

Межрегиональная ассоциация офтальмологов России
Экспертный совет по аккомодации и рефракции (ЭСАР)

АККОМОДАЦИЯ

Руководство для врачей

Под редакцией
Л.А. Катаргиной

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Анрекс

Москва, 2012

УДК 617.726
ББК 56.7
А 39

Аккомодация: Руководство для врачей / Под ред. Л.А. Катаргиной. – М.: Апрель, 2012. – 136 с., ил.
ISBN 978-5-905212-16-1

Это уникальное издание составлено Экспертным советом по аккомодации и рефракции, ЭСАР (Scientific Advisory Board of Accommodation and Refraction, SABAR) и обобщает классические и современные взгляды на аккомодацию. В руководстве представлены новые данные об анатомии, физиологии и механизме аккомодации. В руководство включен раздел «Терминология». Описаны методы исследования аккомодации — классические и новые автоматизированные компьютерные методики. Особое внимание уделено характерным аккомодационным нарушениям, встречающимся в разном возрасте, а также методам их компенсации и лечения с помощью современных оптических и медикаментозных средств, функционального лечения.

Руководство предназначено для офтальмологов, оптометристов, невропатологов, педиатров, студентов медицинских ВУЗов, аспирантов и ординаторов.

ISBN 978-5-905212-16-1

© PROMED Exports Pvt. Ltd., 2012
© Коллектив авторов ЭСАР, 2012

Полное или частичное воспроизведение или размножение каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения обладателей авторского права (членов ЭСАР и компании PROMED Exports Pvt. Ltd).

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Терминология	7
Глава 1. Медико-социальное значение нарушений аккомодации	9
<i>Л.А. Катаргина, Е.П. Тарутта</i>	
Глава 2. Аккомодация: анатомия, физиология, биомеханизмы	12
<i>В.В. Страхов, Е.Н. Иомдина</i>	
2.1. Анатомия.....	12
2.2. Физиология аккомодации	19
2.3. Биомеханизм аккомодации	28
Глава 3. Современные представления о роли аккомодации в рефрактогенезе	35
<i>Е.П. Тарутта, Н.В. Ходжабекян, О.Б. Филинова</i>	
Глава 4. Исследование аккомодации, возрастные нормы	40
4.1. Субъективные методы исследования аккомодации	40
<i>О.В. Проскурина, С.Ю. Голубев, Е.Ю. Маркова</i>	
4.2. Объективные методы исследования аккомодации.....	50
4.2.1. Объективная аккомодометрия	50
<i>Е.П. Тарутта</i>	
4.2.2. Компьютерная аккомодография.....	63
<i>О.В. Жукова, А.В. Егорова</i>	
4.2.3. Динамическая ретиноскопия (скиаскопия)	67
<i>О.В. Проскурина</i>	
Глава 5. Нарушения аккомодации	75
<i>О.В. Проскурина, О.В. Жукова</i>	
Глава 6. Методы коррекции и лечения нарушений аккомодации	84
6.1. Оптическая коррекция	84
<i>О.В. Проскурина</i>	
6.2. Медикаментозное лечение.....	94
<i>Т.Н. Воронцова, В.В. Бржеский, Е.Л. Ефимова, Е.Ю. Маркова, Е.И. Сидоренко</i>	
6.3. Функциональное лечение	110
<i>Е.П. Тарутта, Е.Н. Иомдина, Н.А. Тарасова</i>	
Приложение. Алгоритмы диагностики и лечения нарушений аккомодации	121
<i>О.В. Проскурина, В.В. Бржеский, Т.Н. Воронцова, Е.П. Тарутта, С.Ю. Голубев, Е.Ю. Маркова</i>	
Предметный указатель	130

КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ

Бржеский Владимир Всеволодович, д-р мед. наук, профессор
(ГБОУ ВПО СПбГПМУ МЗ РФ, Санкт-Петербург)

Воронцова Татьяна Николаевна, канд. мед. наук
(ГБОУ ВПО СПбГПМУ МЗ РФ, Санкт-Петербург)

Голубев Сергей Юрьевич, канд. мед. наук
(Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова, Москва)

Егорова Алла Викторовна, канд. мед. наук
(БУЗ УР «Республиканская офтальмологическая клиническая больница МЗ УР»)

Ефимова Елена Леонидовна, врач
(ГБОУ ВПО СПбГПМУ МЗ РФ, Санкт-Петербург)

Жукова Ольга Владимировна, д-р мед. наук
(ГБУЗ «Самарская клиническая областная офтальмологическая больница им. Т.И. Ерошевского», Самара)

Иомдина Елена Наумовна, д-р биол. наук, профессор
(ФГБУ МНИИ ГБ им. Гельмгольца, Москва)

Катаргина Людмила Анатольевна, д-р мед. наук, профессор
(ФГБУ МНИИ ГБ им. Гельмгольца, Москва)

Маркова Елена Юрьевна, д-р мед. наук, профессор
(РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва)

Проскурина Ольга Владимировна, д-р мед. наук
(ФГБУ МНИИ ГБ им. Гельмгольца, Москва)

Сидоренко Евгений Иванович, д-р мед. наук, профессор
(РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва)

Страхов Владимир Витальевич, д-р мед. наук, профессор
(ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Минздравсоцразвития РФ, Ярославль)

Тарасова Наталья Алексеевна, врач
(ФГБУ МНИИ ГБ им. Гельмгольца, Москва)

Тарутта Елена Петровна, д-р мед. наук, профессор
(ФГБУ МНИИ ГБ им. Гельмгольца, Москва)

Филинова Оксана Борисовна, канд. мед. наук
(ФГБУ МНИИ ГБ им. Гельмгольца, Москва)

Ходжабекян Нарине Владимировна, канд. мед. наук
(ФГБУ МНИИ ГБ им. Гельмгольца, Москва)

ПРЕДИСЛОВИЕ ОТ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА ПО АККОМОДАЦИИ И РЕФРАКЦИИ (ЭСАР)

Экспертный совет по аккомодации и рефракции, ЭСАР (Scientific Advisory Board of Accommodation and Refraction, SABAR), был создан как независимая общественная организация в июне 2009 г., в его состав входят ведущие российские специалисты в области аккомодации и рефракции.

Основная цель работы ЭСАР: объединить усилия различных офтальмологических школ России и отдельных специалистов для внедрения в практику офтальмологического сообщества единой терминологии, современных представлений о механизме аккомодации и ее нормальных значениях и патологических состояниях, адекватных критериях оценки аккомодации и способах коррекции и лечения аккомодационных нарушений.

Аккомодация — самостоятельная функция глаза, требующая углубленного изучения, особой терминологии и специальных клинических исследований. Недооценка роли аккомодации в развитии целого ряда патологических состояний может оставить пациента без необходимой помощи и ограничить его зрительную работоспособность в самом продуктивном возрасте.

На основе трехлетней работы коллективом авторов было подготовлено это руководство по аккомодации.

Авторы постарались в простой и четкой форме описать анатомию, физиологию и механизм аккомодации, методы исследования, патологические состояния аккомодации, методы ее восстановления и компенсации. Во избежание путаницы в терминологии в руководство включен глоссарий.

Члены Экспертного совета далеко не единодушны в трактовке теории аккомодации. Вместе с тем в спорах и дискуссиях мы стараемся найти необходимый компромисс и формируем обобщенное мнение Экспертного совета в виде конкретных рекомендаций, публикаций в периодических изданиях по офтальмологии и оптометрии и этого руководства.

Авторы надеются, что предложенное руководство поможет практикующим врачам-офтальмологам разобраться в теме аккомодации, определять ее параметры, трактовать полученные данные, выбирать оптимальные способы восстановления и улучшения аккомодационной функции, решать вопросы о необходимости, полноте и способе восстановления и компенсации аккомодации с помощью тренировок, оптических и медикаментозных средств, функционального лечения.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Термины, используемые для описания аккомодации, ее характеристик, нормальных значений и патологических состояний, отличаются заметным разнообразием. В отечественной и иностранной литературе, с одной стороны, используются разные формулировки для обозначения одних и тех же характеристик аккомодации, с другой стороны, используют одинаковые обозначения разных ее параметров. Эти обстоятельства существенно затрудняют работу специалистов, мешают их взаимопониманию и плодотворному взаимодействию.

Экспертным советом по аккомодации и рефракции, ЭСАР (Scientific Advisory Board of Accommodation and Refraction, SABAR), были предложены уточненные термины, касающиеся механизма аккомодации, ее состояния в норме и при патологии. В основу положены формулировки, предложенные ранее Э.С. Аветисовым, В.В. Волковым, С.Л. Шаповаловым, Ю.З. Розенблюмом, Е.Е. Сомовым.

Аккомодация — способность глаза к четкому видению разноудаленных объектов за счет изменения рефракции.

Псевдоаккомодация — способность глаза к четкому видению разноудаленных объектов без изменения рефракции.

Физическая рефракция глаза — преломляющая сила его оптического аппарата, выраженная в диоптриях.

Клиническая рефракция глаза — положение фокуса его оптической системы относительно сетчатки.

Статическая рефракция глаза — клиническая рефракция глаза в условиях недеиствующей аккомодации.

Циклоплегическая рефракция глаза — то же, что и статическая.

Динамическая рефракция глаза — клиническая рефракция глаза в условиях действующей аккомодации.

Манифестная (нециклоплегическая) рефракция глаза — то же, что и динамическая.

Объем абсолютной аккомодации — разница в рефракции одного глаза при установке его на ближайшую и дальнейшую точки ясного зрения, выраженная в диоптриях.

Объем относительной аккомодации — разница в рефракции в условиях максимального напряжения и расслабления аккомодации при бинокулярной фиксации неподвижного объекта, находящегося на конечном расстоянии от глаза, выраженная в диоптриях.

Положительная (неизрасходованная) часть объема относительной аккомодации (запас относительной аккомодации, ЗОА) — часть аккомодации, которая может быть потенциально использована.

Отрицательная часть объема относительной аккомодации — использованная часть аккомодации.

Аккомодационный ответ — выраженное в диоптриях дозированное напряжение аккомодации, возникающее в ответ на предъявление зрительного стимула, находящегося на конечном расстоянии.

Устойчивость аккомодации — способность глаза длительно поддерживать адекватный аккомодационный ответ.

Неустойчивость аккомодации — неспособность глаза длительно поддерживать адекватный аккомодационный ответ.

Недостаточность аккомодации — состояние, характеризующееся сниженным объемом и запасами аккомодации и неадекватным аккомодационным ответом.

Избыточность аккомодации — состояние, при котором аккомодационный ответ превышает аккомодационную задачу.

Слабость аккомодации — длительно существующее состояние недостаточной или неустойчивой аккомодации.

Тонус покоя аккомодации (ТПА) — состояние оптической установки глаза в отсутствие зрительного стимула.

Привычный тонус аккомодации (ПТА) — разница между манифестной и циклоплегической рефракцией — тоническая аккомодация.

Рефлекторная аккомодация — изменение рефракции в ответ на изменение расстояния до фиксируемого глазом объекта с целью его четкого видения.

Вергентная аккомодация — изменение рефракции в ответ на сведение и разведение зрительных линий двух глаз с целью сохранения единого образа фиксируемого объекта.

Псевдомиопия — состояние, при котором манифестная рефракция миопическая, а циклоплегическая — эметропическая или гиперметропическая.

Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) — длительно существующий избыточный тонус аккомодации, вызывающий миопизацию манифестной рефракции и не снижающий максимальную корригированную остроту зрения.

Парез/паралич аккомодации — острое или подострое расстройство аккомодации, при котором изменение оптической установки глаза к любому расстоянию за счет изменения рефракции становится временно невозможным.

Спазм аккомодации — острый патологический избыточный тонус аккомодации, вызывающий миопизацию манифестной рефракции и снижающий максимальную корригированную остроту зрения.

1

МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ
НАРУШЕНИЙ АККОМОДАЦИИ

Л.А. Катаргина, Е.П. Тарутта

Охрана и улучшение здоровья населения являются одной из основных задач социальной политики нашего государства.

Сохранение и укрепление здоровья населения, продление периода активной трудовой деятельности и долголетия — одна из основных конечных целей Международной комплексной программы «Здоровье нации — 2020». Согласно определению ВОЗ, здоровье — это не только отсутствие болезни, но и состояние полного физического, духовного и социального благополучия.

Основными показателями, отражающими уровень социально-экономического развития страны, являются заболеваемость и инвалидность. По данным последних лет, количество заболеваний органа зрения на территории РФ составляет 11 тыс. на 100 тыс. населения. Уровень слепоты и слабовидения равен 19,08 на 10 тыс. населения. Среди инвалидов по зрению 22% составляют лица молодого возраста, основной причиной инвалидности у которых явилась осложненная высокая близорукость, в т. ч. — в сочетании с глаукомой. Как в нашей стране, так и за рубежом у подростков и молодых взрослых основной причиной низкого зрения является миопия высокой степени с патологией сетчатки и зрительного нерва.

Роль аккомодации как одного из главных регуляторов рефрактогенеза неоднократно подчеркивалась отечественными офтальмологами (Аветисов Э.С., 1999). Усиленная работа аккомодации при гиперметропии у детей способствует росту глазного яблока, усилению рефракции в период постнатального развития. Завершающая фаза формирования рефракции в онтогенезе приходится на возраст 7-15 лет,

когда длина глаза в норме увеличивается на 1,9 мм (Ковалевский Е.И., 1986). Расстройства, особенно слабость аккомодации, в этот период приводят к срыву регулирующих рефрактогенез механизмов и возникновению миопии. Одним из частных проявлений слабости аккомодации является псевдомиопия, которая может предшествовать появлению миопии и служить первым признаком ее развития (Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З., 2007).

Прогрессирующая близорукость остается одной из самых актуальных проблем офтальмологии, поскольку, несмотря на несомненные успехи, достигнутые в последние годы в профилактике и лечении этого заболевания, последнее нередко приводит к развитию необратимых изменений глазного дна и к существенному снижению зрения в трудоспособном возрасте.

По итогам Всероссийской диспансеризации, заболеваемость детей и подростков миопией за оцениваемые 10 лет выросла в 1,5 раза. Среди выпускников школ частота миопии достигает 26%, гимназий и лицеев — 50%, на долю миопии высокой степени приходится 10-12% (Нероев В.В., 2000).

По данным Е.С. Либман (2010), уровень слепоты и слабовидения вырос за последние 17 лет с 13,6 до 17,0 на 10 тыс. населения, инвалидность у детей составляет 5,2 на 10 тыс. населения. В структуре инвалидности в целом по стране миопия занимает 3-е место (18%), а детской инвалидности — 2-е. За последние 2-3 десятилетия частота близорукости увеличилась в 1,5 раза в США и Европе и в 2 раза и более в Китае, Гонг-Конге, Тайване (Gordon R.A., Donzis P.B., 1985; Fledelius H.C., 1988; Johnson A., 1988; Goh W.S., Lam C.S., 1994).

Инвалидность по зрению с детства составляет 20,7% от общего числа инвалидов по зрению в РФ и 55,4% от лиц 19-50 лет. Среди клинико-анатомических причин слепоты и слабовидения у детей в спецшколах-интернатах миопия высокой степени составляет 7,4-18,2% (Хватова А.В., 2003).

Среди взрослых инвалидов по зрению вследствие миопии 56% имеют врожденную миопию, остальные — приобретенную, в том числе в школьные годы (Либман Е.С., Шахова Е.В., 2006).

Частота близорукости в развитых странах мира составляет 19-42%, достигая в некоторых странах Востока 70% (Медицина и здравоохранение, 1986).

Расстройства аккомодации играют значительную роль в постнатальном рефрактогенезе и прежде всего в формировании и прогрессировании приобретенной миопии. Слабость аккомодации, проявляющаяся снижением запасов относительной аккомодации, объективного аккомодационного ответа, псевдомиопией, по многочисленным данным, не только сопутствует клиническому течению миопии, но и предшествует ее возникновению. В ряде исследований показана возможность предотвращения возникновения и, особенно, прогрессирования близорукости с помощью тренировок аккомодации. Известный факт более частого развития миопии в глазах с астигматизмом также связывают с затруднением работы аппарата аккомодации, а именно с вынужденной неравномерной меридиональной аккомодацией (Мац К.А., 1973; Лохтина Н.И., 1977; Медвецкая Г.А., 1981; Аветисов Э.С., 1986; Онуфрийчук О.Н., 2006).

Неравномерная, несимметричная аккомодация парных глаз, безусловно, является патогенетическим фактором развития миопии в случаях анизометропии.

При гиперметропии выше 4,0 дптр и гиперметропической анизометропии нарушение баланса между аккомодацией и конвергенцией приводит к дезадаптации зрительной системы в виде возникновения рефракционной, анизометропической амблиопии, расстройства бинокулярного зрения, косоглазия.

Помимо этого, с возрастом отмечается естественное необратимое снижение объема аккомодации, что приводит к развитию пресбиопии (Шершевская О.И., Старков Г.Л., Шершевская С.Ф., 1970).

