

РООФ-2019



# Профилактика миопии, ее прогрессирования и осложнений – не миф, а реальность

Профессор Тарутта Елена Петровна

# Профилактика миопии, ее прогрессирования и осложнений – не миф, а реальность

Проф., дмн Тарутта Е.П.

НМИЦ ГБ им.Гельмгольца» МЗ РФ

Актуальность проблемы прогрессирующей близорукости озвучивается на всех мировых научных собраниях. Значительные опасения вызывает динамика заболеваемости. По прогнозам ведущих ученых через 30 лет близорукостью будет страдать половина жителей мира.



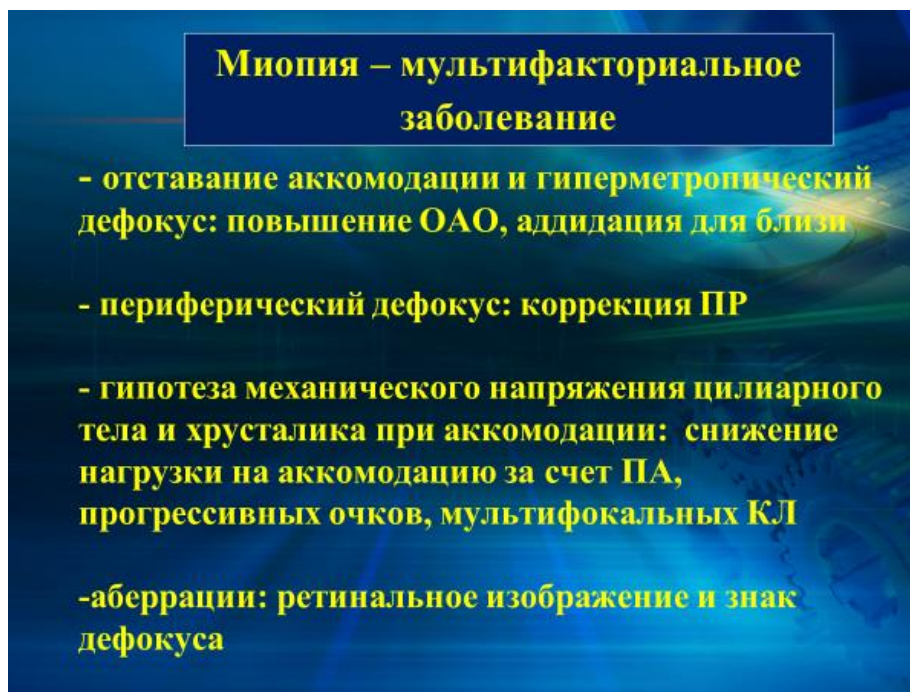
Хотелось бы выделить патогенетические факторы, на которые мы уже сейчас в состоянии воздействовать.

**Отставание аккомодации** и связанный с ней гиперметропический дефокус. Это значит, что мы должны повышать аккомодационную способность и возмещать ее недостаток различными оптическими средствами.

**Периферический дефокус.** Нужна коррекция периферического дефокуса, и это уже возможно.

Гипотеза **механического напряжения** цилиарного тела и хрусталика при аккомодации, согласно которой это напряжение препятствует росту глаза в экваториальном и стимулирует рост глаза в продольном направлении. Следовательно, мы должны снижать тонус аккомодации, снижать нагрузку аккомодации за счет различных средств. И псевдоаккомодации, и различные аддидации.

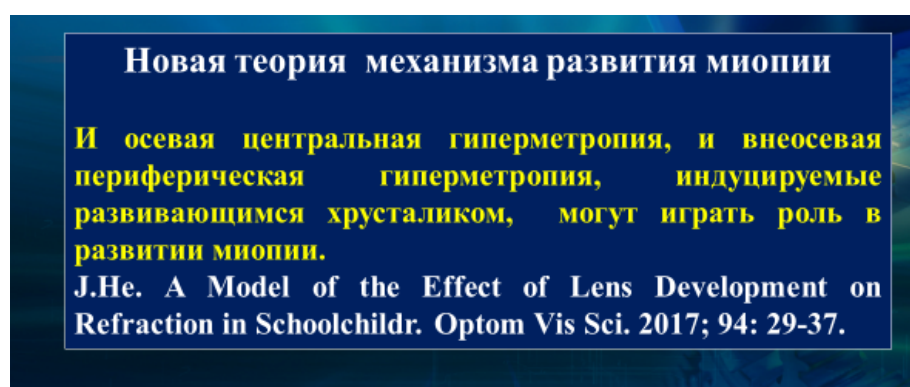
И, наконец, аберрации, которые сложно взаимодействуют со знаком дефокуса, а качество ретинального изображения также влияет на прогрессирование близорукости.



**Миопия – мультифакториальное заболевание**

- отставание аккомодации и гиперметропический дефокус: повышение ОАО, аддация для близи
- периферический дефокус: коррекция ПР
- гипотеза механического напряжения цилиарного тела и хрусталика при аккомодации: снижение нагрузки на аккомодацию за счет ПА, прогрессивных очков, мультифокальных КЛ
- аберрации: ретинальное изображение и знак дефокуса

Самая последняя объявленная теория патогенеза миопии мне очень импонирует, потому что там четко сказано, что и центральная гиперметропия, и периферический гиперметропический дефокус могут играть роль в развитии приобретенной близорукости.



