1) врождённая миопия вследствие дискорреляции между анатомическим и оптическим компонентом рефракции как результат сочетания относительно длинной оси глаза с относительно сильной преломляющей способностью его оптических сред (главным образом, хрусталика); если это не сочетается со слабостью склеры, то такая близорукость обычно не прогрессирует: удлинение глаза в процессе роста сопровождается компенсаторным уменьшением преломляющей силы хрусталика;

2) врождённая миопия, связанная со слабостью склеры и её повышенной растяжимостью; такая близорукость интенсивно прогрессирует и представляет собой одну из наиболее неблагоприятных в прогностическом отношении форм;

3) врожденная миопия при различных пороках развития глазного яблока в целом. Миопическая рефракция, обусловленная анатомо-оптической дискорреляцией, сочетается в этом случае с различной патологией и аномалиями развития глаза (косоглазие, нистагм, колобомы оболочек глаза, дистопии хрусталика, частичное его помутнение, частичная атрофия зрительного нерва, дегенеративные изменения сетчатки и др.). При условии ослабления склеры такая близорукость может прогрессировать.

Общая особенность всех форм врожденной миопии – **низкая корригированная острота зрения**. Причинами этого являются органические изменения в зрительной системе и относительная амблиопия, связанная как с этими изменениями, так и с длительным проецированием на сетчатку неясных изображений предметов внешнего мира. Такая амблиопия обычно требует плеоптического лечения.

**По течению:**

- быстро прогрессирующая (1,0 D и более в течение года),
- медленно прогрессирующая (менее 1,0 D в течение года),
- стационарная (непрогрессирующая).

**По наличию осложнений:**

- неосложненная,
- осложненная.

**По преимущественной форме и стадии процесса при осложнениях:**

- по форме:

1. хориоретинальная – окоподисковая, макулярная, "сухая" форма, "влажная" форма, периферическая, распространённая;

2. витреальная;

3. геморрагическая;

- по стадии морфологических изменений:

1. начальная: конус или кольцо у ДЗН не более 1/4 диаметра диска (ДД), возможно исчезновение макулярного рефлекса и появление глыбок пигмента;

2. развитая: увеличение конуса или кольца у ДЗН до 1 ДД, изменение формы диска, пигментация и крапчатость макулярной области, депигментация глазного дна;

3. далеко зашедшая: дальнейшее увеличение конуса или кольца, которые нередко сливаются и приобретают неправильную форму – до 1,5 ДД и более, побледнение ДЗН, выраженная депигментация глазного дна, значительная крапчатость области жёлтого пятна, атрофические, нередко сливающиеся очаги в других участках глазного дна, возможно образование задней стафиломы.

**Структура миопии по основным причинам возникновения представлена в двух формах:**

1. Врождённые формы:

- осевая (результат неправильного внутриутробного развития глаза);

- рефракционная (следствие врожденного кератоконуса, лентиконуса, сферофакии);
- рефракционно-осевая.

2. Приобретённые формы разделяются на истинную миопию, ложную миопию, симптоматическую миопию.

### **Истинная миопия**

Осевая (следствие роста глазного яблока и прогрессирующего увеличения его передне-заднего размера).

### **Ложная миопия**

Рефракционная (следствие привычно избыточного напряжения аккомодации).

### **Симптоматическая миопия**

Рефракционная (следствие остро развивающегося кератоконуса, гидратации хрусталика или дислокации его кпереди, задней отслойки стекловидного тела).

Особое внимание следует уделять детям и подросткам с осевой миопией.

Во-первых, они составляют большую группу пациентов, входящих, а во-вторых, требуют дифференциальной диагностики из-за принципиальных различий в клиническом статусе.

## **1.5 Основные и дополнительные методы и способы диагностики миопии**

Основными общепринятыми диагностическими критериями при исследовании детей с миопией являются: детализация жалобы и анамнез на постепенное или прогрессивное снижение зрения на один или оба глаза, физикальное обследование и лабораторные исследования, направленные на выявление соматических патологий.

Традиционная схема обследования лиц с миопией обычно включает следующие обязательные методы исследования:

1. визометрия с пробной очковой коррекцией и без неё;

2. офтальмоскопия – прямая и обратная;
3. скиаскопия и/или рефрактометрия до и после медикаментозной циклоплегии;
4. эхобиометрия (исчисление ПЗО, состояние заднего отрезка глазного яблока);
5. электрофизиологические исследования (снижение показателей);
6. периметрия (сужение периферического поля зрения);
7. офтальмотонометрия (относительное повышение ВГД);
8. биомикроскопия (оценка прозрачности преломляющих сред и пр.).

При наличии показаний проводятся консультации других специалистов: педиатра, ЛОР-врача, стоматолога, невропатолога. Часто приходится прибегать к дополнительным исследовательским методикам.

## **1.6 Оптическая когерентная томография в оценке глазодонных патологий**

В настоящее время одним из дополнительных методов исследования при миопии является оптическая когерентная томография (ОКТ). Оптическая когерентная томография – метод диагностики, позволяющий получать *in vivo* поперечные изображения сетчатки, диска зрительного нерва и иных структур глаза.

В процессе ОКТ помимо получения с высоким разрешением изображений поперечного среза сетчатки и диска зрительного нерва, можно проводить измерения толщины сетчатки, слоя нервных волокон и параметров диска зрительного нерва, используя имеющееся в сканерах коммерческое программное обеспечение (софт). Кроме того, изучаемые характеристики можно сопоставлять в динамике и сравнивать их с нормой. Помимо высокой разрешающей способности ОКТ по сравнению с другими методами визуализации, применяемыми для исследования глазного дна, имеет дополнительные преимущества: на измерение толщины сетчатки и слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) при ОКТ не влияют такие параметры, как рефракция, аксиальная длина глаза, наличие незначительных или умеренных помутнений ядра хрусталика.

Метод оптической когерентной томографии был внедрён в клиническую практику в 1991 году и основан на принципах интерферометрии Михельсона (Jaffe G.J., Caprioli J., 2004; Huang D. et al., 2014).

С тех пор приборы ОКТ претерпели различные технологические изменения и на сегодняшний день дают возможность более детально изучить и представить анатомические и структурные изменения сетчатки и диска зрительного нерва.

Так, например, разрешающая способность ОКТ-3 превосходит возможности стандартных ультразвуковых офтальмологических сканеров, работающих в частотном диапазоне 7-12 МГц, в 10-15 раз, а также возможности сканеров высокого разрешения с частотой в 20 МГц. В оптически прозрачных биологических тканях аксиальное разрешение сканера второго поколения ОКТ-2 составляло приблизительно 15 мкм, поперечное разрешение около 20 мкм.

Это в 3-5 раз превышает разрешение других методов, применяемых с аналогичными целями, в частности сканирующей лазерной офтальмоскопии (Jones A.L. et al., 2001; Pierro A. et al., 2002; Monteiro M.I. et al., 2003; Bagga H., Greenfield D.S., 2004). Отсутствие контакта с тканями в процессе исследования и кратковременность сканирования делают ОКТ прекрасным диагностическим инструментом для его применения у детей в возрасте от 3 лет и старше (Eriksson U. et al., 2004; Patel C.K. et al, 2004; Shield C.L. et al., 2004; Hess D.B. et al., 2005; Mosin I.M. et al., 2005).

Имеются доказательства высокой информативности ОКТ при различной витреоретинальной патологии: макулярных разрывах (Eriksson U. et al., 2004), кистозном макулярном отёке различной этиологии (Degenring R.F. et al, 2003; Ciardella A.P. et al., 2004; Kang S.W. et al., 2004), центральной серозной хориоретинопатии (Родин А.С. с соавт., 2001; Hee M.R. et al., 1995), отслойке сетчатки, макулярных дегенерациях, пигментном ретините (Schatz P. et al., 2003), болезни Беста, хориоидальной неоваскуляризации (Руднева М.А. и соавт., 2004; Hughes E.H. et al., 2005), задних увеитах (Lieb D.F. et al., 2004; Kozak I. et al., 2005), окклюзиях сосудов сетчатки, миопии, контузионных поражениях заднего

отрезка глаза, метастатических новообразованиях хориоидеи (Mrucacz M.E. et al., 2004), ретинобластомах, хориоидальных невусах, меланомах и остеомах (Espinoza G. et al., 2004; Shield C.L. et al., 2004). Применение томографов первых поколений требовало расширения зрачка до 5 мм или более. Сканер 3 поколения Stratus OCT-3 позволяет адекватно визуализировать структуры сетчатки при диаметре зрачка в 3 мм.

Необходимо отметить, что медикаментозный мидриаз упрощает проведение сканирования, особенно у пациентов с плохой фиксацией или помутнениями оптических сред глаза за счёт увеличения площади контролируемой области исследования.

#### *Исследование сетчатки и диска зрительного нерва.*

Наиболее быстрый и простой протокол сканирования – «Линейный» (Line) – предусматривает получение одного поперечного изображения сетчатки любого направления и заданной оператором длины. В зависимости от цели исследования можно применять различные протоколы сканирования, предусмотренные коммерческим софтом: «Круговой» (Circle), «Перекрестье» (Cross Hair), «Линии раstra» (Raster Lines), «Диск зрительного нерва» (Optical Disc), «Картирование толщины сетчатки» (Retinal Thickness Map) и «Быстрое картирование толщины сетчатки» (Fast Retinal Thickness Map) и др. Наиболее значимая функция когерентного томографа заключается в возможности количественной оценки толщины сетчатки в исследуемой области.

Характеризуя функции ОКТ, позволяющие измерить толщину и объём сетчатки, G.J. Jaffe и J. Caprioli (2004) использовали термин «волюметрическая ОКТ». Для реализации этих задач на сканере OCT-3 применяют режимы сканирования и анализа изображения «Картирование толщины сетчатки» (Retinal Thickness Map) и «Быстрое картирование толщины сетчатки» (Fast Retinal Thickness Map). При этих режимах сканирования используют 6 радиальных срезов длиной около 6 мм, располагающихся с интервалом в 30° друг от друга и пересекающихся в центре

фовеолы. Каждый из шести срезов после компьютерной обработки представляет собой поперечное изображение сетчатки или диска зрительного нерва.

Карта поверхности сетчатки представлена на дисплее в виде круга, в пределах которого толщина сетчатки в каждой изучаемой точке представлена определённым условным цветом, что напоминает контурные карты синоптиков: красный и белый цвета обозначают зоны сетчатки, в которых её толщина значительно превышает норму (более 300 мкм); синий, серый и чёрный цвета тонкие участки сетчатки (толщиной менее 180 мкм); зелёный и жёлтый цвета области средней толщины (приблизительно от 180 до 300 мкм).

Результаты анализа при использовании протоколов сканирования «Картирование толщины сетчатки» (Retinal Thickness Map) и «Быстрое картирование толщины сетчатки» (Fast Retinal Thickness Map) включает 6 изображений поперечных срезов сетчатки, цветную и цифровую топографические карты сетчатки, на которых, помимо обозначения толщины сетчатки условными цветами в исследуемых точках, показаны усреднённые параметры толщины сетчатки в микрометрах в 9 секторах. При корректном проведении ОКТ вариабельность результатов измерения толщины сетчатки, как правило, не превышает 5 %.

Измерения толщины сетчатки, выполняемые при ОКТ, достаточно точны и хорошо воспроизводимы даже у больных с макулярным отеком (Hee M.R. et al., 1998; Ciardella A.P. et al., 2004).

Функцию измерения объёма макулы целесообразно использовать при наблюдении пациентов с ретинальной патологией: можно определить изменения толщины макулы в динамике, что позволяет судить о течении заболевания или оценить эффективность проводимого лечения, например, структурные изменения сетчатки при кистозном макулярном отёке до и после интравитреального введения кортикостероидов пролонгированного действия. Исследование диска зрительного нерва осуществляется по протоколам «Диск зрительного нерва» (Optical Disc), «Быстрое сканирование диска зрительного нерва» (Fast Optical Disc) и «Пропорциональная окружность» (Proportional Circle). В клинической практике обычно применяют



протокол «Быстрое сканирование диска зрительного нерва» (Fast Optical Disc), который представляет собой 4-х миллиметровую разновидность схемы из серии в шесть радиальных линейных сканов, располагающихся в 30° друг от друга и проходящих через общий центр. Время, затрачиваемое на выполнение исследования по данному протоколу, составляет менее 2 сек.

Для анализа результатов исследования используют протокол «Головка зрительного нерва» (Optic Nerve Head), позволяющий реконструировать топографическую карту поверхности диска по шести поперечным срезам и проводить измерение его параметров автоматически или вручную.

*Исследование слоя нервных волокон сетчатки (СНВС).*

Для исследования СНВС применяются, как правило, следующие протоколы сканирования и анализа: «Толщина слоя нервных волокон сетчатки» (RNFL Thickness), «Быстрый анализ толщины слоя нервных волокон сетчатки» (Fast RNFL Thickness), «Карта толщины слоя нервных волокон сетчатки» (Fast Thickness Map) и др. J. S. Schuman и соавт. (1995) отмечают, что у здоровых людей с возрастом толщина СНВС уменьшается. Благодаря имеющемуся в сканере ОКТ-3 софту возможен сравнительный анализ результатов исследования толщины СНВС у пациентов старше 18 лет с возрастными нормативами. Цветом на распечатке кодируется соответствие отдельных измерений (А-сканов) возрастным нормативам. Красным и белым цветами на диаграмме и в таблице обозначаются значения измерений толщины СНВС, не соответствующие норме.

Красным цветом обозначается значительное уменьшение толщины СНВС по сравнению с нормой. Белым цветом отображается увеличение толщины СНВС, наблюдаемое, например, у больных с застойным диском вследствие отёка аксонов. Зелёным цветом на диаграмме обозначают границы нормы. Графическое изображение толщины СНВС тестируемого пациента (чёрная кривая) лежит в пределах зелёной зоны, если 90 % А-сканов, полученных при его обследовании, соответствуют пределам нормы.

*ОКТ сетчатки и диска зрительного нерва в норме.*

СНВС и слой ганглиозных клеток определяются как структуры с высокой рефлексивностью (окрашены преимущественно в красный цвет).

Ядерный слой и наружные сегменты фоторецепторов выглядят как гипорефлексивные структуры (зеленый, голубой и синий цвета).

При исследовании на сканере ОКТ-3 можно обнаружить тонкую высоко-рефлексивную линию, расположенную над границей пигментного эпителия сетчатки. Эта линия соответствует внутренним сегментам слоя фоторецепторов, что было установлено при использовании оптического сканера ультравысокого разрешения (Gloesmann M. et al., 2003). Эта структура не определяется на томографах 1 и 2 поколений.

Плексиформный слой и слой аксонов обладают относительно высокой рефлексивностью. Комплекс «пигментный эпителий сетчатки хориокапилляры» выглядит как гиперрефлексивная (красная) полоса. Хориоидея также обладает высокой рефлексивностью, хотя она не всегда четко дифференцируется на томограмме в связи с тем, что свет отражается лежащим над ней пигментным эпителием.

*Кистозный макулярный отёк.*

При сканировании у больных с подозрением на кистозный макулярный отек наиболее часто применяют протоколы сканирования «Линейный» (Line), «Перекрестье» (Cross Hair), «Картирование толщины сетчатки» (Retinal Thickness Map) и «Быстрое картирование толщины сетчатки» (Fast Retinal Thickness Map) и др. При ОКТ у больных с кистозным макулярным отёком различной этиологии (диабетическая ретинопатия, увеит, окклюзии сосудов и др.) определяются обычно следующие изменения: диффузное утолщение нейросенсорной сетчатки, её кистозные изменения в виде гипорефлексивных разнокалиберных пространств, субфовеолярное скопление жидкости, определяемое как субретинальная зона, в которой отсутствует отражённый сигнал (Gaucher D. et al, 2005; Karam E.Z. et al, 2005). Эти изменения встречаются как изолированно, так и в сочетании друг с другом.

### *Витреоретинальные тракции.*

ОКТ позволяет выявлять витреоретинальные тракции, которые выглядят на томограмме как тонкие гиперрефлективные тяжики, связывающие между собой кортикальные структуры стекловидного тела и внутреннюю поверхность сетчатки.

*Макулярные псевдоразрывы, ламеллярные макулярные разрывы, сквозные макулярные разрывы, макулярные микроразрывы.*

При сканировании у больных с подозрением на макулярный разрыв применяются те же протоколы, что и при обследовании пациентов с кистозным макулярным отеком. Сквозные макулярные разрывы, микроразрывы, макулярные псевдоразрывы и ламеллярные макулярные разрывы различные клинические состояния, схожие лишь по некоторым офтальмоскопическим признакам: в центре макулы определяется округлый чётко очерченный красноватый локус, свидетельствующий о возможном истончении сетчатки. Аналогичные изменения наблюдаются при кистозном макулярном отёке.

Существуют отличия в патогенезе этих заболеваний. При обоих состояниях отмечаются метаморфозии и одинаковое снижение остроты зрения. ОКТ позволяет отличить макулярный псевдоразрыв, обусловленный сокращением эпиретинальной мембраны, от ламеллярного макулярного разрыва, связанного со слиянием и разрывом стенок кист при кистозном отеке, благодаря ряду отличительных черт.

Для макулярных псевдоразрывов характерны следующие изменения: в фовеа определяется ямка небольшого диаметра (в среднем  $293 \pm 120$  мкм) с вертикальными круто обрывающимися утолщёнными краями; толщина сетчатки в центре фовеа нормальная или слегка увеличена (до  $167 \pm 42$  мкм при норме  $146 \pm 20$  мкм); в перифовеальной зоне на расстоянии 750 мкм от центра фовеа толщина сетчатки значительно больше (с височной стороны  $364 \pm 77$  мкм, с носовой  $362 \pm 71$  мкм), чем в норме ( $233 \pm 8$  мкм и  $253 \pm 9$  мкм, соответственно); в большинстве случаев определяется эпиретинальная мембрана, частично отслоённая от подлежащей сетчатки или соединяющаяся с краями разрыва ( Kusuhabara S. et al, 2004).

При ламеллярных разрывах определяются неравномерное истончение фовеа в виде выемки (средний диаметр  $569\pm 159$  мкм), умеренное утолщение сетчатки (с височной стороны до  $279\pm 40$  мкм и с носовой – до  $287\pm 37$  мкм) в перифовеолярной области, наличие щели между наружными и внутренними слоями сетчатки. Эта щель обычно бывает асимметричной, поэтому может определяться не на всех радиальных срезах. В 62 % глаз с ламеллярными разрывами выявляется эпиретинальная мембрана. В центре ламеллярного разрыва сетчатка, как правило, бывает значительно истончена, в среднем до  $70\pm 18$  мкм (Scott I.U. et al, 2003; Naouchine B. et al., 2004).

Сквозной макулярный разрыв выглядит на томограмме как центральный дефект всех слоев сетчатки, сочетающийся с утолщением нейроэпителлия по краям. В пределах утолщённого нейроэпителлия по краям дефекта нередко определяются множественные гипорефлективные кистозные полости. Могут выявляться эпиретинальная мембрана в виде тонкой гипорефлективной линии, прикрепляющейся к внутренним слоям сетчатки, задняя отслойка стекловидного тела в сочетании с признаками витреоретинальной адгезии, щелевидная отслойка нейроэпителлия и пигментного эпителия сетчатки, проминенция внутренних слоев сетчатки в зоне краёв разрыва (Montero J.A. et al, 2005).

N. Kitaya с соавторами (2004) считают, что после успешного хирургического лечения макулярных разрывов результаты ОКТ позволяют прогнозировать улучшение зрения в отдалённом периоде. Критерием, позволяющим рассчитывать на возможное улучшение зрения, авторы считают наличие на томограмме в послеоперационном периоде неровной высокорективной линии, находящейся над слоем пигментного эпителия сетчатки и соответствующего слою фоторецепторов.

При макулярных микроразрывах диаметр дефекта составляет 50-100 мкм. В 83 % глаз с микроразрывами установлено снижение остроты зрения до 0,2-0,9, в 64 % – центральная скотома, в 36 % – метаморфопсии (Zambarakji H.J. et al., 2005).

При сканировании на ОКТ-3 у больных с макулярными микроразрывами определяются следующие изменения: витреофовеолярная отслойка (33 % глаз), мелкий кистевидный дефект во внутренних слоях сетчатки и пигментном эпителии

(83 %). В некоторых случаях формирование макулярных микроразрывов может быть связано с солнечными ожогами сетчатки (Zambarakji H.J. et al., 2005).

#### *Хориоидальная неоваскуляризация*

В ранней стадии заболевания выявляются единичные разрывы в слое хориокапилляров, мембране Бруха и пигментном эпителии сетчатки, веретенообразное высокорекфлексивное образование на уровне этих структур с чёткими границами толщиной до 400 мкм и протяжённостью до 1 мм, деформация фовеального контура из-за утолщения и проминенции нейроэпителия над образованием (Руднева М.А. с соавт., 2004).

В некоторых случаях удаётся определить, что неоваскулярная мембрана формируется под слоем пигментного эпителия. Для поздней стадии болезни характерно наличие высокорекфлексивного образования толщиной 400-1100 мкм и протяжённостью до 3,5 мм, диффузного или кистозного отека сетчатки с её утолщением в фовеа до 800 мкм, нарушение фовеального контура.

На основании гистологических исследований выделяют две основные формы хориоидальной неоваскуляризации: тип I – неоваскулярный комплекс растёт под пигментным эпителием (чаще наблюдается, при возрастной макулярной дегенерации); тип II – мембрана располагается над пигментным эпителием в субретинальном пространстве (обычно встречается у лиц молодого возраста с миопией или увеитом).

В клинической практике для выбора оптимальной тактики лечения необходимо дифференцировать «классическую» (субретинальную) и «скрытую» (формирующуюся под пигментным эпителием) формы хориоидальной неоваскуляризации.

Ранее диагностировать тип поражения было возможно лишь при использовании инвазивных методов исследования – флюоресцентной или индоцианин зелёной-ангиографии.

#### *Друзы диска зрительного нерва*

Друзы выглядят на томограммах как высокорекфлексивные включения бело-красного цвета в ткани диска зрительного нерва, имеющей красно-жёлтый цвет. Диск зрительного нерва у пациентов с друзами, как правило, значительно проминирует.

Существует теория о том, что важную роль в происхождении друз диска зрительного нерва играет диаметр склерального канала. Согласно этой гипотезе формирование друз у лиц с узким склеральным каналом связано с компрессией нервных волокон в просвете канала и дегенерацией ганглиозных клеток, экстррузией аксональных митохондрий и их последующей кальцификацией.

M.S. Floyd и соавторы (2005) исследовали при помощи ОКТ диаметр склерального канала в 38 глазах пациентов с друзами, в 12 парных глазах без друз у них же, в 34 глазах их родственников в первом колене, не имеющих друз, и в 26 глазах здоровых лиц того же возраста. Авторы сделали вывод о том, что размеры склерального канала не являются этиологическим фактором в патогенезе друз.

#### *Атрофия зрительного нерва*

M.Monteiro и соавт. (2004) исследовали толщину СНВС у 16 пациентов (20 глаз) с атрофией зрительного нерва, обусловленной компрессией хиазмы. Несмотря на то, что при офтальмоскопии побледнение диска зрительного нерва выявлялось лишь в носовом и височном квадрантах, при ОКТ были обнаружены выраженные изменения не только общей средней толщины СНВС, но и средних показателей толщины СНВС для каждого из четырёх изученных квадрантов (верхнего, височного, нижнего и носового) и двенадцати часовых секторов по 30°.

У больных с компрессионной атрофией зрительного нерва средняя толщина СНВС в перипапиллярной зоне (общая и в четырёх перечисленных квадрантах) составляла  $79,94 \pm 7,17$ ,  $101,00 \pm 9,89$ ,  $62,21 \pm 12,71$ ,  $104,89 \pm 12,60$  и  $50,13 \pm 16,88$  мкм соответственно при норме  $117,72 \pm 9,53$ ,  $140,10 \pm 16,06$ ,  $86,50 \pm 12,17$ ,  $144,60 \pm 15,70$  и  $97,94 \pm 16,02$  мкм (Medeiros F.A. et al, 2005).

Таким образом, измерение толщины СНВС при ОКТ чувствительный диагностический инструмент для раннего выявления атрофии зрительного нерва.

#### *Гипоплазия зрительного нерва*

У больных с гипоплазией зрительного нерва при ОКТ, используя эти протоколы, можно определить диаметр диска зрительного нерва, толщину СНВС и толщину сетчатки в макуле (Фильчикова Л.Н. и соавт., 1994; Мосин И.М., 2005; Mosin

I.M. et al, 1995). ОКТ играет важную роль при выявлении сегментарной гипоплазии зрительного нерва. Кроме того, ОКТ позволяет диагностировать субклиническую гипоплазию зрительного нерва у пациентов с незначительными нарушениями зрения и почти нормальной офтальмоскопической картиной, когда диаметр диска зрительного нерва составляет 0,85-0,90 РД, а фовеолярный рефлекс хорошо дифференцируется или слегка ступёван (Летнева И.А., 2004; Мосин И.М. и соавт., 2005).

#### *Оптическая когерентная томография и миопия*

В настоящее время, как уже указывалось выше, большинство исследователей разделяют мнение о том, что по своему происхождению, течению и прогнозу близорукость неоднородна (Аветисов Э.С., 1987; Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н, Кушнаревич Н.Ю., 2004; Тарутта Е.П. и соавт., 2005). В связи с появлением метода ОКТ у клиницистов появилась возможность изучать структурные изменения сетчатки и ЗН миопического глаза, которые не видны при использовании общепринятых методов (офтальмоскопия, офтальмохромоскопия, ультразвуковое сканирование и пр.).