В последние десятилетия возникла тенденция к повышению численности населения нашей планеты в сочетании со старением человеческой популяции, что ежегодно приводит к увеличению распространенности пресбиопии в мире. Отмечается повышение социальной активности лиц с пресбиопией и появление большого числа профессий, требующих значительной зрительной нагрузки вблизи. В связи с этим актуальность изучения инволюционных изменений аккомодации очевидна. Пресбиопия является самым распространенным оптическим недостатком, связанным со снижением аккомодации, так как практически все взрослое население планеты после 50 лет испытывает проблемы, связанные с ухудшением зрения вблизи. Так, было отмечено, что в 2003 г. из 6,5 млрд всех жителей планеты свыше 1,3 млрд имели пресбиопию, а в ряде стран доля пресбиопии среди населения достигает 35%. По прогнозам, в мире к 2025 г. 2,5 млрд человек будут старше 45 лет и все они будут пресбиопами (Страхов В.В., 2004; Amidieu, 2009).

Это физиологическое явление протекает незаметно только лишь у людей со слабой и средней миопией, не пользующихся корректирующими миопию очками для постоянного ношения.

Наступающая в пожилом возрасте неспособность глаза ясно видеть вблизи привлекла к себе внимание еще в глубокой древности. Так можно утверждать хотя бы из-за того, что термин, от которого произошло название «presbyopia» («старческое зрение»), встречается еще в сочинениях Аристотеля.

Понятие «старческая дальнорукость» начали отличать от дальнорукости (гиперметропии) свыше 150 лет тому назад (Stellwag и Garion (1855), цит. по Аветисову С.Э., 2002; Радзиховский Б.Л., 1965).

По разным данным, возраст, в котором возникает необходимость в подборе «пресбиопических очков», колеблется от 38 до 48 лет и зависит от вида и степени сопутствующей аметропии, рода трудовой деятельности, образа жизни.

Так, при прочих равных условиях пресбиопия возникает раньше у лиц, бытовая или профессиональная деятельность которых связана с рассматриванием мелких объектов, причем чем меньше контраст объектов с фоном, тем сильнее действует этот фактор (Корнюшина Т.А., 1999).

Кроме того, имеются сведения, что более раннему развитию пресбиопии может способствовать высокая температура окружающей среды (Weale R.A., 1992; Ciuffreda K.J., Tarmen B., 1995). В последние десятилетия в популяции отмечается более раннее созревание и более позднее угасание физиологических функций. Применительно к системе рефракции-аккомодации это означает более позднее наступление пресбиопии: после 45, а часто и после 50 лет (Розенблюм Ю.З., 2004). Возможно, это связано с изменением структуры рефракции в популяции: за последние 100 лет частота гиперметропии снизилась, а частота эметропии и миопии, прежде всего, слабой степени — увеличилась.

В любом случае в возрасте 52 лет пресбиопия имеет место практически в 100% случаев, а в возрастной категории от 38 до 50 лет она встречается примерно в 31% случаев.

Однако в отношении аккомодационной способности глаза в старости и механизмов ее снижения до настоящего времени нет единого мнения.

Литература

1. Аветисов С.Э. Возрастные особенности аккомодации и рефракции // Глазные болезни / Под ред. Копаевой В.Г. М.: Медицина, 2002. С. 102-107.
2. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 288 с.
3. Ковалевский Е.И. Глазные болезни. М.: Медицина, 1986. 416 с.
4. Корнюшина Т.А. Физиологические механизмы развития зрительного утомления и перенапряжения и меры их профилактики. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1999. 46 с.
5. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России // Вестн. офтальмол. 2006. № 1. С. 35-37.
6. Либман Е.С. Медико-социальные проблемы в офтальмологии // Материалы IX съезда офтальмологов. М., 2010. С. 70-71.
7. Лохтина Н.И. Профилактика прогрессирования миопии путем воздействия на аккомодационный аппарат глаза. Дис. ... канд. мед. наук. М., 1977. 118 с.
8. Мац К.А. Новые методы тренировки цилиарной мышцы при ослабленной аккомодационной способности. Дис. ... канд. мед. наук. М., 1973. 122 с.

9. Медвецкая Г.А. Профилактика близорукости и ее прогрессирования с помощью воздействия на аккомодационный аппарат глаза. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Калинин, 1981.
10. Нероев В.В. Новые аспекты проблемы патологии сетчатки и зрительного нерва // Вестн. офтальмол. 2000. № 5. С. 14-16.
11. Эпидемиология и профилактика слепоты в мире. Обзорная информация. М.: Медицина и здравоохранение, 1986. Вып. 5. С. 28-32.
12. Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З. Закономерности рефрактогенеза и критерии прогнозирования школьной миопии // Вестн. офтальмол. 2007. № 1. С. 22-24.
13. Онуфрийчук О.Н. Закономерности поздней фазы рефрактогенеза и критерии прогнозирования «школьной миопии». Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2006.
14. Радзиховский Б.Л. Старческая дальнорукость. Л.: Медицина, 1965. 159 с.
15. Розенблюм Ю.З. Возрастно-функциональный подход к компенсации аметропий // Вестн. офтальмол. 2004. № 1. С. 51-56.
16. Страхов В.В. Проблемы аккомодации глаза. Ярославль: ЯГМА, 2004. С. 32.
17. Хватова А.В. Основные направления ликвидации устранимой детской слепоты // Ликвидация устранимой слепоты: всемирная инициатива ВОЗ. Материалы Рос. межрег. симпозиума. Уфа, 2003. С. 53-59.
18. Шершевская О.И., Старков Г.Л., Шершевская С.Ф. Старение глаза. М.: Медицина, 1970. С. 18-47.
19. Эпидемиология и профилактика слепоты в мире. Обзорная информация. М.: Медицина и здравоохранение, 1986. Вып. 5. С. 28-32.
20. Amidieu H. The impact of progressive lenses on the market for correction presbyopia // Points de Vue. 2009. Spring. P. 20-22.
21. Ciuffreda K.J., Tarmen B. Eye movement basics for the clinician. St. Louis: Mosby-Year Book, 1995.
22. Fledelius H.C. Myopia prevalence in Scandinavia. A survey, with emphasis on factors of relevance for epidemiological refraction studies in general // Acta Ophthalmol. 1988. Vol. 66. Suppl.185. P. 44-50.
23. Goh W.S., Lam C.S. Changes in refractive trends and optical components of Hong-Kong Chinese aged 19-39 years // Ophthalmic. Physiol. Opt. 1994. V. 14, N 4. P. 378-382.
24. Gordon R.A., Donzis P.B. Refractive development of the human eye // Arch Ophthalmol. 1985. V. 103, N 6. P. 785-789.
25. Johnson A. Myopia in arctic regions // Acta Ophthalmol. 1988. V. 66. Suppl. 185. P. 13-18.
26. Weale R.A. The Senescence of Human Vision. Oxford: Oxford University Press, 1992. P. 59-61.

2

АККОМОДАЦИЯ: АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, БИОМЕХАНИЗМЫ

В.В. Страхов, Е.Н. Иомдина

2.1

АНАТОМИЯ

Общепризнано, что основными звеньями исполнительного механизма аккомодации являются хрусталик, связочный аппарат хрусталика, цилиарная мышца и хороидея (рис. 2.1.1). Однако в обеспечение биомеханизма аккомодации в той или иной степени вовлечены практически все структуры глазного яблока.

Хрусталик

Хрусталик, несмотря на видимую простоту, представляет собой достаточно сложный прозрачный объект — двояковыпуклое эластичное образование в виде диска, расположенное между радужкой и стекловидным телом (рис. 2.1.2). Хрусталик является многослойной структурой, его слои характеризуются разной толщиной и физико-механическими свойствами (рис. 2.1.3). Размеры хрусталика в различном возрасте (согласно Веселовской З.Ф., 2002; Standring S., 2008) представлены в табл. 2.1.1.

Хрусталик со всех сторон покрыт капсулой, которая представляет собой базальную мембрану эпителиальных клеток. Капсула хрусталика является самой толстой базальной мембраной тела человека. Передняя часть капсулы хрусталика толще (до 15,5 мкм), чем задняя (рис. 2.1.4). Утолщение более выражено на периферии передней капсулы, эту область еще называют зонулярной пластиной, поскольку здесь прикрепляется основная масса волокон ресничного пояска. У детей и в молодом возрасте, если капсула хрусталика не натянута, он имеет почти сферическую

Таблица 2.1.1

Возрастные особенности диаметра, массы и объема хрусталика человека	
Сагиттальный диаметр (толщина), мм	
Новорожденный	3,5
10 лет	3,9
20-50 лет	4,0-4,14
60-70 лет	4,77
80-90 лет	5,0
Экваториальный диаметр, мм	
Новорожденный	6,5
После 15 лет	9,0
Масса, мг	
Новорожденный	65
Первый год жизни	130
20-30 лет	174
40-50 лет	204
90 лет	250
Объем, мл	
30-40 лет	0,163
80-90 лет	0,244
Толщина капсулы, мкм	
Передний полюс	8-14
Экватор	7-17
Задний полюс	2-4
Хрусталиковые волокна	
Длина (мм)	8-12
Толщина (мкм)	4,6
Количество	2100-2300

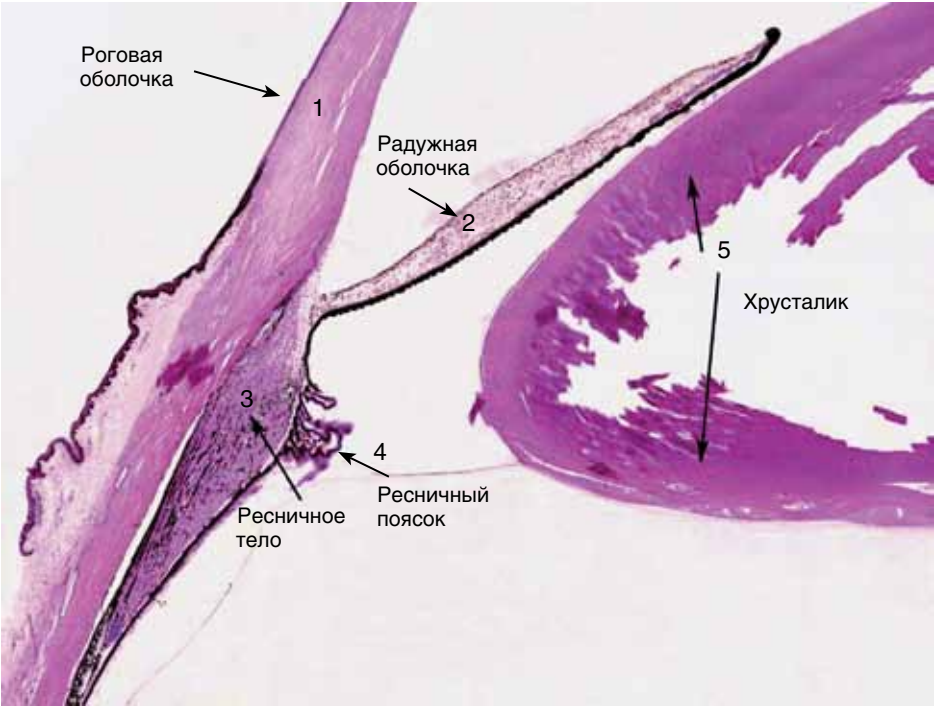


Рис. 2.1.1. Структуры переднего отдела глаза: 1 — роговая оболочка; 2 — радужная оболочка; 3 — ресничное тело; 4 — ресничный поясок; 5 — хрусталик

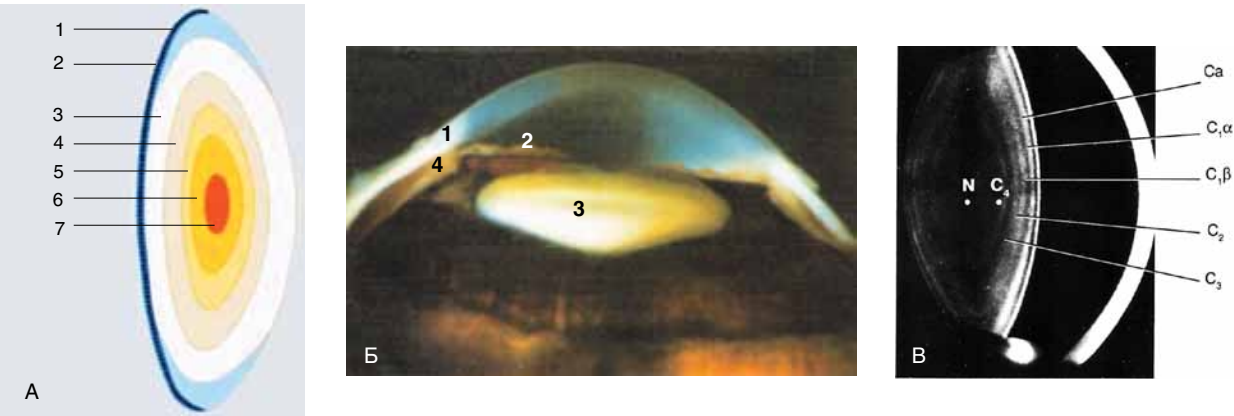


Рис. 2.1.2. Схема строения и расположения хрусталика. А — схема строения хрусталика: 1 — капсула хрусталика, 2 — передний эпителий, 3 — кора, 4 — ядро хрусталика взрослого человека, 5 — ядро хрусталика ребенка, 6 — фетальное ядро, 7 — эмбриональное ядро. Б — особенности расположения хрусталика в глазном яблоке и его форма: 1 — роговая оболочка, 2 — радужная оболочка, 3 — хрусталик, 4 — ресничное тело. В — биомикроскопически выделяемые зоны хрусталика: Ca — капсула; N — ядро; C_{1α} — первая кортикальная (субкапсулярная) светлая зона; C_{1β} — первая зона рассеивания; C₂ — вторая кортикальная светлая зона; C₃ — рассеивающая зона глубоких слоев коры; C₄ — светлая зона глубоких слоев коры

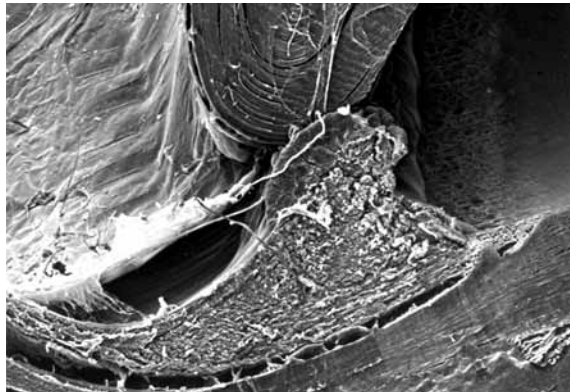


Рис. 2.1.3. Послойное строение хрусталика (по Lütjen-Drecoll E., Rohen J.W. «Augenwunder», Kaden Verlag, 2007)

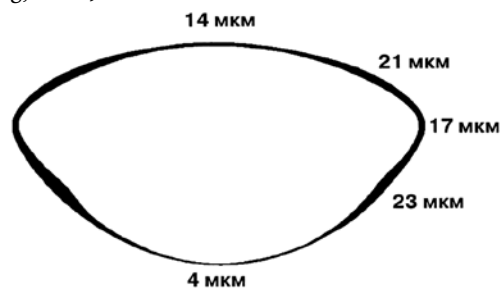
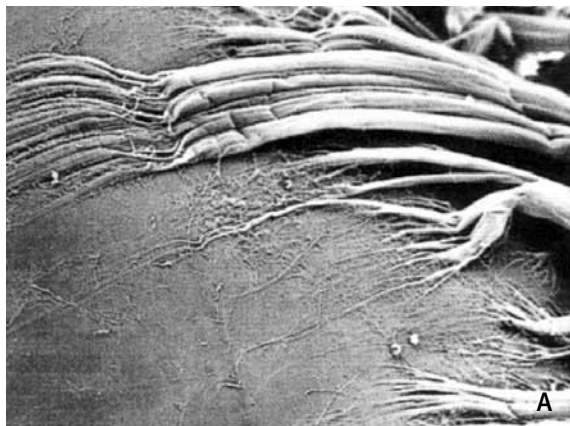


Рис. 2.1.4. Распределение толщины капсулы хрусталика в различных зонах

форму, внутрихрусталиковое давление при этом минимально. При установке зрения вдаль или в покое аккомодации, когда капсула хрусталика натянута связочным аппаратом, внутрихрусталиковое давление повышается, и его форма становится чечевицеобразно уплощенной.



Ресничный пояс, или связочный аппарат хрусталика

Ресничный пояс, или связочный аппарат хрусталика, имеет две основные точки крепления: переднюю, в области экватора хрусталика, и заднюю, в области зубчатой линии, а также одну промежуточную — в области короны цилиарного тела (ЦТ) к боковым поверхностям его отростков. Есть данные, свидетельствующие о том, что за пределами точки крепления в зубчатой линии связки хрусталика свободно оканчиваются в кортикальных слоях стекловидного тела, и это потенциально может иметь биомеханическое значение.

Ресничный пояс, или зонулярный аппарат хрусталика, состоит из волокон диаметром 10 нм (от 8 до 12 нм), имеющих вид трубочек на поперечном срезе. Подавляющее большинство волокон исходит из плоской части ресничного тела кпереди на расстоянии 1,5 мм от зубчатой линии. Здесь они переплетаются с внутренней пограничной мембраной эпителиальных клеток или с волокнами переднего отдела стекловидного тела. Большинство волокон складываются в пучки, состоящие из 2-5 фибрилл. Некоторые фибриллы иногда проникают между эпителиальными клетками. Фибриллы обнаруживаются и между пигментированными эпителиальными клетками ресничного эпителия и вплетаются в их базальную мембрану и мембрану Бруха.