**Новая теория механизма развития миопии**

**И осевая центральная гиперметропия, и внеосевая периферическая гиперметропия, индуцируемые развивающимся хрусталиком, могут играть роль в развитии миопии.**

J.He. A Model of the Effect of Lens Development on Refraction in Schoolchildr. Optom Vis Sci. 2017; 94: 29-37.

Я хочу подчеркнуть, что, согласно многочисленным зарубежным исследованиям, такая простая оптическая вещь, как гиперметропический дефокус, путем сложного каскада сигналов приводит к органическим

изменениям, к изменениям биологии склерального матрикса, к изменениям уровня биосинтеза протеогликанов и коллагена.

А это значит, что дефектный коллагеногенез склеры, который в прошлом веке мы однозначно считали наследственно-обусловленным, может быть приобретенным. И бывает приобретенным. И происходит это вследствие оптической погрешности.



Из достоверных предикторов близорукости в литературе выделено много. Обобщающую статью мы написали в Российском офтальмологическом журнале. Но сейчас я бы хотела выделить два из них, которые всегда проявляют себя при приобретенной близорукости. Это псевдомиопия и гиподинамия при высокой зрительной нагрузке.

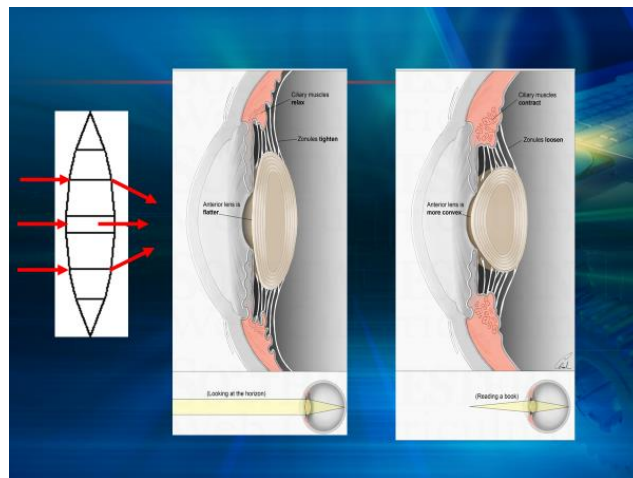
**Достоверные предикторы**

- Циклоплегический сферозэквивалент осевой рефракции менее +0,75 D у детей до 6 лет.
- Осевая длина более 23,5 мм при рефракции глаза  $\leq +1,0D$
- Близорукость у обоих родителей или близорукость высокой степени у одного из родителей.
- Псевдомиопия.
- Гиподинамия при высокой зрительной нагрузке.  
Соотношение AL/CR менее 3.
- Соотношение AK/A более 4  $\Delta/D$ .
- Гетерофории более 4  $\Delta$ .
- Сила внеосевой рефракции носовой половины глаза в 20-30° выше височной на обоих глазах более, чем на 0,5 D по сферозэквиваленту



Давайте вспомним механизм аккомодации и рассмотрим псевдомиопию. При избыточном сокращении или постоянном напряжении цилиарной мышцы, на расслабленных связках, хрусталик становится более выпуклым в центре. То есть, преломляющая сила оптической системы в центре становится сильнее, чем на периферии. А это означает формирование отрицательной сферической aberrации.

Кроме того, хрусталик чуть опускается, слегка провисает на связках. Это означает, что возникают aberrация призмы тилт, трифоил, кома, то есть aberrации, связанные с рассогласованием центров, элементов оптической системы глаза между собой.



По многим данным отрицательная сферическая aberrация индуцирует рост глаза. И, напротив, положительная – ингибирует его. Сейчас создаются специальные оптические средства коррекции с наведенной положительной сферической aberrацией, которые тормозят прогрессирование близорукости.

## Сферическая aberrация

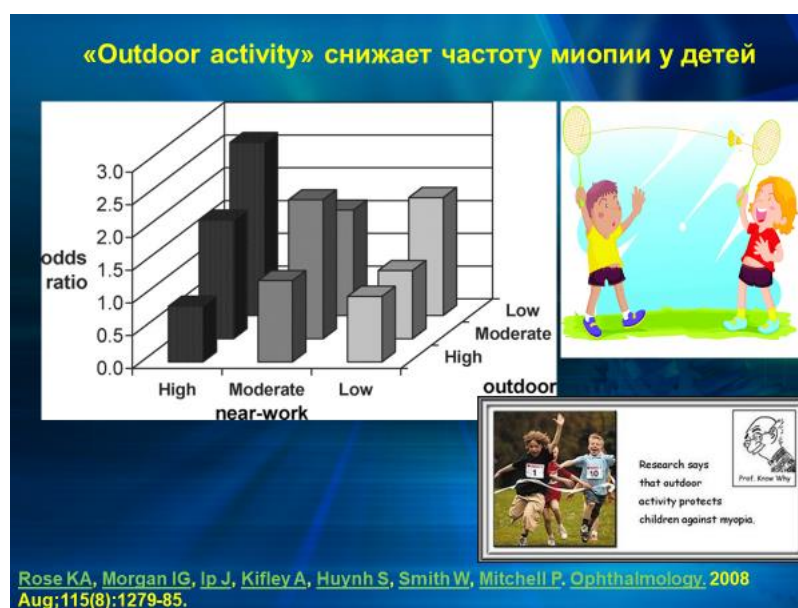
- Сферическая aberrация оказывает физиологическое влияние на развитие глаза ( Tarutta E., Harutyunyan S., Khachatryan A., Khodzhabekyan N. 2016; )
- Отрицательная сферическая aberrация индуцирует рост глаза, а положительная, напротив, ингибирует его, снижая тенденцию к развитию близорукости [Stine G. H. 1930; Jenkins T. C. A. 1963; Collins M.J., Wildsoet C.F., Atchison D.A. 1995].
- При правильном рефрактогенезе при фиксации вдаль у детей до 6 лет превалирует отрицательная сферическая aberrация, а после 6 лет и до конца жизни – положительная. Устройства, обеспечивающие присутствие в глазу положительной aberrации, способны сдерживать развитие миопии ( Collins M.J., Wildsoet C.F. 2000).