Так, в работах Holden В.А. и соавт. (2016) приведены данные толщины хориоидеи при миопии различной степени. Jaffe Н.Ж. с соавторами (2004), исследовав с помощью ОКТ больных высокой миопией (более 10 дптр.), выявили перипапиллярную атрофию нервных волокон, дистрофию пигментного эпителия, расширение сосудов хориоидеи, периферическую хориоидальную атрофию, которые не были обнаружены офтальмоскопически.

Другими авторами у лиц со слабой миопией были выявлены начальные дистрофические изменения в макулярной области сетчатки при прогрессирующей, осевой форме миопии (Luo H.D., et al, 2006).

По данным M.Mrugacz с соавт. (2005), появление «микроскладок» сетчатки при высокой степени миопии свидетельствуют о развитии дистрофической формы миопии. M.C.Lim (2005) установил, что чем больше длина оси глазных яблок, тем меньше толщина сетчатки и объём макулы.

Данные о зависимости толщины слоя нервных волокон сетчатки от степени миопии противоречивы (Luo H.D. et al., 2006).

В исследованиях А.В.Порхановой и А.Н.Бронской (2009) выделены изменения сетчатки, выявленные ОКТ у больных с миопией высокой степени после факто-эмульсификации катаракты.

Учитывая тот факт, что витреоретинальная патология нередко сопутствует катаракте при миопии высокой степени и может быть основной причиной снижения зрения. Было сделано заключение о том, что специфика выявленных ОКТ изменений сетчатки у пациентов с высокой близорукостью позволяет трактовать их как патогенетически обусловленные миопической болезнью глаза. Негативная динамика выявленных ОКТ изменений сетчатки позволяет отнести их к группе высокого риска прогрессирования ретинальной патологии и может быть использована в выборе сроков и методов лечения.

Такао и соавторы (1999) сообщали о том, что макулярный ретиношизис может быть выявлен при оптической когерентной томографии (ОКТ) на глазах с миопией высокой степени до появления макулярного отверстия. Они находили эту патологию в 9-34 % глаз с миопией высокой степени и задней стафиломой. Имелись данные о том, что приблизительно у половины пациентов с макулярным ретиношизисом макулярное отверстие или отслойка сетчатки развиваются в течение двух или более лет. Витреальную тракцию и изменения в склере и хориоретинальные изменения считают причинными факторами для формирования макулярного ретиношизиса.

Интравитреальная инъекция ранибизумаба оказывает положительный эффект при лечении миопической хорионейропатии, но может быть фактором риска развития более тяжёлого ретиношизиса в глазах с уже имеющимся ретиношизисом. J.Huang с соавторами (2014) сообщили, что в 7 из 11 глаз с уже имевшимся ретиношизисом развился более тяжёлый ретиношизис, средняя максимальная толщина сетчатки увеличилась с 380 до 467 мкм.



Изучалась также взаимосвязь осевой миопии с развитием и прогрессированием первичной открытоугольной глаукомы (Нестеров А.П., 1995; Chen S.D.M. et al, 2003; Chen S-J. et al, 2012).

Изменение биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза, нарушение нормального соотношения компонентов соединительной ткани, наблюдаемые у пациентов с осевой миопией, являются фактором риска быстрого прогрессирования глаукомной оптической нейропатии у пациентов этой группы (Иомдина Е.Н., 2000; Чекмарева Л.Т. и соавт., 2002; Эскина Э.Н., 2002). В то же время офтальмоскопически идентифицируемые изменения головки зрительного нерва, а также погрешности в интерпретации тонометрических данных и результатов периметрии зачастую не позволяют точно диагностировать ПОУГ в глазах с осевой миопией (Эскина Э.Н. и соавт., 2013).

Используемая оптическая когерентная томография сетчатки и зрительного нерва может играть важную роль в диагностике и мониторинге глаукомного процесса, в том числе и у пациентов с близорукостью. Для грамотного интерпретирования результатов томографии сетчатки и зрительного нерва пациентов с ПОУГ и осевой близорукостью необходимо иметь возможность сравнения морфометрических данных с таковыми при осевой миопии без ПОУГ.

По результатам С.А. Рыкова, С.А. Сука и соавторов (2013) измерения толщины слоя нервных волокон в перипапиллярной зоне выявили выраженное истончение слоя нервных волокон в группе с быстро прогрессирующей миопией.

По мере прогрессирования миопии было отмечено статистически значимое ( $p < 0,05$ ) углубление экскавации ДЗН в группе с медленно прогрессирующей близорукостью по сравнению со стабильной миопией. Отмечалось также постепенное расширение горизонтального диаметра экскавации ДЗН.

Сравнительный анализ исследуемых групп больных показал, что по мере прогрессирования близорукости происходит постепенное истончение нейроретинального комплекса во всех отделах.

Э.Н. Эскиной и А.В. Зыковой (2013) проведён анализ морфометрических данных у пациентов с осевой миопией без ПОУГ. Ими были проанализированы результаты обследования 13 человек (26 глаз) в возрасте от 20 до 53 лет с осевой миопией без признаков наличия ГОН, нарушений прозрачности оптических сред или заболеваний центральной области сетчатки.

Появились работы с попытками комплексного обследования заднего отрезка глаз с миопией: с оценкой толщины слоев ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного (Choi Y.J., Jeoung J.W., Park K.H., Kim D.M., 2013), хориоидеи (Maul E.A., Friedman D.S., Chang D.S., et al., 2011), слоя нервных волокон (Choi Y.J., Jeoung J.W., Park K.H., Kim D.M., 2013), параметров ДЗН.

Результаты исследования могут быть использованы для сравнительного интерпретирования аналогичных показателей у пациентов с осевой миопией при диагностировании первичной открытоугольной глаукомы.

Таким образом, миопия относится к наиболее распространенным патологиям органа зрения у детей и подростков. Прогрессирование близорукости – предвестник осложненного течения заболевания – миопической болезни, которая у значительной части таких больных приводит к инвалидизирующим исходам. В структуре инвалидности по зрению прогрессирующая осложненная близорукость занимает одно из ведущих мест.

Существующие методы лечения прогрессирующей миопии, по преимуществу, сегодня носят симптоматический характер; их эффективность при этом остается малоудовлетворительной.

Отчасти это объясняется полиэтиологичностью заболевания. Но несомненно и то, что современная клиническая практика способна диагностировать глазодонные изменения при прогрессировании близорукости лишь на поздних стадиях болезни, когда возможности патогенетического терапевтического воздействия сильно ограничены в своей результативности.

Указанные обстоятельства делают актуальными поиски путей ранней верификации, в частности, глазодонных изменений на начальных этапах миопической

болезни, когда рутинные исследовательские методики ещё не позволяют выявлять эти отклонения.

В этом смысле новые перспективы, как показывают первые исследования в этой области, открываются при использовании оптико-когерентной томографии: методика впервые дает возможность высокоточной объективной качественно-количественной оценки сетчатой и сосудистой оболочек глазного яблока, что открывает широкие возможности в привитальном исследовании различных сегментов глазного дна при целом ряде патологий, в том числе – и при миопии.

Первые работы в этом направлении показывают обнадеживающие результаты. Однако исследования эти носят разрозненный, несистематизированный характер, осуществлялись, по большей части, у взрослых миопов, не ставили целью мониторировать и, соответственно, сравнивать и анализировать изменения и закономерности этих изменений в томографических характеристиках у одних и тех же пациентов в течение относительно длительного периода наблюдений.

Следовательно, определение нормальных значений ОКТ у детей и подростков – с одной стороны, сравнительное изучение изменений томографических данных у детей и подростков с близорукостью в ходе онтогенеза и параллельного офтальмологического мониторинга – с другой, способны, очевидно, существенно прояснить картину появления и развития глазодонных изменений при прогрессирующей миопии.

Последнее обстоятельство несомненно расширит возможности ранней диагностики осложнений миопической болезни, что, как уже указывалось выше, является актуальной проблемой современной теоретической и практической офтальмологии.

## Г Л А В А 2.

### ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА РАБОТЫ.

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОБСТВЕННОГО МАТЕРИАЛА

##### **2.1. Задачи работы**

Как уже было сказано во введении, в задачи работы входило:

- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у офтальмологически здоровых детей и подростков;
- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у детей и подростков с псевдомиопией и неосложнённой миопией;
- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у детей и подростков с осложнённой миопией;
- анализ и выделение достоверных патогномичных томографических качественно-количественных признаков миопической болезни у детей и подростков.

##### **2.2. Методика работы. Общая характеристика собственного материала**

Настоящая работа выполнялась в республиканском Центре охраны зрения детей Министерства здравоохранения Армении при клинике офтальмологии Ереванского государственного медицинского университета (ЕГМУ) имени Мхитара Герацци Министерства образования и науки Армении.

В исследование было вовлечено 103 человека (206 глаз) с близорукостью разных степеней в возрасте от 7 до 15 лет и 25 офтальмологически здоровых лиц того же возраста (50 глаз): всего, таким образом 128 детей и подростков (256 глаз), которые и послужили материалом настоящей работы.

Подбор офтальмологически здоровых лиц и больных близорукостью, как это видно из табл. 1, старались осуществить с сохранением сравнительного количественного соотношения по возрастным группам: 7-10 лет (младшая возрастная группа) и 11-15 лет (старшая возрастная группа).

Таблица 1.

## Распределение обследованных по возрастным группам

Возрастные группы	Число здоровых	Число близоруких	Всего:
Младшая (7-10 лет)	13	53	66
Старшая (11-15 лет)	12	50	62
Всего:	25	103	128

То же самое справедливо при разделении здоровых лиц и больных близорукостью по половому признаку (табл. 2, рис. 1). Все пациенты при первичном осмотре обследовались по нижеприводимой единой схеме:

– анамнестический расспрос; при этом обращали внимание на возраст появления первых признаков расстройства зрения, сведения об условиях и режиме зрительной работы, наличие соматических отклонений в физическом развитии, характер перенесённых заболеваний, факторы наследственной отягощённости (в частности, по близорукости);

– пробы с прикрыванием глаз, исследование характера зрения;

– исследование функции конвергенции;

Таблица 2.

## Распределение обследованных по полу

Пол лиц	Число здоровых	Число близоруких	Всего:
Мальчики	11	51	62
Девочки	14	52	66
Всего:	25	103	128

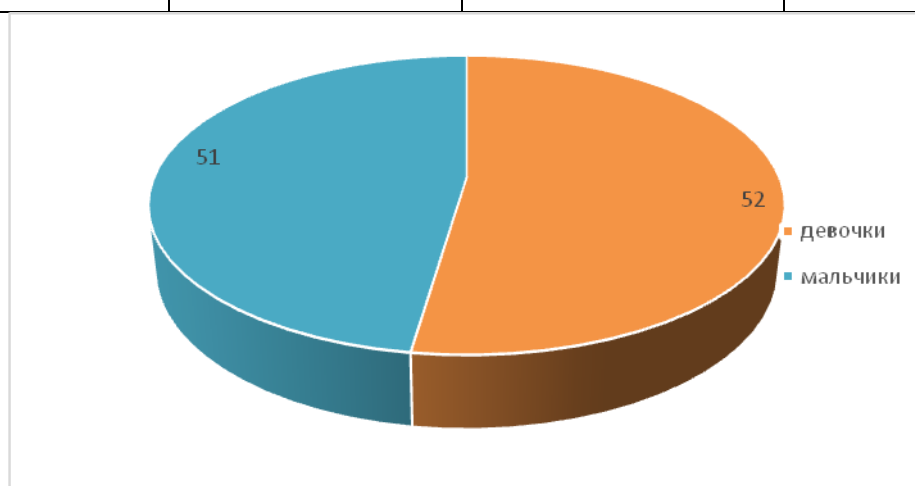


Рис. 1. Распределение по полу больных близорукостью

- визометрия (вне условий оптической коррекции и в условиях оптической коррекции аметропии);
- биомикроскопия глазных сред;
- офтальмоскопия;
- определение статической рефракции;
- офтальмометрия;
- периметрия;
- исследование цветового зрения;
- эхобиометрия передне-задней оси (ПЗО) глазного яблока;
- офтальмотонометрия;
- оптическая когерентная томография заднего отрезка глазного яблока.

При необходимости проводились консультации смежных специалистов. Диагноз устанавливали на основании данных анамнеза заболевания, результатов общего офтальмологического обследования и оптико-когерентного томографического исследования сетчатки (ОКТ). Клиническая классификация миопов проводилась по Э.С.Аветисову (1986). Изначальное (при первичном осмотре) распределение миопов по степени близорукости, включая лиц с псевдомиопией (спазмом аккомодации), которые отнесены к близорукости слабой степени, представлено в табл. 3.

*Таблица 3.*

*Распределение лиц с близорукостью по степени миопии*

<b>Степень миопии</b>	<b>Абс. число</b>	<b>В процентах</b>
Слабая	58	56,3
Средняя	25	24,3
Высокая	20	19,4
Всего:	103	100,0

Как видно из таблицы 3, при первичном подборе больных предпочтение отдавали детям со слабой степенью близорукости (56,3 %). Такая выборка материала не случайна: согласно задачам исследования, требовалось выявить наиболее ранние,

диагностически достоверные признаки перехода неосложнённой миопии в осложнённую по хориоретинальному типу в ходе их оптико-когерентного томографического мониторинга в процессе возможного прогрессирования близорукости, что наиболее наглядно можно было выявить именно у миопов слабой степени (с неосложнёнными формами патологии) – по мере роста у этих детей аметропии в онтогенезе.

ОКТ-обследование внутренних оболочек заднего отрезка глазного яблока при первичном осмотре осуществляли у всех офтальмологически здоровых лиц (25 человек), составивших контрольную выборку, и всех детей и подростков с миопией (103 человека, основная выборка): всего у 128 лиц.

При последующем ведении больных с миопией (103 человека) томографические исследования регулярно повторяли у них же в целях сравнительного анализа не реже одного-двух раз в год на протяжении всего срока диспансерного наблюдения и курации; при необходимости – чаще. Сроки наблюдения – от 3-х до 5-ти лет.

Помимо вышеприведённых клинических методов исследования использовали методы компьютеризированного статистического анализа. Численные усреднения по сравнительному изучению какого-либо признака при двух различных во временных промежутках исследованиях осуществляли методом Стьюдента для парных значений: достоверным признавали результат при  $p < 0,05$ . При числе более двух рассматриваемых признаков применяли метод ANOVA. При этом  $p < 0,05$  дополнительно использовали метод Тьюка с целью выделения значимого для полученных изменений признака (показателя). Осуществлялся также частотный анализ материала.

Все обследованные дети и их родители были проинформированы о целях и методах планируемого исследования: родители при этом давали своё письменное согласие. Характеристики использованных методов исследования и полученные при первичном обследовании данные представлены ниже, для большей наглядности частично проиллюстрированные.

### **2.2.1. Сбор анамнеза**

Возраст появления первых признаков расстройства зрения у детей с близорукостью, по-преимуществу, колебался между 5-10-ым годами жизни: у 32 (31,1 %) и 59 (57,3 %) детей, соответственно; в остальных 11,6 % случаев (12 детей) уточнить эти данные у родителей не представилось возможным. То есть более чем в половине случаев миопия развилась в ходе обучения в среднеобразовательной школе. Если вкупе с этим аспектом принять также во внимание то обстоятельство, что наследственно отягощёнными по миопии признаны лишь 18 человек (17,5 %) из общего числа близоруких (103 ребёнка; 100,0 %), то следует, очевидно, признать, что почти в 40 процентах случаев (41 ребёнок; 39,8 %) причины появления и развития миопической рефракции следует искать в нарушениях режима зрительной работы в ходе школьного обучения. Интересными (по консультациям с педиатрами) оказались данные и по общефизическим показателям развития детей и подростков: так, почти в трети случаев (29 детей; 28,2 %) отметили отставания от возрастных показателей соматического развития: низкие показатели роста и массы тела; выявлялась некоторая отсталость в уровне умственного развития при одновременном наличии лабильности нервной системы; определяли признаки кальциевой недостаточности (челюстно-лицевой дизостоз, позднее закрытие центрального родничка); у этого же контингента детей в анамнезе присутствовали частые простудные болезни, лёгкая восприимчивость к инфекционным заболеваниям, сравнительно пролонгированное и тяжёлое их течение, разнохарактерные аллергические проявления как на лекарственные, так и обычные бытовые агенты. Вышеуказанные обстоятельства подтверждают приведённые в Главе 1 сведения о социальном значении здравоохранительных мероприятий в профилактике развития близорукости у детей и подростков.

### **2.2.2. Исследование характера зрения**

Исследование характера зрения проводили на четырёхточечном цветотесте Белостоцкого–Фридмана по традиционной методике с 5-ти метров в условиях



переносимой оптической (очковой) коррекции аметропии. У 25 детей контрольной группы во всех случаях определили устойчивый бинокулярный характер зрения (без очков). У всех детей с псевдомиопией и миопией слабой степени (58 человек) результаты оказались такими же. В 6 случаях из 25 близорукие со средней степенью аметропии имели амблиобинопию по типу чередования слияния и двоения: при этом тестом с прикрыванием глаз (cover-test) и пробой с призмами выявляли непостоянную экзофорию в 2-4 призм. дптр. Подобная картина заметно чаще наблюдалась у лиц с высокой миопией: у 17 человек из 20; в то же время ни в одном из случаев экзофория не манифестировала в экзотропию, что в известной степени свидетельствовало об относительной устойчивости бинокулярного сотрудничества у этих больных – с одной стороны, с другой – именно по этой причине, о приобретённом характере близорукости.

### **2.2.3. Исследование функции конвергенции**

Функцию конвергенции исследовали по традиционной методике на аккомодационно-конвергенцтренире АКТ-2 бинокулярно в условиях переносимой очковой коррекции аметропии и без неё; нормой считали сохранение симметричных конвергентных движений парных глаз при приближении тест-объекта прибора до 5-6 см. У всех обследованных контрольной группы (25 детей) конвергенция определялась как нормальная. Ослабление конвергентной функции в условиях оптической коррекции отмечено лишь в 12 случаях (11,7 %) (предел конвергенции 7-8 см или более) у больных с высокой степенью миопии; вне условий оптической коррекции зафиксировано намного чаще: почти все дети со средней миопией (21 из 25 человек) и все больные с высокой миопией (20 человек); всего, таким образом, у 41 больного нашей выборки пациентов с близорукостью (у 39,8 %).

### **2.2.4. Визометрия**

Визометрия – исследование и определение остроты зрения проводилась по традиционной методике с использованием аппарата Рота по таблицам Головина–Сивцева или Ландольдта, в отдельных случаях – перепроверялась на проекционных визометрах («Magnon CP-690») (рис. 2.)



*Рис. 2. Проектор знаков «Magnon CP-690»*

Исследование осуществляли с 5 метров – вначале монокулярно (поочередно – на каждом из парных глаз), далее – бинокулярно: вне условий оптической коррекции и в условиях оптической коррекции имеющейся аметропии.

Сразу отметим, что у всех детей контрольной группы (25 человек, 50 глаз) острота зрения при всех условиях обследования была определена равной 1,0.

Острота зрения для дали вне условий оптической коррекции у больных с близорукостью только у пациентов с псевдомиопией и частично с миопией слабой степени превышала 0,1.

Пробная оптическая коррекция аметропии позволяла достичь остроты зрения 0,9-1,0 у абсолютного большинства пациентов; корригируемая острота зрения 0,8 и ниже во всех случаях определялась только у части больных с высокой степенью близорукости (табл. 4).

*Таблица 4.*

*Распределение глаз с близорукостью по величине корригированной остроты зрения*

<b>Острота зрения</b>	<b>Абс. число</b>	<b>В процентах</b>
0,4 и ниже	3	1,5
0,5-0,6	5	2,4
0,7-0,8	12	5,8
0,9-1,0	186	90,3
<b>Всего:</b>	<b>206</b>	<b>100,0</b>

Как видно из приведённой таблицы, только на 20 (9,7 %) близоруких глазах (все 10 детей с высокой степенью миопии) из 206 (100,0 %) имели изначально нарушения центральной зрительной функции.

### **2.2.5. Биомикроскопия глазных сред**

Биомикроскопическое исследование глазных сред проводили по традиционной методике применения щелевой лампы «Magnon SL-250» (рис. 3).

Отметим здесь, что обследование детей мы начинали, как правило, с фентоскопии и лишь затем переходили к собственно микроскопии глазных сред. Основное внимание при этом уделяли исследованию роговой оболочки, стекловидного тела. Сразу отметим, что ни у одного и обследованных контрольной группы (25 человек) биомикроскопически не выявлено каких-либо отклонений от нормы.



*Рис.3. Лампа щелевая «Magnon SL-250»*

То же оказалось справедливым и у всех лиц со слабой степенью миопии (58 человек), и большинства лиц со средней степенью (20 человека из 25). Одновременно, у 5 детей с миопией в 4,5-6,0 дптр и 14 детей с миопией выше 6,0 дптр биомикроскопия стекловидного тела выявила её деструкцию от слабовыраженной до умеренной степеней; определяемые витреальные помутнения при этом носили «плавающий», нефиксированный характер.

### **2.2.6. Исследование глазного дна**

Исследование глазного дна осуществляли традиционными методами и посредством оптической когерентной томографии. У всех пациентов (128 человек) глазное дно осматривали при помощи прямой офтальмоскопии, у части обследованных (45 человек со средней и высокой степенями близорукости) осмотр дополняли использованием обратной офтальмоскопии (зеркальный офтальмоскоп ОЗ-3, бинокулярный налобный офтальмоскоп «Heine») (рис. 4) и офтальмохромоскопии по А.М. Водовозову (офтальмохромоскоп Водовозова, ОФВ-1).



*Рис. 4. Бинокулярный налобный офтальмоскоп «Heine»*

Результаты обследования глазного дна, включая томографические исследования, приведены ниже (см. главу 3).

### **2.2.7. Определение статической рефракции**

Определение статической рефракции проводили на фоне медикаментозной циклоплегии. Циклоплегия достигалась двукратной инстилляцией 1 %-раствора пентатропа (Sol. Pentatropi 1,0 %, циклопентолата гидрохлорид) с интервалом в 10 минут. Исследование проводилось через 30-40 минут после первой инстилляцией каплей. Объективную рефракцию у всех пациентов (128 человек) определяли методами скиаскопии (набор СЛ-2) и авторефрактометрии на автоматическом рефрактометре производства фирмы «Nidek» (Япония) (рис. 5).

В ряде случаев (в основном, для уточнения главных меридианов аметропии) у детей младшей возрастной группы контрольная рефрактометрия проводилась с использованием полосчатых скиаскопов («штрих-скиаскопия»).



*Рис. 5. Авторефрактометр «Nidec AR-1»*

Эмметропическая и гиперметропическая рефракция в 1,0-2,0 дптр выявлена у 25 детей контрольной группы, соответственно, у 10 и 15 обследованных.

В остальных 103 случаях рефракцию определили как миопическую: слабой (58 детей), средней (25 детей) и высокой (20 детей) степеней (см. табл. 3). При этом, дети с т.н. псевдомиопией (14 человек), т.е. лица со слабой близорукостью до циклоплегии и с эмметропией и дальнозоркостью в 0,5-1,0 дптр на высоте циклоплегии, намерено были отнесены к подгруппе миопов слабой степени.

При наличии роговичного астигматизма величину аметропии исчисляли по сферическому эквиваленту (СЭ). Отметим здесь, что при проведении первичной выборки клинического материала к дальнейшему нашему исследованию привлекали детей или исключительно со сферической аметропией (50 человек), или с правильным прямым миопическим астигматизмом силой не более, чем в 0,5-1,0 дптр (53 человека). Такой подбор диктовался желанием при решении выставленных в настоящей работе задач исключить факторы, сопряжённые с выраженной астигматической аметропией: сегментарный аккомодоспазм, «секторальная» амблиопия, изначально выраженная асимметрия формы фиброзной капсулы глаза и некоторые другие, присущие глазам со значительными степенями астигматизма.

### **2.2.8. Офтальмометрия**

Офтальмометрию проводили посредством офтальмологического комбайна «Magnon OM-250» (рис. 6) по традиционной методике.

Задачей исследования здесь ставили сравнение получаемых показателей роговического преломления с общей рефрактометрией (см. подраздел 2.2.7.) исключить наличие хрусталикового астигматизма в целях унификации первичного клинического материала.

У всех пациентов данные по направлениям главных меридианов и рефракционной разнице между ними соответствовали таковым при авторефрактометрическом и скиаскопическом исследованиях.



*Рис 6. Офтальмометр «Magnon OM-250»*

### **2.2.9. Периметрия**

Исследование границ полей зрения с учётом детского возраста обследованных ограничились проекционной периметрией (прибор производства фирмы «Haag-StreitBern», Швейцария–США) (рис. 7).



*Рис. 7. Периметр «Haag–StreitBern», Швейцария–США*

При миопии до 5,0 дптр периметрию проводили без оптической коррекции, при большей близорукости – в очковой коррекции аметропии. Периметрию проводили при стандартных фотопических условиях фоновой яркости.

Отметим, что у всех лиц контрольной группы (25 человек) и большинства детей с близорукостью (78 человек; 75,8 %) не выявили сколько-нибудь значимых изменений в периметрических показателях. Одновременно, у 5 больных со средней и 14 больных с высокой степенями близорукости (19 человек; 18,4 %) при первичном обследовании выявили ограничения периферических границ полей зрения, в среднем, на 12-18 градусов от нормальных значений: по преимуществу, в верхне-наружных квадрантах.