Передние связки распространяются вперед, пока не достигнут заднего края отростчатой части ЦТ. Здесь они образуют зонулярное



Рис. 2.1.5. Особенности прикрепления ресничного пояса к передней поверхности капсулы хрусталика (А) и в области экватора (Б) (по Bron et al., 1997)

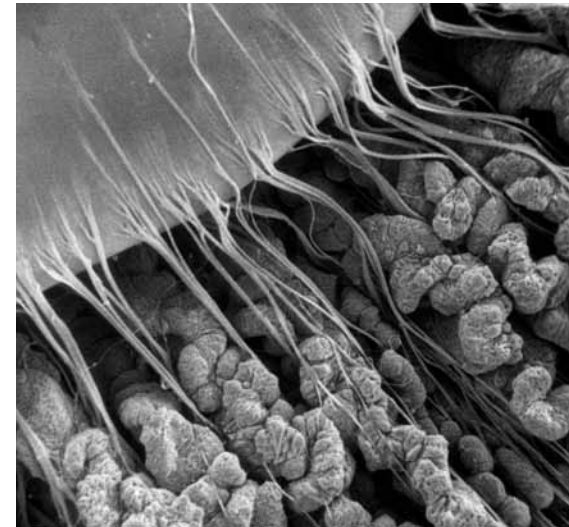
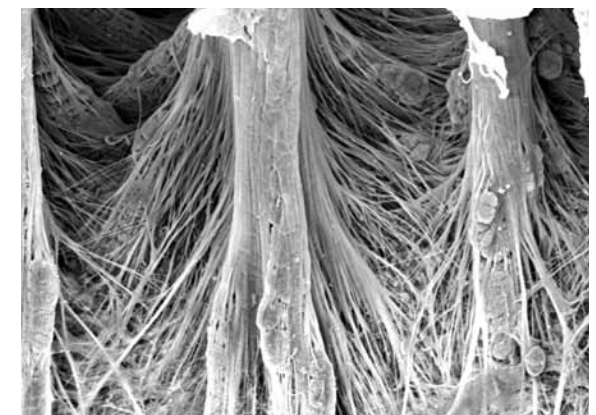
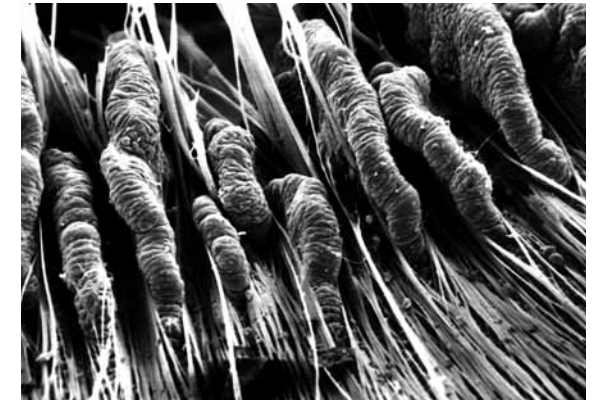


Рис. 2.1.6. Строение и ход волокон ресничного пояса (по Lütjen-Drecoll E., Rohen J.W. «Augenwunder», Kaden Verlag, 2007)

сплетение, которое находится между ресничными отростками, и прикрепляются к их боковым стенкам. Фибриллы зонулярного сплетения плотно присоединяются в основании ресничных гребешков, стабилизируя всю систему связок. Несколько кпереди от короны ресничного тела зонулярное сплетение разделяется на три пучка волокон, направляющихся к передней, экваториальной и задней капсуле хрусталика (Веселовская З.Ф., 2002) (рис. 2.1.5, 2.1.6). Спереди хрусталика связки прикрепляются к капсуле на протяжении 2,5 мм, а сзади — на протяжении 1 мм. Если рассматривается ход связочного аппарата от хрусталика, то считают, что фибриллы, исходящие из переднего отдела экваториальной поверхности хрусталика, направляются кзади и прикрепляются к ресничным отросткам, а фибриллы, отходящие от задней поверхности капсулы, направляются к плоской части ресничного тела и зубчатой линии (задние связки). Экваториальные связки распространяются от ресничных отростков непосредственно к экватору. Выделяют и гиалоидные связки, которые распространяются от плоской части ресничного тела к краю хрусталика в месте его прилегания к стекловидному телу. Здесь они вплетаются в «гиалоидо-капсулярные связки» (соответствующие зонулярным волокнам связки Вигера).



«Живая анатомия» ресничного пояса при ультразвуковой биомикроскопии (УБМ) задней камеры глаза выглядит несколько по-другому, поскольку в живом глазу присутствуют гидростатические полости, создающие реальную топографо-анатомическую картину внутренних структур глаза (Страхов В.В., Бузыкин М.А., 2004) (рис. 2.1.7-10). Необходимо отметить, что в живом глазу орбикулярное пространство задней камеры, т.е. пространство, прилегающее к плоской части ЦТ, которое на изолированных препаратах практически отсутствует, превращаясь в капиллярную щель, на самом деле заполнено внутриглазной жидкостью, многократно превышающей по объему привычную нам заднюю камеру позади радужки. Это весьма функционально для задней части связочного аппарата хрусталика, потому что обеспечивает оптимальную водную среду для движения связок, в отличие от вязкого стекловидного тела, которое потенциально может ограничивать свободу перемещения



Рис. 2.1.7. Ультразвуковая картина ресничного пояса хрусталика: а — передняя порция цинновых связок; б — средняя порция цинновых связок; в — задняя порция цинновых связок



Рис. 2.1.8. Передняя порция ресничного пояса хрусталика: а — прекоронарная часть, б — посткоронарная часть



Рис. 2.1.9. Средняя порция ресничного пояса хрусталика (А, Б): а — прямая презэкваториальная часть; б — углообразная презэкваториальная часть; в — экваториальная часть

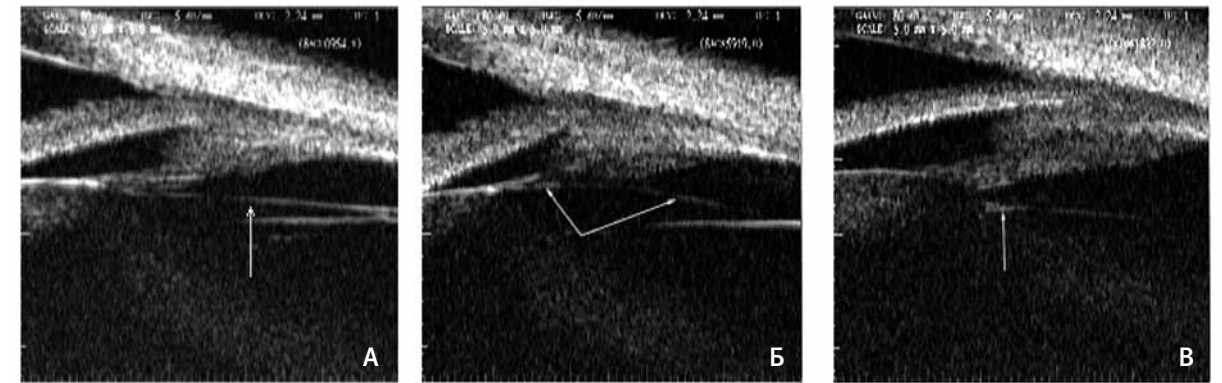


Рис. 2.1.10. Связочный аппарат в орбикулярном пространстве задней камеры: А — передняя порция; Б — части средней порции; В — задняя порция

движущихся внутриглазных структур. В целом УБМ картина связочного аппарата хрусталика подтверждает анатомическое описание трех порций связок, однако только передняя порция имеет промежуточное крепление в короне ЦТ, в то время как экваториальная и задняя идут мимо короны, прямо к зубчатой линии, где, собираясь в пучок, и прикрепляются, образуя своеобразную гиалоидохориоретинальную спайку (рис. 2.1.7-10).

Необходимо отметить, что современные представления о структуре ресничного пояса и его месте в силовом аппарате аккомодации до некоторой степени парадоксальны. Прежде всего потому, что имеется анатомическая разобщенность мышечного и связочного аппаратов исполнительного органа аккомодации. Действительно, не установлено прямой анатомической связи между мышечными волокнами любой порции цилиарной мышцы с волокнами ресничного пояса. А это значит, что ни циркулярная, ни радиальная, ни меридиональная группа мышечных волокон сама по себе не может натягивать или расслаблять ресничный пояс. Осевое натяжение или ослабление ресничного пояса возможно только опосредованно, через перемещение гиалоидохориоретинальной спайки в области зубчатой линии при экскурсиях хороидеи вследствие мышечных сокращений и расслаблений меридиональной мышцы Брюкке, имеющей с хороидеей непосредственную анатомическую связь. Рабочим расстоянием аккомодации следует называть не кратчайшее расстояние между экватором

хрусталика и короной цилиарного тела, а расстояние между двумя основными точками фиксации связочного аппарата, а именно между экватором хрусталика и зубчатой линией перехода цилиарного тела в хороидею. Изменение именно этого расстояния приводит к колебаниям осевого натяжения ресничного пояса при аккомодации.

Цилиарная мышца

Цилиарная мышца (относится к категории гладких мышц) условно разделяется на три порции (мышцы Брюкке, Иванова и Мюллера), в которых мышечные волокна ориентированы в разных направлениях.

Меридиональная мышца Брюкке, самая мощная и длинная (в среднем 7 мм), имея прикрепление в области корнеосклеральной трабекулы и склеральной шпоры, свободно идет до зубчатой линии, где вплетается в хороидею, доходя отдельными волокнами до экватора глаза. И по анатомии, и по функции она точно соответствует своему старинному названию — тензор хороидеи. Общепринятым является мнение о парасимпатической иннервации этой мышцы.

Радиальная мышца Иванова составляет основную мышечную массу короны цилиарного тела и, имея прикрепление к увеальной порции трабекул в прикорневой зоне радужки, свободно оканчивается в виде расходящегося радиально венчика на тыльной стороне короны, обращенной к стекловидному телу. Очевидно,

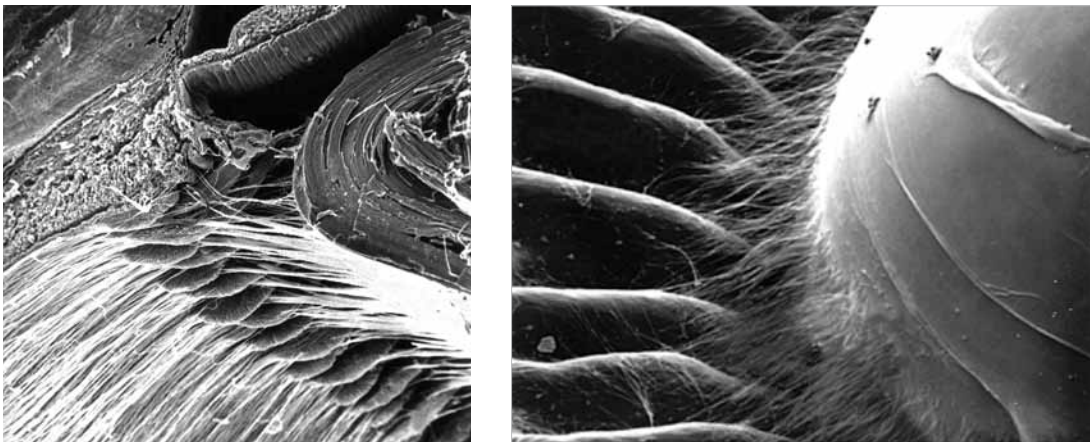


Рис. 2.1.11. Растровая электронная микроскопия ресничного пояса, цилиарных отростков и цилиарной мышцы (слева – по Lütjen-Drecoll E., Rohen J.W. «Augenwunder», Kaden Verlag, 2007)

что при своем сокращении радиальные мышечные волокна, подтягиваясь к месту прикрепления, будут менять конфигурацию короны и смещать ее в направлении корня радужки. Несмотря на запутанность вопроса об иннервации радиальной мышцы, большинство авторов считают ее симпатической (Деев Л.А. с соавт., 1996; Шамшинова А.М., Волков В.В., 1999; Gullstrand A., 1912; Mallen E.A. et al., 2005). Более того, Л.А. Деев с соавт. (1996) обнаружили не только наличие симпатических синапсов в цилиарном теле, но даже скопление адренэргических нервных терминалей в области радиальной порции цилиарной мышцы.

Циркулярная мышца Мюллера не имеет прикрепления, наподобие сфинктера радужки, и располагается в виде кольца в самой вершине короны «заостряется», и отростки цилиарного тела приближаются к экватору хрусталика. Принято считать, что иннервация циркулярной мышцы парасимпатическая.

На рис. 2.1.11 представлено строение ресничного пояса и цилиарной мышцы.

Анатомическое строение цилиарной мышцы изучено не только *in vitro* (Лютен-Дреколл Э., Рохен Й.В., 1998; Копеева В.Г., 2002; Kahle W., 2003; Netter F., 2007; Standring S., 2008), но и *in vivo* при помощи комбинации метода ультразвуковой биомикроскопии и современной вычислительной техники — методом, предложенным О. Stachs (2003, 2005).

О. Stachs исследовал аккомодацию у пациентов разных возрастных групп при помощи установки, представляющей собой комбинацию специально спроектированного 3D ультразвукового биомикроскопа и графической станции Silicon Graphics. В результате были получены высококачественные изображения цилиарной мышцы при аккомодации, которые показали, что механизм аккомодации не изменяется с возрастом, хотя у пожилых людей перемещение передней части цилиарного тела при сокращении цилиарной мышцы уменьшается примерно вдвое: в 34 года этот параметр составляет 0,36 мм, а в 71 год, при пресбиопии, — 0,18 мм.

Хороидея

Хороидея имеет непосредственное отношение к осевому натяжению и расслаблению цинновых связок, поскольку задняя точка основного крепления связочного аппарата хрусталика тесно связана с хороидеей в области зубчатой линии. Хороидея, имея определенный запас эластичности, способна к растяжению и сокращению относительно склеры под действием сокращений меридиональной порции цилиарной мышцы с соответствующим перемещением задней точки крепления связок, что изменяет рабочее расстояние аккомодации. В отношении аккомодации хороидея весьма соответствует названию «биологической пружины», данному ей А.И. Горбанем (2002).

2.2

Физиология аккомодации

Современные представления о физиологии аккомодации еще далеки от своей завершенности и согласованности. Очевидно, это связано с исключительной сложностью проблемы. При этом существуют лишь единичные объективные методы исследования глаза *in vivo*, позволяющие наблюдать соответствующие процессы в человеческом глазу и давать им качественную и количественную оценку. Например, с помощью «Scheimpflug imaging» фиксируют изменение кривизны хрусталика при аккомодации, по данным ультразвуковой биомикроскопии выявляют ход волокон и сокращение мышцы, с помощью авторефрактометра открытого поля определяют объективный аккомодационный ответ. И все же, несмотря на обилие гипотез по физиологии аккомодации, полуторазековые представления Г. Гельмгольца продолжают оставаться востребованными в современных взглядах на механизмы аккомодации, причем некоторые положения полностью подтвердились самыми последними клиническими и экспериментальными исследованиями с использованием передовых методов визуализации: УБМ, магнитно-резонансной томографии (МРТ), спектральной оптической когерентной томографии (ОСТ).

Итак, на сегодняшний день основополагающей теорией, описывающей механизм аккомодации, является гипотеза Германа фон Гельмгольца, согласно которой, для четкого видения расположенных на близком расстоянии предметов в человеческом глазу происходят следующие изменения: сокращается цилиарная мышца, происходит сужение зрачка, уменьшается глубина передней камеры, хрусталик смещается несколько кпереди и книзу, ослабевает натяжение цинновых связок, уменьшается радиус кривизны передней и задней (в меньшей степени) поверхностей хрусталика, что приводит к увеличению его преломляющей силы и усилению динамической рефракции глаза (Helmholtz H., 1855). С момента опубликования точки зрения Г. Гельмгольца на механизм аккомодации не прекращаются попытки

оспорить, видоизменить или дополнить эту теорию. Например, некоторое уточнение теории Гельмгольца предложил Е.Ф. Fincham (1937), который полагал, что хрусталик при аккомодации утрачивает сферичность своих поверхностей не под влиянием экстракапсулярных сил, а в силу неравномерной толщины и эластичности его капсулы в различных отделах. На передней поверхности хрусталика она толще, чем на задней, а на латеральных участках (где крепятся волокна цинновой связки) — толще, чем на полюсах. По мнению исследователя, при аккомодации натягиваются зональные волокна, происходит уплощение хрусталика преимущественно на периферии, где капсула толще, и выпячивание в центральных отделах хрусталика, где капсула слабее (тоньше). Задняя капсула хрусталика достаточно тонкая, и здесь радиус кривизны всегда меньше (задняя поверхность более выпуклая) даже в состоянии дезаккомодации.

Уточнением теории Гельмгольца являются также работы А. Gullstrand (1912). По мнению автора, при аккомодации имеют значение два фактора: уменьшение радиуса кривизны поверхностей хрусталика и увеличение показателя преломления хрусталикового вещества (внутрикапсулярная аккомодация). Он выделил в веществе хрусталика два слоя с разными коэффициентами преломления. Во время аккомодации, когда хрусталик становится более выпуклым, в центральном его отделе, соответствующем области зрачка, оказывается более толстый слой той субстанции хрусталика, которая имеет более высокий показатель преломления. Связанное с этим явлением усиление преломляющей способности хрусталика и называется внутрикапсулярной аккомодацией (Gullstrand A., 1912; Розенблюм Ю.З., 1995). Косвенным подтверждением этого явления могут служить операции О. Nishi (2003), который заменял содержимое хрусталика приматов силиконом и при этом получал исключительно снижение объема аккомодации, что свидетельствует о том, что неоднородная структура хрусталика более выгодна

с точки зрения максимизации объема аккомодации. Кроме того А. Gullstrand, в отличие от Г. Гельмгольца, рассматривал аккомодацию вдаль как активный процесс, находящийся под управлением симпатической нервной системы, а покой аккомодации — как некое мышечное равновесие двух групп мышц, иннервируемых симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (ВНС).