Пути профилактики, которые мы наметили. Безусловно, физическая активность. Оптические методы. Функциональное лечение, которое, прежде всего, направлено на повышение аккомодации и уровня гемодинамики глаза. И, наконец, это склероукрепляющее лечение, поскольку близорукость высокой степени – это болезнь склеры.

### Пути профилактики и лечения миопии

1. Физическая активность
2. Оптические методы профилактики возникновения и прогрессирования приобретенной близорукости
3. Функциональное лечение миопии
4. Технология склероукрепляющего лечения прогрессирующей миопии как метод коррекции нарушения биомеханических свойств склеры, а также трофического воздействия на оболочки глаза

В отношении физической активности, зарубежные исследователи четко показали, что чем выше уровень физической активности на свежем воздухе и открытом пространстве, чем ниже уровень зрительной нагрузки, тем меньше уровень близорукости.



Если мы вспомним знаменитую в прошлом веке книгу Аветисова «Физическая культура при близорукости», в ней четко было выделено, что при миопии самыми рекомендуемыми видами спорта были теннис, плавание, бадминтон. Действительно, по нашему мнению, бадминтон – гармоничный вид спорта, который сочетает в себе и тренировки аккомодации, и усиление гемодинамики, и повышение оксигенации крови.

**Идеальным видом спорта,**  
в котором гармонично сочетаются:

- слежение за движущимся объектом (тренировка аккомодации)
- повороты головы и туловища (усиление гемодинамики)
- глубокое дыхание (оксигенация крови)

**является БАДМИНТОН**

Нами проведено проспективное когортное исследование под руководством профессиональных тренеров по методике Турмалидзе о влиянии регулярных занятий бадминтоном на миопию и псевдомиопию. Исследование продолжалось в течение года. И уже через полгода отмечается повышение некорригированной остроты зрения, особенно при псевдомиопии.





За счет чего? За счет снижения привычно-избыточного напряжения аккомодации.



Что касается объективной рефракции, то при псевдомиопии она также снижалась в течение года, при истинной миопии отмечалось небольшое прогрессирование в первую половину года. Во второй половине изменений не было. В целом за год мы получили динамику 0,2 дптр.



И вот - аберрации. До занятий при миопии была отрицательная сферическая аберрация, которая уже через полгода перешла в положительную, и эти результаты сохранились в течение года. При псевдомиопии – также сдвиг, повышение положительной сферической аберрации.

О чем это говорит? Об уплощении хрусталика. Псевдомиопия, гипертонус аккомодации устранились и хрусталик вновь корректно повис на своих достаточно натянутых цинновых связках.



Также уменьшаются аберрации тилт, трейфойл, это уменьшение было достоверно, т.к. аберрации связаны с рассогласованием оптических элементов.



Кроме этого занятия бадминтоном приводили к повышению уровня гемодинамики глаза, в некоторых сосудах весьма существенно.



Мы должны заключить, что эти занятия благоприятно влияли и на тонус аккомодации, и на структуру волнового фронта. Можно сказать, мы косвенно получили укрепление связочного аппарата хрусталика.

## Результат

Регулярные занятия бадминтоном способствуют нормализации тонуса аккомодации, устранению псевдомиопии, повышению гемодинамики глаза.

Характерные изменения структуры волнового фронта глаза на фоне занятий бадминтоном указывают на укрепление связочного аппарата хрусталика и нормализацию тонуса аккомодации

Такой вид физической активности следует рекомендовать детям для профилактики миопии и ее прогрессирования

Оптические методы. Мы давно разработали и успешно применяем до сегодняшнего дня слабомиопическую дефокусировку в очковом формате, различные средства поддержки аккомодации, средства коррекции периферического дефокуса.

Совместно с компанией «АртОптика» и Рашидом Ибатулиным мы исследовали профилактические очковые линзы Перифокал-П, в которых сочетается небольшая центральная и периферическая миопическая дефокусировка. Это очки для детей в группе риска.