#### **2.2.10. Исследование цветового зрения**

Исследование функции цветового зрения проводили традиционной методикой по цветовым таблицам Рабкина и Ишихара (Ishihara). Все лица контрольной группы (25 человек) и подавляющее большинство лиц с близорукостью (93 человека; 90,3 %) оказались нормальными трихроматами.

У 10 миопов мужского пола (9,7 %) выявлена дихромазия: протанопия в 8 случаях, дейтеранопия – в 2; при этом какой-либо корреляции между имеющейся цветоаномалией и степенью близорукости не выявлено.

#### **2.2.11. Эхобиометрия передне-задней оси глазного яблока**

Исчислению величины передне-задней оси (ПЗО) глазного яблока традиционно придают важное значение в оценке степени растяжения фиброзной капсулы глаза в ходе прогрессирующего развития миопической болезни. Исследование проводили на офтальмологическом ультразвуковом А/В сканнере-биометре «Tomey UD-6000» (Япония) (рис. 8).

Уровни корреляции величин ПЗО с рядом показателей параллельных исследований миопических глаз будут рассмотрены в главе 3.



*Рис. 8. Ультразвуковой офтальмосканнер «Tomey UD-6000» (Япония)*

#### **2.2.12. Офтальмотонометрия**

Измерение внутриглазного давления (ВГД) с учётом возраста обследованных проводили по максимально безопасной методике: транспальпебрально посредством электронного тонометра-индикатора глазного давления ИГД-02 (РФ) (рис. 9).





*Рис. 9. Индикатор глазного давления ИГД-02*

В приборе использован динамический (баллистический) способ дозированного механического воздействия для оценки величины ВГД, благодаря которому исключается влияние глазного века на результаты оценки. Проблема решена за счёт сжатия века на площади диаметром всего в 1,5 мм. В отличие от аппланационной тонометрии по Гольдману оценка ВГД баллистическим методом происходит почти мгновенно. В связи с этим на показания индикатора в большей степени влияют ритмичные и случайные колебания офтальмотонуса. Как правило, эти колебания не превышают 2-4 мм рт.ст.

Указанный метод чрезвычайно удобен именно в детской офтальмологической практике. Изменения ВГД от значений первичного измерения в ходе клинического мониторинга детей и подростков с близорукостью будет представлено ниже (глава 3).

### **2.2.13. Оптическая когерентная томография**

Оптическая когерентная томография (ОКТ) была разработана в конце 1980-х годов в оптической лаборатории Массачусетского технологического института.

В основе метода лежала попытка экспериментального измерения корнеальной абляции после эксимер-лазерного вмешательства в режиме реального времени. Претерпев неудачу в этом направлении, исследователи быстро определили новые возможности ОКТ в качестве методики для измерения статической плотности тканей глаза в онлайн-режиме. Первая публикация, посвященная ОКТ-исследованию, появилась в 1991 году.

Сегодня можно смело говорить о том, что ОКТ является одним из важнейших современных вспомогательных диагностических методов в офтальмологии и, несомненно, самым важным вспомогательным диагностическим методом для оценки состояния сетчатки глаза.

ОКТ – это медицинская диагностическая сканирующая методика, позволяющая получать трёхмерные изображения с микронным разрешением. Она основана на принципах оптической рефлектометрии, включающей измерение степени обратного рассеяния света, проходящего через прозрачные или полупрозрачные среды (биологические ткани). Это достигается путем измерения интенсивности и времени появления эхосигнала от пучка света, отражённого от исследуемых тканей. Свет от широкополостного источника излучения разделяется на два пучка: опорное плечо и плечо, отражённое от исследуемого объекта, которые идут обратно от структур, находящихся на различной глубине в пределах заднего полюса глазного яблока.

ОКТ-исследования в офтальмологической клинике ЕГМУ проводились согласно международным стандартным протоколам при помощи прибора «Stratus OCT-3» («Carl-Zeiss Meditec», США) (рис. 10).

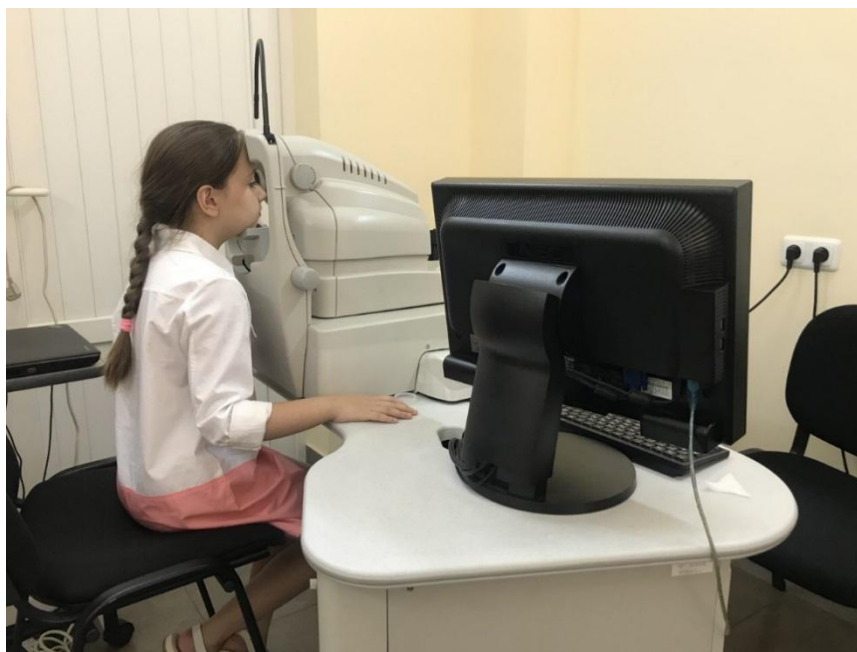


*Рис.10. Оптический когерентный томограф «Stratus OCT-3» (производство «Carl-Zeiss Meditec», США): модель 3000 (Instrument and Stratus Review Software Version 6.0)*

Манипуляции офтальмолога в ходе ОКТ сетчатки и диска зрительного нерва напоминают действия при работе с фундус-камерой.

Пациенту предлагают зафиксировать взгляд обследуемым глазом на специальной метке (рис. 11), после чего врач выполняет ряд сканирований и отбирает наиболее информативное изображение, позволяющее оценить состояние органа зрения. Диагностика полностью безболезненна и занимает минимум времени. Пациент смотрит в объектив, линза которого расположена на расстоянии 9 мм от роговицы, фиксируя взгляд на внутреннем зелёном светодиоде. Пациенту необходимо сосредоточить взгляд на статической мерцающей точке.

Приближение камеры осуществляется до момента передачи картинки на монитор. При возникновении потребности производится фиксация камеры с последующим сканированием органа. В случаях, когда имеются проблемы с фиксацией исследуемого глаза, например, у больных с макулярной патологией или нистагмом, возможно применение внешнего фиксатора взгляда с красным светодиодом, напоминающего по конструкции аналогичное устройство на щелевой лампе, либо сделать это другим, лучше видящим глазом.



*Рис. 11. Положение больного в ходе исследования*

Юстировка положения головы и глаз больного, области и окна сканирования по высоте осуществляется одновременно вручную и автоматически при помощи программного обеспечения. Поиск и последующее фотографирование сканируемой области глазного дна осуществляются в ходе исследования при помощи цифровой

видеокамеры, работающей в бескрасном режиме. Фотографировать исследуемую область глазного дна в бескрасном свете можно как со вспышкой, так и без неё. Изображение области сканирования глазного дна и результаты исследования отображаются на видеомониторе, продолжительность обследования по определённому протоколу варьирует от 1.3 до 12 сек, в течение которых пациент должен удерживать взгляд на фиксационном стимуле и не моргать. Оператор выполняет несколько сканирований, а затем выбирает лучшее по качеству и информативности изображение.

Обследование основано на том, что ткани организма в зависимости от структуры по-разному могут отражать световые волны. При его проведении измеряется время задержки отражённого света и его интенсивность после прохождения через ткани глаза. Учитывая очень высокую скорость световой волны, прямое измерение этих показателей невозможно. Для этого в томографах используется интерферометр Майкельсона.

Низкокогерентный луч света инфракрасного спектра с длиной волны 830 нм (нанометров) (для визуализации сетчатки) или 1310 нм (для диагностики переднего отрезка глаза) разделяется на два пучка, один из которых направляется к исследуемым тканям, а другой (контрольный) – к специальному зеркалу. Отражаясь, оба воспринимаются фотодетектором, образуя интерференционную картину (рис. 12).

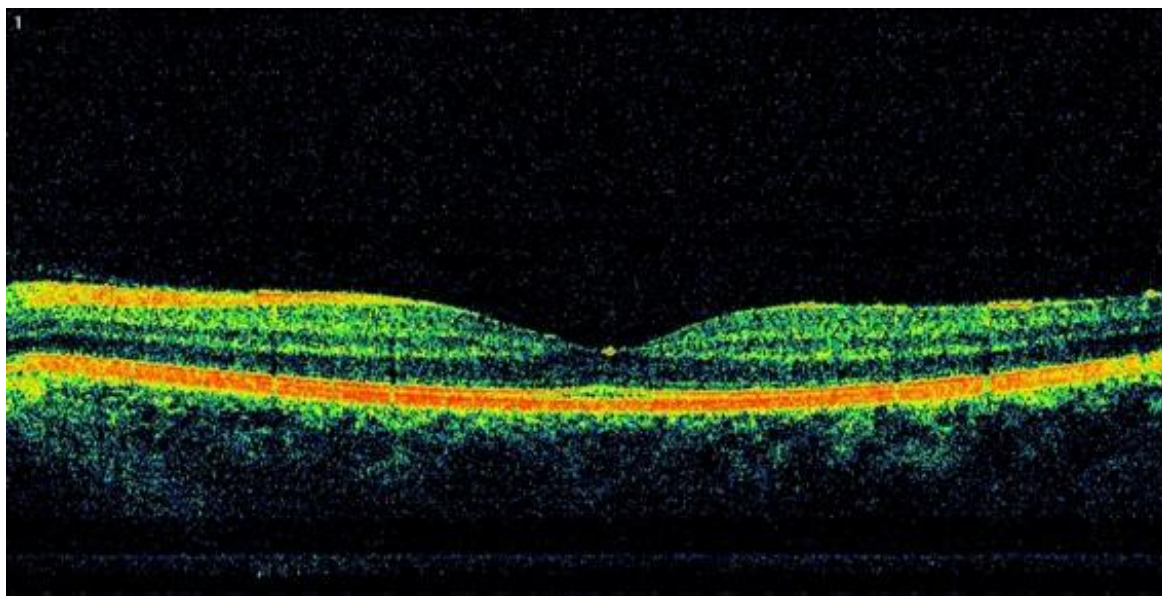
Она, в свою очередь, анализируется программным обеспечением, и результаты представляются в виде псевдоизображения, где в соответствии с предустановленной шкалой участки с высокой степенью отражения света окрашиваются в «теплые» (красный) цвета, с низкой – в «холодные» вплоть до чёрного.

Более высокой светоотражающей способностью обладает слой нервных волокон и пигментного эпителия, средней – плексиформный и ядерный слои сетчатки.

Стекловидное тело оптически прозрачно и в норме имеет на томограмме чёрный цвет. Для получения трёхмерного изображения сканирование проводится в продольном и поперечном направлениях.

Проведение ОКТ может быть затруднено наличием отёка роговицы, помутнением оптических сред, кровоизлияниями.

ОКТ позволяет определить и оценить: морфологические изменения сетчатки и слоя нервных волокон, толщину этих структур; различные параметры диска зрительного нерва; анатомические структуры переднего отрезка глаза и их пространственное взаимоотношение.



*Рис. 12. ОКТ-картина макулярной области в норме*

Результаты обследования нами приведены в виде различных протоколов, карт и таблиц, позволяющих визуально и количественно определять изменения. Для сравнения используется нормативная база данных, вложенная в память производителями томографа. В ней указано в процентах относительное количество здоровых людей, которые имеют аналогичные показатели обследуемых тканей.

Соответственно, чем реже они встречаются в популяции, тем больше вероятность, что данные изменения являются признаком патологии.

Противопоказания для проведения ОКТ-исследования относительны и мало-численны. Так, томография не даст результатов при наличии проблем с прозрачностью глазных сред; исследование не проводят пациентам, у которых отсутствует возможность зафиксировать взгляд на период до 2 секунд для выполнения сканирования; необходимо повременить с обследованием при выполненных накануне осмотрах глаза с применением панфундускопа, линзы Гольдмана, гониоскопов. Томография назначается только после очищения полости конъюнктивы от контактной среды, красителей.

ОКТ исследования в клинике офтальмологии ЕГМУ проводились согласно международным (стандартным) протоколам при помощи прибора «Stratus OCT-3» производства фирмы «Carl-Zeiss Meditec» (Model 3000, Instrument and Stratus Review Software Version 6.0; США).

В зависимости от цели исследования можно применять различные протоколы сканирования, предусмотренные коммерческим софтом: «Круговой» (Circle), «Перекрестье» (Cross Hair), «Линии растра» (Raster Lines), «Диск зрительного нерва» (Optical Disc), «Картирование толщины сетчатки» (Retinal Thickness Map) и «Быстрое картирование толщины сетчатки» (Fast Retinal Thickness Map) и др.

Наиболее быстрый и простой протокол сканирования – «Линейный» (Line) – предусматривает получение одного поперечного изображения сетчатки любого направления и заданной оператором длины. Наиболее значимая функция когерентного томографа заключается в возможности количественной оценки толщины сетчатки в исследуемой области. Для реализации этих задач на сканере OCT-3 применяют режимы сканирования и анализа изображения «Картирование толщины сетчатки» (Retinal Thickness Map) и «Быстрое картирование толщины сетчатки» (Fast Retinal Thickness Map). При этих режимах сканирования используют 6 радиальных срезов длиной около 6 мм, располагающихся с интервалом в 30° друг от друга и пересекающихся в центре фовеолы.

Каждый из шести срезов после компьютерной обработки представляет собой поперечное изображение сетчатки или диска зрительного нерва.

Карта поверхности сетчатки представлена на дисплее в виде круга, в пределах которого толщина сетчатки в каждой изучаемой точке представлена определённым условным цветом, что напоминает контурные карты синоптиков: красный и белый цвета обозначают зоны сетчатки, в которых её толщина значительно превышает норму (более 300 мкм); синий, серый и чёрный цвета тонкие участки сетчатки (толщиной менее 180 мкм); зелёный и жёлтый цвета области средней толщины (приблизительно от 180 до 300 мкм) (рис. 13).

Результаты анализа при использовании протоколов сканирования «Картирование толщины сетчатки» (Retinal Thickness Map) и «Быстрое картирование толщины

сетчатки» (Fast Retinal Thickness Map) включали 6 изображений поперечных срезов сетчатки, цветную и цифровую топографические карты сетчатки, на которых, помимо обозначения толщины сетчатки условными цветами в исследуемых точках: показаны усреднённые параметры толщины сетчатки в микрометрах (мкм) в 9 секторах. Функцию измерения объёма макулы использовали для определения изменения толщины макулы в динамике, что позволяет судить о течении заболевания.

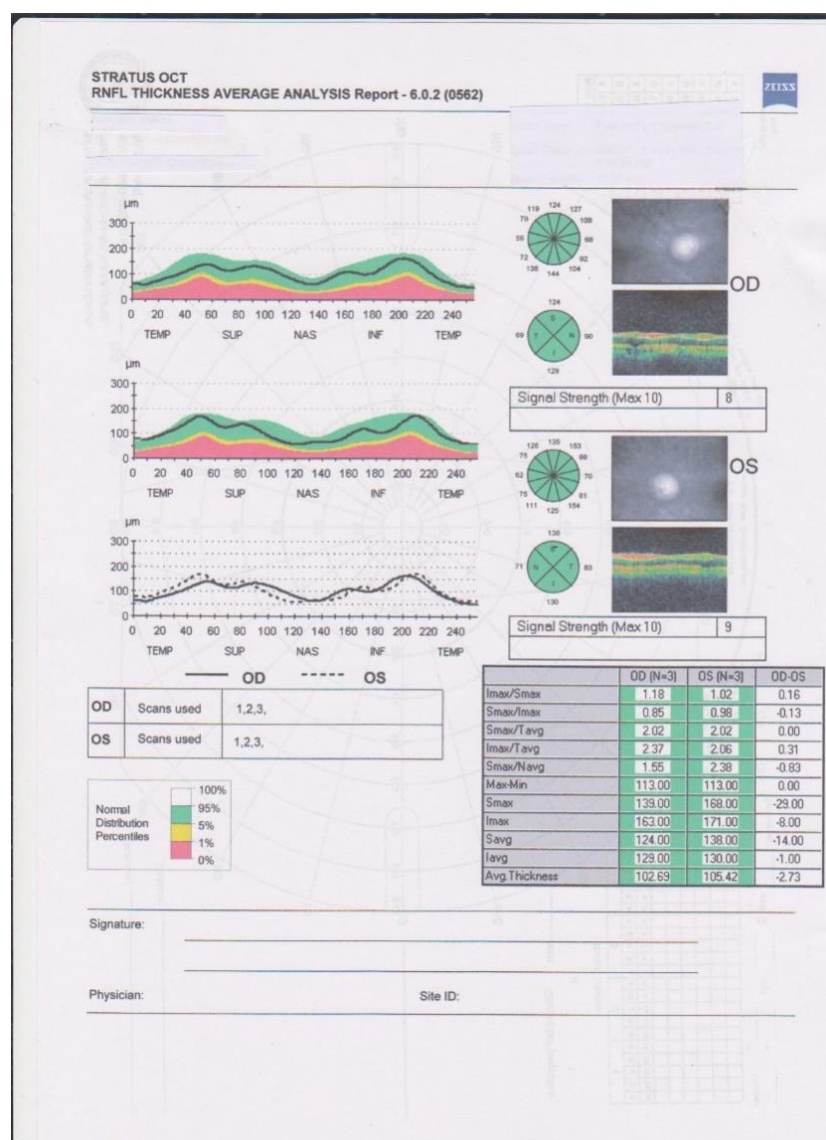


Рис. 13. Приборное картирование проведённого ОКТ-исследования

Для исследования слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) применяли, как правило, следующие протоколы сканирования и анализа: «Толщина слоя нервных волокон сетчатки» (RNFL Thickness), «Быстрый анализ толщины слоя нервных

волокон сетчатки» (Fast RNFL Thickness), «Карта толщины слоя нервных волокон сетчатки» (Fast Thickness Map).

Благодаря имеющемуся в сканере ОКТ-3 софту, возможен сравнительный анализ результатов исследования толщины СНВС у пациентов старше 18 лет с возрастными нормативами. Одновременно, ещё раз отметим, что до сегодняшнего дня не проводилось исследований по характеристике нормальных показателей ОКТ-исследования в детском возрасте.

Цветом на распечатке кодируется соответствие отдельных измерений (А-сканов) возрастным нормативам. Красным и белым цветами на диаграмме и в таблице обозначаются значения измерений толщины СНВС, не соответствующие норме. Красным цветом обозначается значительное уменьшение толщины СНВС по сравнению с возрастной нормой. Белым цветом отображается увеличение толщины СНВС, наблюдаемое, например, у больных с застойным диском вследствие отёка аксонов. Зелёным цветом на диаграмме обозначают границы нормы. Графическое изображение толщины СНВС тестируемого пациента (чёрная кривая) лежит в пределах зелёной зоны, если 90 % А-сканов, полученных при его обследовании, соответствуют пределам нормы.

Нормальная картина когерентной томографии СНВС и слоя ганглиозных клеток представляются как структуры с высокой рефлексивностью (окрашены, преимущественно, в красный цвет). Ядерный слой и наружные сегменты фоторецепторов выглядят как гипорефлективные структуры (зелёный, голубой и синий цвета).

При исследовании на сканере ОКТ-3 можно обнаружить тонкую высокореклексивную линию, расположенную над границей пигментного эпителия сетчатки. Эта линия соответствует внутренним сегментам слоя фоторецепторов. Плексиформный слой и слой аксонов обладают относительно высокой рефлексивностью. Комплекс «пигментный эпителий сетчатки – хориокапилляры» выглядит как гиперрефлективная (красная) полоса. Хориоидея также обладает высокой рефлексивностью, хотя она не всегда чётко дифференцируется на томограмме в связи с тем, что свет отражается лежащим над ней пигментным эпителием.



#### **2.2.14. Методика работы**

Исходя из задач исследования, методика работы заключалась в следующем.

Первый этап преследовал цель выявить усреднённые ОКТ-показатели у детей в норме. Выше уже отмечали, что на сегодня все общепринятые нормальные показатели томографического исследования достоверно выявлялись лишь у взрослых лиц.

Корректная трактовка когерентной томографии у близоруких детей с ожидаемой патологией внутренних оболочек глазного яблока требовала достоверных представлений о томографической норме именно в детском возрасте.

Далее по приведённой в начале этого раздела схеме проводили обследование детей и подростков с миопией с применением, помимо традиционных, метода оптической когерентной томографии, по ходу наблюдения и ведения их в клинике офтальмологии Первого университетского клинического комплекса «Гераци» Ереванского госмедуниверситета имени М.Гераци. Мониторинговые исследования осуществляли один-два раза в год на протяжении не менее трёх лет, в части некоторых случаях – до пяти лет. Фиксировали отсутствие или появление ОКТ-изменений, очерёдность проявления последних, количественно-качественные характеристики этих изменений в динамике – в процессе онтогенеза детей с миопией как при стационарном, так и прогрессирующем течении болезни. Рассматривали получаемые данные в контексте сравнительной оценки рутинных и томографических признаков перехода неосложнённой миопии в осложнённую: особое место при этом уделяли выделению ранних признаков диагностической ОКТ-«демаркации» начала осложнённого течения близорукости по хориоретинальному типу.

Интересным также представлялось выявление возможных достоверных корреляционных связей между картиной ОКТ, с одной стороны, и такими общепринятыми в пропедевтике миопической болезни факторами, как рост статической рефракции, удлинение ПЗО глазного яблока, развитие миопического хориоретинита – с другой.

Освещению этих и ряда других исследований и посвящена следующая глава настоящей работы.

## ГЛАВА 3.

### РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### **3.1. Результаты исследований офтальмологически здоровых детей**

Данный этап работы преследовал цель выявить усреднённые показатели нормы оптико-когерентного томографического исследования у офтальмологически здоровых детей и подростков. Ранее уже отмечали, что несмотря на достаточное большое количество работ по ОКТ-обследованию глаз с разнообразными патологиями, мы не встретили упоминаний нормальных показателей основных томографических характеристик у лиц в возрасте до 15 лет. Отчасти такое положение дел, по нашему мнению, исходит из того обстоятельства, что непосредственно по предложению метода ОКТ большинство исследований стали проводить, в первую очередь, у взрослого населения, у которого и встречаются основные и наиболее распространённые группы глазоночных патологий, по-новому детализируемые томографическим анализом: то есть преимущественно у больных зрелого, пресенильного и сенильного возрастов.

Между тем, как в случае нашего исследования, для объективного мониторинга и дифференциации появления и развития миопических осложнений сосудисто-сетчатого комплекса прежде всего следовало руководствоваться нормальными показателями ОКТ-исследования у детей, чего в доступной литературе мы не выявили.

Для решения этой задачи была подобрана группа офтальмологически здоровых детей 25 человек (50 глаз): 13 детей в возрасте 7-10 лет, 12 – в возрасте 11-15 лет; из них 11 мальчиков и 14 девочек. В ходе обследования детей рассматриваемой группы получены нижеприводимые результаты.

##### **3.1.1. Результаты исследований традиционными методами**

Обследование тестом с попеременным перекрыванием парных глаз (cover-test) не выявило каких-либо тенденций к гетерофорическим отклонениям ни у одного из 25 человек. Функция конвергенции также оказалась сохранной во всех случаях.

Характер зрения при всех условиях обследования (с 33см, с 1м и 5м) по четырёхточечному цветотесту Белостоцкого–Фридмана и прибору для определения зрительных функций для близи (ПОЗБ-1) определили как устойчивый бинокулярный у всех 25 обследованных.

Острота зрения на каждом из глаз равнялась 1,0. Биомикроскопия переднего отрезка глаз и глазных сред не выявила отклонений от нормальных показателей. Офтальмоскопически и офтальмохромоскопически (в основном, в бескрасном цвете) определяли нормальную картину глазного дна с сохранным соотношением центральной и периферической сетчатки, размерами, формой и колоражем диска зрительного нерва, области перипапиллярной сетчатки, макулярного рефлекса. Проекционная периметрия и исследование функции цветового зрения также не выявили сколько-нибудь значимых и достоверных изменений от нормальных значений.

Определение статической рефракции по значению сферического эквивалента выявило эмметропию у 6 обследованных (все лица старшей возрастной группы), дальнозоркость от 0,5 до 2,5 дптр – у остальных 19 детей. Астигматическая рефракция с разницей сил преломления в главных меридианах в 0,5-1,0 дптр определена у 11 человек; во всех случаях имел место правильный прямой гиперметропический астигматизм простого или сложного вида.

Офтальмометрические исследования подтвердили роговичную природу астигматизма у 11 детей при полном совпадении силы астигматизма при общей рефрактометрии и кератометрии.

Эхобиометрия передне-задней оси глазного яблока в ходе «А»-ультразвукового сканирования определила показатели, не выходящие за пределы диапазона в 22,57–22,72 мм (в среднем –  $22,64 \pm 0,18$  мм).