Касаясь участия связочного аппарата в биомеханизме аккомодации, И.Н. Кошиц с соавт. (2006) обращают внимание на то, что хрусталик всегда поджат к стекловидному телу, и само по себе натяжение волокон цинновой связки только ослабевает, но никогда не исчезает полностью, то есть волокна выполняют не только регулирующую функцию, но и поддерживающую. В то же время исследования В.В. Страхова с соавт. (2007) показывают, что у пациентов с пресбиопией возможно провисание задних порций волокон, что также подтверждают биомеханические расчеты (Иомдина Е.Н., Полоз М.В., 2010).

И все же главный вопрос, вокруг которого до сих пор сосредоточены самые непримиримые разногласия, состоит в том, где именно приложены усилия, обеспечивающие изменение формы хрусталика, т.е. его преломляющей способности — внутри хрусталика или вне него? По этому вопросу специалисты разделились на сторонников приоритета внутрехрусталиковых, а именно упругих сил капсулы хрусталика, приводящих к его округлению при ослаблении натяжения связочного аппарата хрусталика (Helmholtz H., Gullstrand A., Аветисов Э.С., Шаповалов С.Л., Волков В.В., Страхов В.В. и др.), и приверженцев силового деформирующего воздействия на хрусталик снаружи (Tschering M., Coleman D., Schachar R., Золотарев А.В., Крушельницкий А.В. и др.), например, сместившимся вперед стекловидным телом, гидравликой внутриглазной жидкости задней камеры или натянутыми экваториальными связками хрусталика. Так, автор шумевшей теории аккомодации R. Schachar (1992) считает, что оптическая сила хрусталика при аккомодации увеличивается из-за уплощения его экваториальной периферии (с соответствующим увеличением диаметра) и уменьшения радиуса кривизны в центральных отделах. Однако в настоящее время эта теория признана несостоятельной из-за несоответствия описанного аккомодационного механизма

анатомической структуре аппарата аккомодации. Сторонники гидравлической теории, опираясь на факт повышения давления в стекловидной камере при напряжении аккомодации, считают, что гидравлическое воздействие внутриглазной жидкости достаточно, чтобы деформировать экваториальную зону хрусталика с последующим изменением толщины и кривизны передней поверхности центральной его зоны, вызвав тем самым усиление рефракции.

Надо отметить, что есть научные мнения, пытающиеся объединить полярные взгляды, например А.В. Крушельницкий (2004) считает, что при аккомодации передняя порция волокон цинновой связки подтягивается вперед, уменьшая давление передней капсулы на хрусталик (как в теории Гельмгольца). Так как базис стекловидного тела прочно связан с хориоидеей у зубчатой линии, смещение зубчатой линии продольными (меридиональными) волокнами цилиарной мышцы будет приводить к смещению базиса стекловидного тела. Стекловидное тело в результате оказывает давление на хрусталик (как в теории М. Tscherning, 1899), при этом передняя капсула станет более выпуклой, что обеспечит аккомодационный эффект. С другой стороны, есть и такие исследователи, которые категорически отвергают активное участие стекловидного тела в аккомодации. Так, например, в экспериментально-теоретической работе И.А. Скворцова (1979) показано, что стекловидное тело как механическая структура не принимает активного участия в акте аккомодации и существенного влияния на оптические характеристики хрусталика оно не оказывает.

И все же, какими бы непримиримыми не были мнения сторон, как бы они ни изобиловали тонкими деталями аргументации, дело может решить ответ на один простой биомеханический вопрос: как именно изменяется экваториальный диаметр хрусталика на высоте напряжения аккомодации? Если он увеличивается или не изменяется, то правы сторонники деформации экваториальной зоны хрусталика снаружи любым из описанных силовых воздействий — стекловидного тела, связочного аппарата или внутриглазной жидкости. Если диаметр хрусталика уменьшается, то правы сторонники механизма изменения формы хрусталика за счет упругих сил (эластичности) его капсулы, т.е. внутрехрусталиковой структуры. Остается только сообщить, что тщательно выполненная

экспериментальная работа А. Glasser (1998, 1999), включающая эксперимент на обезьянах с УБМ контролем, окончательно установила уменьшение экваториального диаметра хрусталика на высоте аккомодации, тем самым поставив точку в споре, и вертикальной палочкой над этой точкой превратив ее в восклицательный знак после имени Г. Гельмгольца!

Вместе с тем, кроме доминирующей концепции «хрусталиковой» аккомодации, существуют множество мнений об участии в этом процессе других структур глаза. Следует рассмотреть гипотезы аккомодации, связанные с изменением длины глаза вдоль оптической оси и топографии роговицы.

Впервые об аккомодационном изменении формы глаза заявил J.C. Sturm (1697), затем J.B. Listing (1853), которые полагали, что при аккомодации глаз удлиняется. F.C. Donders (1864) также указывал на растяжение глазного яблока вследствие сдавливания его наружными мышцами при конвергенции. Наиболее настойчивым и радикальным в отношении фокусировки путем изменения длины переднезадней оси (ПЗО) был W.H. Bates (1920), который считал, что хрусталик вообще не изменяет форму, а изменение ПЗО — основной механизм аккомодации глаза за счет его сжатия косыми мышцами.

Механизм удлинения глазного яблока при сочетанном аккомодационно-конвергентном напряжении был теоретически и математически рассчитан А.И. Дашевским (1950, 1958, 1962). Он также отводил активную роль экстраокулярным мышцам, участвующим в этом процессе.

В 1992 г. В.Ф. Ананин предположил, что дополнительным компенсаторным механизмом, обеспечивающим наряду с хрусталиком настройку оптической системы глаза при аккомодации, является возможность динамического увеличения аксиальной оси глаза на 1,0-1,5 мм, что может служить одним из объяснений наличия аккомодации в афакичных (без хрусталика) и артификакичных (с искусственным хрусталиком) глазах. Такой механизм, правда, исключительно как вспомогательный, упоминают И.Н. Кошиц с соавт. (2006). По их мнению, удлинение глазного яблока при сокращении экстраокулярных мышц возможно, т.е. сжатие склеры наружными мышцами глаза может вызвать деформацию склеры и изменить тем самым ПЗО глаза (Светлова О.В., Кошиц И.Н., 2002).

В.В. Волков (1988, 2003) также считает возможным наличие «нехрусталиковой» аккомодации при конвергенции за счет удлинения глазного яблока при расслаблении отводящих и сокращения приводящих наружных мышц.

Такого же мнения придерживаются Н. Bayramlar et al. (1999), показавшие экспериментально, что ось глазного яблока удлиняется при фиксации взгляда вблизи даже после зашивания тропикамида, т.е. капель, вызывающих парез цилиарной мышцы. Р. Shum et al. (1993) использовали ультразвуковую биометрию для измерения длины оси глаза при расслаблении аккомодации и ее стимуляции приставлением собирающих линз или приближением тест-объекта к парному глазу. Авторы делают вывод, что аккомодация вблизи сопровождается удлинением глазного яблока. К такому же результату пришли W. Drexler et al. (1998), используя метод интерферометрии. В их опыте увеличение длины глаз было большим у эметропов (в среднем 12,7 мкм, что соответствует изменению оптической силы глаза на -0,036 дптр), чем у миопов (в среднем 5,2 мкм, соответствует изменению рефракции на -0,015 дптр). Удлинение глазного яблока исследователи объясняют сокращением цилиарной мышцы, подтягивающей хориоидею вперед и кнутри, из-за чего уменьшается окружность склеры и увеличивается длина оси глаза. Е.Г. Гулидова и В.В. Страхов связывают зафиксированное ими во время аккомодации увеличение в среднем на 0,1 мм ПЗО глаза у детей с уровнем внутриглазного давления (ВГД), поскольку этот эффект был отмечен только в группе школьников с прогрессирующей миопией при относительной внутриглазной гипотонии.

Биомеханическое 3D компьютерное моделирование человеческого глаза, выполненное в виде виртуальной параметрической среды и учитывающее большинство известных анатомо-оптических параметров и физико-механических свойств глазных структур, свидетельствует о том, что избыточный тонус или расслабленное сокращение экстраокулярных мышц, неравномерно сжимающих глазное яблоко при его повороте, может оказать существенное воздействие на объем аккомодации. Подобное воздействие мышц приводит к деформации глазного яблока и к незначительному увеличению длины его ПЗО. Увеличение ПЗО тем больше, чем ниже модуль упругости склеры и чем значительней расслабленность сокращений

экстраокулярных мышц, но в расчетах не удалось получить удлинения ПЗО более 0,5 мм. При согласованной работе экстраокулярных мышц расчетное изменение ПЗО при аккомодации не превышает 0,02 мм (Иомдина Е.Н., Полоз М.В., 2011).

К вспомогательным (дополнительным) факторам аккомодации может также относиться и экстраокулярный роговичный механизм (Светлова О.В., Кошиц И.Н., 2002; Кошиц И.Н., 2006), т.е. изменение астигматизма роговицы. Он заключается в том, что наружные мышцы искривляют роговицу и перемещают фокусную область кпереди, иногда одновременно увеличивая ее глубину, как при сужении зрачка.

Эти положения частично подтверждаются исследованиями J. Strobel et al. (2003), показавших, что кривизна роговицы несколько изменяется при аккомодации. Небольшое увеличение кривизны роговицы при сокращении цилиарной мышцы также зафиксировали L. Yasuda, T. Yamaguchi (2005).

По данным ряда ученых (Журавлев А.И., 1996; Сердюченко В.И., Вязовский И.А., 2004), можно также говорить о влиянии напряжения цилиарной мышцы и наружных мышц глаза на топографию роговицы. Еще в 1868 г. В.И. Добровольский отмечал, что существует неравномерное в различных меридианах напряжение аккомодационной мышцы, т.е. разные части цилиарной мышцы могут работать несинхронно (не только независимо друг от друга, но и с различной интенсивностью). С его точки зрения, только этим можно объяснить тот факт, что при астигматизме невысоких степеней острота зрения в течение известного периода времени может оставаться высокой, особенно в детском и юношеском возрасте. У таких людей с возрастом, особенно когда наступает пресбиопия, а иногда после общих ведущих к ослаблению организма заболеваний, обнаруживается снижение остроты зрения без всякой видимой причины, и только при исследовании рефракции можно выявить астигматизм, о котором раньше пациент не подозревал.

R. Bannop (1946) также высказал мнение, что в результате действия экстраокулярных мышц и передней порции цилиарной мышцы кривизна роговицы в процессе аккомодации может изменяться.

Очень существенные изменения роговицы при аккомодации по данным кератотопографии

обнаружены В.И. Лапочкиным (2002). В ходе эксперимента зрительный стимул для активации относительной аккомодации предъявлялся с близкого расстояния (6-7 см), т.е. создавались искусственные условия для гипераккомодации. При этом было зафиксировано формирование выраженного неправильного роговичного астигматизма в среднем до $5,56 \pm 2,1$ дптр! Такое изменение кривизны роговицы наиболее логично, по мнению автора, сочетается с теорией R. Schachar (1994), предполагающей усиление преломления хрусталика в центральной зоне. Выраженное ослабление рефракции роговицы в горизонтальных меридианах также, по мнению автора, косвенно подтверждает активную роль экстраокулярных мышц, особенно горизонтальных, в акте аккомодации. Однако, как указывают Е.П. Тарутта с соавт. (2010), столь значительное ослабление рефракции роговицы можно объяснить тем, что в условиях максимальной конвергенции при фиксации на объект, расположенный в 6 см от глаз, повторному измерению рефракции подвергались не центральные, а периферические участки роговицы, обладающие, как известно, меньшей оптической силой. В любом случае полученные В.И. Лапочкиным результаты говорят не об участии роговицы в акте аккомодации, а скорее о противодействии последней, так как ослабление преломляющей силы роговицы должно приводить к ослаблению клинической рефракции, в то время как при аккомодации, то есть при оптической установке глаза к близко расположенному объекту, происходит усиление его динамической рефракции. И хотя Е.П. Тарутта с соавт. (2010) выявили тенденцию к уменьшению оптической силы роговицы в горизонтальном меридиане, однако достоверных изменений этого показателя при аккомодации у обследованных лиц с миопией не выявлено. Полученные результаты не подтверждают значимого участия роговицы в акте аккомодации миопического глаза.

И.Ю. Марченко с соавт. (2005) также показали, что изменений кривизны и силы преломления роговой оболочки при аккомодации не происходит.

В то же время исследования Г.А. Шилкина с соавт. (2004) с применением фотощелевой биометрии переднего отдела глаза здоровых людей 25-35 лет (25 человек) скорее созвучны наблюдениям В.И. Лапочкина об увеличении кривизны среза роговицы. Кроме того, Г.А. Шилкин

с соавт. предполагают влияние лимба на топографию роговицы в процессе аккомодации, поскольку «...лимб, занимая промежуточную ключевую позицию между склерой и роговицей и обладая упругостью, превышающей таковую как роговицы, так и склеры, во время аккомодации при сжатии кольца цилиарной мышцы приводит к увеличению выпуклости роговицы и растяжению заднего отдела глаза» (Шилкин Г.А. с соавт., 2004). Вместе с тем исследования Л.А. Минеевой и В.В. Страхова (2005) обнаружили значительно более скромное участие роговицы в аккомодативном процессе. Индуцированный прямой астигматизм на высоте аккомодации для близи составлял в среднем $0,75 \pm 0,25$ дптр и клинически проявлялся лишь у пресбиопов в виде снижения зрения вдаль тотчас после значительной нагрузки чтением.

В целом роль роговой оболочки в аккомодации глаза человека представляется довольно спорной и не вполне однозначной.

Нет полного единства мнений и относительно так называемого «покоя аккомодации». Многие авторы, как когда-то и сам Г. Гельмгольц, считают, что в покое аккомодации, т.е. в некотором состоянии практически полного расслабления цилиарной мышцы, взгляд направлен вдаль. С другой стороны, теория R. Schachar говорит об обратном (1993, 1994).

Одну из точек зрения по данному вопросу представляет А.В. Ланцевич (2007). Он согласен с тем, что основным механизмом аккомодации является содружественное действие трех участников: хориоидея – хрусталик – цилиарная мышца. При этом рассматриваются три состояния покоя аккомодации: функциональное (во время бодрствования и отсутствия в поле зрения стимула), тоническое (во время сна) и анатомическое, связанное с медикаментозной циклоплегией. Однако уже давно и совершенно справедливо Э.С. Аветисов (1981) заметил, что «состояние относительного покоя этой мышцы наступает тогда, когда из поля зрения исключаются стимулы, возбуждающие аккомодацию». Кстати, согласно определению нормальной физиологии, под покоем любой сенсорной системы, включая, конечно, зрительную, следует понимать состояние без стимула.

Свой взгляд на физиологию аккомодации В.В. Страхов сопровождает условным разделением целостного биомеханизма аккомодации на управление и исполнение.

Управление. Управление аккомодацией начинается с анализа четкости зрительного стимула. Если его изображение на сетчатке нечеткое, то корковое представительство аккомодации должно каким-то образом понять, усиливать преломление или ослаблять, т.е. в каком направлении изменять преломляющую силу глаза. Отсюда становится ясным, что определенность в отношении факторов, влияющих на выбор направления аккомодации, является исключительно важной. Но на сегодняшний день такой определенности нет. Считается, что помогать выбору направления изменения оптической силы хрусталика могут, по меньшей мере, 4 фактора: конвергенция, величина которой тесно связана с величиной аккомодации; хроматическая абберация посредством разной степени преломления длинноволновой и коротковолновой частей спектра; разность четкости фокуса в глубине центральной ямки сетчатки по сравнению с ее краями; и, наконец, флуктуация аккомодации с колебанием преломляющей силы хрусталика частотой 2-3 раза в с, т.е. 2-3 Гц. Возможно, все четыре фактора имеют значение, но представляется, что наиболее важную роль играет именно флуктуация аккомодации, прежде всего в силу своей динамичности и альтернативности, когда при дефокусе улучшение четкости изображения стимула совпадает либо с усилением, либо с ослаблением преломляющей силы хрусталика. Это и дает корковому представительству аккомодации сигнал к выбору правильного направления изменения рефракции для достижения наивысшей четкости изображения или реперной точки аккомодации в виде положения фокуса точно на сетчатке. На этом заканчивается аналитическая часть управления аккомодацией. Далее зрительный анализатор, в соответствии со своей самой главной задачей обеспечения максимально высокого зрения, получив направление изменения рефракции в сторону увеличения четкости изображения, молниеносно активирует управленческий парасимпатический механизм обратной отрицательной связи в выбранном направлении изменения преломляющей силы хрусталика.