### Оптические методы контроля возникновения и прогрессирования приобретенной близорукости

1. Постоянная слабомиопическая дефокусировка изображения:
  - в бинокулярном (дети 4-7 лет с псевдомиопией и близорукими родителями) очковом формате
  - в монокулярном альтернирующем (дети 7-11 лет со слабой миопией) очковом формате
2. Поддержка аккомодации для устранения центрального гиперметропического дефокуса:
  - прогрессивные очки
  - мультифокальные, мультисегментные линзы
3. Коррекция периферического дефокуса с целью регуляции роста глаза (изменение вектора роста глазного яблока в сторону поперечного диаметра) :
  - перифокальные очки
  - ортокератологические линзы
  - дефокусные контактные линзы
4. Сочетание центральной и периферической миопической дефокусировки – очки Перифокал П (профилактика миопии)

Как показали исследования, уже через месяц-полтора после начала ношения постоянной слабомиопической дефокусировки уплощается хрусталик,

углубляется передняя камера. Получается, что и на чрезмерное избыточное напряжение цилиарной мышцы влияет этот метод, и приближает фокус к сетчатке, уменьшая миопию.



Очень хорошие результаты мы получили при длительном наблюдении в группах повышенного риска для профилактики и очень приличный эффект при монокулярном альтернирующем дефокусе.

**Бинокулярный дефокус**

- Ни одного случая развития миопии в течение  $5,2 \pm 1,7$  лет
- Устранение псевдомиопии в 100% случаев

**Монокулярный альтернирующий дефокус**

- Стабилизация миопии в 81,8%

Мы отмечаем, что тормозится рост передне-задней оси, практически 0,08 за три и более года. А поперечный диаметр растет быстрее, чем в контрольной группе. То есть изменяется вектор изменения глазного яблока в сторону экватора.





Прогрессивные очки. Как показано было зарубежными исследователями, особенно у детей и эзофорией и отставанием аккомодации, эти очки тормозят существенно, 0,75 дптр. Но сразу хочу сказать, что при эзофории и ортофории эти очки рекомендованы, при экзофории – НЕТ.



Периферическую рефракцию мы придумали измерять в горизонтальном и вертикальном меридианах.

Посмотрите, что получилось. Прогрессивные очки не просто поддерживают аккомодацию, они еще и создают зону миопического дефокуса во всем



вертикальном меридиане и в некоторых областях горизонтального меридиана. То есть нельзя сказать, что они влияют только на один механизм патогенеза, сразу на два.

**Показатели относительной периферической рефракции (дптр) у детей без коррекции и в прогрессивных очках при различном направлении взора (M ± m)**

	T 30	T 15	N 15	N 30
Без коррекции	0,01±0,01	0,09±0,01	0,41±0,04	1,42±0,15
При отклонении взора	0,4±0,03	0,28±0,03	0,98±0,1	1,7±0,2
	Верх -0,23±0,02		Низ -0,64±0,06	
При прямом направлении взора	-0,48±0,05	0,19±0,02	0,86±0,09	1,56±0,15

Очки Перифокал призваны корригировать периферический дефокус и, как показали наши исследования, они действительно корригируют, устраняя или уменьшая гиперметропический дефокус, и формируя миопический дефокус.



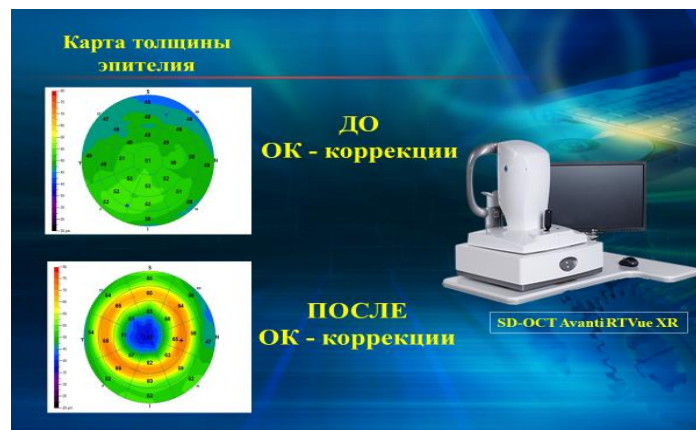
При этом отдаленные результаты очень благоприятные. Желтые столбики – уменьшение рефракции. Как видите, даже в отдаленном периоде наблюдается небольшое снижение степени миопии.

Красные и синие столбики – полная стабилизация и увеличение не более 1 дптр в течение 4,5 лет – все это вместе составило 70%.

Для очков, я считаю, это очень хороший результат.



Еще больший миопический дефокус на периферию наводят ночные линзы, за счет изменения толщины эпителия. То есть, под действием этих линз на передней поверхности роговицы создается биолинза из собственного эпителия, увеличивающая преломление средних и периферических отделов роговицы.

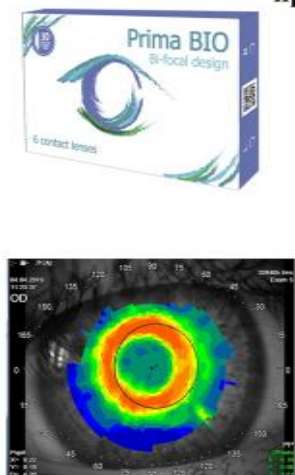


Проспективное когортное десятилетнее исследование показало, что в среднем, прогрессирование у детей составило 0,23 дптр в год. Это тормозящий эффект ортокератологической коррекции.