Офтальмотонометрия определила нормальный уровень ВГД: от 16,30 до 16,53 мм рт.ст. При этом тонометрический дифференциал парных глаз, как правило, не выходил за границы 0,25 мм рт.ст.

Таким образом, группой основных традиционных исследовательских методик рассматриваемый контингент детей отальмологически был верифицирован как здоровые без моно- или бинокулярных дисфункций.

### **3.1.2. Результаты исследования методом оптической когерентной томографии**

Исследование посредством оптической когерентной томографии проводили по методике, описанной в разделе 2.2.13 Главы 2.

Здесь (у здоровых детей) и далее (у детей с близорукостью) оценивали:

- толщину макулы (её парафовеолярных зон);
- толщину слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) перипапиллярной зоны;
- рефлективность сетчатой оболочки.

Поясним, что выделение данных характеристик исходило из цели настоящего исследования, заключающейся в выявлении именно ранних томографических признаков морфологических изменений глазного дна. Последние, как известно, на начальных стадиях миопической болезни клинически наиболее значимы именно в центральной зоне.

С другой стороны, конструктивные особенности использовавшегося нами томографа позволяли с большей в последующем репрезентативностью оценивать именно задний полюс глазного яблока.

При этом, если первые два показателя оценивали количественно с точностью до 0,01 мкм (толщину макулы и толщину СНВС), то рефлективность сетчатки характеризовали качественно:

- «выраженная рефлективность» (норма),
- «умеренная рефлективность»,
- «слабая рефлективность».

Последнее обстоятельство также диктовалось приборными настройками и «soft» устройства, что, впрочем, уже, по литературным данным, можно считать

устоявшейся «классификацией» при характеристике интенсивности компьютерной идентификации томографической «картинки» глазного дна.

Выше уже отмечали (см. Главу 2), что томография заднего отрезка глаз прибором «Stratus OCT-3» может осуществляться почти двумя десятками исследовательскими протоколами.

Исходя из цели и задач настоящей работы, нами для унификации рассматриваемого материала и, соответственно, последующего корректного мониторинга выделенных томографических показателей, к применению были избраны и использовались:

а) при исследовании макулы – рабочий протокол «Картирование толщины макулы»,

б) при исследовании СНВС – рабочий протокол «Быстрый анализ толщины слоя нервных волокон сетчатки».

На рисунках 14 и 15 приведены типичные примеры приборного картирования макулярной зоны и СНВС перипапиллярной зоны по этим протоколам у одного из офтальмологически здоровых детей.

При последующей обработке томографических значений девятисекторальное картирование рассматриваемых зон усредняли до четырёх квадрантов: верхний, внутренний, нижний и наружный.

После анализа 50 офтальмологически здоровых глаз (25 детей), обследованных методом ОКТ, пришли к следующему заключению о средненормальных значениях толщины макулярной зоны и средненормальных значениях толщины СНВС перипапиллярной зоны у здоровых детей.

1) Нормальная толщина макулярной (парафовеолярной) зоны у детей:

- в верхнем квадранте  $252,61 \pm 16,00$  мкм,
- во внутреннем квадранте  $238,72 \pm 13,27$  мкм,
- в нижнем квадранте  $239,63 \pm 15,86$  мкм,
- в наружном квадранте  $257,30 \pm 17,58$  мкм.

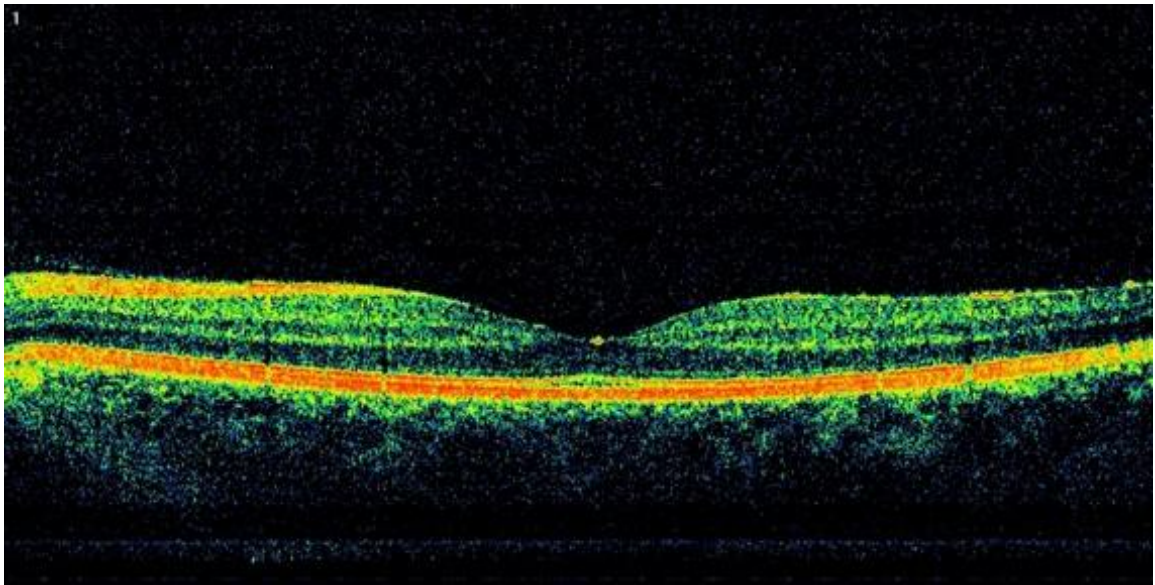


Рис. 14. Типичная ОКТ-картина макулярной области в норме

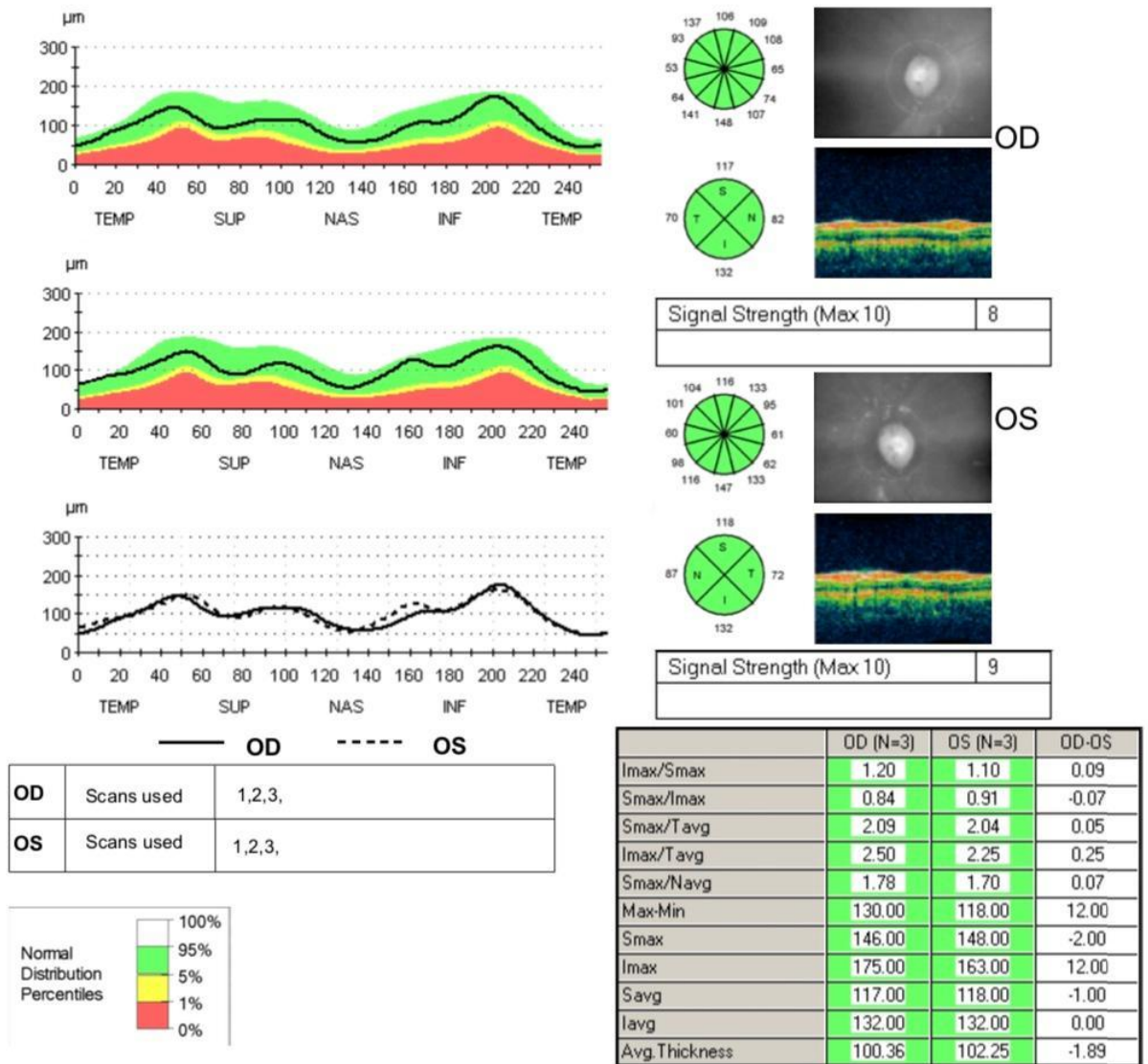


Рис. 15. Типичное картирование ОКТ перипапиллярной зоны в норме.

2) Нормальная толщина СНВС перипапиллярной зоны у детей равнялась:

- в верхнем квадранте  $113,40 \pm 12,00$  мкм,
- во внутреннем квадранте  $75,12 \pm 10,50$  мкм,
- в нижнем квадранте  $140,30 \pm 11,22$  мкм,
- в наружном квадранте  $80,10 \pm 11,40$  мкм.

Любопытно здесь отметить, что даже при полной идентичности рефракции, эхобиометрических, тонометрических и ряда иных данных рутинных обследований парных глаз у офтальмологически здоровых детей отмечали тем не менее некоторую асимметричность в средних показателях толщины макулярной и, в особенности, перипапиллярной зон: дифференциал при этом не превышал 10-20 мкм ( $p < 0,05$ ).

Указанное обстоятельство свидетельствует, очевидно, лишь об известном феномене нормоанатомической разницы в морфологии парных органов человека.

Как уже указывали выше, третий из рассматриваемых показателей (качественный) приборно картированная рефлективность сетчатой оболочки. У всех 25 детей (50 глаз) она была оценена как выраженная (нормальная).

Отметим здесь также, что повторный осмотр этих же детей через 3-5 лет, несмотря на некоторое увеличение клинической рефракции у большей части из них (в 20 случаях из 25) в среднем на 0,5-1,0 дптр, не выявил сколько-нибудь достоверных изменений в приведённых выше количественных значениях толщины центральной сетчатки, равно как и в качестве рефлективности сетчатой оболочки.

Таким образом, впервые определены и выведены нормальные томографические значения центральной сетчатки у детей, что позволило с учётом этих данных максимально объективизировать в дальнейшем трактовку ОКТ-изменений (равно как и отсутствие таковых) у детей с близорукостью.

### **3.2. Результаты исследований детей с близорукостью**

К исследованию было привлечено 103 ребёнка (206 глаз) с миопией различных степеней в исходном (по дате первичного осмотра) возрасте 7-15 лет.

Близорукость слабой, средней и высокой степеней, соответственно, выявлена у 58, 25 и 20 детей. Обследование по приведённой в Главе 2 единой исследовательской схеме проводили у всех лиц с близорукостью как при первичном осмотре, так в ходе последующего динамического наблюдения в течение 3-5 лет.

Исходя из цели и задач настоящей работы, в первую очередь старались выделить аномальные томографические признаки, достоверно отличающиеся от показателей нормы. Естественным, с учётом этих соображений, представилось вначале проанализировать показатели КТ-исследования именно у лиц с высокой степенью миопии.

### **3.2.1. Результаты исследований детей с близорукостью высокой степени**

Анамнестически близорукость у всех детей этой группы (20 человек, 40 глаз) была установлена 4-6 лет назад. Наследственность по основному заболеванию была отягощена, примерно в половине случаев (у 12 из 20). Во второй половине случаев очковая коррекция впервые была назначена в ходе нашего первичного осмотра (11 человек).

Тестом с перекрыванием парных глаз у 17 пациентов определили гетерофорию по типу экзофории. Функция конвергенции была ослаблена у 12 больных, резко ослаблена ещё у 8. Характер зрения вне условий оптической коррекции был аномальным у 15 миопов, устойчивым бинокулярным – у остальных 5; в корригирующих миопию очках отсутствие амблиоинопии определено лишь у 8 лиц, у остальных 12 выявили амблиинопию различной степени глубины.

Данные визометрии здесь и далее оценивали в условиях оптической коррекции. Острота зрения в пределах 0,4-0,6 определена на 8 глазах, 0,7-0,8 – на 12, 0,9-1,0 – на остальных 20.

Биомикроскопия стекловидного тела выявила её деструкцию от слабовыраженной до умеренной степеней у большей части пациентов этой группы – у 14 человек из 20. При этом витреопатия, как правило (12 человек из 14), имела место на обоих парных глазах: чаще, правда, разнящаяся по степени интенсивности.



Определяемые витреальные помутнения при этом носили «плавающий», нефиксированный характер.

Глазное дно исследовали во всех случаях прямой офальмоскопией, обратной офальмоскопией, офальмохромоскопией. Сразу отметим, что детальное исследование сетчаточного-сосудистого комплекса указанными традиционными методами практически на всех глазах (на 34 из 40 глаз) выявило те или иные признаки миопического хориоретинита. А именно: периферический хориоретинит (34 глаза), парацентральный хориоретинит (22 глаза), миопический «серп» (с краевой пигментацией и без неё) (20 глаз), миопический «конус» (8 глаз), уплощение макулы с частичным или полным нивелированием фовеолярного рефлекса (6 глаз), заднеполюсная стафилома склеры (2 глаза). Подчеркнем здесь, что офальмохромоскопия оказалась «выигрышной» в визуализации дефектов центральной сетчатки. Так, лишь указанным методом удалось верифицировать уплощение (растяжение) макулярной зоны. При всем при этом, у 3 пациентов (6 глаз) с высокой степенью близорукости офальмоскопически участков глазодонного поражения не определили. Интересным у этой подгруппы обследованных представляется то обстоятельство, что во всех трёх случаях (6 глаз) при условно сохранном глазном дне биомикроскопически определялись «плавающие» помутнения стекловидного тела.

Таким образом, на всех 40 глазах 20 детей с высокой степенью миопии течение заболевания можно было признать осложнённым – или по хореоретинальному, или по витреальному, или по смешанному (хориоретинально-витреальному) типам.

Статическая рефракция на высоте медикаментозной циклоплегии определялась как миопическая в 6,5-8,0 дптр, в 8,5-10,0 дптр и 10,5-12,0 дптр, соответственно, на 24, 12 и 4 глазах. Анизометропия или не превышала 1,0-2,0 дптр (9 детей), или вовсе отсутствовала (11 детей). При этом ввиду незначительной силы астигматизма (в 0,5-1,0 дптр) у части пациентов верификация миопии как высокой

степени соответствовала как её значению в сильной оси, так и значению сферического эквивалента у близоруких с астигматической рефракцией.

Выше мы уже указывали, что подобный подбор обследуемых диктовался желанием при решении выставленных в настоящей работе задач исключить факторы, сопряжённые с выраженной астигматической аметропией: сегментарный аккомодоспазм, «секторальная» амблиопия, изначально выраженная асимметрия формы фиброзной капсулы глаза, разная трактовка степеней близорукости по сферическому эквиваленту и значению аметропии в «сильном» меридиане и некоторые другие.

Офтальмометрически ни на одном из 40 глаз лиц рассматриваемой группы не выявлено признаков асферичных роговиц, неправильного астигматизма, патологически сильного кератопреломления.

Подчеркнём здесь: повторные в ходе последующего мониторинга исследования этих показателей зафиксировали их практическую идентичность (сохранность) в течение 3-5 лет наблюдения. Данное обстоятельство нам представляется особенно важным, т.к. исключает «наложение» фактора нарастания преломления роговой оболочки при известных патологиях на рассматриваемые нами признаки прогрессирования миопии.

Периметрические исследования у больных с высокой миопией у всех пациентов на всех глазах выявили сужение периферических границ полей зрения от 5-15 градусов (28 глаз) до 20-30 градусов (12 глаз). При этом в большей части случаев (32 глаза) «заинтересованными» оказывались верхние квадранты; концентрический и относительно равновеликий характер сужения отметили только на 8 глазах.

Исследование функции цветового зрения проводили традиционной методикой по цветовым таблицам Рабкина и Ишихара (Ishihara). У 4 миопов мужского пола выявлена дихромазия: протанопия – в 3 случаях, дейтеранопия – в 1.

Эхобиометрическое исследование длины передне-задней оси глазного яблока (ПЗО), осуществляемое «А»-ультразвуковым сканированием, показало, что сред-

ние значения этого показателя у детей с высокой степенью миопии составляют 25,00 мм при первичном обследовании и 25,68 мм при следующем – со среднестатистическим градиентом роста в 0,67 мм (от 0,61 до 0,74 мм) в течение каждого последующего года наблюдения. С учётом фактического роста абсолютных значений величин близорукости при годовом градиенте роста (ГГР) миопии равном 0,75-1,50 дптр можно, очевидно, признать осевой характер рассматриваемой аметропии, прямо коррелирующий с изменениями длины ПЗО. Данное утверждение справедливо для 17 (34 глаза) из 20 больных (40 глаз) этой группы. В 3 же случаях (6 глаз) изменений ПЗО не наблюдали; любопытно здесь отметить, что, если у детей первой подгруппы имелись той или иной степени выраженности осложнения донного характера, то во второй подгруппе – только витреопатию без признаков хориоретинальных поражений.

Определённый интерес представили и офтальмотонометрические данные. Так, если при первичном обследовании этот показатель колебался от 16,67 мм рт.ст. до 16,68 мм рт.ст., то повторные обследования, проводимые через год и позже, фиксировали уровень ВГД, в среднем, в пределах 17,33 мм рт.ст. При этом, в первый год наблюдения градиент роста ВГД на глазах с хориоретинальными осложнениями (34 глаза) не превышал 0,56 мм рт.ст., тогда как на глазах с витреопатией (6 глаз) он составил 1,44 мм рт.ст. Тенденция к уменьшению градиента роста ВГД у детей с высокой миопией, осложнённой по хориоретинальному типу, при сохранности такого же градиента у детей с близорукостью, осложнённой по витреальному типу, сохранилась в течение последующих сроков динамического наблюдения (2-4 года). Иначе говоря, относительное повышенное ВГД у детей с высокой степенью близорукости в динамике по ходу роста близорукости, осложнённой по хориоретинальному типу, постепенно стабилизируется; наоборот, у лиц с высокой миопией, осложнённой по витреальному типу, значения ВГД растут по ходу прогрессии самой миопии, хотя обычно и не выходят за рамки верхней границы нормы.

Оптико-когерентная томография (ОКТ) центральной сетчатки проводилась по означенными выше протоколам. Оценивались толщина макулярной зоны, толщина перипапиллярной зоны, рефлексивность сетчатки.

Ниже, в таблицах 5 и 6, представлены распределения глаз детей с высокой степенью близорукости по толщине макулярной и перипапиллярной зон соответственно, по результатам первичного обследования.

Как видно из таблицы 5, макулярная зона сетчатки у лиц с высокой миопией оказалась растянутой почти у всех обследованных в наружном квадранте ( $p < 0,05$ ).

*Таблица 5.*

*Распределение глаз с миопией высокой степени по толщине макулярной зоны при первичном обследовании методом ОКТ*

Квадранты макулярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	15	25	40
Наружный	2	38	40
Нижний	14	26	40
Внутренний	35	5	40

В существенно меньшей степени это проявилось в верхнем и нижнем квадрантах и почти осталась неизменной во внутреннем квадранте макулярной зоны ( $p < 0,05$ ).

При исследовании слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) в перипапиллярной зоне получили следующую картину.

Более чем в половине случаев истончённой оказалась сетчатка внутреннего квадранта – на 24 глазах из 40 у детей с высокой степенью миопии ( $p < 0,05$ ).

В полтора-два раза реже это наблюдалось в остальных квадрантах этой зоны.

Создаётся впечатление, что растяжение заднеполюсной сетчатки у обследованных нами высоких миопов заметно выраженнее затрагивает латеральные от макулы и медиальные от диска зрительного нерва участки с частичным охватом вертикальных (верхней и нижней) границ при относительной сохранности толщи-

ны собственно центральной части сетчатой оболочки – в области между макулой и диском зрительного нерва (не менее, чем в половине случаев).

Таблица 6.

*Распределение глаз с миопией высокой степени по толщине перипапиллярной зоны при первичном обследовании методом ОКТ*

Квадранты перипапиллярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	24	16	40
Наружный	24	16	40
Нижний	30	10	40
Внутренний	16	24	40

Выявленное обстоятельство позволяет с известной степенью осторожности предположить, что собственно растяжение фиброзной капсулы глаза и, соответственно, сетчатой оболочки при осевой миопии начинается меридианально и вне центральной сетчатки: вероятнее всего с её периферических участков.

Очевидно, в ходе прогрессии близорукости постепенно вовлекаются в процесс парацентральные зоны и позже, следующим этапом – собственно центр сетчатой оболочки.

При оценке рефлективности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана лишь в трети случаев – на 13 глазах из 40; ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 15 и 12 глазах.

В таблицах 7 и 8 приведены данные ОКТ-исследования тех же пациентов с высокой миопией через 1-2 года: соответственно, по измерениям макулярной и перипапиллярной зон центральной сетчатки.

Сравнение данных таблиц 5 и 7 – с одной стороны, 6 и 8, с другой, позволяет констатировать, что, во-первых, как в макулярной, так и в перипапиллярной зонах центральной сетчатки продолжается её растяжение; во-вторых, сохраняются ранее

проявившиеся тенденции по преимущественному истончению темпорального сегмента макулярной зоны и назального сегмента перипапиллярной.

Таблица 7.

*Распределение глаз с миопией высокой степени по толщине макулярной зоны при повторном обследовании методом ОКТ*

Квадранты макулярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	11	29	40
Наружный	0	40	40
Нижний	10	30	40
Внутренний	33	7	40

Таблица 8.

*Распределение глаз с миопией высокой степени по толщине перипапиллярной зоны при повторном обследовании методом ОКТ*

Квадранты перипапиллярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	18	12	40
Наружный	22	18	40
Нижний	25	15	40
Внутренний	11	29	40

При этом истончение наружного макулярного квадранта проявляется чаще и интенсивнее, чем растяжение назальной части СНВС перипапиллярной зоны.

В-третьих, активнее вовлекаются в процесс вертикальные квадранты (верхние и нижние) обеих зон.

В-четвёртых, более ригидной к растяжению (истончению) продолжают оставаться назальные квадранты макулярной и темпоральные квадранты перипапиллярной зон.

На рисунках 16-18 представлены наиболее типичные примеры, иллюстрирующие последовательные этапы растяжения центральной сетчатки, соответственно:

- исключительно в темпоральном квадранте макулярной зоны с сохранностью толщины в остальных квадрантах макулы и перипапиллярной сетчатки (рис. 16),
- с присоединением к растяжению темпорального квадранта макулярной зоны вертикальных квадрантов этой зоны и назального квадранта перипапиллярной (рис. 17),
- с присоединением к растянутому темпоральным, верхним и нижним квадрантам макулярной зоны, назальному квадранту перипапиллярной зоны и вертикальным квадрантам этой зоны (рис. 18).

При сравнительной оценке рефлективности сетчатой оболочки у детей с высокой степенью близорукости следует признать, что в ходе мониторинга этого показателя также отмечали его смещение в патологическую сторону: если выраженной (нормальной) она признана в четверти случаев – на 9 глазах из 40, то ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 14 и 17 глазах.

### **3.2.2. Результаты исследований детей с близорукостью средней степени**

Анамнестически близорукость у всех детей этой группы (25 человек, 50 глаз) была установлена 2-4 года назад. Наследственность по основному заболеванию была отягощена, примерно, в половине случаев (у 13 из 25).

Тестом с перекрыванием парных глаз у 10 пациентов определили гетерофорию по типу экзофории. Функция конвергенции была ослаблена у 10 больных, резко ослаблена ещё у 4.

Характер зрения вне условий оптической коррекции был аномальным у 30 миопов, устойчивым бинокулярным – у остальных 10.