Сам механизм управления аккомодацией осуществляется с помощью автономной нервной системы, более известной у нас как вегетативная. Эта система активируется главным образом центрами спинного мозга, ствола мозга и гипоталамусом. Способом управления

являются подсознательные, или безусловные, рефлексы. Эфферентные сигналы к исполнительно передаются через два основных отдела вегетативной нервной системы (ВНС) — симпатический и парасимпатический. Физиологическая анатомия этих двух отделов вегетативной иннервации глаза имеет существенные различия. Парасимпатические волокна исходят из ядра Вестфал-Эдингера, имеющего связь с претектальной зоной ствола мозга и в конечном счете с корой головного мозга. Затем идут в составе III пары черепномозгового нерва к ресничному ганглию, который находится в орбите, сразу позади глазного яблока. Здесь начинается постганглионарный нейрон, который имеет волокна в составе цилиарных нервов для иннервации сфинктера радужки, а также цилиарной мышцы, преимущественно ее меридиональной и циркулярной порций. Симпатические нервные волокна для глаза начинаются в спинном мозге, на уровне боковых рогов первого грудного сегмента (Т1). Затем в виде симпатической цепочки они поднимаются к верхнему шейному ганглию, откуда постганглионарными симпатическими волокнами проникают в глаз, иннервируя дилататор радужки и отчасти цилиарную мышцу, преимущественно ее радиальную порцию.

Важной особенностью ВНС является ее тонус. В норме симпатический и парасимпатический отделы всегда активны. Их фоновый или базовый уровень активности называют соответственно симпатическим и парасимпатическим тонусом. Согласно современным представлениям, основные порции цилиарной мышцы — меридиональная и циркулярная — имеют парасимпатическую иннервацию и, соответственно, нагружены в норме парасимпатическим тонусом. В то же время радиальная порция цилиарной мышцы имеет симпатическую иннервацию и, следовательно, имеет симпатический тонус. Таким образом, физиологический тонус мышечного аппарата цилиарного тела, состоящий из двух частей — парасимпатической и симпатической, — образует *тоническое обеспечение аккомодации*. Значение тонуса состоит в том, что он позволяет одному и тому же отделу, например, симпатическому в отношении артериальных сосудов, как увеличивать активность стимулируемого органа, если стимул выше нормального фона, так и снижать, если стимул ниже фона, т.е. в приложении к сосудам — как суживать, так и расширять просвет артерий. Вместе

с тем известно, что некоторые особые органы могут возбуждаться симпатической стимуляцией и тормозиться парасимпатической и наоборот, т.е. обе системы иногда действуют реципрокно друг другу.

Управленческий механизм аккомодации, в зависимости от выбранного направления, инициирует либо сокращение, либо расслабление парасимпатической части цилиарной мышцы для обеспечения положения фокуса на сетчатке в пределах зоны *рефлекторного обеспечения аккомодации*, т.е. от максимального ее напряжения в ближайшей точке ясного зрения (БТЯЗ) до покоя в безориентирном пространстве с миопической установкой примерно в 1,0 дптр. Все эти двигательные мышечные события, естественно, происходят на фоне физиологического тонуса аккомодации, причем как его парасимпатической, так и симпатической составляющих. Это очень важное положение — сосуществование стимула и фона, рефлекса и тонуса, поскольку какими бы ни были колебания рефлекторных сокращений или расслаблений порций цилиарной мышцы в процессе аккомодации, ее тоническое обеспечение присутствует своим постоянным тоническим напряжением. При этом наряду с парасимпатическим физиологическим тонусом, во время активной зрительной работы также постоянно присутствует симпатический физиологический тонус, т.е. при наличии любых зрительных стимулов, как дальних, так и ближних — симпатически иннервируемая радиальная мышца короны цилиарного тела всегда находится в тонусе. Это со всей очевидностью проявляется при синдроме Горнера, когда в ответ на паралич симпатической иннервации и соответствующий паралич радиальной мышцы рефракция глаза на стороне поражения усиливается путем одновременного приближения как дальнейшей, так и ближайшей точек ясного зрения. Это значит, что до паралича симпатический тонус присутствовал как при зрении вдаль, так и при зрении вблизи.

Естественно, наиболее изученным является физиологический тонус аккомодации парасимпатической природы. Рефракционный эквивалент парасимпатического тонуса аккомодации скрыт и выявляется обычно циклоплегическим путем через медикаментозный паралич меридиональной и циркулярной порций цилиарной мышцы. При этом рефракция обычно ослабевает, и у эметропа циклоплегический объем

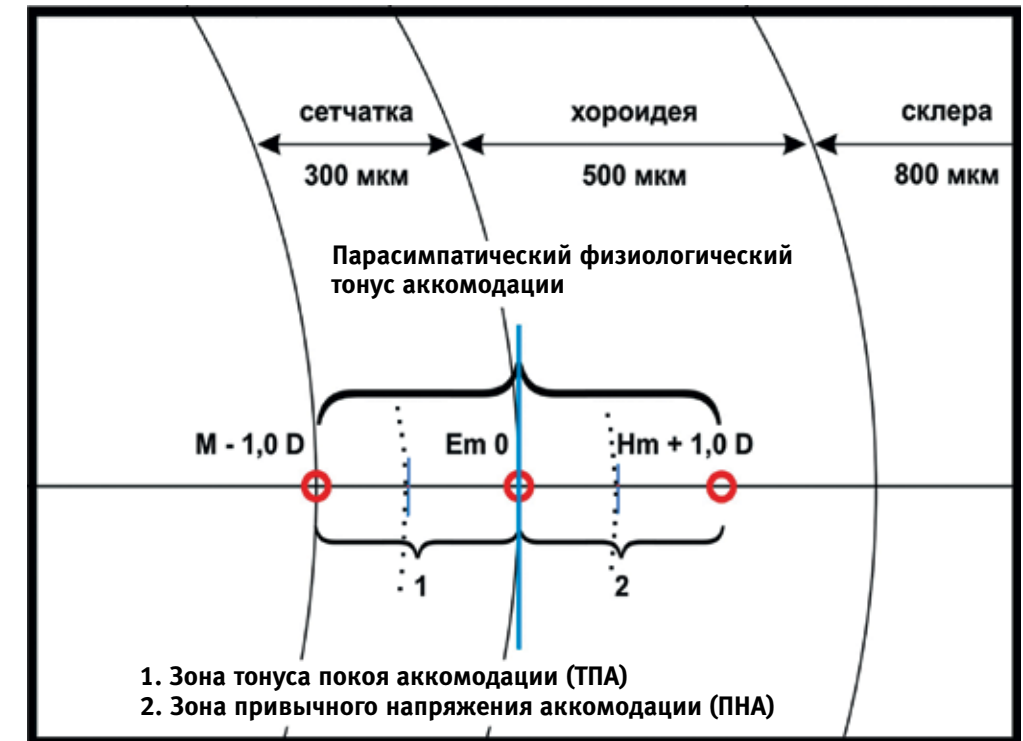


Рис. 2.2.1. Схема расположения парасимпатического тонуса аккомодации

физиологического тонуса аккомодации оказывается в среднем 0,5-0,75 дптр. Эта часть физиологического парасимпатического тонуса весьма устойчива, тесно связана с аккомодативной поддержкой эметропии путем коррекции небольших степеней несоразмерности рефракции. Она устанавливается и закрепляется в связи с окончанием рефрактогенеза и сохраняется всю жизнь, становясь привычным напряжением аккомодации (ПНА). В сущности это не что иное, как величина скрытой гиперметропии, имеющей место в большинстве так называемой эметропии. Однако есть еще одно тоническое напряжение цилиарной мышцы, и оно тоже парасимпатической природы, тоже скрытое, ибо выявляется при определенных условиях, и тоже претендует на физиологичность, поскольку возникает в физиологических условиях покоя аккомодации. Это как раз тонус покоя аккомодации (ТПА). Судя по отмеченным характеристикам, можно считать, что ПНА и ТПА — это две части единого целого парасимпатического физиологического тонуса аккомодации (рис. 2.2.1).

Симпатическая составляющая физиологического тонуса аккомодации, напротив, изучена мало. Признавая участие симпатической иннервации в аккомодации, общепринятым является мнение, что рефракционный эффект его не велик: по А. Гейтону, симпатическая стимуляция ресничной мышцы *опосредованно* вызывает ее небольшое расслабление (фиксация взгляда вдаль), в то время как парасимпатическая стимуляция вызывает выраженное мышечное сокращение (фиксация взгляда вблизи). И действительно, разница в рефракционном эквиваленте участия обоих отделов ВНС в управлении аккомодацией существенна. Что значат 1,0-1,5 дптр объема аккомодации вдаль по сравнению с 10,0-12,0 дптр объема аккомодации для близи у молодого человека? Однако впечатление о значимости резко изменится, если представить, что по каким-либо причинам приспособление оптики глаза для дали (всего-то объемом примерно в 1,0 дптр, т.е. от 1 метра до бесконечности) не срабатывает. Безусловно, все значимо: и приспособление для дали, и приспособление для близи, и даже покой от этого приспособления.

Необходимо внести ясность в понятие «покоя» аккомодации. Согласно канонам нормальной физиологии, любая сенсорная система организма находится в покое только в одном случае — при отсутствии стимула. Есть стимул — система работает, нет стимула — отдыхает. Очевидно, и «покой» аккомодационной системы следует понимать как состояние без зрительного стимула, т.е. в темноте, во время сна, в безориентирном пространстве, в состоянии задумчивости. Собственно, большинство серьезных исследователей аккомодации в нашей стране, например, Э.С. Аветисов, В.В. Волков и другие, именно так и понимали покой аккомодации, в отличие от распространенного в клинике мнения, что «покой» аккомодации есть установка глаза вдаль, хотя совершенно понятно, что даже облачко на горизонте — это реальный зрительный стимул. Впрочем, вполне традиционно связывать с покоем полное расслабление мышцы, в данном случае ресничной, и при этом, конечно, понимать аккомодацию как односторонне направленный процесс. Однако следует признать, что с платформы устоявшегося представления о положении точки покоя аккомодации в бесконечности и однонаправленности действия активной аккомодации глаза от дальнейшей точки ясного зрения к ближайшей, не находят адекватного объяснения многочисленные клинические наблюдения, связанные с участием симпатической иннервации в аккомодации. Итак, правильнее считать, что сенсорная система аккомодации условно отдыхает только при отсутствии зрительного стимула. Условно потому, что согласно закономерностям функционирования управляющей ВНС, эта аккомодационная система должна быть нагружена фоновым или физиологическим тонусом. Она и нагружена. Впрочем, она нагружена им не только в покое, но постоянно, и в работе тоже. Представляется, что в обычных условиях активности зрительного анализатора, окруженного разнообразными зрительными стимулами на дальней, средней и близкой дистанциях, фоновые симпатический и парасимпатический физиологические тонусы примерно одинаковы и находятся в равновесии. Но не в равноправии. Прежде всего по отношению к корковому представительству аккомодации, с которым парасимпатикус опосредованно связан, а симпатикус — нет. Симпатический отдел ВНС не имеет коркового представительства для

анализа изображения и, следовательно, может работать только в сфере тонических взаимоотношений с парасимпатической системой. Рабочая зона этих взаимоотношений — общий физиологический тонус аккомодации. При этом парасимпатический физиологический тонус аккомодации занимает в некотором смысле главенствующее положение по отношению к симпатическому физиологическому тонусу, т.е. сохраняется при отсутствии зрительного стимула, в то время как последний при отсутствии стимула исчезает. На подобные взаимоотношения тонусов прямо указывает факт существования так называемого темнового фокуса или, на наш взгляд, более точно — тонуса покоя аккомодации (ТПА), поскольку покой возможен не только в темноте, но и, например, в безориентирном пространстве (Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., 2012).

Действительно, при отсутствии зрительных стимулов в безориентирном пространстве, т.е. в покое аккомодации, обнаруживается, *именно обнаруживается, а не появляется*, некоторое усиление преломляющей способности по сравнению с рефракцией при зрении вдаль: эмметропический глаз демонстрирует слабую миопическую установку, примерно в 1,0 дптр, миопический глаз становится соответственно более миопичным, а степень гиперметропии уменьшается. Такое обязательное присутствие парасимпатического физиологического тонуса покоя аккомодации в безориентирном пространстве и постоянное направление в сторону усиления рефракции, вне зависимости от ее вида, делают его похожим на безусловный рефлекс. Но это не рефлекс на темноту и ни в коем случае не дополнительное сокращение цилиарной мышцы. Это проявление нарушения равновесия двух физиологических тонусов, когда при отсутствии зрительного стимула в темноте исчезает симпатический тонус, оставляя базовый парасимпатический тонус в одиночестве, в виде тонуса покоя аккомодации. Известны и величина тонуса покоя аккомодации или «темнового фокуса» — в среднем в пределах 0,75-1,0 дптр, и зависимость этой величины от вида клинической рефракции (Волков В.В., Колесникова Л.Н., 1973; Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., 2012). Тот факт, что сама по себе миопическая установка глаза в покое аккомодации обнаруживается при любой клинической рефракции, лишь доказывает ее физиологичность.

При активации аккомодации в ответ на появление зрительного стимула на любой дистанции — дальней, средней, близкой или одновременно на всех, как чаще всего бывает в реальности, рефлекторно возникает симпатический физиологический тонус радиальной порции цилиарной мышцы. Активируется натяжение связок хрусталика и происходит рефракционная нейтрализация слабомиопической установки глаза в безориентирном пространстве или своеобразная нейтрализация тонуса покоя аккомодации (ТПА). При этом привычное напряжение аккомодации (ПНА), как достаточно стабильная часть парасимпатического физиологического тонуса аккомодации, сохраняется без изменений и может быть снято только циклоплегией. Таким образом, благодаря рефракционной нейтрализации парасимпатического ТПА клинически обнаруживается величина симпатического тонуса, который оказывается равным

по своему рефракционному эквиваленту (примерно в 1,0 дптр) базовому парасимпатическому тонусу, но противоположно направленным по знаку. Парадоксальность такой рефракционной ситуации покоя аккомодации заключается в том, что симпатический тонус аккомодации проявляет себя своим отсутствием. Впрочем, и при активности аккомодации он скрыт. Однако за пределами физиологических состояний, например, при искусственной электрической стимуляции симпатических узлов шейного отдела позвоночника или медикаментозной стимуляции симпатического отдела ВНС, например, адреномиметиком ирифрином, симпатический тонус проявляется достаточно отчетливым клиническим признаком ослабления рефракции, а при уже упоминавшемся синдроме Горнера, когда возникает паралич симпатической иннервации, имеется соответствующее усиление рефракции.

2.3

БИОМЕХАНИЗМ АККОМОДАЦИИ

При оптической установке глаза для рассматривания близко расположенных предметов возникает сокращение волокон меридиональной порции цилиарной мышцы, активированное парасимпатической нервной системой. Происходит натяжение хороидеи и перемещение вперед задней точки фиксации связочного аппарата хрусталика в области зубчатой линии — первый подвижный узел связочного аппарата хрусталика (рис. 2.3.1) с последующей реализацией классического механизма аккомодации по Г. Гельмгольцу.

Этот биомеханизм подразумевает ослабление осевого натяжения цинновых связок (рис. 2.3.2) вследствие уменьшения рабочего расстояния аккомодации между двумя основными точками крепления связочного аппарата: в области экватора хрусталика и в области зубчатой линии.

Ослабление натяжения связок приводит к уменьшению напряжения капсулы хрусталика, нагруженного повышенным внутрехрусталиковым давлением при установке зрения вдаль. Ослабление напряжения капсулы позволяет хрусталику в силу его эластичности стать более выпуклым, особенно в зрачковой зоне передней поверхности, где капсула хрусталика более тонкая, чем на периферии. Уменьшение радиуса кривизны передней поверхности хрусталика является основным оптическим условием увеличения преломляющей силы хрусталика и усиления рефракции в целом. По мнению ряда авторов, относительная тонкость передней капсулы хрусталика в области зрачка является причиной заметных сферических aberrаций хрусталика на высоте аккомодации.

Кроме того, во время аккомодации для близи, благодаря сокращению циркулярных волокон мышцы Мюллера или своеобразного цилиарного сфинктера, возникает дополнительное перемещение короны цилиарного тела в направлении экватора хрусталика. Цилиарное кольцо сфинктероподобно сжимается. Физиологический смысл работы мышцы

Мюллера заключается не только в перемещении блока промежуточного крепления части связочного аппарата в короне ближе к экватору хрусталика (второй подвижный узел связочного аппарата хрусталика) и тем самым дополнительного ослабления его осевого натяжения. Но прежде всего, на наш взгляд, в обеспечении стабильности фронтального положения хрусталика через укорочение свободного хода расслабленной передней порции ресничного пояса: эффект своеобразного «короткого поводка» для ограничения подвижности хрусталика, или факодонеза, на высоте аккомодации, особенно при крайних ее напряжениях.

Биомеханизм перевода оптической установки глаза с близкого расстояния на далекое представляет собой одновременный совместный процесс хорошо известного пассивного компонента аккомодации под влиянием падения парасимпатического тонуса и активной аккомодации под влиянием симпатического тонуса.

Пассивный компонент аккомодации для дали: сброс тонуса парасимпатической нервной системы в ответ на зрительный стимул установки глаза вдаль расслабляет меридиональную и циркулярную мышцы. Хороидея, в ответ на прекращение растягивания со стороны меридиональной мышцы, в силу своей эластичности сокращается, стремясь занять свое первоначальное положение, и тем самым перемещает кзади точку крепления цинновых связок в области зубчатой линии (первый подвижный узел). Это приводит к осевому натяжению связочного аппарата хрусталика из-за увеличения рабочего расстояния аккомодации между экватором и зубчатой линией с соответствующим растяжением передней капсулы хрусталика и уплощением его передней поверхности. Кроме того, снижение давления в стекловидной камере глаза приводит к возвращению передних кортикальных слоев стекловидного тела назад и перемещению хрусталика вместе со своей кольцевидной связкой кзади вдоль оптической оси.