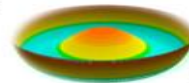


При недостаточности этого эффекта мы успешно комбинируем ОК-линзы с аппаратным лечением, направленным на аккомодацию и гемодинамику.

### Предварительные результаты применения бифокальных (дефокусных) линз у детей с миопией



- Индуцируют периферический миопический дефокус
- Увеличивают сферическую абберацию в 5700% раз
- Снижают контрастную чувствительность в мезопических условиях
- Не снижают ЗОА без линз и в линзах (p=0,058)

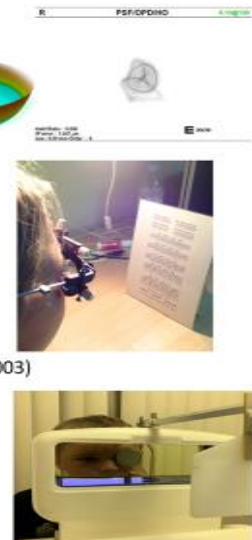


2,67±1,32 → 3-6 месяцев → 3,33±0,95

- Достоверно повышается БАО и МАО без линз (p=0,003)

1,77±0,41 → 3-6 месяцев → 2±0,32

- Повышаются эргономические показатели в линзах и без линз
- Отмечается торможение роста ПЗО в течение 3-6 месяцев



В последние годы появились в нашем распоряжении бифокальные дефокусирующие линзы дневного ношения, которые так же индуцируют периферический миопический дефокус.



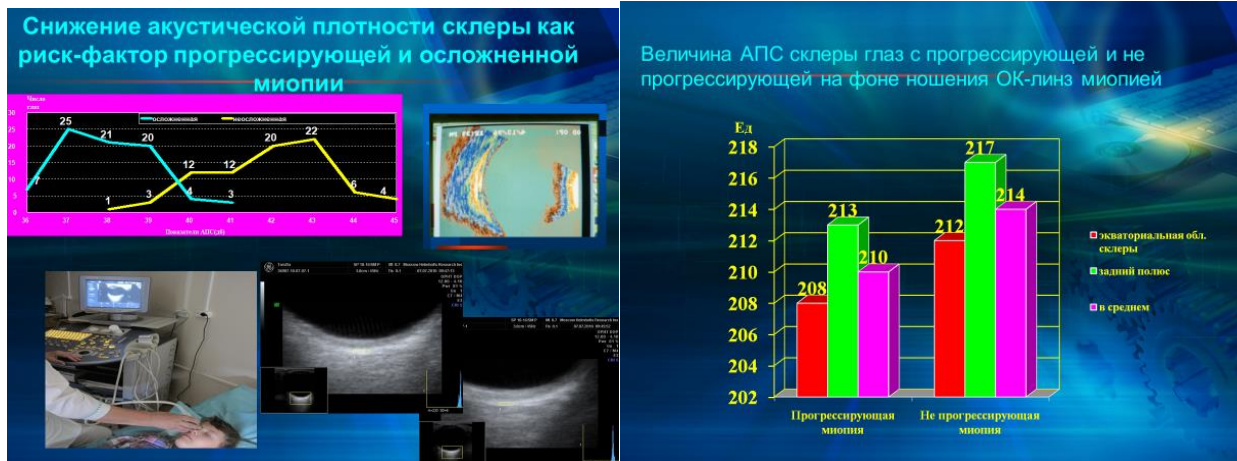
## Результаты

**Показатели ПЗО и ГПП пациентов, носящих ОК-линзы, до и после применения атропина 0,01% 34 человека (68 глаз)  $M \pm m$**

Сроки наблюдения	Степень миопии (n=количество глаз)							
	Слабая (n=34)		Средняя (n=24)		Высокая (n=10)		Вся группа (n=88)	
	пзо	гпп	пзо	гпп	пзо	гпп	пзо	гпп
До ношения ОКЛ	24,41±0,13	—	24,67±0,15	—	26,13±0,34	—	24,69±0,68	—
Период ношения ОКЛ до атропина (месяцы)	25,40		27,76		14,80		24,69	
Средний возраст начала атропина	11,2		12,0		10,3		11,5	
после ношения ОКЛ до атропина	25,13±0,13	<b>1,01**</b>	25,19±0,17	<b>0,67*</b>	26,31±0,35	<b>0,43*</b>	25,32±0,11	<b>0,63*</b>
после ношения ОКЛ + 6 месяцев атропин	25,21±0,14	<b>0,48*</b>	25,21±0,18	<b>0,18*</b>	26,38±0,35	0,42	25,38±0,11	0,36
после ношения ОКЛ + 12 месяцев атропин	25,27±0,14	0,42	25,28±0,18	0,27	26,43±0,35	0,36	25,44±0,11	0,36
после ношения ОКЛ + 18 месяцев атропин	25,28±0,14	<b>0,3**</b>	25,45±0,15	<b>0,52*</b>	26,45±0,35	<b>0,28*</b>	25,51±0,12	<b>0,38*</b>

Примечание: \* - различие значений с ношением ОКЛ до применения атропина достоверно  $p > 0,01$ ,  $p > 0,05$   
 \*\* - различие значений с ношением ОКЛ до применения атропина достоверно  $p > 0,001$

Снижение акустической плотности склеры у детей, у которых продолжается прогрессирование на фоне ортокератологической коррекции, отмечается достоверно. Плотность склеры у них слабее, чем у тех детей, у кого прогрессирование не отмечено.