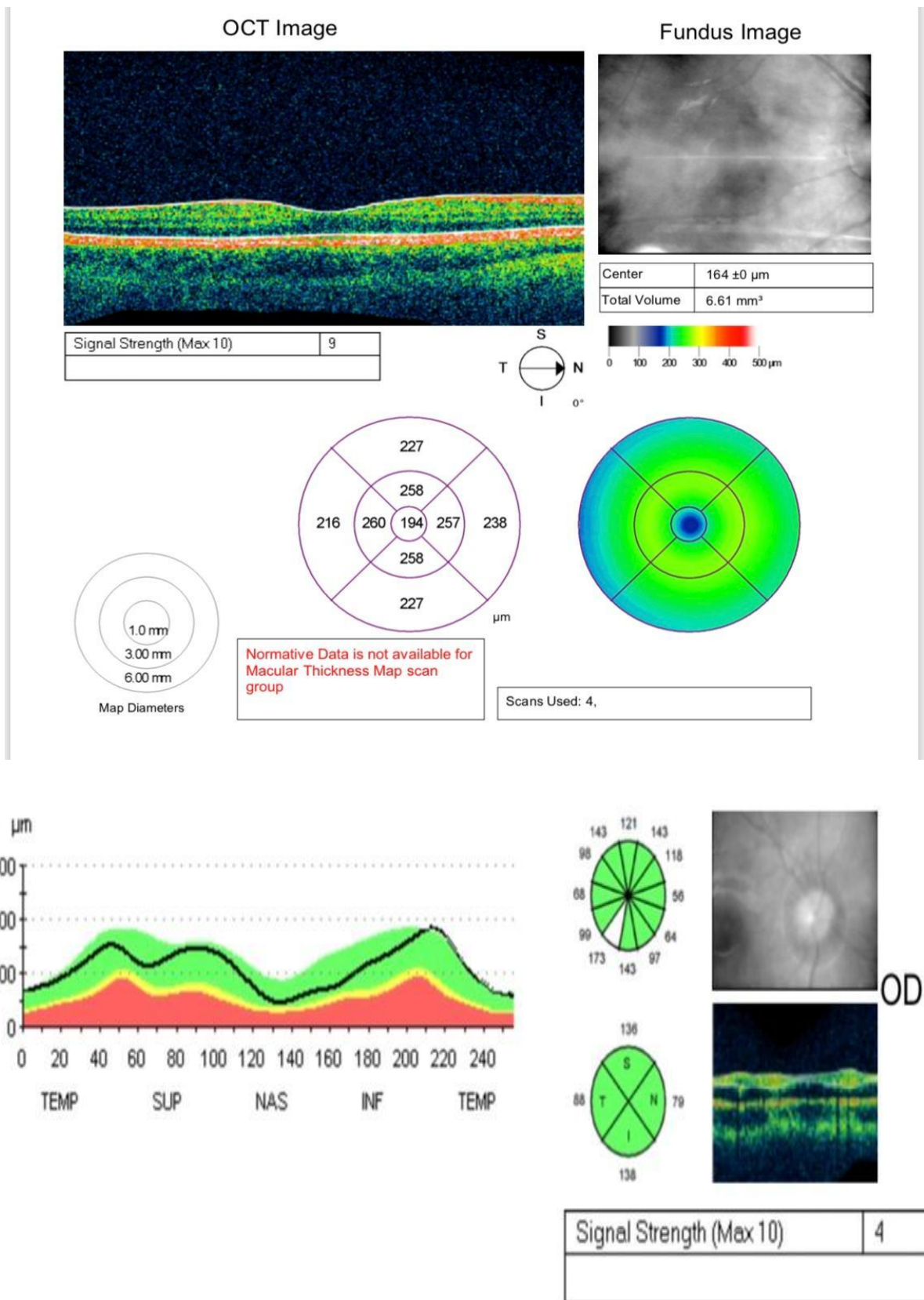


Рис. 16. Томографическая картина макулярной и перипапиллярной зон у больного с высокой миопией. Первый осмотр: истончен лишь темпоральный квадрант макулярной зоны.



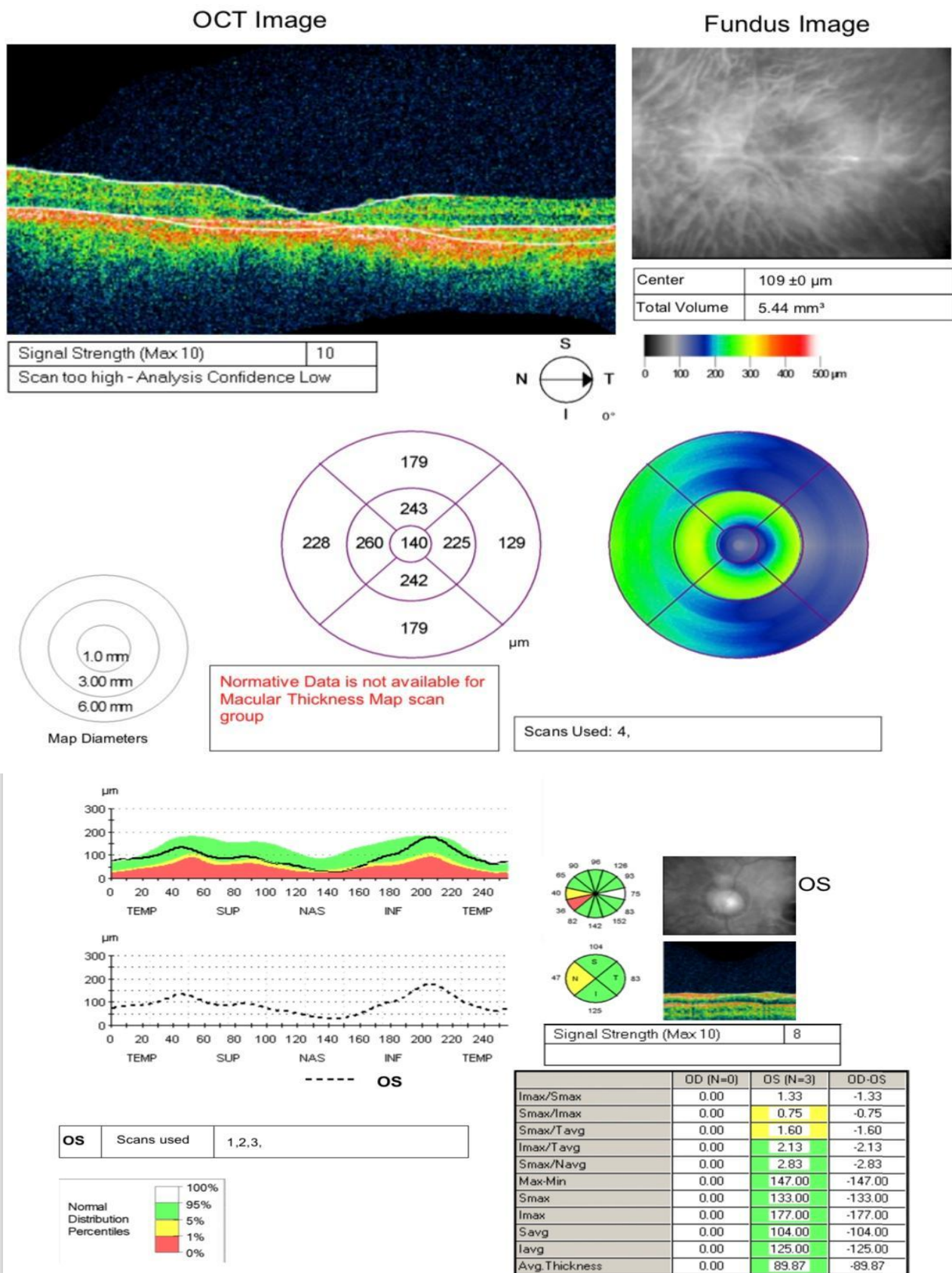
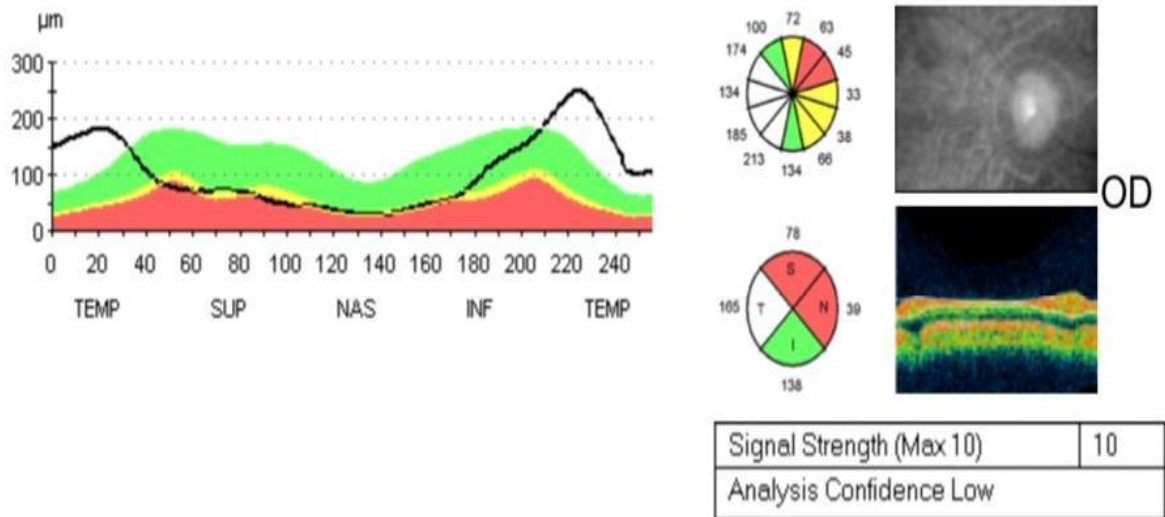
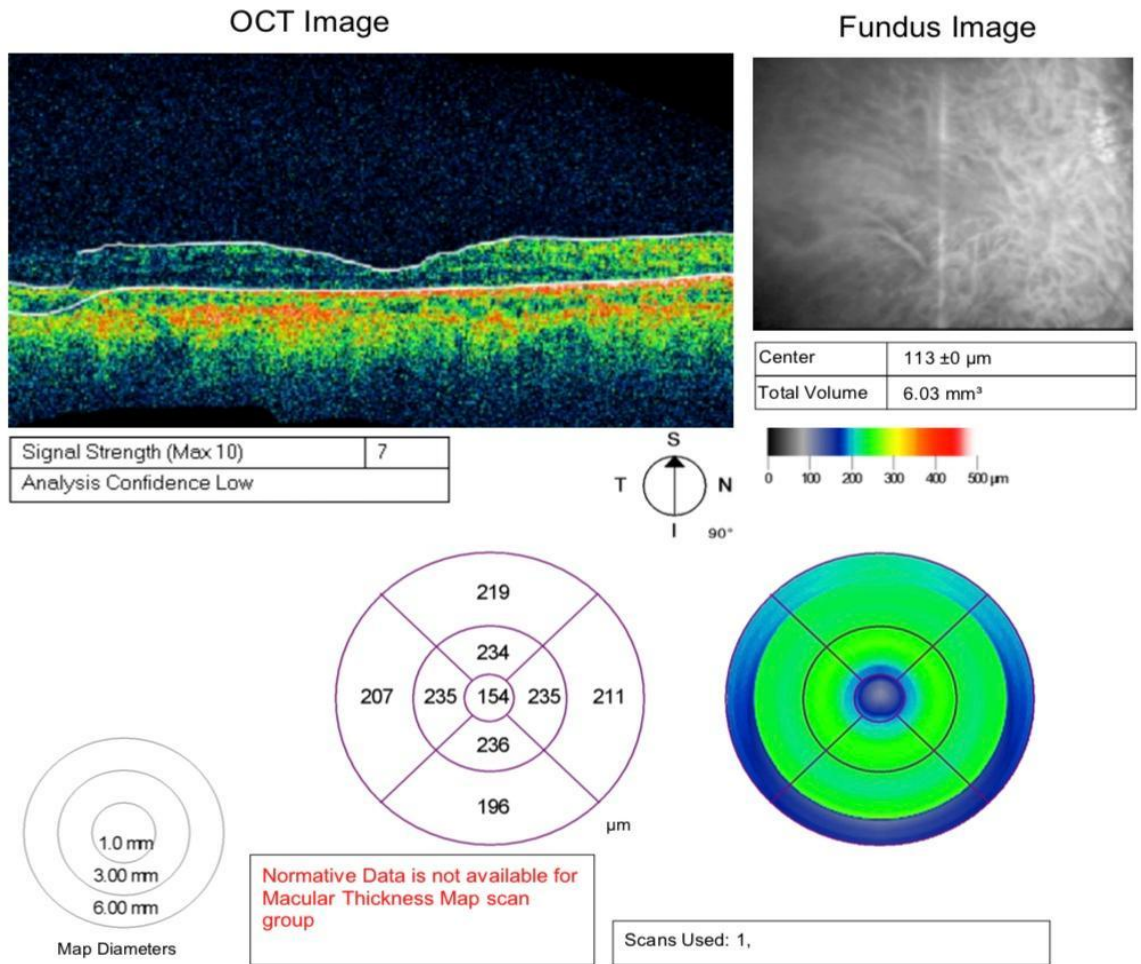


Рис. 17. Томографическая картина макулярной и перипапиллярной зон у больного с высокой миопией. Второй осмотр: истончен темпоральный и вертикальные квадранты макулярной зоны, назальный квадрант перипапиллярной зоны



*Рис. 18. Томографическая картина макулярной и перипапиллярной зон у больного с высокой миопией. Третий осмотр: истончен темпоральный и вертикальные квадранты макулярной зоны, назальный и вертикальные квадранты перипапиллярной зоны.*

В корригирующих миопию очках отсутствие амблиопии определено у 34 лиц, у остальных 16 – амблиопию различной степени глубины. Острота зрения с коррекцией во всех случаях (50 глаз) составляла 0,9-1,0.

Биомикроскопия стекловидного тела выявила её деструкцию слабовыраженной степени у 6 человек из 50. Определяемые витреальные помутнения при этом носили «плавающий», нефиксированный характер.

Глазное дно исследовали во всех случаях прямой офальмоскопией, обратной офальмоскопией, офтальмохромоскопией. Отметим, что детальное исследование сетчаточно-сосудистого комплекса указанными традиционными методами выявило те или иные признаки миопического хориоретинита лишь в четверти случаев: на 12 глазах из 50. А именно: периферический хориоретинит (12 глаз), парацентральный хориоретинит (2 глаза), миопический «серп» (с краевой пигментацией и без неё) (8 глаз), уплощение макулы с частичным или полным нивелированием фовеолярного рефлекса (2 глаза). Подчеркнем здесь, что офтальмохромоскопия оказалась «выигрышной» в визуализации дефектов центральной сетчатки. Так, лишь указанным методом удалось верифицировать уплощение (растяжение) макулярной зоны (2 глаза).

Таким образом, лишь на 12 глазах из 50 у детей со средней степенью миопии течение заболевания офтальмоскопически можно было признать осложнённым – или по хориоретинальному (12 глаз), или по смешанному (хориоретинально-витреальному) (6 глаз) типам.

Статическая рефракция на высоте медикаментозной циклоплегии определялась как миопическая в 3,5-4,5 дптр и в 5,0-6,0 дптр, соответственно, на 26 и 24 глазах. Анизометропия или не превышала 1,0-2,0 дптр (22 ребёнка), или вовсе отсутствовала (28 детей). При этом ввиду незначительной силы астигматизма (в 0,5-1,0 дптр) у части пациентов, верификация миопии как средней степени соответствовала как её значению в сильной оси, так и значению сферического эквивалента у близоруких с астигматической рефракцией.

Офтальмометрически ни на одном из 50 глаз лиц рассматриваемой группы не выявлено признаков асферичных роговиц, неправильного астигматизма, патологи-

чески сильного кератопреломления. Повторные исследования в ходе последующего мониторинга этих показателей зафиксировали их практическую сохранность.

Периметрические исследования у больных со средней миопией у 16 пациентов на 32 глазах выявили сужение периферических границ полей зрения на 5-15 градусов. Концентрический и относительно равновеликий характер сужения отмечен только на 2 глазах.

Исследование функции цветового зрения выявило: дихромазию у 4 миопов мужского пола: протанопию в 3 случаях и дейтеранопию – в 1.

Эхобиометрическое исследование длины передне-задней оси глазного яблока (ПЗО), осуществляемое «А»-ультразвуковым сканированием, показало, что средние значения этого показателя у детей со средней степенью миопии составляют 24,51 мм при первичном обследовании и 24,81 мм при следующем, со среднестатистическим градиентом роста в 0,30 мм (от 0,29 до 0,31 мм) в течение каждого последующего года наблюдения. С учётом фактического роста абсолютных значений величин близорукости при годовом градиенте роста (ГГР) миопии, равном 0,75-1,25 дптр, можно очевидно, признать осевой характер рассматриваемой аметропии, прямо коррелирующий с изменениями длины ПЗО. Данное утверждение справедливо для всех больных этой группы.

Данные офтальмотонометрии при первичном осмотре колебались от 16,60 мм рт.ст. до 16,74 мм рт.ст. При повторных обследованиях, проводимых через год и позже, фиксировали уровень ВГД, в среднем, в пределах 17,20 мм рт.ст. При этом, по первому году наблюдения градиент роста ВГД на глазах с хориоретинальными осложнениями (12 глаз) составил 0,48 мм рт.ст., что на 0,30 мм рт.ст. превышала таковой у миопов без хориоретинита ( $p < 0,05$ ). Тенденция к уменьшению градиента роста ВГД у детей со средней степенью близорукости в отличие от лиц с высокой миопией нами не наблюдалась.

Оптико-когерентная томография (ОКТ) центральной сетчатки проводилась по означенным выше протоколам. Оценивались толщина макулярной и перипапил-

лярной зон, рефлективность сетчатки. Ниже в таблицах 9 и 10 представлены распределения глаз детей со средней степенью близорукости по толщине, соответственно, макулярной и перипапиллярной зон по результатам первичного обследования.

Таблица 9.

*Распределение глаз с миопией средней степени по толщине макулярной зоны при первичном обследовании методом ОКТ*

Квадранты макулярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	43	7	50
Наружный	24	16	50
Нижний	45	5	50
Внутренний	48	2	50

Таблица 10.

*Распределение глаз с миопией средней степени по толщине перипапиллярной зоны при первичном обследовании методом ОКТ*

Квадранты перипапиллярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	44	6	50
Наружный	48	2	50
Нижний	45	5	50
Внутренний	30	20	50

Как видно из таблицы 9, макулярная зона сетчатки у лиц со средней степенью миопии оказалась растянутой на трети обследованных глаз в наружном квадранте ( $p < 0,05$ ): на 16 глазах из 50. В существенно меньшей степени это проявилось в верхнем и нижнем квадрантах и осталась почти неизменной во внутреннем квадранте макулярной зоны ( $p < 0,05$ ).

При исследовании слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) в перипапиллярной зоне получили следующую картину. Более чем в половине случаев истонченной оказалась сетчатка внутреннего квадранта – на 30 глазах из 50 у 25 детей со средней степенью миопии ( $p < 0,05$ ). Весьма редко это наблюдали в остальных квадрантах этой зоны.

Растяжение заднеполюсной сетчатки у обследованных нами миопов средней степени также, как и у лиц с высокой близорукостью, заметно выраженнее затрагивает латеральные от макулы и медиальные от диска зрительного нерва участки с частичным охватом вертикальных (верхней и нижней) границ при относительной сохранности толщины собственно центральной части сетчатой оболочки – в области между макулой и диском зрительного нерва (почти во всех случаях).

При оценке рефлексивности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана в абсолютном большинстве случаев на 45 глазах из 50; ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 3 и 2 глазах.

В таблицах 11 и 12 приведены данные ОКТ-исследования тех же пациентов со средней степенью миопии через 2-3 года: соответственно, по измерениям макулярной и перипапиллярной зон центральной сетчатки.

*Таблица 11.*

*Распределение глаз с миопией средней степени по толщине макулярной зоны при повторном обследовании методом ОКТ*

Квадранты макулярной зоны	Ч и с л о г л а з		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	в с е г о
Верхний	35	15	50
Наружный	16	34	50
Нижний	37	13	50
Внутренний	48	2	50

*Распределение глаз с миопией средней степени по толщине перипапиллярной зоны при повторном обследовании методом ОКТ*

Квадранты перипапиллярной зоны	Ч и с л о г л а з		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	в с е г о
Верхний	38	12	50
Наружный	46	4	50
Нижний	38	12	50
Внутренний	24	26	50

Сравнение данных таблиц 9 и 11 – с одной стороны, 10 и 12, с другой, позволяет констатировать: во-первых, как в макулярной, так и в перипапиллярной зонах центральной сетчатки продолжается её растяжение; во-вторых, сохраняются первично зафиксированные тенденции по преимущественному истончению темпорального сегмента макулярной зоны и назального сегмента перипапиллярной; истончение наружного макулярного квадранта проявляется чаще и интенсивнее, чем растяжение назальной части СНВС перипапиллярной зоны.

Чаще, чем при первичном осмотре задействованы в процесс вертикальные квадранты (верхние и нижние) обеих зон.

Ригидной к растяжению (истончению) продолжают оставаться назальные квадранты макулярной и темпоральные квадранты перипапиллярной зон.

Указанные закономерности практически совпадают с таковыми же, выявленными у детей с высокой степенью близорукости.

На рисунках 19 и 20 представлены наиболее типичные примеры, иллюстрирующие последовательные этапы растяжения центральной сетчатки у лиц со средней степенью миопии. А именно:

- вначале исключительно в темпоральном квадранте макулярной зоны с сохранением толщины в остальных квадрантах макулы и перипапиллярной сетчатки (рис. 19),

- с последующим присоединением к растяжению темпорального квадранта зоны макулы вертикальных квадрантов этой же зоны и назального квадранта зоны СНВС (рис. 20).

При мониторинговой оценке изменений рефлективности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана опять-таки в большинстве случаев – на 40 глазах из 50; ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 6 и 4 глазах.

То есть по истечении 2-3 лет ослабление ОКТ-картированной рефлективности сетчатой оболочки имело место у относительно небольшой части детей со средней степенью близорукости.

### **3.2.3. Результаты исследований детей с близорукостью слабой степени**

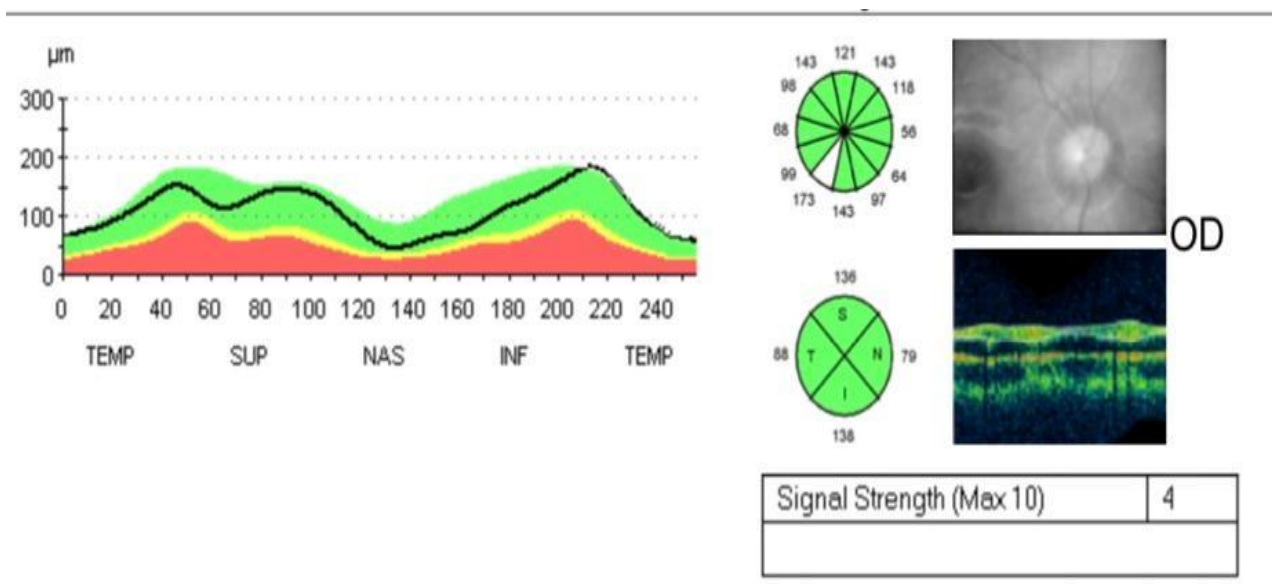
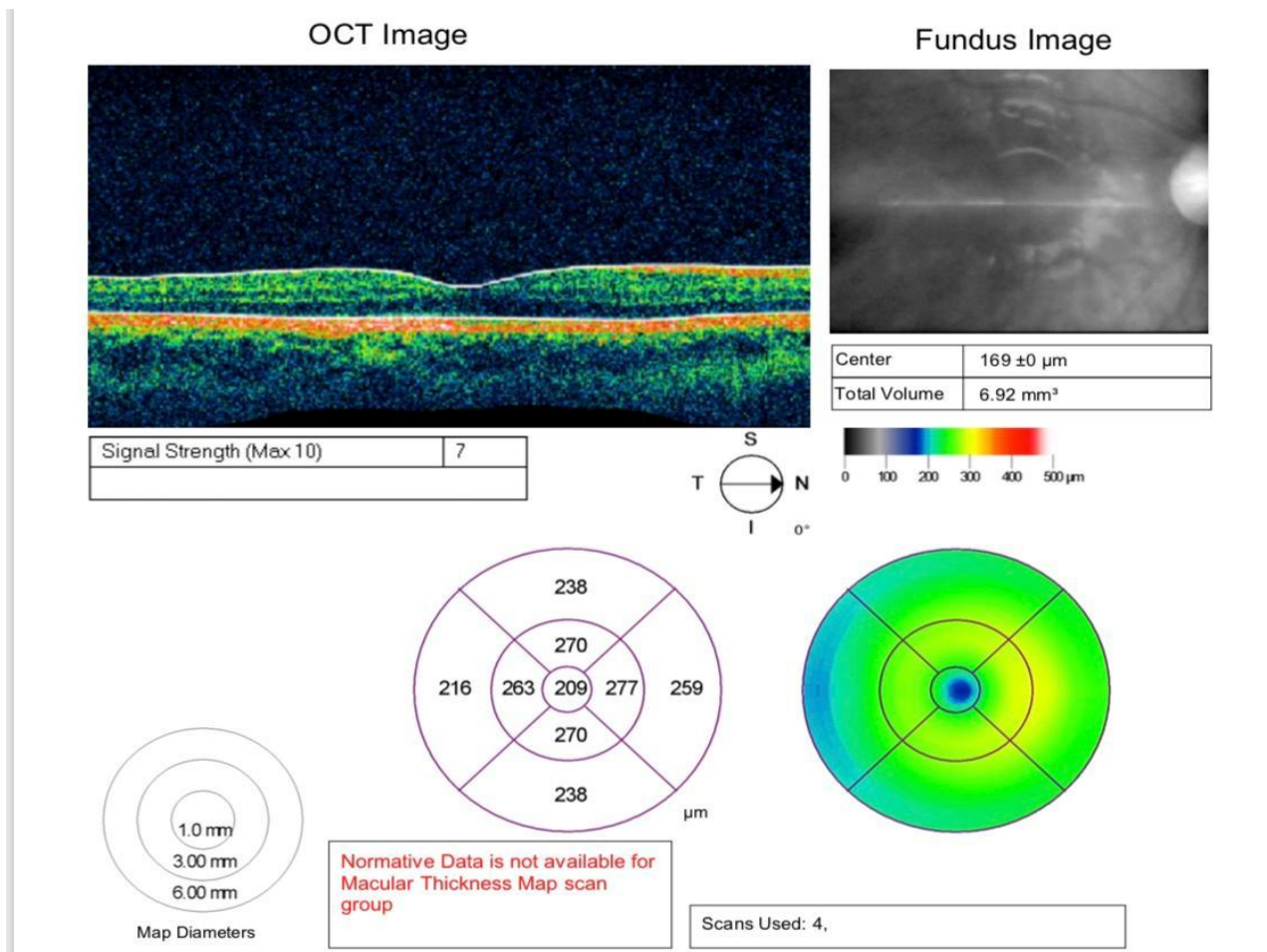
Анамнестически близорукость у всех детей этой группы (58 человек, 116 глаз) была установлена 2-4 года назад. Наследственность по основному заболеванию была отягощена, примерно, в трети случаев (у 18 детей из 58). Функция конвергенции была ослаблена лишь у 2 больных.