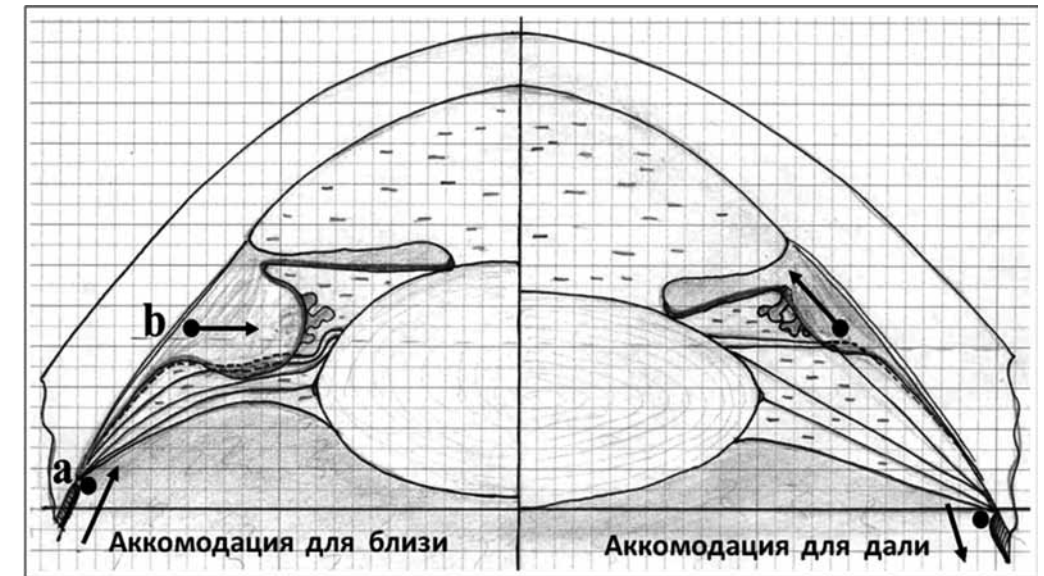


Рис. 2.3.1. Схема биомеханизма аккомодации глаза (a — первый подвижный узел; b — второй подвижный узел)

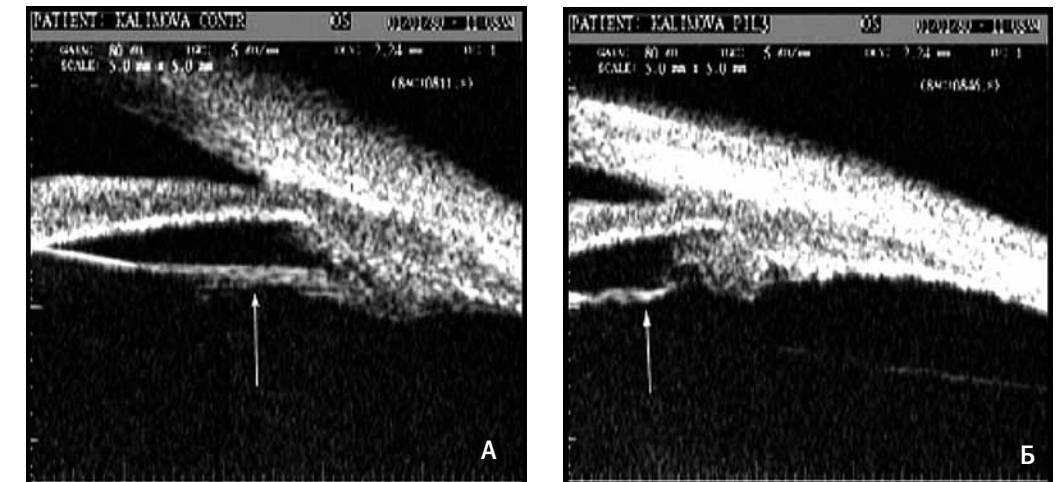


Рис. 2.3.2. Передняя порция связки: А — в покое аккомодации; Б — при напряжении аккомодации

Активный компонент аккомодации для дали. Поскольку симпатический отдел аккомодативного управления не имеет коркового представительства, то активная деятельность симпатической регуляции аккомодации проявляется только в тоническом взаимодействии с парасимпатическим тонусом и выходит из-под его доминирования только тогда, когда величина

последнего, в результате резкого уменьшения при зрительной перестройке для дали, становится равной или даже меньше уровня фоновое симпатического тонуса. Это приводит к преобладанию силы сокращения радиальных мышечных волокон короны ЦТ над расслабленными циркулярными волокнами, что и перемещает корону ЦТ от экватора хрусталика. Здесь



Рис. 2.3.3. Эффект натяжения передней порции связки

просматривается аналогия с биомеханикой расширения зрачка при работе дилатора радужки. Цилиарное кольцо, подобно зрачку, расширяется. Возникает эффект натяжения передней порции цинновой связки на участке от экваториальной зоны хрусталика до места перехода короны цилиарного тела в его плоскую часть (рис. 2.3.3).

Такой ход связок совпадает с направлением вектора силы растяжения передней капсулы хрусталика, что позволяет осевому натяжению связочного аппарата приводить к уплощению передней поверхности хрусталика. Кроме того, совместное с короной ЦТ перемещение блока промежуточного крепления передней порции цинновых связок несколько вперед, к склеральной шпоре, может создавать дополнительное боковое (а не осевое) натяжение связок на участке между экватором хрусталика и короной цилиарного тела (рис. 2.3.4), что также может сопровождаться дополнительным натяжением капсулы хрусталика.

В среднем на медикаментозных моделях симпатической активации аккомодации суммарный эффект осевого и бокового натяжения связочного аппарата хрусталика сопровождался увеличением радиуса кривизны передней поверхности хрусталика на $1,1 \pm 0,3$ мм, в сравнении с состоянием «покоя аккомодации», что обеспечивает ослабление рефракции примерно на 1,0-1,5 дптр. При зрительной установке вдаль сочетание перемещений короны цилиарного тела и хрусталика в противоположных по отношению к склеральной шпоре направлениях

усиливает эффект уплощения передней поверхности хрусталика, увеличивая скорость процесса перехода установки глаза с ближайшей точки ясного зрения на дальнейшую.

Представленный механизм аккомодации вполне согласуется с модной на Западе концепцией «цепного», или катенарного, механизма аккомодации по J. Coleman (2001). Этот автор уже более 50 лет развивает выдвинутую в 1924 г. L. Johnson теорию гидравлического механизма аккомодации, обогатив ее представлением о роли расстояний между «опорами цепного моста». В экспериментах на обезьянах J. Coleman установил, что сокращение цилиарной мышцы, подобно сближению опор моста, создает предпосылки к провисанию цинново-хрусталиковой диафрагмы (рис. 2.3.5).

Однако повышающееся при этом в стекловидной полости давление смещает всю указанную конструкцию кпереди, увеличивая за счет тангенциальных тракций кривизну передней поверхности хрусталика. Здесь, на наш взгляд, важно отметить, что повышение давления в стекловидной камере глаза на высоте аккомодации для близи действительно может смещать хрусталик кпереди, но, в отличие от принципа катенарности по J. Coleman, не является доминирующим в реализации изменения кривизны передней поверхности хрусталика. Равно как и принцип эластичности хрусталика по Г. Гельмгольцу не исключает участия в этом процессе эффекта провисания «цепного моста» с изменением кривизны передней поверхности хрусталика по катенарному механизму. Принципиально важным, можно сказать «рефрактообразующим», при аккомодации для близи является сужение кольца цилиарного тела при ослаблении тонуса передней порции ресничного пояса. Это отправная точка для изменения формы хрусталика как по причине действия эластических сил линзы, так и по причине провисания ее связочно-капсулярной диафрагмы. Представляется, что в реальности оба механизма изменения радиуса кривизны хрусталика взаимно усиливают друг друга. Таким образом глаз настраивается на работу вблизи. Но ведь если представить происходящее под действием симпатомиметиков увеличение диаметра коренарного кольца как раздвигание опор цепного моста, то становится понятным и механизм уплощения передней поверхности хрусталика за счет его экваториальных тракций, а вместе с этим — и наличие активной аккомодации вдаль.

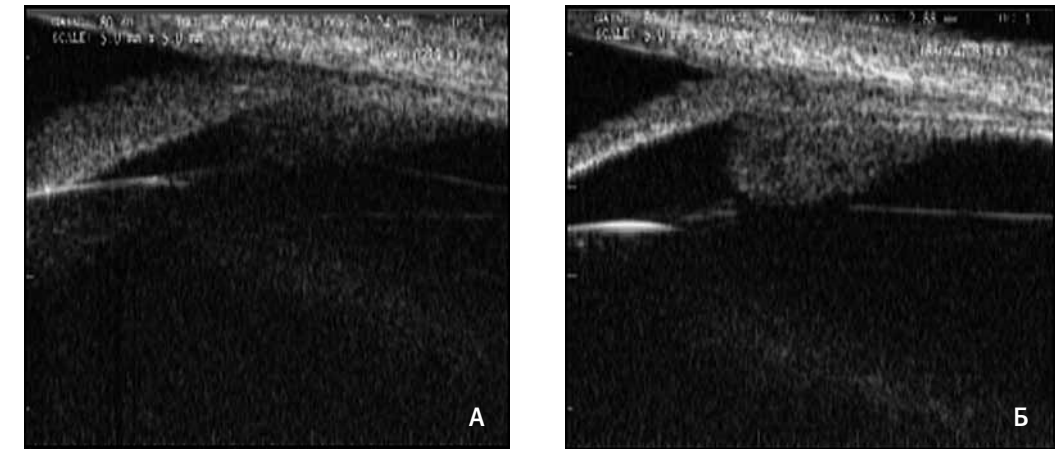


Рис. 2.3.4. Эффект бокового натяжения связок на медикаментозной модели аккомодации вдаль: А — контроль, Б — адреналин

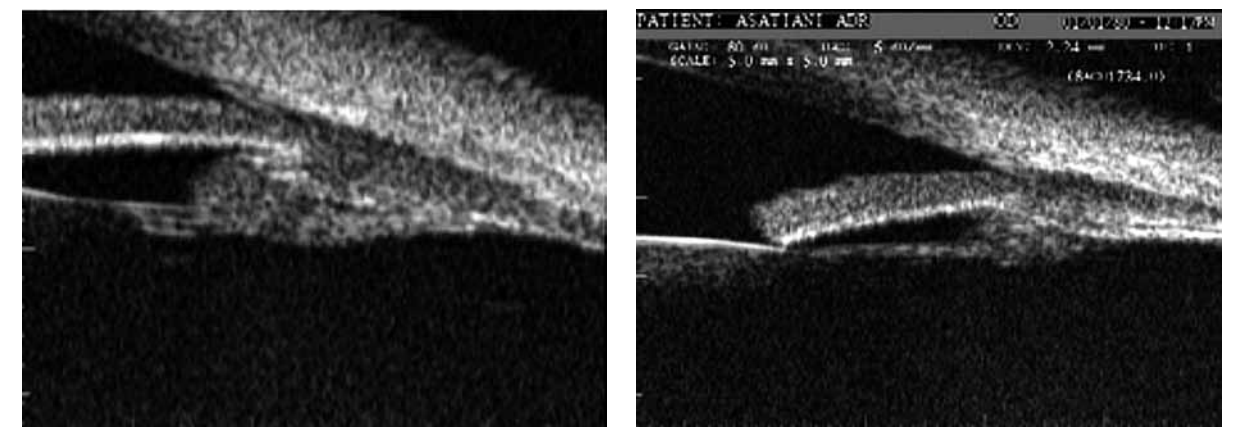
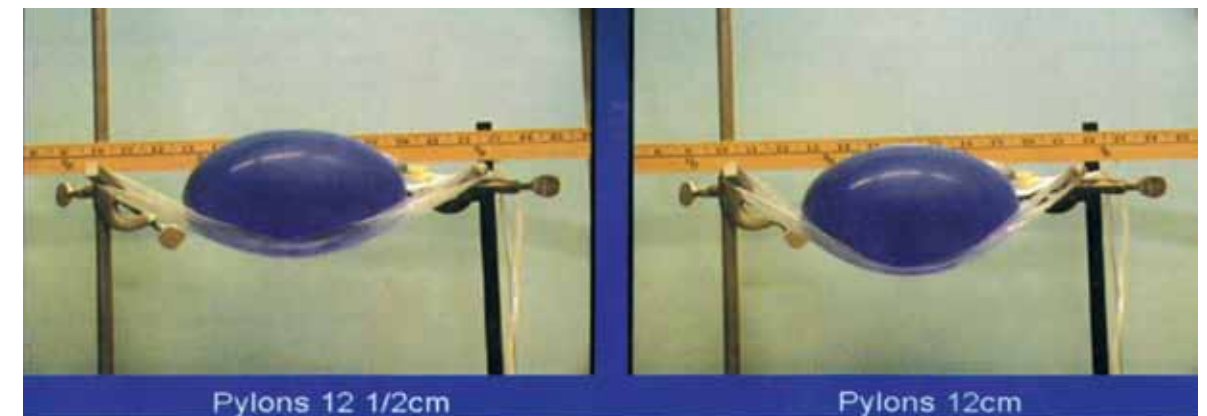


Рис. 2.3.5. Модели аккомодации. По J. Coleman (вверху), по В.В. Страхову (внизу)

Вторичные компоненты аккомодации

Зрачок. Сужение зрачка при аккомодации для близи позволяет увеличить глубину резкости и, следовательно, уменьшить объем затрачиваемой аккомодации при рассматривании предметов, расположенных на близком расстоянии, или восполнить недостающий объем аккомодации, например, при ранних проявлениях пресбиопии. Не случайно ранние пресбиопы в возрасте 40-45 лет часто отмечают затруднения при чтении в условиях низкой освещенности и практически полное восстановление способности читать при увеличении освещения, когда в ответ на усиление светового потока происходит сужение зрачка, что сопровождается энергосберегающей для аккомодации функцией диафрагмирования оптики глаза.

Роговица. Об участии роговицы в аккомодации, как было сказано выше, мнения противоречивы: от полного отрицания до значительного участия — 5-6 дптр (!) в сферическом эквиваленте (Лапочкин В.И., 1999). Исследования рефракции роговицы при естественной и искусственной медикаментозной стимуляции аккомодации (Минеева Л.А. с соавт., 2005) выявили возникновение прямого роговичного астигматизма в пределах физиологического, в среднем $0,75 \pm 0,25$ дптр за счет усиления вертикального меридиана. Эти данные сходны с результатами, полученными Е.П. Таруттой с соавт. (2010), М. Tsukamoto et al. (2000), В.С. Pierscionek et al. (2001). Незначительные изменения роговицы при аккомодации свидетельствуют об отсутствии ее прямого участия, однако наведенный прямой роговичный астигматизм небольших степеней может, так же как и сужение зрачка, повышать глубину резкости, облегчая тем самым работу аккомодации.

Склера и экстрабульбарные мышцы. Интерес к исследованию участия этих структур в аккомодации обоснован, прежде всего, их значимостью в возникновении и прогрессировании осевой миопии. Увеличение переднезадней оси глаза при работе на близком расстоянии, главным образом за счет конвергентного поддавливания склеры экстрабульбарными мышцами, как было сказано выше, может рассматриваться как частичная альтернатива хрусталиковой аккомодации. Но, даже при самых тщательных

ультразвуковых исследованиях, на сегодняшний день не зафиксировано достоверного увеличения переднезадней оси глазного яблока на высоте аккомодации для близи (Волков В.В., 2003; Марченко И.Ю. с соавт., 2005). Вместе с тем безусловный факт преобладания объема абсолютной аккомодации (при зрении одним глазом) над объемом относительной (при зрении двумя глазами) указывает на возможность рефракционного компонента увеличения переднезадней оси глаза при конвергенции.

Стекловидное тело. Предполагается, что стекловидное тело также может быть вовлечено в аккомодацию, так как имеет анатомическую связь с хрусталиком через связку Вигера, с ресничным пояском через сращение его задней порции с передней гиалюидной мембраной и витреохориоретинальной спайкой в области зубчатой линии, где прикрепляется весь связочный аппарат хрусталика, с комплексом сетчатки-хороидея на всем постэкваториальном внутриглазном пространстве. Главная роль стекловидного тела заключается в перемещении хрусталика вперед вдоль оптической оси глаза в процессе аккомодации для близи, так как других исполнителей этой функции не существует. При натяжении хороидеи повышенное давление в стекловидной камере выталкивает стекловидное тело и связанный с ним хрусталик вперед. При сокращении хороидеи во время аккомодации для дали роль стекловидного тела не столь значительна, поскольку функцию возвращения хрусталика в исходное состояние берет на себя часть ресничного пояса, напрямую связывающая экваториальную и постэкваториальную зоны хрусталика с хороидеей в области зубчатой линии. Таким образом, все вторичные компоненты аккомодации так или иначе уменьшают аккомодационные усилия и, следовательно, имеют энергосберегающие свойства, целесообразные офтальмоэргонически.

В целом анализ результатов исследований и взглядов различных ученых на аккомодацию подтверждает тезис: механизм аккомодации человеческого глаза до сих пор является предметом споров и дискуссий... В этой связи уместно заметить, что в природе существуют самые разнообразные способы фокусировки (Г.И. Рожкова с соавт., 2005), и некоторые из них вполне, хоть и в малой части, могут иметь место и у человека.