А это значит, что нужно сочетать ношение линз и очков со специальными функциями, о которых я говорила выше, со склероукрепляющими воздействиями. В зависимости от длины оси и величины акустической плотности склеры, выработаны показания к либо к малоинвазивной, либо к большой бандажирующей склеропластике.





В целом, комбинированные методы дают хорошие результаты в стабилизации близорукости. Аппаратное лечение должно быть направлено на снижение тонуса аккомодации, привычного тонуса и тонуса покоя аккомодации, на уменьшение прогрессирования и увеличение гемодинамики. Мы выделили методики, которые тормозят, это

МАКДЭЛ-09+Визотроник+ Магнит,

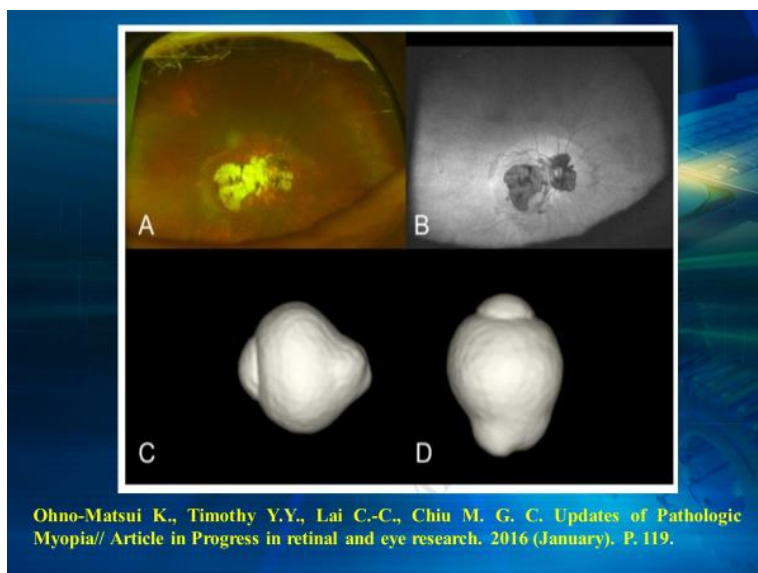
и методики, которые не нужно назначать при приобретенной миопии. Сюда относится все плеоптическое лечение.



Миопия высокой степени, прогрессирующая миопия – это болезнь склеры.

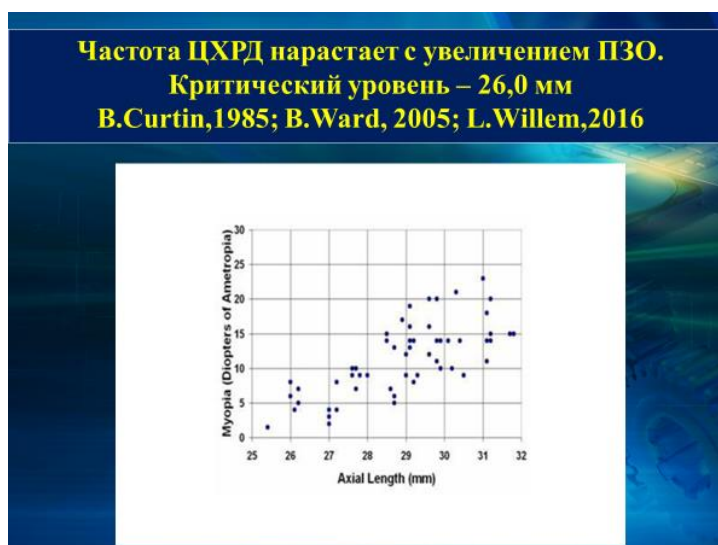


Патологическая миопия – это миопия со стафиломой склеры или миопической макулопатией.



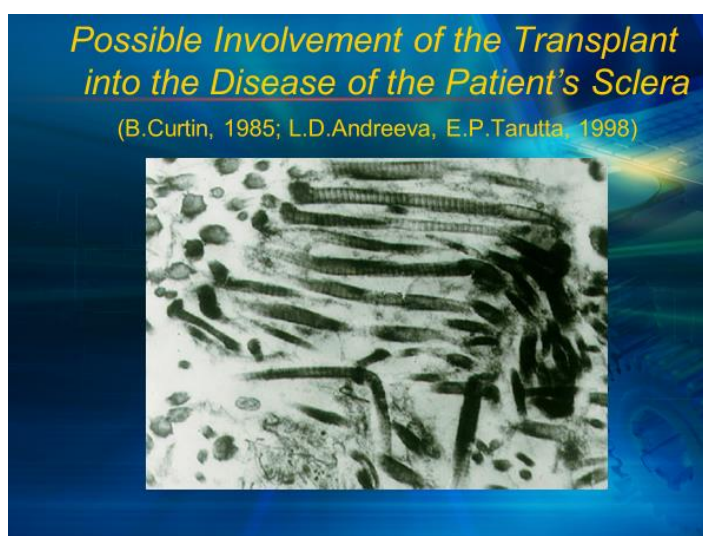
Несколько зарубежных работ показали, что критическая длина глаза – это 26 мм. Выше этого резко возрастает частота ЦХРД при осложненной близорукости.