Характер зрения при всех условиях исследования оказался нормальным: устойчивым бинокулярным. Острота зрения с коррекцией во всех случаях (116 глаз) составляла 0,9-1,0. Биомикроскопия стекловидного тела не выявила её деструкции ни на одном из 116 глаз.

Глазное дно исследовали во всех случаях прямой офтальмоскопией, обратной офтальмоскопией, офтальмохромоскопией.

Подчеркнём здесь, что детальное исследование сетчаточного-сосудистого комплекса указанными традиционными методами не выявило ни на одном из глаз (116 глаз) у больных рассматриваемой группы (58 человек) каких-либо признаков растяжения центральной или периферической сетчатки.





*Рис. 19. Томографическая картина макулярной и перипапиллярной зон у больного со средней степенью миопии. Первый осмотр: истончен только темпоральный квадрант макулярной зоны; перипапиллярная зона в норме.*

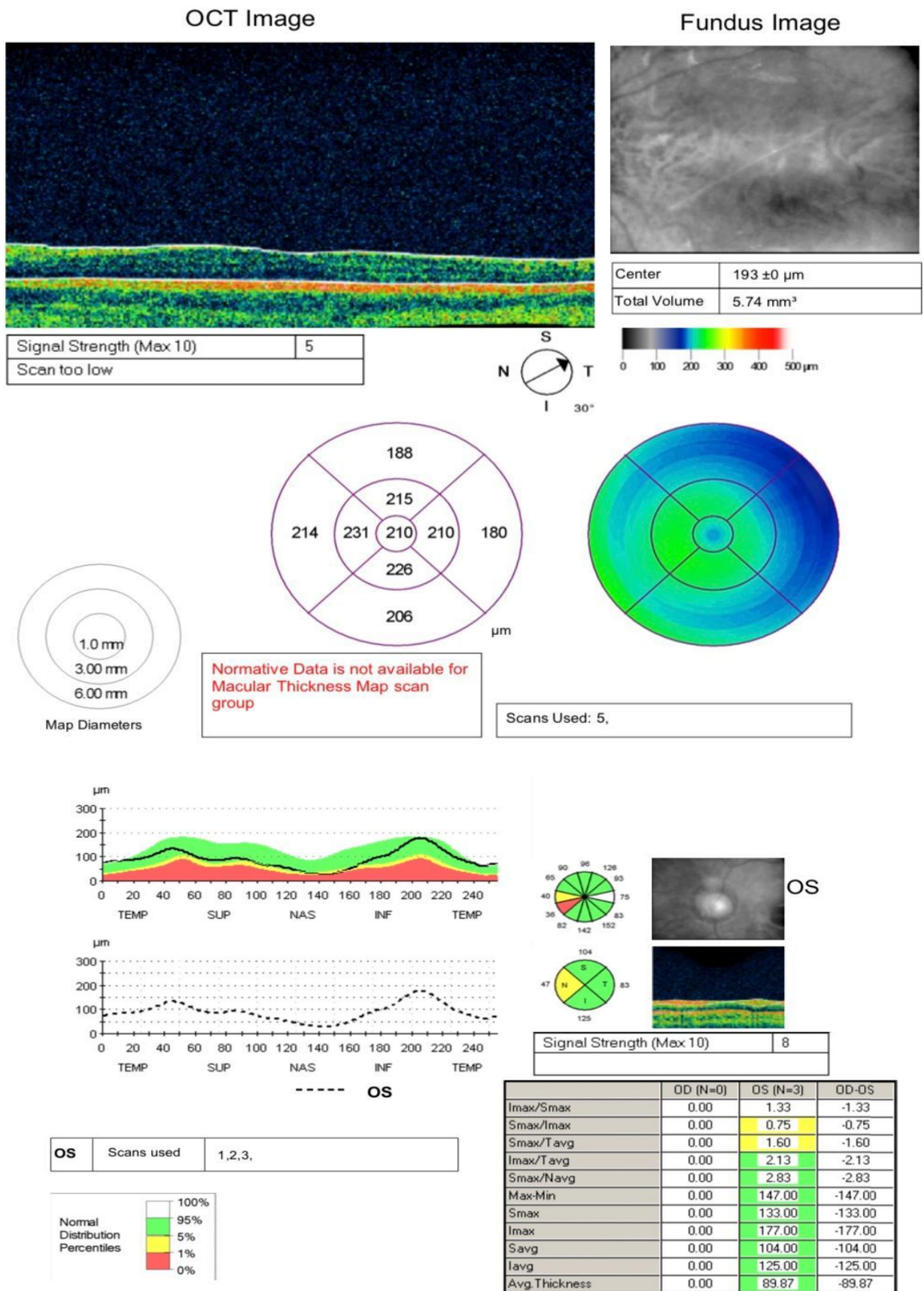


Рис. 20. Томографическая картина макулярной и перипапиллярной зон у больного со средней степенью миопии. Второй осмотр: истончены темпоральный и вертикальные квадранты макулярной зоны, назальный квадрант перипапиллярной зоны.

Статическая рефракция на высоте медикаментозной циклоплегии определялась как миопическая в 0,5-3,5 дптр. Анизометропия или не превышала 0,5-1,0 дптр (20 детей), или вовсе отсутствовала (38 детей). При этом ввиду незначительной силы астигматизма (в 0,5-0,75 дптр) у части пациентов верификация миопии как слабой степени соответствовала как её значению в сильной оси, так и значению сферического эквивалента у близоруких с астигматической рефракцией.

Офтальмометрически ни на одном из 116 глаз лиц рассматриваемой группы не выявлено признаков асферичных роговиц, неправильного астигматизма, патологически сильного кератопреломления. Повторные в ходе последующего мониторинга исследования этих показателей зафиксировали их практическую сохранность.

Периметрические исследования у больных со слабой миопией у 11 пациентов на 20 глазах выявили сужение периферических границ полей зрения на 5-10 градусов.

Исследование функции цветового зрения выявило сохранное цветоощущение у всех обследуемых (58 человек).

Эхобиометрическое исследование длины передне-задней оси глазного яблока (ПЗО), осуществляемое «А»-ультразвуковым сканированием, показало, что средние значения этого показателя у детей со слабой степенью миопии составляют 23,90 мм при первичном обследовании и 24,70 мм при следующем – со среднестатистическим градиентом роста в 0,77 мм (от 0,73 до 0,81 мм) в течение каждого последующего года наблюдения.

С учётом фактического роста абсолютных значений величин близорукости при годовом градиенте роста (ГГР) миопии, равном 0,5-0,75 дптр, можно, очевидно, признать осевой характер рассматриваемой аметропии, прямо коррелирующий с изменениями длины ПЗО. Данное утверждение справедливо для всех больных этой группы.

Данные офтальмотонометрии при первичном колебались от 16,03 мм рт.ст. до 17,67 мм рт.ст. При повторных обследованиях, проводимых через год и позже, фиксировали уровень ВГД, в среднем, в пределах 17,40 мм рт.ст. При этом, по первому году наблюдения градиент роста ВГД составил 1,32 мм рт.ст. ( $p < 0,05$ ),

который, обратим на это внимание, превышал таковой же у детей со средней и высокой степенью миопии (см. выше) почти в три раза.

Опτικο-когерентная томография (ОКТ) центральной сетчатки проводилась по означенным выше протоколам. Оценивались толщина макулярной зоны, толщина перипапиллярной зоны, рефлективность сетчатки. Ниже в таблицах 13 и 14 представлены распределения глаз детей со слабой степенью близорукости по толщине, соответственно, макулярной и перипапиллярной зон по результатам первичного обследования.

*Таблица 13.*

*Распределение глаз с миопией слабой степени по толщине макулярной зоны при первичном обследовании методом ОКТ*

Квадранты макулярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	114	2	116
Наружный	38	78	116
Нижний	113	3	116
Внутренний	116	0	116

Как видно из таблицы 13, макулярная зона сетчатки у лиц со слабой степенью миопии оказалась истончённой на 2/3 обследованных глаз и исключительно в наружном квадранте ( $p < 0,05$ ): на 78 глазах из 116 (67,2 %). Практически полностью сохранными в этой зоне оказались остальные сегменты ( $p < 0,05$ ).

При исследовании слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) в перипапиллярной зоне получили следующую картину (табл. 14). Почти в половине случаев истончённой оказалась сетчатка внутреннего квадранта – на 49 глазах (42,2 %) из 116 у детей со слабой степенью миопии ( $p < 0,05$ ).

Весьма редко это наблюдали в верхнем и нижнем квадрантах этой зоны: примерно, в 12,0 % случаев. Одновременно, у всех обследованных этой группы пациентов СНВС оказался сохранным в наружном квадранте перипапиллярной зоны.

Таблица 14.

*Распределение глаз с миопией слабой степени по толщине перипапиллярной зоны при первичном обследовании методом ОКТ*

Квадранты перипапиллярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	100	16	116
Наружный	116	0	116
Нижний	104	12	116
Внутренний	67	49	116

Растяжение заднеполюсной сетчатки у обследованных нами миопов слабой степени также, как и у лиц с высокой и средней степенями близорукости, заметно выраженнее затрагивает латеральные от макулы и медиальные от диска зрительного нерва участки с частичным охватом вертикальных (верхней и нижней) границ при полной сохранности толщины собственно центральной части сетчатой оболочки – в области между макулой и диском зрительного нерва.

При оценке рефлексивности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана на всех 116 глазах.

В таблицах 15 и 16 приведены данные ОКТ-исследования тех же пациентов со слабой степенью миопии через 2-3 года: соответственно, по измерениям макулярной и перипапиллярной зон центральной сетчатки.

Таблица 15.

*Распределение глаз с миопией слабой степени по толщине макулярной зоны при повторном обследовании методом ОКТ*

Квадранты макулярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	100	16	116
Наружный	29	87	116
Нижний	105	11	116
Внутренний	115	1	116

Таблица 16.

Распределение глаз с миопией слабой степени по толщине перипапиллярной зоны при повторном обследовании методом ОКТ

Квадранты перипапиллярной зоны	Число глаз		
	с нормальной толщиной сетчатки	с истончением сетчатки	всего
Верхний	93	23	116
Наружный	110	6	116
Нижний	98	18	116
Внутренний	60	56	116

Сравнение данных таблиц 13 и 15 – с одной стороны, 14 и 16, с другой, позволяет констатировать, что, во-первых, как в макулярной, так и в перипапиллярной зонах центральной сетчатки продолжается её растяжение; во-вторых, сохраняются первично зафиксированные тенденции по преимущественному истончению темпорального сегмента макулярной зоны и назального сегмента перипапиллярной; истончение наружного макулярного квадранта проявляется чаще и интенсивнее, чем растяжение назальной части СНВС перипапиллярной зоны. Вертикальные квадранты (верхние и нижние) обеих зон истончаются значительно реже позже вышеозначенных. Ригидной к растяжению (истончению) продолжают оставаться назальные квадранты макулярной и темпоральные квадранты перипапиллярной зон. Указанные закономерности практически совпадают с таковыми же, выявленными у детей с высокой и средней степенями близорукости.

На рис. 21 представлен наиболее типичный пример, иллюстрирующий картину оптической когерентной томографии центральной сетчатки у ребёнка со слабой степенью близорукости. Заметно существенное истончение темпорального квадранта макулярной зоны при полной сохранности толщины вертикальных и назального квадранта той же зоны. Слой нервных волокон сетчатки перипапиллярной зоны на томографии – без изменений в вертикальных и темпоральном квадрантах и с растяжением (истончением) в назальном квадранте. При этом подчеркнём, что величина истончения (уплощения) наружного квадранта макулы от исходных её нормальных метрических значений выраженнее таковой же во внутреннем квадранте СНВС.

При мониторинговой оценке рефлективности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана опять-таки во всех случаях – на 116 глазах 58 детей со слабой степенью близорукости.

Здесь отметим, что по ходу динамического наблюдения (3-5 лет) за нашими больными с различными степенями близорукости (103 ребёнка) часть из них по ходу наблюдавшейся прогрессии миопия перешла из слабой степени в среднюю, соответственно, часть – из средней степени в высокую. А именно, из 58 больных слабой миопией у 20 при среднем годовом градиенте роста близорукости в 0,5-1,0 дптр/год миопия перешла в среднюю степень патологии, позже у 8 из последних и в высокую степень. Одновременно, из 25 человек с исходно средней близорукостью 6 детей позже перешли границу высокой миопии. Ещё в 22 случаях рост миопии оказался несущественным, что сохранило их принадлежность к той же группе обследуемых.

Таким образом, клинически верифицированная прогрессия миопии отмечена в 48 (46,6 %) случаях из 103; впрочем, итоговое (в сроках наблюдения) рефракционное значение этой прогрессии в 3/4 случаев не выходило за рамки 1,5-2,5 дптр (36 больных), у 12 пациентов это значение варьировало в пределах 3,0-5,0 дптр.

### **3.3. Заключение по результатам собственных исследований**

Применением рутинных офтальмологических методов исследований и метода оптической когерентной томографии (ОКТ) по единой схеме проанализированы данные по основным зрительным функциям и состоянию центральной части сетчато-сосудистого комплекса у 128 лиц (256 глаз) в возрасте 7-15 лет: у 25 офтальмологически здоровых детей и подростков (50 глаз) и 103 детей и подростков (206 глаз) с близорукостью различных степеней.

Томографические исследования охватывали наиболее значимую в функциональном отношении область: центральную часть сетчатки – макулярную зону и перипапиллярную зону. С целью детализации томографических изменений, принимая во внимание анатомические особенности исследуемой части глазного дна, каждая из рассматриваемых зон исследовалась поквadrантно (внутренний, верхний, наружный и нижний квадранты).

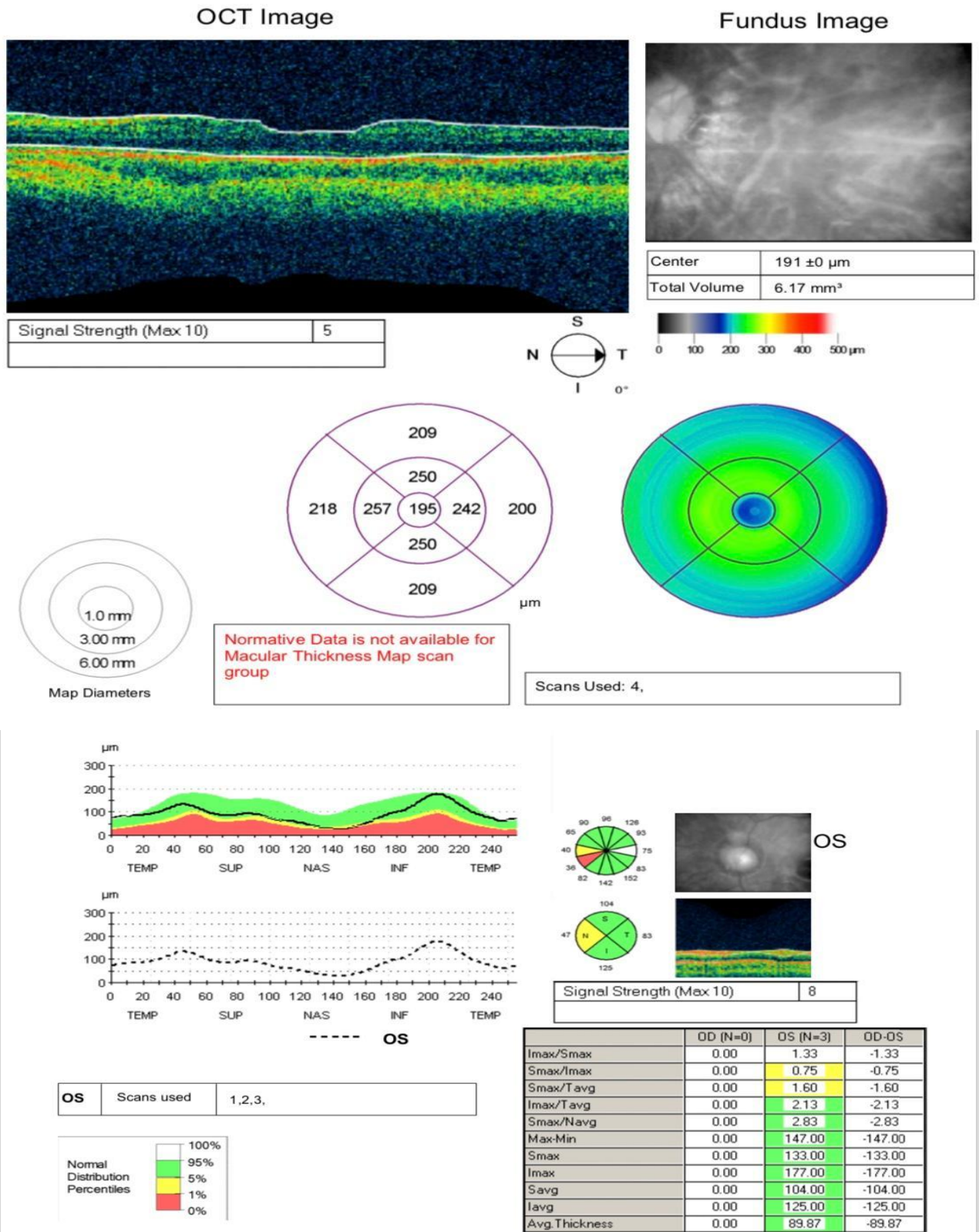


Рис. 21. Томографическая картина макулярной и перипапиллярной зон у больного со слабой степенью миопии: истончены темпоральный квадрант макулярной зоны (целиком) назальный квадрант перипапиллярной зоны (частично).



В качестве протоколов ОКТ-обследования избраны международно признанные, наиболее часто употребляемые и информативные из них: при исследовании макулы – рабочий протокол «Картирование толщины макулы», при исследовании слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки (СНВС) – рабочий протокол «Быстрый анализ толщины слоя нервных волокон сетчатки».

Получены и впервые обобщены данные по нормальным значениям оптико-когерентной томографии у офтальмологически здоровых детей, что послужило основой для последующего сравнительного анализа глазодонных изменений у лиц с близорукостью.

Исследования у лиц с близорукостью проводили при первичном осмотре и далее не реже одного раза в год в ходе последующего динамического наблюдения на протяжении 3-5 лет.

Обобщая данные собственных исследований, пришли к заключению, что у детей с миопией в ходе прогрессирующего её течения и постепенного нарастания осложнений по хориоретинальному типу последовательность томографически определяемых достоверных признаков изменений центральной сетчатки выглядит следующим образом. Истончение сетчатой оболочки начинается с наружного квадранта макулярной зоны, к которому несколько позже присоединяется таковое же во внутреннем квадранте перипапиллярной зоны; далее при продолжающемся растяжении означенных квадрантов в процесс начинают вовлекаться вертикальные квадранты обеих зон. При этом внутренний сегмент макулы и наружный сегмент СНВС перипапиллярной зоны остаются практически интактными в процессе истончения центральной сетчатки. Указанные закономерности выделены при сравнительном анализе томографических исследований первичного осмотра детей с близорукостью с последующими показателями у этих же пациентов в ходе клинического мониторинга близорукости со стационарным и прогрессирующим течением.

Заслуживающим внимания является факт того, что использованные рутинные методы исследования, в частности, офтальмоскопия, офтальмохромоскопия, эхо-

биометрия у лиц со слабой степенью близорукости (58 детей, 106 глаз) ни в одном из случаев не выявили при повторном (через год) осмотре каких-либо отклонений от первоначальных показателей статической рефракции, нормальной картины глазного дна, длины ПЗО глазного яблока. Между тем как ОКТ-мониторинг у 20 из них (40 глаз) уже констатировали в ходе повторного исследования истончение наружной части макулярной зоны и внутренней – перипапиллярной, а в 8 случаях (16 глаз) при этом определена заинтересованность и вертикальных квадрантах рассматриваемых зон; у этих 8 пациентов, подчеркнём, с исходно слабой миопией прогрессия болезни позже дала основания классифицировать их как миопов высокой степени, с осложнениями по хориоретинальному типу.

Качественный показатель когерентной томографии – рефлективность сетчатки по результатам приборного картирования заднего отрезка глаза – в абсолютном большинстве случаев прямо коррелировал с растяжением (истончением) центральной сетчатки, что, безусловно, служит надёжным дополнительным инструментом в клинической оценке глазодонной патологии при осложнённой по хориоретинальному типу близорукости.

Определённый интерес представило сравнительное (в динамике) рассмотрение состояние офтальмотонуса. Хотя ни в одном из случаев не отметили патологически высоких данных ВГД, тем не менее у миопов средних и высоких степеней с прогрессирующим течением болезни, сопровождающимся хориоретинальным растяжением различной степени, проявлялась тенденция сохранения относительно повышенного офтальмотонуса (в пределах границ нормального ВГД) при ГГР миопии в 1,0 дптр/год или более. При стабилизации же у них миопического процесса (ГГР=0 дптр/год) отмечали понижение уровней ВГД от предшествующих относительно повышенных показателей. Длина ПЗО у этих пациентов прямо коррелировала с ростом близорукости и стабилизировалась после перехода прогрессирующей миопии в стационарную.

Иная тенденция определена при прогрессирующем течении болезни с преимущественными осложнениями по витреальному типу. Уровень ВГД оказался относительно высоким исходно и не проявлял в последующем достоверной тенденции к понижению. Любопытно здесь отметить, что эхобиометрически также не определили достоверного удлинения ПЗО на этих глазах.

Таким образом, по результатам нашего исследования представлена качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у офтальмологически здоровых детей и подростков, у детей и подростков с псевдомиопией и неосложнённой миопией, у детей и подростков с осложнённой миопией, проанализированы и выделены достоверные патогномичные томографические качественно-количественных признаки миопической болезни у детей и подростков.

Показано, что использование оптической когерентной томографии у лиц с близорукостью позволяет на ранних («доофтальмоскопических») стадиях болезни достоверно верифицировать неосложнённый и осложнённый характер патологии, прогнозировать течение миопии у детей и подростков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Близорукость (миопия) является наиболее распространённой патологией органа зрения (Аветисов Э.С., 1987, 1990). Осложнённое течение заболевания – миопическая болезнь – ведущая причина инвалидности по зрению (Либман Е.С., 2000, 2008). Существующие традиционные методы привитальной клинической оценки хода миопической болезни в большинстве своём позволяют «скачкообразно» констатировать появление новых признаков прогрессии болезни, что, по понятным соображениям, весьма часто ограничивает возможности своевременной адекватной терапии заболевания и его осложнений. Ограниченные возможности лечебного воздействия, таким образом, у лиц с прогрессирующим течением миопической болезни во многом связаны прежде всего с относительной ограниченностью своевременной диагностики глазодонных изменений как на доклиническом («доофтальмоскопическом») этапе болезни, так и по ходу её развития. Особенно это утверждение справедливо для лиц детского и подросткового возрастов, когда, собственно, и начинается развитие близорукости и осуществляется её переход из рефракционной аномалии в инвалидизирующую глазную патологию. Своевременная верификация такого перехода, качественно-количественная оценка глазодонных изменений по ходу развития миопической болезни – важнейшая и актуальная научная и практическая задача современной офтальмологии.

В этом смысле новые перспективы, как показывают первые исследования в этой области, открываются при использовании оптико-когерентной томографии: методика впервые дает возможность высокоточной объективной качественно-количественной оценки сетчатой и сосудистой оболочек глазного яблока, что открывает широкие возможности в привитальном исследовании различных сегментов глазного дна при целом ряде патологий, в том числе – и при миопии. Первые работы в этом направлении показывают обнадеживающие результаты. Однако исследования эти носят разрозненный, несистематизированный характер, осуществлялись, по большей части, у взрослых миопов, не ставили целью мониторировать и,

соответственно, сравнивать и анализировать изменения и закономерности этих изменений в томографических характеристиках у одних и тех же пациентов в течение относительно длительного периода наблюдений.