Литература

1. Аветисов Э.С. Оптическая коррекция зрения. М., Медицина. 1981.
2. Ананин В.Ф. Аккомодация и близорукость. М.: Биомедфарм, 1992. 223 с.
3. Веселовская З.Ф. Катаракта. Киев: Книга плюс, 2002. С. 24-62.
4. Волков В.В. О вероятных механизмах миопизации глаза в школьные годы // Офтальмол. журн. 1988. № 3. С. 129-132.
5. Волков В.В. По поводу аккомодации глаза // Окулист. 2003. № 6. С. 6-7.
6. Волков В.В., Колесникова Л.Н. Аккомодация и рефракция по материалам исследования с помощью кобальтового стекла // Офтальмол. журн. 1973. № 3. С. 172-176.
7. Горбань А.И. Роковое наследство // Окулист. 2002. № 7/8. С. 6-8; № 9/10. С. 12-13.
8. Дашевский А.И. Измерение объема хрусталика живого глаза / В кн.: Вопросы физиологии и патологии зрения. М., 1950. С. 106-110.
9. Дашевский А.И. Новые данные об оптической системе глаза и ее возрастных изменениях / В кн.: Проблемы физиологической оптики. М.-Л., 1958. С. 12, 336-344.
10. Дашевский А.И. Оптическая система и рефракция глаза // Многотомное руководство по глазным болезням / Под ред. Архангельского В.Н. М., 1962. Т. 1. С. 259-263.
11. Деев Л.А., Абросимов С.Ю., Молоткова И.Я. Гетерогенность распределения адренергических и холинэргических нервных терминалей в цилиарной мышце в норме и при терминальной стадии глаукомы // Офтальмохирургия. 1996. № 4. С. 19-22.
12. Добровольский В.И. О различных изменениях астигматизма под влиянием аккомодации // Военно-медицинский журн. 1868. С. 3-103.
13. Журавлев А.И. Фотоупругость роговицы в норме и при патологии глаз. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.: ВМедА, 1996.
14. Иомдина Е.Н., Полоз М.В. Биомеханическая модель глаза человека как основа для изучения его аккомодационной способности // Рос. журн. биомеханики. 2010. Т. 14, № 3(49). С. 7-18.
15. Иомдина Е.Н., Полоз М.В. Возможности использования биомеханической модели глаза для изучения возрастных изменений аккомодационной способности // Рос. офтальмол. журн. 2011. № 1. С. 17-21.
16. Копаева В.Г. Глазные болезни. М.: Медицина, 2002. 560 с.
17. Кошиц И.Н., Горбань А.И., Светлова О.В. Современные представления о биомеханизмах аккомодации и теории Гельмгольца. СПб.: МАПО, 2006. 64 с.
18. Крушельницкий А.В. Новая теория аккомодации // Офтальмол. журн. 2004. № 4. С. 54-57.
19. Ланцевич А.В. О вероятном механизме тонического покоя аккомодации // Биомеханика глаза 2007. Сб. тр. конф. М., 2007. С. 38-42.
20. Лапочкин В.И. Динамические изменения роговицы при аккомодации глаза // J. Eye World (рос. издание). 2002. № 2. С. 25.
21. Лютен-Дреколл Э., Роем Й.В. Анатомический атлас. Функциональные системы человека. М.: АСТ, 1998. 145 с.
22. Мальцев Э.В. Хрусталик. М.: Медицина, 1988. С. 15-36.
23. Марченко И.Ю., Степанова Л.В., Сычев Г.М. Изменение основных параметров глаза при аккомодации // Биомеханика глаза – 2005. Сб. тр. конф. М., 2005. С. 58-60.
24. Минеева Л.А., Страхов В.В., Кузнецов Д.В. К вопросу об участии роговицы в аккомодации глаза человека // Биомеханика глаза – 2005. Сб. тр. конф. М., 2005. С. 60-62.
25. Рожкова Г.И., Панова И.Г., Хохлова Т.В., Орлов О.Ю. Механизмы фокусировки изображений в глазах камерного типа у позвоночных животных. Обзор // Сенсорные системы. 2005. Т. 19, № 3. С. 181-211.
26. Розенблюм Ю.З. Изучение аккомодации от Гельмгольца до наших дней // Актуальные вопросы офтальмологии. М., 1995. С. 23-40.
27. Светлова О.В., Кошиц И.Н. Классификация и взаимодействие механизмов аккомодации глаза человека. Биомеханика глаза – 2002. Сб. тр. конф. М., 2002. С. 117-119.
28. Сердюченко В.И., Вязовский И.А. Исследование аккомодации в различных меридианах глаза и модифицированная методика лечения ее нарушений при гиперметропической амблиопии // Биомеханика глаза – 2004. Сб. тр. конф. М., 2004. С. 33-37.
29. Скворцов И.А. О влиянии деструкции стекловидного тела на аккомодационную способность глаза // Стекловидное тело в клинической офтальмологии. Вып. II. ЛПИИ, 1979. С. 24-28.
30. Страхов В.В., Бузыкин М.А. Медикаментозная модель биомеханики аккомодации глаза // Биомеханика глаза. М., 2001. С. 179-181.
31. Страхов В.В., Минеева Л.А., Бузыкин М.А. К вопросу о биомеханизме инволюционных изменений аккомодации глаза человека // Биомеханика глаза – 2007. Сб. тр. конф. М., 2007. С. 49-54.
32. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Ходжабеян Н.В. К вопросу об участии роговицы в аккомодации миопического глаза // Вестн. офтальмол. 2010. № 6. С. 15-17.
33. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Состояние привычного тонуса и тонуса покоя аккомодации у детей и подростков на фоне аппаратного лечения близорукости // Рос. офтальмол. журн. 2012. № 2. С. 59-62.

34. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Тонус аккомодации при миопии и его возможное прогностическое значение // Вестн. офтальмол. 2012. № 2. С. 34-37.
35. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. М.: Медицина, 1999. С. 361-365.
36. Шилкин Г.А., Шилкин А.Г., Бессарабов А.Н. Биомеханическое обеспечение зрения вдаль и вблизи у человека // Биомеханика глаза – 2004. Сб. тр. конф. М., 2004. С. 45-54.
37. Bannon R.E. A study of astigmatism at the near point with special reference to astigmatic accommodation // Am. J. Optometry and archives of Am. Academy of Optometry. 1946. V. 23. P. 53-75.
38. Bates W.H. Shifting as an aid to vision // New York Medical Journal. 1920. N 3. P. 7.
39. Bayramlar H., Cekic O., Hepsen I.F. Does convergence, not accommodation, cause axial-length elongation at near? A biometric study in teens // Ophthalmic Res. 1999. V. 31, N 4. P. 304-308.
40. Coleman D.J., Fish S.K. Presbyopia, accommodation, and the mature catenary // Ophthalmol. 2001. V. 108, N 9. P. 1544-1551.
41. Donders F.C. On the anomalies of accommodation and refraction of the eye; with a preliminary essay on physiological dioptrics. London: New Sydenham Society, 1864.
42. Drexler W., Findi O., Schmetterer L. et al. Eye elongation during accommodation in humans: differences between emmetropes and myopes // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1998. V. 39, N 11. P. 2140-2147.
43. Fenies H., Dauber W. Pocket atlas of human anatomy. Stuttgart, New York: Thieme, 2000. P. 354-366.
44. Fincham E.F. The mechanism of accommodation // Br. J. Ophthalmol. 1937. V. 8. P. 5-80.
45. Glasser A., Campbell M.C.W. Biometric, optical and physical changes in the isolated human crystalline lens with age in relation to presbyopia // Vis. Res. 1999. V. 39. P. 1991-2015.
46. Glasser A., Campbell M.C.W. Presbyopia and the optical changes in the human crystalline lens with age // Vis. Res. 1998. V. 38, N 2. P. 209-229.
47. Glasser A., Kaufman P.L. The mechanism of accommodation in primates // Ophthalmology. 1999. V. 106, N 5. P. 863-872.
48. Gullstrand A. Wie ich den intrakapsularen Akkommodations-mechanismus fand // Arch. f. Augenheilk. 1912. Bd. 172. S. 169-172.
49. Helmholtz H.v. Über die Accommodation des Auges (Accommodation of the eye) // Graefe's Arch. Ophthalmol. 1855. P. 1-89.
50. Johnson L. A new theory of accommodation // Arch. Ophthalmol. 1924. V. 53. P. 221-223.
51. Kahle W. Color atlas of human anatomy. Nervous system and sensory organs. Stuttgart, New York: Thieme, 2003. V. 3. 406 p.
52. Listing J.B. Wagner's Handwörterbuch. Physiologie. Braunschweig. 1853. V. 4. P. 498.
53. Lutjen-Drecoll E., Rohen J.W. Augenwunder – eine funktionell-anatomische Reise durch das Auge. Kaden Verlag, 2007.
54. Mallen E.A., Gilmartin B., Wolffsohn J.S. Sympathetic innervation of ciliary muscle and oculomotor function in emmetropic and myopic young adults // Vis. Res. 2005. V. 45, N 13. P. 1641-1651.
55. Netter F.H. Atlas de anatomia humana. Masson, 2007. P. 78-76.
56. Nishi O. Restoration of accommodation by refilling the lens capsule after endocapsular phacoemulsification // Current aspects of human accommodation / Eds. Guthoff R., Ludwig K. Kaden Verlag, 2003. P. 135-146.
57. Pierscionek B.K., Popiolek-Masajada A., Kasprzak H. Corneal shape change during accommodation // Eye. 2001. V. 15. P. 766-769.
58. Schachar R.A. Pathophysiology of accommodation and presbyopia. Understanding the Clinical Implications // J. Florida Medical Assos. 1994. V. 81. P. 268-271.
59. Schachar R.A., Cudmore D.P., Black T.O. Experimental support for Schachar's hypothesis of accommodation // Ann. Ophthalmol. 1993. V. 25, N 11. P. 404-409.
60. Shum P.J., Ko L.S., Ng C.L., Lin S.L. A biometric study of ocular changes during accommodation // Am. J. Ophthalmol. 1993. V. 115, N 1. P. 76-81.
61. Stachs O. Ciliary muscle continues to flex in presbyopic eyes // Eurotimes ESCRS. 2005. V. 10, issue 5. P. 13.
62. Stachs O. Monitoring the human ciliary muscle function during accommodation // Current aspects of human accommodation II / Eds. Guthoff R., Ludwig K. Kaden Verlag, 2003. P. 105-119.
63. Standring S. Gray's Anatomy / 39th ed. Elsevier, Churchill Livingstone, 2008. 2504 p.
64. Strobel J., Muller M. Behavior of the central cornea during accommodation of the eye // Current aspects of human accommodation II / Eds. Guthoff R., Ludwig K. Kaden Verlag, 2003. P. 95-103.
65. Sturm J.C. 1697. Physica electiva sive hypothetica. Nürnberg. Reprinted: Olms, Hildesheim, 2006.
66. Tschering M. The theory of accommodation. Arch. Ophthalmol. Rev. Apr. 1899.
67. Tsukamoto M. et al. Accommodation causes with the rule astigmatism in emmetropes // Optom. Vis. Sci. 2000. V. 77, N 3. P. 150-155.
68. Yasuda L., Yamaguchi T. Steepening of corneal curvature with contraction of the ciliary muscle // Cataract Refract. Surg. 2005. V. 31. P. 1177-1181.

3

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РОЛИ АККОМОДАЦИИ В РЕФРАКТОГЕНЕЗЕ

Е.П. Тарутта, Н.В. Ходжабекян, О.Б. Филинова

В последние десятилетия накоплены многочисленные данные о роли аккомодации в формировании рефракции и, в частности, в развитии близорукости.

Однако в трактовке этой роли исследователи расходятся. Многие авторы причиной возникновения близорукости считали спазм аккомодации.

T. Sato (1957) выдвинул рефракционную теорию происхождения миопии, общая формулировка которой такова: нередко школьная миопия и эметропия являются результатом адаптивной функции, вызванной продолжительной аккомодацией хрусталика. Школьная миопия возникает вследствие усиления этого адаптивного процесса из-за чрезмерной работы на близком расстоянии. По мнению T. Sato (1957), стойкий спазм аккомодации и, таким образом, усиление преломляющей силы хрусталика — это и есть основа приобретенной миопии. Однако более поздние работы с использованием ультразвуковой биометрии показали, что приобретенная миопия всегда формируется за счет удлинения переднезадней оси глаза и даже, более точно, за счет увеличения полости стекловидного тела, то есть расстояния от задней поверхности хрусталика до заднего полюса глаза. Иными словами, природа приобретенной миопии всегда осевая, а не хрусталиковая.

А.А. Сычев (1977) утверждает, что большое значение для объяснения начальных механизмов усиления рефракции имеет активная аккомодация при переводе взгляда вдаль. Автор допускает, что в связи с длительной работой на близком расстоянии происходит улучшение активности аккомодации для зрения вблизи, а активность для дали — уменьшается.

E. Ong, K.J. Ciuffreda (1995) провели исследование, доказывающее, что работа на близком расстоянии вызывает нестойкую миопию. Она формирует кратковременную миопическую дальнейшую точку, которая меняется непосредственно при последующей непрерывной зрительной работе на близком расстоянии.

В другой работе K.J. Ciuffreda, M. Rosenfield (1995) пишут об эффекте воздействия приближающегося тест-объекта на нестойкую миопию, создаваемую эквидиоптрическими стимулами. Нестойкая миопия может проявляться после длительной фокусировки на приближающийся тест-объект. Это связано с инертностью аккомодационного ответа.

Заслуживает большого внимания принятая в нашей стране модель рефрактогенеза, разработанная Э.С. Аветисовым (1986), в которой аккомодация выступает в роли регулятора этого процесса.

В качестве одного из этиологических моментов возникновения миопии автор рассматривает зрительную работу на близком расстоянии при наличии ослабленной аккомодационной способности. Сущность теории заключается в следующем. Рост глаза — не простое увеличение его размеров, как это представлялось ранее, а направленное формирование глазного яблока как сложной оптической системы под влиянием условий внешней среды и наследственного фактора. Одним из главных регуляторов развития оптической системы глаза служит аккомодация.

При ослабленной аккомодационной способности напряженная зрительная работа на близком расстоянии становится для глаз непосильной нагрузкой. В этих случаях сигнал

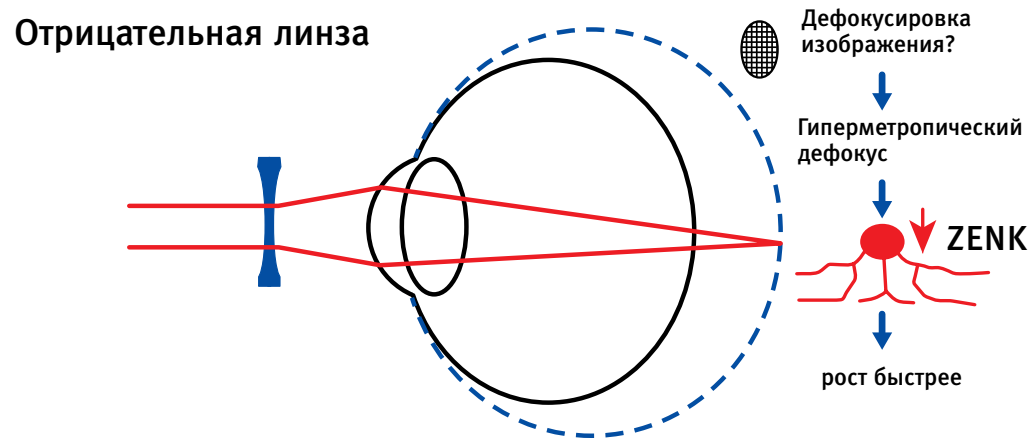


Рис. 3.1. Действие «гиперметропической» дефокусировки

с цилиарной мышцы, длительно поступающий в центр управления ростом глаза, побуждает его изменить оптическую систему так, чтобы приспособить ее к работе на близком расстоянии без напряжения аккомодации. Это достигается главным образом посредством умеренного удлинения переднезадней оси глаза в период роста. Под центром управления ростом глаза Э.С. Аветисов подразумевал «не анатомическое, а функциональное понятие — систему нейрогуморальных влияний, обеспечивающих рост глаза и направленное формирование его рефракции». Таким образом, миопию можно рассматривать как следствие приспособительной реакции организма, заключающейся не в органическом изменении формы хрусталика, как предполагал Т. Sato (1957), а в направленном удлинении глазного яблока, осуществленном по принципу обратной связи. Общие заболевания организма, слабость опорной соединительной ткани и другие факторы, которым нередко отводится ведущая роль в происхождении миопии, лишь благоприятствуют тому, чтобы причина (работа на близком расстоянии в условиях слабой аккомодационной способности) перешла в следствие (миопическую рефракцию).

В последние годы за рубежом в эксперименте на животных разработана модель так называемой линс-индуцированной эметропизации и предложена теория ретинального дефокуса как механизма регуляции роста глаза (Hung G.K., Ciuffreda K.J., 2003). Согласно этой теории, одним из самых важных стимулов

регулирования осевого роста глаза является дефокусировка изображения на сетчатке (несовпадение зрительного фокуса с плоскостью сетчатки). Дефокусировка изображения напрямую регулирует рост глаза, изменяя скорость высвобождения ретинальных нейротрансмиттеров, оказывающих прямое влияние на синтез протеогликанов и биологию склерального матрикса. Участие в этих процессах аппарата аккомодации полностью отвергается, поскольку в эксперименте пересечение зрительных нервов не предотвращало развития линс-индуцированной миопии (Wallman J., Wildsoet C., Xu A. et al., 1995).