А это значит, что 26 мм – это тот порог, когда мы должны решаться на склеропластику.



Работы нашего института показали, что трансплантаты большей площади, обработанные для более интимного сращения со склерой, оказывают больший тормозящий эффект, более длительную и надежную стабилизацию близорукости.

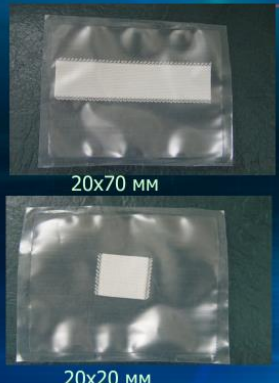
Тем не менее, в нашем же институте, совместно с Людмилой Дмитриевной Андреевой, была проведена работа, которая подтвердила предположение Картина о том, что трансплантат может вовлекаться в болезнь склеры. То есть дефектные фибробласты хозяина продуцируют при замещении трансплантата заведомо дефектный коллаген.





А это значит, что мы должны применять синтетические материалы для склеропластики. Такой материал у нас в институте разработан и выпускается Тверским предприятием синтетического волокна, обрабатывается специальными материалами для повышения уровня кросс-линкинга склеры.

### Биологически активный трансплантат



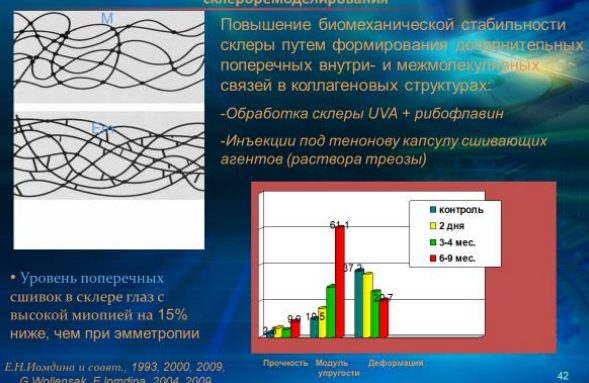
**ПОЛОТНО  
ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЕ  
ПОЛИЭФИРНОЕ**  
марки РАС  
ТУ 9293-181-029555-  
Количество упаковок - 4 шт. Стерильно до  
Размер полотна в единичной  
упаковке - 20x20 мм  
Предприятие-изготовитель: ВНИИСВ,  
г. Тверь, Московское шоссе, 157  
тел. (0822) 49-24-72  
Хранить в защищенном от света месте.

Трикотажное полотно из полиэфирного волокна с полимерным покрытием, в котором депонирован панаксел - германийсодержащий препарат на основе селективных штаммов женьшеня

Патент РФ №2239421 от 10.11.2004

20x70 мм  
20x20 мм

### Снижение уровня поперечной связанности коллагена склеры как фактор ее структурно-биомеханических нарушений и возможности склероре моделирования



Повышение биомеханической стабильности склеры путем формирования дополнительных поперечных внутри- и межмолекулярных связей в коллагеновых структурах:

- Обработка склеры UVA + рибофлавин
- Инъекции под тенонovu капсулу сшивающих агентов (раствора трезозы)

\* Уровень поперечных сшивок в склере глаз с высокой миопией на 15% ниже, чем при эмметропии

Е.Н.Намидина и соавт., 1993, 2000, 2009,  
G. Wollensak, E. Jorjaina 2004, 2009

Параметр	Контроль	2 дня	3-4 мес.	6-9 мес.
Плотность	~1.0	~1.1	~1.2	~1.3
Модуль упругости	~1.0	~1.1	~1.2	~1.3
Деформация	~1.0	~1.1	~1.2	~1.3

42

Для пациентов со стафиломой склеры разработана методика, которую мы назвали склерореконструкцией. Это операция с пломбированием заднего полюса. Пломба из синтетической ткани, которая подшивается к полоске склеры.

Приводит к уплощению стафиломы и значительному торможению близорукости.