Первые работы по применению ОКТ в ходе обследования лиц с миопией, несмотря на их разрозненность и бессистемность, продемонстрировали интересные результаты. Так, показано, что толщина слоя нервных волокон (СНВ) в глазах с миопией обнаруживает высокую линейную зависимость от длины переднезадней оси (ПЗО) глазного яблока и сферического эквивалента; в глазах с миопией высокой степени толщина слоя нервных волокон аномально малая, значительно ниже чем в глазах со слабой и средней степенью миопии. В глазах с патологической миопией наблюдается перипапиллярная атрофия пигментного эпителия, что затрудняет определение границ зрительного нерва; в области миопического конуса может присутствовать перипапиллярная отслойка оболочек; у края конуса наблюдались васкулярные микроскладки и ретиношизис.

Как видно из приведённых результатов первых работ по использованию оптико-когерентной томографии, методика весьма информативна, открывает исследователю новые, но ещё недостаточно реализованные возможности в привитальном морфологическом изучении заднего сегмента глазного яблока у лиц с близорукостью.

Следовательно, систематизированные ОКТ-направленные исследования в теории и практике детской офтальмологии, могут предоставить новые важнейшие диагностические инструменты в ходе ведения и перманентной клинической, и прогностической оценки течения миопической болезни у детей.

Целью настоящего исследования ставилось выявление посредством оптической когерентной томографии новых этиопатогномичных диагностических признаков возникновения и развития миопической болезни.

В соответствии с целью исследования к решению были выставлены следующие задачи:

- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у офтальмологически здоровых детей и подростков;

- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у детей и подростков с псевдомиопией и неосложнённой миопией;
- качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у детей и подростков с осложнённой миопией;
- анализ и выделение достоверных патогномичных томографических качественно-количественных признаков миопической болезни у детей и подростков.

Настоящая работа выполнялась в республиканском Центре охраны зрения детей Министерства здравоохранения Армении при клинике офтальмологии Ереванского государственного медицинского университета имени Мхитара Гераци Министерства образования и науки Армении.

В исследование было вовлечено 103 человека (206 глаз) с близорукостью разных степеней в возрасте от 7-ми до 15-ти лет и 25 офтальмологически здоровых лиц того же возраста (50 глаз): всего, таким образом - 128 детей и подростков (256 глаз), которые и послужили материалом настоящей работы.

Подбор офтальмологически здоровых лиц и больных близорукостью старались осуществить с сохранением сравнительного количественного их соотношения по возрастным группам – 7-10 лет (младшая возрастная группа) и 11-15 лет (старшая возрастная группа).

Все пациенты при первичном осмотре обследовались по единой схеме, включавшей следующие методы исследования: анамнестический расспрос, пробы с прикрыванием глаз, исследование характера зрения, исследование функции конвергенции, визометрия (вне условий оптической коррекции и в условиях оптической коррекции аметропии), биомикроскопия глазных сред, офтальмоскопия, определение статической рефракции, офтальмометрия, периметрия, исследование цветового зрения, эхобиометрия передне-задней оси глазного яблока, офтальмотонометрия, оптическая когерентная томография заднего отрезка глазного яблока.

При первичном подборе больных предпочтение отдавали детям со слабой степенью близорукости (56,3 %). Такая выборка материала не случайна: согласно задачам исследования, требовалось выявить наиболее ранние признаки перехода

неосложнённой миопии в осложнённую по хориоретинальному типу в ходе их оптико-когерентного томографического мониторинга в процессе возможного прогрессирования близорукости, что наиболее наглядно можно было выявить именно у миопов слабой степени (с изначально неосложненными формами патологии) – по мере роста у этих детей аметропии в онтогенезе. Вместе с тем, для правильной оценки наиболее значимых томографических признаков, сопровождающих осложненное течение миопической болезни, исследование начинали с лиц с высокой близорукостью. Далее переходили к миопии средней и слабой степеней, оценивая, таким образом, ретроспективу глазоночных изменений вплоть до их первоначального состояния.

ОКТ-обследование внутренних оболочек заднего отрезка глазного яблока при первичном осмотре осуществляли у всех офтальмологически здоровых лиц (25 человек), составивших контрольную выборку, и всех детей и подростков с миопией (103 человека, основная выборка): всего у 128 лиц.

При последующем ведении больных с миопией (103 человека) томографические исследования регулярно повторяли у них в целях сравнительного анализа не реже одного раза в год на протяжении всего срока диспансерного наблюдения и курации; при необходимости – чаще. Сроки наблюдения – от 3 до 5 лет.

Помимо вышеприведённых клинических методов исследования использовали методы компьютеризированного статистического анализа. Численные усреднения по сравнительному изучению какого-либо признака при двух различных во временных промежутках исследованиях осуществляли методом Стьюдента для парных значений: достоверным признавали результат при  $p < 0,05$ . При числе рассматриваемых признаков более двух применяли метод ANOVA. При этом при  $p < 0,05$  дополнительно использовали метод Тьюка с целью выделения значимого для полученных изменений признака (показателя). Осуществлялся также частотный анализ материала.

Исследование посредством оптической когерентной томографии проводили вначале у здоровых детей и подростков (25 лиц, 50 глаз).

Здесь и далее (у детей с близорукостью) оценивали: толщину макулы (её парафовеолярных зон); толщину слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) перипапиллярной зоны; рефлективность сетчатой оболочки.

При этом, если первые два показателя оценивали количественно с точностью до 0,01 мкм – толщину макулы и толщину СНВС, то рефлективность сетчатки общепринято характеризовали качественно: «выраженная рефлективность» (норма), «умеренная рефлективность», «слабая рефлективность».

Томография заднего отрезка глаз прибором «Stratus OCT-3» может осуществляться почти двумя десятками исследовательскими протоколами.

Исходя из цели и задач настоящей работы нами для унификации рассматриваемого материала и, соответственно, последующего корректного мониторинга и анализа выделенных томографических показателей, к применению были избраны и использовались следующие протоколы исследования методом ОКТ: при исследовании макулы – рабочий протокол «Картирование толщины макулы», при исследовании СНВС – рабочий протокол «Быстрый анализ толщины слоя нервных волокон сетчатки».

После анализа 50 офтальмологически здоровых глаз (25 детей), обследованных методом ОКТ, пришли к следующему заключению о средненормальных значениях толщины макулярной зоны и средненормальных значениях толщины СНВС перипапиллярной зоны у здоровых детей. Нормальная толщина макулярной (парафовеолярной) зоны у детей равнялась: в верхнем квадранте  $252,61 \pm 16,00$  мкм, во внутреннем квадранте  $238,72 \pm 13,27$  мкм, в нижнем квадранте  $239,63 \pm 15,86$  мкм, в наружном квадранте  $257,30 \pm 17,58$  мкм. Нормальная толщина СНВС перипапиллярной зоны у детей равнялась: в верхнем квадранте  $113,40 \pm 12,00$  мкм, во внутреннем квадранте  $75,12 \pm 10,50$  мкм, в нижнем квадранте  $140,30 \pm 11,22$  мкм, в наружном квадранте  $80,10 \pm 11,40$  мкм.

Рефлективность сетчатой оболочки у всех 25 детей (50 глаз) была оценена как выраженная (нормальная).

Таким образом, впервые были определены и выведены нормальные томографические значения центральной сетчатки у детей, что позволило с учётом этих



данных максимально объективизировать в дальнейшем трактовку ОКТ-изменений (равно как и отсутствие таковых) у детей с близорукостью.

При томографическом исследовании 20 лиц с высокой степенью близорукости (40 глаз) макулярная зона сетчатки оказалась растянутой почти у всех обследованных в наружном квадранте ( $p < 0,05$ ). В существенно меньшей степени это проявилось в верхнем и нижнем квадрантах и почти осталась неизменной во внутреннем квадранте макулярной зоны ( $p < 0,05$ ).

При исследовании слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) в перипапиллярной зоне в половине случаев истонченной оказалась сетчатка внутреннего квадранта – на 24 глазах из 40 у детей с высокой степенью миопии ( $p < 0,05$ ). В полтора-два раза реже это наблюдалось в остальных квадрантах этой зоны; исключение составил наружный квадрант, где отклонения от нормальных значений определяли существенно реже.

Создаётся впечатление, что растяжение заднеполюсной сетчатки у обследованных нами высоких миопов заметно выраженнее затрагивает латеральные от макулы и медиальные от диска зрительного нерва участки с частичным охватом вертикальных (верхней и нижней) границ при относительной сохранности толщины собственно центральной части сетчатой оболочки – в области между макулой и диском зрительного нерва (не менее, чем в половине случаев).

Выявленное обстоятельство позволяет с известной степенью осторожности предположить, что собственно растяжение фиброзной капсулы глаза и, соответственно, сетчатой оболочки при осевой миопии начинается меридианально и вне центральной сетчатки. Очевидно, в ходе прогрессии близорукости постепенно вовлекаются в процесс парацентральные зоны и позже, следующим этапом – собственно центр сетчатой оболочки.

При оценке рефлективности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана лишь в трети случаев – на 13 глазах из 40 с высокой миопией; ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 15 и 12 глазах.

Повторные исследования детей и подростков с высокой степенью близорукости позволяют констатировать, что, во-первых, как в макулярной, так и в перипапил-

лярной зонах центральной сетчатки продолжается её растяжение; во-вторых, сохраняются ранее проявившиеся тенденции по преимущественному истончению темпорального сегмента макулярной зоны и назального сегмента перипапиллярной. В-третьих, активнее вовлекаются в процесс вертикальные квадранты (верхние и нижние) обеих зон. В-четвёртых, более ригидной к растяжению (истончению) продолжают оставаться назальные квадранты макулярной и темпоральные квадранты перипапиллярной зон.

При сравнительной оценке рефлективности сетчатой оболочки у детей с высокой степенью близорукости следует признать, что в ходе мониторинга этого показателя также отмечали его смещение в патологическую сторону: если выраженной (нормальной) она признана уже лишь только в четверти случаев – на 9-ти глазах из 40, то ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 14-ти и 17-ти глазах.

У лиц со средней степенью миопии макулярная зона сетчатки оказалась растянутой на трети обследованных глаз в наружном квадранте ( $p < 0,05$ ): на 16-ти глазах из 50-ти. В существенно меньшей степени это проявилось в верхнем и нижнем квадрантах и осталась почти неизменной во внутреннем квадранте макулярной зоны ( $p < 0,05$ ).

При исследовании слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) в перипапиллярной зоне получили следующую картину. Более чем в половине случаев истонченной оказалась сетчатка внутреннего квадранта – на 30 глазах из 50 у 25-ти детей со средней степенью миопии ( $p < 0,05$ ). Весьма редко это наблюдали в остальных квадрантах этой зоны.

Растяжение заднеполюсной сетчатки у обследованных нами миопов средней степени, также, как и у лиц с высокой близорукостью, заметно выраженнее затрагивает латеральные от макулы и медиальные от диска зрительного нерва участки с частичным охватом вертикальных (верхней и нижней) границ при относительной сохранности толщины собственно центральной части сетчатой оболочки - в области между макулой и диском зрительного нерва (почти во всех случаях).

При оценке рефлексивности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана в абсолютном большинстве случаев – на 45 глазах из 50; ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 3 и 2 глазах.

Сравнительное исследование тех же пациентов спустя 2-3 года позволяет констатировать: во-первых, как в макулярной, так и в перипапиллярной зонах центральной сетчатки продолжается её растяжение; во-вторых, сохраняются первично зафиксированные тенденции по преимущественному истончению темпорального сегмента макулярной зоны и назального сегмента перипапиллярной; истончение наружного макулярного квадранта проявляется интенсивнее, чем растяжение назальной части СНВС перипапиллярной зоны. Чаше, чем при первичном осмотре, задействованными в процесс оказались вертикальные квадранты (верхние и нижние) обеих зон. Ригидной к растяжению (истончению) продолжают оставаться назальные квадранты макулярной и темпоральные квадранты перипапиллярной зон. Указанные закономерности практически совпадают с таковыми, выявленными у детей с высокой степенью близорукости.

При мониторинговой оценке изменений рефлексивности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана опять-таки в большинстве случаев – на 40 глазах из 50; ослабленной и резко ослабленной, соответственно, на 6 и 4 глазах. То есть по истечении 2-3 лет ослабление ОКТ-картированной рефлексивности сетчатой оболочки имело место у относительно небольшой части детей со средней степенью близорукости.

Макулярная зона сетчатки у лиц со слабой степенью миопии оказалась истонченной на двух третях обследованных глаз и исключительно в наружном квадранте ( $p < 0,05$ ): на 78-ми глазах из 116-ти (67,2 %). Практически полностью сохранены в этой зоне оказались остальные сегменты ( $p < 0,05$ ).

При исследовании слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) в перипапиллярной зоне получили следующую картину: почти в половине случаев истонченной оказалась сетчатка внутреннего квадранта – на 49 глазах (42,2 %) из 116 у детей со слабой степенью миопии ( $p < 0,05$ ). Весьма редко это наблюдали в верхнем и нижнем квадрантах этой зоны: примерно, в 12,0 % случаев. Одновременно, у всех

обследованных этой группы пациентов СНВС оказался сохранным в наружном квадранте перипапиллярной зоны.

Растяжение заднеполюсной сетчатки у обследованных нами миопов слабой степени, также, как и у лиц с высокой и средней степенями близорукости, заметно выраженнее затрагивает латеральные от макулы и медиальные от диска зрительного нерва участки с частичным охватом вертикальных (верхней и нижней) границ при полной сохранности толщины собственно центральной части сетчатой оболочки, в области между макулой и диском зрительного нерва.

При оценке рефлективности сетчатой оболочки выраженной (нормальной) она признана на всех 116 глазах.

Последующие в ходе мониторинга сравнительные ОКТ-исследования глаз детей со слабой степенью близорукости выявили, что, во-первых, как в макулярной, так и в перипапиллярной зонах центральной сетчатки продолжается ее растяжение; во-вторых, сохраняются первично зафиксированные тенденции по преимущественному истончению темпорального сегмента макулярной зоны и назального сегмента перипапиллярной. Вертикальные квадранты (верхние и нижние) обеих зон истончаются значительно реже и позже вышеозначенных. Ригидной к растяжению (истончению) продолжают оставаться назальные квадранты макулярной и темпоральные квадранты перипапиллярной зон. Указанные закономерности практически совпадают с таковыми же, выявленными у детей с высокой и средней степенями близорукости, хотя, естественно, отличаются глубиной поражения, т.е. величиной истончения.

Здесь отметим, что по ходу динамического наблюдения (3-5 лет) за нашими больными с различными степенями близорукости (103 ребёнка) часть из них по ходу наблюдавшейся прогрессии миопия перешла из слабой степени в среднюю, соответственно, часть – из средней степени в высокую. А именно, из 58 больных слабой миопией у 20 при среднем годовом градиенте роста близорукости в 0,5-1,0 дптр/год миопия перешла в среднюю степень патологии, позже у 8 из последних и в высокую степень. Одновременно, из 25 человек с исходно средней близорукостью 6 детей позже перешли границу высокой миопии. Ещё в 22 случаях

рост миопии оказался несущественным, что сохранило их принадлежность к той же группе обследуемых.

Таким образом, нами применением рутинных офтальмологических методов исследований и метода оптической когерентной томографии (ОКТ) по единой схеме проанализированы данные по основным зрительным функциям и состоянию центральной части сетчато-сосудистого комплекса у 128 лиц (256 глаз) в возрасте 7-15 лет: у 25 офтальмологически здоровых детей и подростков (50 глаз) и 103 детей и подростков (206 глаз) с близорукостью различных степеней.

Томографические исследования охватывали наиболее значимую в функциональном отношении область – центральную часть сетчатки: макулярную зону и перипапиллярную зону. С целью детализации томографических изменений каждая из рассматриваемых зон исследовалась поквadrантно. В качестве протоколов ОКТ-обследования избраны: рабочий протокол «Картирование толщины макулы», рабочий протокол «Быстрый анализ толщины слоя нервных волокон сетчатки».

Получены и впервые обобщены данные по нормальным значениям оптико-когерентной томографии у офтальмологически здоровых детей, что послужило основой для последующего сравнительного анализа глазодонных изменений у лиц с близорукостью.

Исследования у лиц с близорукостью проводили при первичном осмотре и далее не реже одного раза в год в ходе последующего динамического наблюдения.

Обобщая данные собственных исследований, пришли к заключению, что у детей с миопией в ходе прогрессирующего её течения и присоединения, и постепенного нарастания осложнений по хориоретинальному типу последовательность томографически определяемых достоверных признаков изменений центральной сетчатки выглядит следующим образом. Истончение сетчатой оболочки начинается с наружного квадранта макулярной зоны, к которому несколько позже присоединяется таковое же во внутреннем квадранте перипапиллярной зоны; далее при продолжающемся растяжении означенных квадрантов в процесс начинают вовлекаться вертикальные квадранты обеих зон. При этом внутренний

сегмент макулы и наружный сегмент СНВС перипапиллярной зоны остаются практически интактными.

Заслуживающим внимания является факт того, что использованные рутинные методы исследования, в частности – офтальмоскопия, офтальмохромоскопия, эхобиометрия у лиц со слабой степенью близорукости (58 детей, 106 глаз) ни в одном из случаев не выявили при повторном (через год) осмотре каких-либо отклонений от первоначальных показателей статической рефракции, нормальной картины глазного дна, длины ПЗО глазного яблока. Между тем, как ОКТ-мониторинг у 20 из них (40 глаз) уже констатировали в ходе повторного исследования истончение наружной части макулярной зоны и внутренней – перипапиллярной, а в 8 случаях (16 глаз) при этом определена заинтересованность и вертикальных квадрантов рассматриваемых зон; у этих 8 пациентов, подчеркнём, с исходно слабой миопией прогрессия болезни позже дала основания классифицировать их как миопов высокой степени с осложнениями по хориоретинальному типу.

Качественный показатель когерентной томографии – рефлективность сетчатки по результатам приборного картирования заднего отрезка глаза – в абсолютном большинстве случаев прямо коррелировал с растяжением (истончением) центральной сетчатки, что, безусловно, может служить надёжным дополнительным инструментом в клинической оценке глазодонной патологии при осложнённой по хориоретинальному типу близорукости.

Таким образом, по результатам нашего исследования представлена качественно-количественная характеристика томографических показателей глаз у офтальмологически здоровых детей и подростков, у детей и подростков с псевдомиопией и неосложнённой миопией, у детей и подростков с осложнённой миопией, проанализированы и выделены достоверные патогномичные томографические качественно-количественных признаки миопической болезни у детей и подростков.

Показано, что использование оптической когерентной томографии у лиц с близорукостью позволяет на ранних («доофтальмоскопических») стадиях болезни достоверно верифицировать неосложнённый и осложнённый характер патологии, прогнозировать течение миопии у детей и подростков.

## ВЫВОДЫ

1. Определяемая оптико-когерентной томографией нормальная толщина центральной части сетчатой оболочки у детей и подростков в верхнем, внутреннем, нижнем и наружном квадрантах макулярной зоны, соответственно, равняется  $252,61 \pm 16,00$  мкм,  $238,72 \pm 13,27$  мкм,  $239,63 \pm 15,86$  мкм и  $257,30 \pm 17,58$  мкм.

2. Определяемая оптико-когерентной томографией нормальная толщина центральной части сетчатой оболочки у детей и подростков в верхнем, внутреннем, нижнем и наружном квадрантах перипапиллярной зоны, соответственно, равняется  $113,40 \pm 12,00$  мкм,  $75,12 \pm 10,50$  мкм,  $140,30 \pm 11,22$  мкм и  $80,10 \pm 11,40$  мкм.

3. У детей и подростков с псевдомиопией, миопией слабой и средней степенью нормальные качественно-количественные характеристики оптико-когерентного томографического исследования, прямо коррелирующие с нормальными или близкими к ним данными рутинных исследовательских методик, могут рассматриваться в качестве благоприятных прогностических признаков, свидетельствующих о неосложнённой форме заболевания.

4. Начальными (ранними) прогностическими томографическими признаками неблагоприятного, осложнённого (по хориоретинальному типу) течения близорукости у детей и подростков являются истончения центральной части сетчатой оболочки в темпоральном квадранте макулярной зоны и назальном квадранте перипапиллярной зоны.

5. Последовательность проявления томографических признаков осложнённого (по хориоретинальному типу) течения миопической болезни у детей и подростков следующая: истончения центральной части сетчатой оболочки вначале в темпоральном квадранте макулярной зоны и назальном квадранте перипапиллярной зоны, далее – в верхнем и нижнем квадранте обеих зон, снижение рефлексивности сетчатой оболочки.

6. Томографические признаки осложнённого (по хориоретинальному типу) течения близорукости у детей и подростков предшествуют таковым, определяемыми рутинными методами исследования, имеют достоверное прогностическое значение.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Метод оптической когерентной томографии центральной части сетчатой оболочки у детей и подростков с псевдомиопией и миопией различных степеней рекомендуется включить в комплекс стандартной схемы обследования этих больных.

2. Исследования центральной части сетчатой оболочки методом оптической когерентной томографии рекомендуется осуществлять у детей и подростков с близорукостью не реже одного раза в год на протяжении всего периода их ведения.

3. В целях более достоверной сравнительной клинической оценки и прогнозирования течения близорукости у детей и подростков в ходе их мониторингового ведения в детской офтальмологической практике рекомендуется наряду с рутинными исследовательскими методиками соразмерять данные последних с томографически определяемыми характеристиками толщины центральной части сетчатой оболочки, в частности, в наружном и вертикальных квадрантах макулярной зоны, внутреннем и вертикальных квадрантах перипапиллярной зоны.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов Э.С. Близорукость. – М.: Медицина, 1999. – 140 с.
2. Аветисов Э.С., Кашенко Т.П., Вакурина А.Е. Труды международной конференции «Актуальные проблемы аметропии у детей». – М., 1996. – С. 89-95.
3. Аветисов Э.С., Ковалевский Е.М., Хватова А.В. Повреждения глаз. – Руководство по детской офтальмологии. – М.: Медицина, 1987. – С. 396-424.
4. Аветисов Э.С., Губкина Г.Л., Аникина Е.Б., Шапиро Е.И. Трансклеральное лазерное воздействие на ослабленную при миопии цилиарную мышцу // Тез. докл. международного симпозиума. – М., 2001. - С. 7-8.
5. Арынова А.А., Дмитриев В.Н., Дмитриева Т.В., Писарев К.О. Первичная инвалидность взрослого населения вследствие дистрофии и дегенерации сетчатки в Белгородской области // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. - 2013. - № 1. - С. 42-47.
6. Багдасарова Т.А., Федоров А.А. Экспериментальное исследование влияния нового материала для "инъекционной" склеропластики на ткани глаза // Вестник офтальмологии. 2000. – № 1. – С. 33-35.
7. Базаева Е.А., Марушева Л.Г., Трифонова О.Б., Герман С.В. Региональные особенности структуры первичной инвалидности взрослого населения Нижегородской области с учётом групп инвалидности // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. Издательство "Медицина", Москва, 2011. – С. 37-42.
8. Безденежных В.Н. Миопия – проблема XXI века // Молодой учёный. – 2015. – № 24. – С. 253-255.
9. Беляев В.С., Душин Н.В. Отдалённые результаты хирургической профилактики и коррекции прогрессирующей близорукости // Вест. офтальмологии. - 2001. - № 6 – С. 3-6.
10. Бикбов М.М., Бикбулатова А.А., Фархутдинова А.А. Эффективность лечения спазма аккомодации и поздно приобретённой близорукости // Вестник офтальмологии. - 2008. - № 2. – С. 33-35.
11. Вержанская Т.Ю. Влияние ортокератологических линз на клинико-

функциональные показатели миопических глаз и течение миопии: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 29 с.

12. Вержанская Т.Ю., Тарутта Е.П., Манукян И.В., Толорая Р.Р. Влияние ортокератологических контактных линз на структуры переднего отрезка глаза // Росс. офтальмол. журн. - 2009. - № 2. – С. 30-34.

13. Гончар П.А., Душин Н.В., Беляев В.С., Кравчинина В.В., Барашков В.И., Фролов М.А. Оптимизация хирургического вмешательства с целью стабилизации прогрессирующей близорукости // Вестник офтальмологии. - 1999. - № 3. – С. 6-8.

14. Дашевский А.И. Ложная близорукость: Б-ка ПВ. – М.: Медицина, 1973. – 151 с.

15. Захаренков В.В., Вибляя И.В., Колядо В.Б. Управление региональной системой охраны здоровья трудовых ресурсов. Формирование и развитие научной школы социал-гигиенистов и организаторов здравоохранения на Алтае: итоги и перспективы // Материалы региональной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию Алтайского государственного медицинского университета и 55-летию кафедры общественного здоровья и здравоохранения / под ред. И.П. Салдана, В.Б. Колядо, В.В. Захаренкова, С.И. Трибунского. – Барнаул, 2015. – С. 150-154.

16. Иомдина Е.Н. Биомеханика склеральной оболочки глаза при миопии: диагностика нарушений и их экспериментальная коррекция: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – М., 2000. – 48 с.

17. Кожанова М.И., Тетерина Т.П., Кузнецова М.В. Причины развития близорукости и ее лечение // Казань: МЕДпресс-информ, 2004. – 176 с.