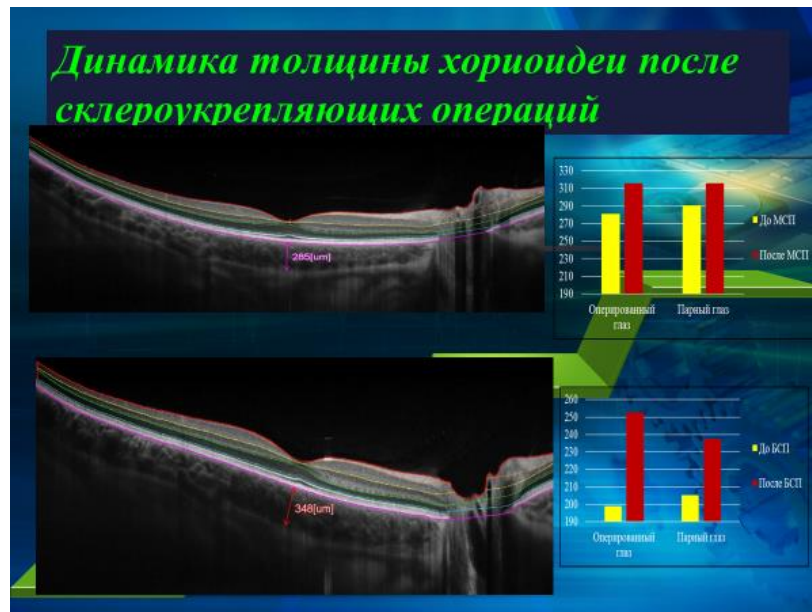
### Склерореконструктивные вмешательства при стафиломах и витреомакулярном тракционном синдроме



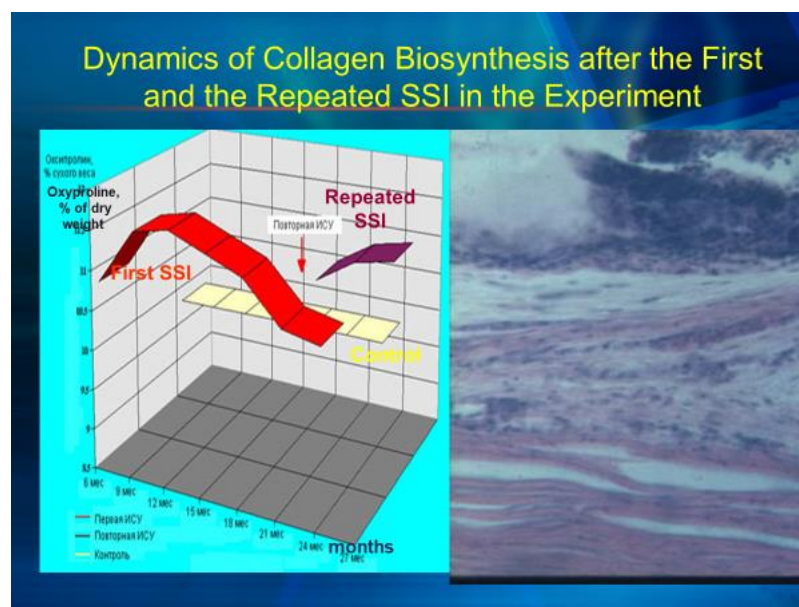
Нами было показано, что при склеропластике, как большой, так и малой, увеличивается толщина хориоидеи. Значит мы можем рассматривать механизм действия склеропластики не только как экстрасклеральный



механизм, приводящий к формированию комплекса «склера-трансплантат», но и действия изнутри – изменение самого склерального матрикса под действием веществ, которые выделяются хориоидеей.



И все равно часто мы не можем обойтись без повторных склероукрепляющих операций. Система повторных вмешательств обоснована в нашем институте. Елена Наумовна Иомдина показала, что первое вмешательство повышает уровень биосинтеза коллагена. Затем, по мере вживления трансплантата, он снова снижается. А повторное вмешательство вновь его повышает.



Проспективное когортное десятилетнее исследование показало, что в группе, где мы проводили повторные склероукрепляющие вмешательства, степень миопии и длина ПЗО, получились короче, чем в контрольной группе. И важно, что достоверно ниже степень центральной и периферических хориоретинальных дистрофий.



Я хочу вам показать этот слайд. Международная конференция по миопии 2015 года выделила такие эффективные стратегии стабилизации прогрессирующей близорукости. Это атропин, ортокератология и, как вам не покажется странным, склеропластика.

**Международная конференция по миопии (IMC 2015, Wenzhou, China и 2019, Токуо): эффективные стратегии стабилизации прогрессирующей миопии**

1. Длительное использование инстилляций низких доз атропина (0.05-0.01%) при миопии слабой и средней степени. Отдаленные риски: отрицательное воздействие на ЦНС, возможно развитие деменции, когнитивной дисфункции и других побочных эффектов.
2. Ортокератологическая коррекция миопии слабой и средней степени. Отдаленные риски: при длительном использовании ОК-линз и отсутствии контроля состояния роговицы возможно ее повреждение.
3. Укрепление склеры при миопии средней и высокой степени, в перспективе - путем кросслинкинга склерального коллагена.

The diagrams show: 1) Atropine and Scopolamine blocking Acetylcholine at the Muscarinic receptor. 2) A topographic map of the cornea showing the effect of orthokeratology. 3) Schematics of Equatorial Scleral Strips and Posterior Scleral Strips for scleral cross-linking.

А 2019 году на этой конференции, плюс к предыдущим пунктам, большое внимание уделено различным очкам со специальными функциями.

И в заключении хочу сказать, что в работе против прогрессирования миопии мы, офтальмологи, не безоружны. Близорукость требует самого внимательного отношения к себе, с самого начала мы не можем точно сказать, какая она будет. Но лечение нужно начинать на самых ранних этапах развития, а еще лучше – до ее появления, по выделенным предикторам.