18. Кузнецова М.В. «Причины развития близорукости и её лечение»: Монография. – М., 2004. – 176 с.

19. Лемберанская Н.Р. Сравнительная оценка инвалидности при близорукости за 1992-1997 гг. в Азербайджанской Республике // Тезисы докл. VII съезда офтальмологов России. – 2000. - ч. 2. – С. 219.

20. Летнева И.А. Поражения зрительной системы у детей с перивентрикулярной лейкомаляцией. – Дисс. ... канд. мед. наук. М, 2004. – 159 с.

21. Либман Е.С. Современные позиции клинко-социальной офтальмологии //

Вестник офтальмологии. - 2004. – № 1. – С. 10-12.

22. Либман Е.С. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России // Офтальмология. Национальное руководство / Под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, В.В. Нероева. – М., 2008. – С. 19-31.

23. Либман Е.С., Шахова Е.В. Состояние и динамика слепоты и инвалидности вследствие патологии органа зрения в России // Тез. докл. VII съезда офтальмологов России. М. - 2000. – ч. 2. – С. 209-215.

24. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России // Вестник офтальмологии. – 2006. – Т. 122, № 1. – С. 35-37.

25. Макаров С.И. Комбинированные способы профилактики прогрессирования миопии // Клиническая офтальмология. 2007. – Т. 8, № 1. – С. 35-37.

26. Мац К.А. Влияние тренировочных упражнений на аккомодационную способность глаз // 3-й съезд офтальмологов. Тез. докл. - М., 1975. – Т. 2. - С. 77-80.

27. Мосин И.М. Врожденные аномалии зрительного нерва // Зрительные функции и их коррекция у детей. / Под ред. С.Э. Аветисова и соавт. – М: Медицина, 2005. - С. 687-752.

28. Мосин И.М. Оптическая когерентная томография: Клиническая физиология зрения / Под ред. А.М. Шамшиновой. – М., 2006. – С. 785-858.

29. Мосин И.М., Мошетова Л.К., Васильева О.Ю. и соавт. Офтальмологические нарушения у детей с перивентрикулярной лейкомаляцией // Педиатрия. - 2005, № 1. – С. 26-33.

30. Мосин И.М., Фильчикова Л.И., Крюковских О.Н. Прогнозирование функционального исхода при атрофии зрительного нерва и корковой слепоте у детей раннего возраста // Тез. докл. VI съезда офтальмологов России. - М. - 1994. – С. 110.

31. Мосин И.М., Хоценко И.Е., Корх Н.Л. и соавт. Солнечные поражения макулы у детей: результаты оптической когерентной томографии, психо- и электрофизиологических исследований в отдалённом периоде // Тез. докл. II Всер. сем. - Р/н/Д, 2006. – С. 57-60.

32. Мосин И.М., Щербатова О.И. Болезнь Беста. Зрительные функции и их коррекция у детей / Под ред. С.Э.Аветисова и соавт. М.: Медицина, 2005. – С.524-

535.

33. Нестеров А.П. Глаукома. – Медицина, М.,1995. – 256 с.

34. Онуфрийчук О.Н., Розенблом Ю.З. Закономерности рефрактогенеза и критерии прогнозирования школьной миопии // Вестник офтальмологии. - 2007. - № 1. – С. 22-24.

35. Петухов В.М., Медведев П.В. Особенности возникновения и прогрессирования школьной близорукости в условиях современного учебного процесса и их профилактика // Самара: Самарский государственный медицинский университет, 2005. - 31 с.

36. Писарев К.О., Дмитриева Т.В., Дмитриев В.Н., Арынова А.А. Общая инвалидность взрослого населения вследствие миопии в Белгородской области в динамике за 2006-2010 годы. // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2012. - № 3. – С.68-70.

37. Порханова А.В., Бронская А.Н, Тиллиходжаев С.С. Прогностическое значение развития эпиретинальной мембраны в динамике миопического тракционного синдрома // Актуальные проблемы офтальмологии: Всерос. науч. конф. молодых ученых, 4-я: Сб. научн. работ. – М., 2009. – С. 194-196.

38. Родин А.С., Большунов А.В., Габель В.П. и соавт. Применение оптической когерентной томографии для диагностики ретинальной патологии // Рефракционная хирургия и офтальмология. 2001. – Т. 1. - № 3. – С. 41-44.

39. Руднева М.А., Шпак А.А., Магарамов Д.А. Роль оптической когерентной томографии в диагностике ранней стадии образования субретинальных неоваскулярных мембран // Новое в офтальмологии. - 2004. - № 3. - С. 44-46.

40. Рыков С.А., Сук С.А., Сорокина С.А., Венедиктова О.А., Виноградская И.П., Ширяев А.В. Сравнительная оценка изменения диска зрительного нерва и перипапиллярной зоны при прогрессировании миопии по данным спектральной оптической когерентной томографии // Таврийский медико-биологический вестник. – 2013. – № 3. - Т. 16. - Ч. 2 (63).

41. Саксонова Е.О., Захарова Г.Ю., Платова Л.А., Елисеева Р.Ф. Профилактика отслойки сетчатой оболочки у больных с периферическими витреохориорети-

нальными дистрофиями // Офтальмол. журнал. – 1983. – № 3. – С. 151-155.

42. Савельева Ю. Методы улучшения зрения.–М.:РИПОЛ классик, 2005. – 64 с.

43. Сидоренко Е.И. Доклад по охране зрения у детей. Проблемы и перспективы детской офтальмологии // Вестник офтальмологии, 2006. - Т. 122. - № 1. – С. 41-42.

44. Сидоренко Е.И., Суханова Н.В. Комплексное лечение близорукости у детей // Российская детская офтальмология, 2015. - № 2. - 617.7:616-053.2.

45. Славинская Н.В., Мосин И.М., Васильева О.Ю. Уменьшение толщины слоя нервных волокон сетчатки у детей с синдромом расширенной экскавации и пренатальными поражениями задних зрительных путей // Сб. мат. VIII съезда офтальмологов России. М. - 2005. - С. 695.

46. Сумерина Е.К., Глазунова О.В., Хромова В.А. и соавт. Системный подход к охране зрения у детей, необходимость раннего вмешательства // Поликлиника, 2007- 1: 88-90.

47. Тарутта Е.П. Возможности профилактики прогрессирующей и осложнённой миопии в свете современных знаний о её патогенезе // Вестник офтальмологии. 2006. – № 1. – С. 43-47.

48. Тарутта Е.П. Патогенетически обоснованная система диагностики, прогнозирования, профилактики и склерореконструктивного лечения патологической миопии // Российская педиатрическая офтальмология. 2008. – № 1. – С.24-28.

49. Тарутта Е.П., Кушнаревич Н.Ю., Иомдина Е.Н. Прогнозирование осложнённого течения миопии у детей.//Вестник офтальмологии. 2004. – № 3. – С.19-22.

50. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Ахмеджанова Е.В. Прогрессирующая миопия у детей: лечить или не лечить? // Вестник офтальмологии. 2005. – № 2. – С.5-8.

51. Трон Е.Ж. Изменчивость элементов оптического аппарата глаза и её значение для клиники. – Л., 1947.

52. Туманян С.А., Кечек А.Г. Коррекция зрительных функций с использованием приёмов функционального биоуправления // Метод. рек. – СПб., 1996. – 24 с.

53. Фильчикова Л.И., Мосин И.М., Крюковских О.Н. и соавт. Электрофизиологические и нейрорадиологические методы в диагностике и прогнозировании

функциональных исходов у детей раннего возраста с поражением зрительных путей. // Вестник офтальмол. - 1994. – № 3. – С. 29-32.

54. Хватова А.В. Основные причины слепоты и слабовидения у детей и пути их профилактики // Русский офтальмологический журнал. 2000. – № 1. – С. 30-34.

55. Чеглаков Ю.А., Иошин И.Э., Чеглаков В.Ю. Отдалённые результаты ксеносклеропластики заднего полюса глаза при лечении пациентов с прогрессирующей миопией // Вестник офтальмологии. 2005. – № 6. – С. 18-21.

56. Чекмарева Л.Т., Юрьева Т.Н., Щуко А.Г. и соавт. Современные представления о закономерностях и механизмах формирования глаукомы Франк–Каменецкого // Вестник офтальмологии. - 2002. – № 5. – С. 5-8.

57. Ченцова О.Б., Шаталов О.А. Сравнительный анализ эффективности нескольких способов консервативного лечения спазма аккомодации и миопии у детей // Вестник офтальмологии. - 2002. – № 5. – С. 10-12.

58. Шестаков Ю.А. Профилактика нарушения зрения на занятиях по физической культуре у студентов средствами оздоровительной гимнастики // Новая наука: опыт, традиции, инновации. 2017. – № 2. – С. 81-83.

59. Цикова Т.Д. Лазерпунктура в комплексном лечении миопии слабой степени у детей школьного возраста // Офтальмологический журнал. - 1990.– № 1.–С. 39-42.

60. Эскина Э.Н. Оценка и прогнозирование результатов фоторефракционной кератэктомии: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – М., 2002. – 45 с.

61. Эскина Э.Н., Зыкова А.В. Ранняя диагностика и мониторинг глаукомного процесса у пациентов с аномалиями рефракции, в том числе, после перенесённых кераторефракционных операций. – В сб. Всероссийского конгресса с международным участием «Глаукома на рубеже веков», Казань, 2013. – С. 200-203.

62. Alamouti B., Funk J. Retinal thickness decreases with age: an OCT study. // Brit. J. Ophthalmol. – 2003. – Vol.87, №7. – pp. 899-901.

63. Atchison D.A., Pritchard N., Schmid K.L. Peripheral refraction along the horizontal and vertical visual fields in myopia. // Vision Res. 2006; 46(8-9):1450-1458.

64. Backhouse S., Fox S., Ibrahim B, Phillips JR. Peripheral refraction in myopia corrected with spectacles versus contact lenses. // *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012 Jul; 32(4): 294-303.
65. Bagga H., Greenfield D.S. Quantitative assessment of structural damage in eyes with localized visual field abnormalities. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2004; 138, № 2 (294-296).
66. Bourne R., Price H., Stevens G. Global Burden of Visual Impairment and Blindness. // *Arch Ophthalmol.* 2012; 130(5):645-647.
67. Chen S.D.M., Patel C.K. Optical coherence tomography in uncooperative children under general anesthesia: Letter. // *J. Pediatr. Ophthalmol.* – 2003. – Vol. 136, № 4. – pp. 766-767.
68. Chen S-J., Lu P., Zhang W-F., Lu J-H. High myopia as a risk factor in primary open angle glaucoma. // *Int. J. Ophthalmol.* – 2012. – Vol. 5, № 6. – pp. 750-753.
69. Chen X.Y., Cai Y. Epidemiology and classification of primary angle-closure glaucoma today. // *Zhonghua. Yan Ke Za Zhi.* 2011. Oct. Vol. 47, № 10. – pp. 949-952.
70. Ching J., Spaide R. Intraretinal silicone oil vacuoles after macular hole surgery with internal limiting membrane peeling. // *Amer. J. Ophthalmol.* 2003. – Vol. 136, № 4. – pp. 766-767.
71. Choi Y.J., Jeoung J.W., Park K.H., Kim D.M. Glaucoma detection ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness by spectral-domain optical coherence tomography in high myopia. // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2013. – Vol. 54, № 3. – pp. 2296–2304.
72. Ciardella A.P., Klanchik J., Schiff W. et al. Intravitreal triamcinolone for the treatment of refractory diabetic macular oedema with hard exudates: an optical coherence tomography study. // *Brit. J. Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 88, № 9. – pp. 1131-1136.
73. Cook C., Foster P. Epidemiology of glaucoma: what's new? // *Can. J. Ophthalmol.* – 2012. – Vol. 47, № 3. – pp. 223-226.
74. Degenring R.F., Kampeter B., Kreissig I. et al. Morphological and functional changes after intravitreal triamcinolone acetonide for retinal vein occlusion. // *Acta Ophthalmol. Scand.* – 2003. – Vol. 81, № 5 – pp. 548-550.

75. Eriksson U., Larsson E., Holmsrom G. Optical coherence tomography in the diagnoses of juvenile X-linked retinoschisis. // *Acta Ophthalmol. Scand.* – 2004. – Vol. 82, № 2. – pp. 218-223.
76. Espinoza G., Rosenblatt B., Harbour J.W. Optical coherence tomography in the evolution of retinal changes associated with suspicious choroidal melanocytic tumors. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 137, № 1. – pp. 90-95.
77. Floyd M.S., Katz B.J., Digre K.B. Measurement of the scleral canal using optical coherence in patient with optic nerve drusen. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 139, № 4. – pp. 664-669.
78. Gaucher D., Tadayoni R., Erginay A. et al. Optical coherence tomography assessment of the vitreoretinal relationship in diabetic macular edema. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 139, № 5. – pp. 807-813.
79. Gloesmann M., Hermann B., Schubert C. et al. Histologic correlation of pig retina radial stratification with ultra high-resolution optical coherence tomography. // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2003. – Vol. 44. – pp. 1696-1703.
80. Haouchine B., Massin P., Tadayoni R. et al. Diagnoses of macular pseudoholes and lamellar macular holes by optical coherence tomography. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 138, № 5. – pp. 732-739.
81. Hee M.R., Puliafito C.A., Duker J.S. et al. Topography of diabetic macular edema with optical coherence tomography. // *Ophthalmol.* – 1998. – Vol. 105. – pp. 360-370.
82. Hee M.R., Puliafito C.A., Wong C. et al. Optical coherence tomography of macular holes. // *Ophthalmol.* – 1995. – Vol. 102. – pp. 748-756.
83. Hess D.B., Asrani S.G., Bhide M.G. et al. Macular and retinal nerve fiber layer analysis of normal and glaucomatous eyes in children using optical coherence tomography. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 139. – № 3. – pp. 509-517.
84. Hewitt A.W., Kearns L.S., Jamieson R.V., Williamson K.A., van Heyningen V., Mackey D.A. PAX6 mutations may be associated with high myopia. // *Ophthalmic Genetics.* – 2007. – Vol. 28. – pp. 179-182.
85. Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A. et al. Global prevalence of myopia and high Myopia and temporal trends from 2000 through 2050. // *Ophthalmology.* – 2016. – Vol. 123, № 5, pp. 1036–1042. View at Publisher – View at Google Scholar.



86. Huang H.M., Huang J.C., Wu P.C., Chen C.T., Lin K.K., Sun C.C., Yang M.L. et al. Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial. // *J. Ophthalmol.* - 2017. – Vol.12. № 11- pp.38-42
87. Huang J., Chen T., Lu Y., Long L., Dai H. Retinoschisis and intravitreal ranibizumab treatment for myopic choroidal neovascularization. // *Chin Med J (Engl)*. 2014; 127(11): 2053-2057.
88. Hughes E.H., Khan J., Patel N. et al. In vivo demonstration of the anatomic differences between classic and occult choroidal neovascularization using optical coherence tomography. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 139. – pp. 344-346.
89. Hysi P.G., Wojciechowski R., Rahi S.J., Hammond C.J. Genome-wide association studies of refractive error and myopia, lessons learned, and implication for the future. // *Investigation Ophthalmological and Visual Science*. – 2014. - V. 55. – № 5. – pp. 3344-3351.
90. Hysi P.G., Mahroo O.A., Cumberland P. et al. Common mechanisms underlying refractive error identified in functional analysis of gene lists from genome-wide association study results in 2 European British cohorts. // *JAMA Ophthalmol.* 2014; 132: 50-56.
91. Jaffe G.J., Caprioli J. Optical coherence tomography to detect and manage retinal disease and glaucoma. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 137. – pp. 156-169.
92. Jones A.L., Sheen N.J.L., North R.V. et al. The Humphrey optical coherence tomography scanner: quantitative analysis and reproducibility study of the normal human retinal nerve fibre layer. // *Brit. J. Ophthalmol.* – 2001. – Vol. 85, № 6. – pp. 673-677.
93. Kang S.W., Park C.Y., Ham D.-I. The correlation between fluorescein angiographic and optical coherence tomographic features in clinically significant diabetic macular edema // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 137, №2. – pp. 313-322.
94. Karam E.Z., Hedges T.R. Optical coherence tomography of the retinal nerve fibre layer in mild papilloedema and pseudopapilloedema. // *Brit. J. Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 89, № 3. – pp. 294-298.
95. Kitaya N., Hokichi T., Kagokawa H. et al. Irregularity of photoreceptor layer after successful macular hole surgery prevents visual acuity improvement. // *Amer. J. Ophthalmol.* – 2004. – № 138 – pp. 308-310.

96. Kozak I., Bartsch D.-U., Cheng L. et al. Objective analysis of retinal damage in Hiv-positive patient in the HAART era using OCT. // *Amer.J.Ophthalmol.* – 2005. – Vol. 139, № 2. – pp. 295-301.
97. Kusahara S. Escano M.F., Fujii S. et al. Prediction of postoperative visual outcome based on hole configuration by optical coherence tomography in eyes with idiopathic macular holes. // *Amer.J.Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 138, № 5. - pp. 709-716.
98. Lieb D.F., Scott I.U., Flynn H.W. et al. Acute acquired toxoplasma retinitis may present similarly to unilateral acute idiopathic maculopathy. // *Amer.J.Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 137, № 5. – pp. 940-942.
99. Lim M.C. et al. Use of Optical Coherence Tomography to Assess Variations in Macular Retinal Thickness in Myopia. // *Invest Ophthalmol. Vis Sci* – 2005; 46(3):974-978.
100. Luo HD, Gazzard G, Fong A, Aung T, Hoh ST, Loon SC, Healey P, Tan DT, Wong TY, Saw SM. Myopia, axial length, and OCT characteristics of the macula in Singaporean children. // *Invest Ophthalmol Vis Sci.* – 2006 Jul; 47(7): 2773-81.
101. Martin Ming-Leung M., Mitchell Scheiman, Cuiyun Su and Xiang Chen. Effect of Vision Therapy on Accommodation in Myopic Chinese Children. // *Journal of Ophthalmology.* Volume 2016 (2016), Article ID 1202469, 9 pages.
102. Maul E.A., Friedman D.S., Chang D.S. et al. Choroidal thickness measured by spectral domain optical coherence tomography: factors, affecting thickness in glaucoma patients. // *Ophthalmol.* – 2011. – Vol. 118, № 8. – pp. 1571-1579.
103. Medeiros F.A., Zangwill L.M., Bowd C. et al. Evaluatin of retinal nerve fiber layer, optic nerve head, and macular thickness measurement for glaucoma detection using optical coherence tomography. // *Am.J.Ophth.* – 2005. – № 1. – pp. 44-51.
104. Millodot M. Effect of ametropia on peripheral refraction. // *Am J Optom Physiol Opt.* – 1981. – Vol. 58. – pp. 691–695.
105. Monteiro M.L.R., Leal B.C., Rosa A.A.M. et al. Optical coherence tomography analysis of axonal loss in band atrophy of the optic nerve. // *Brit.J. Ophthalmol.* – 2004. – Vol. 88, № 7. -pp. 896-899.
106. Monteiro M.L.R., Medeiros F.A., Ostrotski M.R. Optical coherence tomography analysis of axonal loss in band atrophy of the optic nerve using scanner laser polarimetry.

// Brit.J. Ophthalmol. – 2003. – Vol. 87, № 7. – pp. 32-37.

107. Montero J.A., Riuz-Moreno J.M. Optical coherence tomography characterization of idiopathic central serous chorioretinopathy. // Brit J. Optthalmol. – 2005. – Vol. 89, № 5. – pp. 562-564.

108. Morgan I., Ohno-Matsui K., Saw S.M. Myopia. // The Lancet. – 2012. – V.379, № 9827. - pp. 1739-1748.

109. Morgan I., Rose K. Myopia and educational performance. // Ophthalmic and Physiological Optics. – 2013. - Vol.33, № 3. - pp. 329-338.

110. Mosin I.M., Filchikova L.I., Krukovskih O. Predicting functional outcome in infants with visual cortical impairment. // E.J.Opth. – 1995. – Vol. 5, № 2a. – p. 287.

111. Mosin I.M., Moshetova L.K., Slavinskaya N. et al. Syndrome of large cup of optic nerve disc-the manifestation of pre- and perinatal cerebral visual (postgenicular ways) impairment in children. // – Moscow, 2005. – p. 28.

112. Mrugasz M., Bakunowicz-Lazarczyk A. et al. Use of optical coherence tomography in myopia. // J.Pediatr.Opht. & Strabism. – 2004. – Vol. 41. – pp. 159-162.

113. Mutti D.O, Zadnik K. Age-related decreases in the prevalence of myopia: longitudinal change or cohort effect?// Invest Ophthalmol. Vis Sci. – 2000; 41: 2103-2107.

114. Mutti D.O., Hayes J.R., Mitchell G.L. et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. // Invest Ophthalmol Vis Sci. – 2007. – Vol. 48. – pp. 2510-2519.

115. Mutti D.O., Sinnott L.T., Mitchell G.L. et al. Relative peripheral refractive error and the risk of onset and progression of myopia in children. // Invest Ophthalmol Vis Sci. – 2011. – Vol. 52. – pp. 199-205.

116. Patel C.K., Chen S.D.M., Farmery A.D. Optical coherence tomography under general anaesthesia in a child with nystagmus. // Amer.J.Ophthalmol. – 2004. – Vol.137, № 6. – pp. 1127-1129.

117. Perruccio A.V., Badley E.M., Trope G.E. A Canadian population-based study of vision problems: assessing the significance of socioeconomic status. // Can. J. Ophthalmol. - 2010. – Vol. 45, № 5. – pp. 477-483.

118. Pierro L., Tremolada G., Intorini U. et al. Optical coherence tomography findings in adult-onset foveomacular viteliform dystrophy. // Amer.J.Ophthalmol. – 2002. –

Vol.134. – pp. 675-680.

119. Price H., Allen P.M., Radhakrishnan H. et al. A randomised clinical trial to assess the effect of a dual treatment on myopia progression: The Cambridge Anti-Myopia Study. // *Ophthalmic and Physiological Optics*. – 2013 – Vol. 33, № 3. - pp. 267-276. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus.

120. Quigley H.A., Broman A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. // *British Journal of Ophthalmology*. - 2006; (90): 262-267.

121. Sankaridurg P., Donovan L., Varnas S., Ho A., Chen X., Martinez A., Fisher S., Lin Z, Smith EL 3rd, Ge J, Holden B. Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results. // *Optom Vis Sci*. – 2010. - Sep; 87 (9): 631-641.

122. Scavallo G.S., Jr Paluru P.C., Zhou J., White P.S., Rappaport E.F., Young T.L. Genomic structure and organization of the high grade Myopia-2 locus (MYP2) critical region: mutation screening of 9 positional candidate genes. // *Molecular Vision*. 2005. – V.11. – pp. 97-110.

123. Schatz P., Abrahamson M., Eksandh L. et al. Macular appearance by means of OCT and electrophysiology in members of two families with different mutation in RDS (the peripherin/RDS gene). // *Acta Ophthalmol.Scand*. –2003.–Vol.81, № 5.–pp. 500-507.

124. Schmid K.L. and Strang N.C. Differences in the accommodation stimulus response curves of adult myopes and emmetropes: a summary and update. // *Ophthalmic and Physiological Optics*. – Vol. 35, № 6. – pp. 613–621, 2015. View at Publisher – View at Google Scholar – View at Scopus.

125. Schuman Scott I.u.J.S., Hee M.R., Puliafito C.A. et al. Quantification of nerve fiber layer thicknes in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. // *Arch. Ophthalmol*. – 1995. – Vol.113, № 5. – pp. 586-596.

126. Scott I.U., Flynn H.W., Rosenfeld P.J. Intravitreal triamcinolone acetone for idiopathic cystoids macular edema. // *Amer. J. Ophthalmol*. – 2003. – Vol.136, № 4. – pp. 737-739.

127. Seidemann A., Schaeffel F., Guirao A., Lopez-Gil N., Artal P. Peripheral refractive errors in myopic, emmetropic, and hyperopic young subjects. // *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. – 2002 Dec; 19(12):2363-2373.

128. Shield C.L., Mashayekhi A., Luo C.K. et al. Optical coherence tomography in

children: analysis of 44 eyes with intraocular tumors and simulating conditions. // *J.Pediatr.Ophthalmol. Strabism.* – 2004. – Vol.41, № 6. – pp. 338-344.

129. Shih Y.F., Hsiao C.K., Chen C.J. et al. Effects of atropine and multi-focal glasses in controlling myopic progression // *Proceedings of the VIII Inter. Conference on Myopia.* Boston. Boston: Conference on Myopia. – 2000. – Vol.6. – pp. 352-356.

130. Tahernero J., Schaeffel F. More irregular eye shape in low myopia than in emmetropia. // *Invest Ophthalmol Vis Sci.* – 2009. – Vol. 50. – pp. 4516-4522.

131. Takano M., Kishi S. Foveal retinoschisis and retinal detachment in severely myopic eyes with staphyloma. // *Am J Ophthalmol*, 1999; 128: 472-476.

132. Walline J.J., Lindsley K., Vedula S.S., Cotter S.A., Mutti D.O., Twelker J.D. Interventions to slow progression of myopia in children. // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2011 Dec 7; (12).

133. Young F.A. The development of myopia. // *Contacto (Chicago).* – 1971. – Vol.15, № 2. – pp. 36-42.

134. Zambarakji H.J., Scloftmann P., Tanner V. et al. Macular microholes: pathogenesis and natural history. // *Brit.J.Ophthalmol.* – 2005. – Vol.89, № 2. – pp. 189-193.