При этом в эксперименте показано, что индуцированная рассеивающими (отрицательными) линзами «гиперметропическая» дефокусировка (то есть когда рефракция слишком слабая и изображение фокусируется за сетчаткой) стимулирует удлинение глаза с тем, чтобы совместить плоскость сетчатки с фокусом (рис. 3.1). Напротив, «миопическая» дефокусировка с помощью собирающих (положительных) линз, когда изображение формируется перед сетчаткой, тормозит у экспериментальных животных рост глазного яблока (рис. 3.2).

Регулируются эти процессы, предположительно, различными нейромодуляторами, выделяемыми амакриновыми клетками самой сетчатки. В последнее время особое внимание уделяется изучению монохроматических аберраций, особенно после ряда публикаций о гораздо более высоком уровне последних в миопических глазах по сравнению с эметропическими.

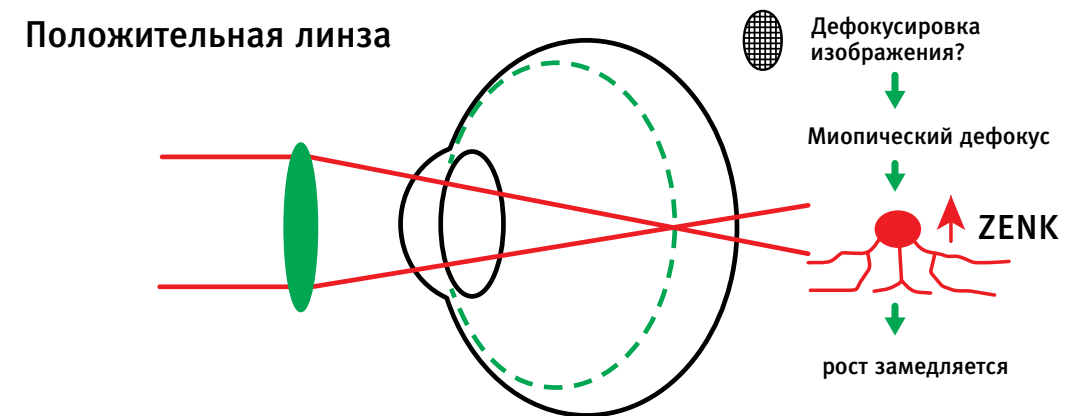


Рис. 3.2. Действие «миопической» дефокусировки

В эксперименте на животных получены данные о том, что можно изменять положение сетчатки, регулируя толщину хориоидеи, тем самым изменять фокус глаза. Основная функция хориоидеи — питание сетчатки, восстановление постоянно распадающихся зрительных пигментов. О механизмах, лежащих в основе изменения и регулирования толщины сосудистой оболочки, известно мало. Изменение кровотока хориоидеи происходит в том же направлении, что и изменение ее толщины, но всегда предшествует ему. Склера выполняет функцию наружного остова глазного яблока и также помогает компенсировать дефокус, хотя реагирует медленнее, чем сосудистая оболочка. Хориоидальное утончение сопровождается склеральным ростом, и наоборот, утолщение хориоидеи — замедлением склерального роста. Таким образом, эти два процесса являются взаимодополняющими. Основную роль в процессе регуляции играет ретиноидная кислота; навязанный дефокус оказывает противоположное влияние на ее уровень в сетчатке и хориоидеи (утолщение хориоидеи сопровождается увеличением содержания последней), кроме того, ретиноидная кислота ингибирует синтез склеральных протеогликанов (Wallman J., Wildsoet C. et al., 1995).

Однако, не оспаривая этих предположений, нельзя не вспомнить, что задача фокусировки лучей на поверхности сетчатки возложена природой именно на аппарат аккомодации. И неспособность этого аппарата к длительным усилиям по осуществлению постоянной

фокусировки изображения неизбежно будет приводить к повторяющимся эпизодам дефокуса по гиперметропическому типу, что и включает, очевидно, всю патогенетическую цепочку неуправляемого роста глаза.

Слабая миопическая дефокусировка, или дезаккомодация, или тренировка аккомодации вдаль применялись в клинике отечественными офтальмологами для торможения прогрессирования миопии. Это известные тренировки в режиме дальнего зрения: микростатумирования, «стеклянный» атропин, «раскачка» аккомодации вдаль, тренажер дезаккомодационный оптический (Дашевский А.И., 1971, 1973; Волков В.В., Колесникова Л.Н., 1976). Однако по понятным причинам (поскольку приставление к миопическому глазу плюсовых линз еще больше снижает остроту зрения вдаль) дезаккомодационные методы носят характер упражнений, то есть временных воздействий. В то же время представляется очевидным, что для воздействия на рост глаза и рефрактогенез по принципу «обратной связи» миопическая дефокусировка вдаль должна быть постоянной в течение всего дня. Проведенные ранее наблюдения за детьми с гиперметропией разной степени, носившими в течение нескольких лет пенализирующие очки по поводу дисбинокулярной или анизометропической амблиопии, показали, что постоянная слабomiопическая дефокусировка (то есть пенализация вдаль избыточными плюсовыми линзами) тормозит рост глаза и естественное усиление рефракции (Тарутта Е.П., 2004).

Эти наблюдения послужили основой для разработки способа профилактики и лечения начальной миопии и псевдомиопии путем постоянной слабомиопической дефокусировки с помощью специально подобранных очков. Метод разработан в МНИИ ГБ им. Гельмгольца и назван альтернирующей монолатеральной слабомиопической дефокусировкой (Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В., 2004).

Длительные (более 7 лет) наблюдения показали тормозящее влияние этого метода на прогрессирование миопии у детей (Филинова О.Б., 2009). Эти данные и упоминавшиеся ранее результаты различных тренировок в режиме дальнего зрения свидетельствуют о положительном влиянии стимуляции аккомодации вдаль или отрицательной аккомодации на течение миопии у детей (Волков В.В., Колесникова Л.Н., 1976; Лялин А.Н., Корепанова О.А., Корепанов А.В., 2001). Однако сущность этого процесса и методика его регистрации остаются малоизученными.

В тесной связи с состоянием аккомодации и представлениями о ее роли в рефрактогенезе, возникновении и прогрессировании миопии находятся вопросы оптической коррекции аномалий рефракции у детей.

Рекомендации по назначению оптической коррекции при миопии во многом определяются взглядами авторов на механизм ее развития. Наименее спорным является вопрос о коррекции миопии вдаль. В этом случае предлагают полную или близкую к полной коррекцию, обеспечивающую высокую остроту зрения. Авторы, связывающие развитие миопии со спазмом или слабостью аккомодации, не рекомендуют корригировать начальную близорукость у подростков, а при слабых ее степенях назначают неполную коррекцию до остроты зрения 0,7-0,8. При высокой прогрессирующей миопии они рекомендуют полную коррекцию (Ватченко А.А., 1977).

Расходятся мнения о правилах назначения при миопии очков для близости. Авторы, которые отводят ослаблению, перенапряжению или спазму аккомодации заметную роль в развитии миопии, считают, что полная коррекция для работы на близком расстоянии обычно затрудняет работу цилиарной мышцы, создает условия зрительного дискомфорта и может способствовать прогрессированию миопии. Они рекомендуют назначать для близости более слабую коррекцию (Аветисов Э.С., Розенблюм Ю.З., 1981; Oakley K.H.,

Young F.A., 1975). По данным Э.С. Аветисова, Ю.З. Розенблюма (1981), у пациентов, которые носили очки непостоянно или пользовались для работы на близком расстоянии очками с неполной коррекцией, близорукость прогрессировала реже и менее интенсивно, чем у тех, кто постоянно носил очки с полной коррекцией.

Однако существует и другое мнение: более слабая коррекция для близости не оказывает сдерживающего действия на прогрессирование близорукости и даже способствует ему.

При ослаблении аккомодации рекомендуют назначать две пары очков (для дали и для работы на близком расстоянии) или бифокальные очки для постоянного ношения. Верхняя половина стекла в таких очках служит для зрения вдаль и полностью или почти полностью исправляет близорукость, нижняя половина стекла, предназначенная для работы на близком расстоянии, слабее верхней на 1,0, 2,0 или 3,0 дптр в зависимости от глубины нарушений аккомодации, субъективных ощущений пациента и степени близорукости: чем она выше, тем обычно больше разница в силе линз, предназначенных для дали и для близости. В последние годы этот принцип реализуется с помощью прогрессивных очков. Проведенное зарубежными специалистами многоцентровое исследование (COMET) показало, что такие очки по сравнению с обычными однофокальными тормозят прогрессирование миопии на 0,2 дптр в год; впоследствии было показано, что у детей с ослабленной аккомодацией тормозящий эффект был больше и составил 0,46 дптр в год (Gwiazda J., Hyman L., Hussein M. et al., 2003). В наших исследованиях были получены аналогичные результаты (Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., 2011).

Аргументы против целесообразности полной очковой коррекции миопии были получены недавно в ряде зарубежных исследований. Было подтверждено предположение, что такая коррекция индуцирует гиперметропический периферический дефокус. Последний, по данным экспериментальных исследований, стимулирует рост глаза и, следовательно, прогрессирование миопии. В настоящее время для исключения формирования периферического гиперметропического дефокуса предлагаются средства коррекции, создающие относительную периферическую миопию. Это ортокератологические линзы (Тарутта Е.П., Вержанская Т.Ю., 2008), бифокальные контактные линзы, очковые

и контактные линзы специального дизайна с большей корригирующей миопию силой в центре и меньшей — в парацентральной зоне.

Однако, справедливости ради, следует указать, что целый ряд авторов сообщает о тормозящем влиянии полной коррекции на прогрессирование миопии.

Литература

1. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1986. 239 с.
2. Аветисов Э.С., Розенблюм Ю.З. Оптическая коррекция зрения. М.: Медицина, 1981. 200 с.
3. Ватченко А.А. Спазм аккомодации и близорукость. Киев: Здоровья, 1977. 118 с.
4. Волков В.В., Колесникова Л.Н. О лечении спазма аккомодации, непосредственно не связанного со слабостью цилиарной мышцы // Вестн. офтальмол. 1976. № 1. С. 50-52.
5. Дашевский А.И. Патогенез ложной и истинной миопии // Профилактика, патогенез и лечение заболеваний органа зрения у детей. Материалы научн. конф. М., 1971. С. 77-80.
6. Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973.
7. Лялин А.Н., Корепанова О.А., Корепанов А.В. Упражнения в режиме дальнего зрения как один из положительных регулирующих факторов рефрактогенеза // Близорукость, нарушения рефракции, аккомодации и глазодвигательного аппарата. Материалы междунар. симпоз. М., 2001. С. 56-57.
8. Сычев А.А. Аккомодация и ее роль в развитии миопии небольших степеней // Офтальмол. журн. 1977. № 1. С. 56-59.
9. Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В. Способ профилактики и лечения начальной миопии и спазма аккомодации у детей. Патент РФ № 2271781 от 05.04.2004.
10. Тарутта Е.П., Вержанская Т.Ю. Возможные механизмы тормозящего влияния ортокерато-

логических линз на прогрессирование миопии // Рос. офтальмол. журн. 2008. № 2. С. 26-30.

11. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Сравнительная оценка эффективности субъективного и объективного способа подбора аддидации при назначении прогрессивных очков детям // Современная оптометрия. 2011. № 9. С. 40-44.
12. Филинова О.Б. Изучение влияния постоянной слабомиопической дефокусировки изображения на динамику рефракции, бинокулярные функции и рост глаза у детей. Дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 158 с.
13. Ciuffreda K.J., Rosenfield M. Effect of target proximity on transient myopia induced by equidiotropic stimuli // Ophthalmic Physiol. Opt. 1995. V. 15, N 2. P. 93-97.
14. Gwiazda J., Hyman L., Hussein M. et al. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2003. V. 44, N 1. P. 492-500.
15. Hung G.K., Ciuffreda K.J. An incremental retinal-defocus theory of the development of myopia. Comments on Theoretical Biology. 2003. V. 8. P. 511-538.
16. Oakley K.H., Young F.A. Bifocal control of myopia. Am. J. Optom. Physiol. Opt. 1975. V. 52, N 11. P. 758-764.
17. Ong E., Ciuffreda K.J. Nearwork-induced transient myopia: a critical review // T. Med. Sci. 1995. V. 164, N 4. P. 269-270.
18. Sato T. The cause and prevention of acquired myopia. Tokyo, 1957. 224 p.
19. Tarutta E.P. An inhibitory effect of penalization (hyperopic overcorrection) on eye growth and refractogenesis // 10-th International Myopia Conference. Cambridge: Published by APV, 2004. P. 27.
20. Wallman J., Wildsoet C., Xu A. et al. Moving the retina: choroidal modulation of refractive state. Vision Res. 1995. V. 35. P. 37-50.
21. Wildsoet C., Wallman J. Choroidal and scleral mechanisms of compensation for spectacle lenses in chicks. Vision Res. 1995. V. 35. P. 1175-1194.

Исследование аккомодации не стандартизовано и практически не вошло в обиход клинической офтальмологии. Исключение составляет определение запаса относительной аккомодации при миопии, практикуемое некоторыми

детскими офтальмологами. Другие способы используются еще реже. Это связано с тем, что исследование аккомодации представляется офтальмологам весьма трудоемким, а результаты малоинформативными.

О.В. Проскурина, С.Ю. Голубев, Е.Ю. Маркова

В этом разделе описаны способы субъективного измерения аккомодации с использованием стандартного оборудования офтальмологического кабинета и специальных приборов. Описанные способы измерения аккомодации не предполагают проведения сложных вычислений при расчете показателей аккомодации.

Результаты субъективной аккомодометрии зависят от множества факторов: освещения, размера и контраста тестовых стимулов, способа и скорости измерения, использования оптических средств, размера зрачка испытуемого, его физического состояния, натренированности и других факторов (Шаповалов С.Л., Корнюшина Т.А., 2005), поэтому их нельзя признать безупречно точными. Однако для клинических целей такой точности измерений, осуществляемых с некоторыми допущениями, бывает достаточно.

С помощью субъективных методов определяют рефлекторную, вергентную и тоническую аккомодацию.

Измерение рефлекторной аккомодации

Рефлекторную аккомодацию исследуют отдельно для каждого глаза с использованием подвижного стимула и оценивают по объему абсолютной аккомодации (ОАА).

Абсолютная аккомодация может быть расценена как физиологический акт, не зависящий от других функций глаза. Это максимальное усиление рефракции, на которое способен глаз при максимальном напряжении аккомодационной мышцы и максимальном использовании эластичных сил хрусталика. **Объем абсолютной аккомодации** — разница в рефракции одного глаза при установке его на ближайшую (punctum proximum, p.p., PP) и дальнюю (punctum remotum, p.r., PR) точки ясного зрения, выраженная в диоптриях. Положение дальнейшей точки ясного зрения соответствует рефракции глаза, положение ближайшей точки соответствует максимальному напряжению

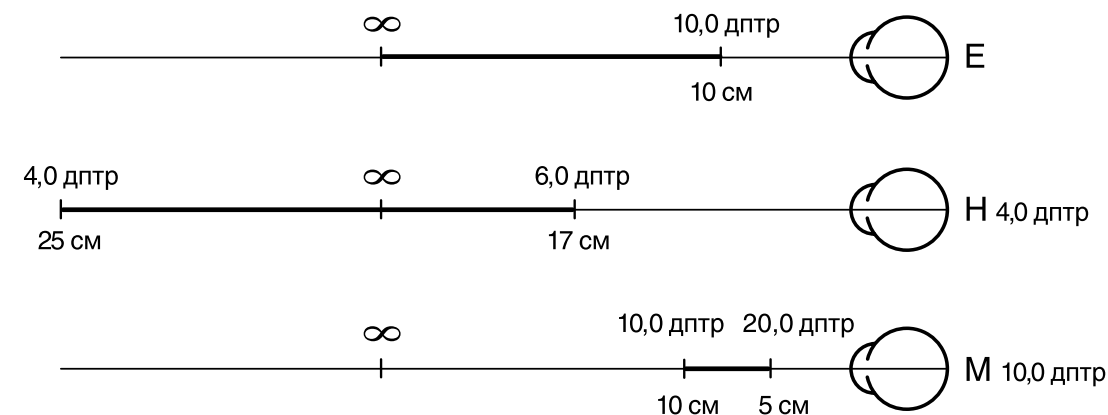


Рис. 4.1.1. Объем и область абсолютной аккомодации при разной рефракции

аккомодации. Для обозначения объема абсолютной аккомодации в иностранной литературе используют термины «амплитуда аккомодации» (Abrams D., 1978; Grosvenor T.P., 1986; Ciuffreda K.J., 2005; Scheiman M., Wick B., 2008) и « $A_{\max}$ » (Methling D., Maxam U., 1989). Пространство между ближайшей и дальнейшей точками ясного зрения, выраженное в метрах, называют областью (Головин С.С., 1923; Розенблюм Ю.З., 1996; Abrams D., 1978; Grosvenor T.P., 1986), шириной (Головин С.С., 1923; Аветисов Э.С., 1999) или длиной аккомодации (Головин С.С., 1923; Шаповалов С.Л., 1977). При эметропии оно простирается от бесконечности до ближайшей точки. При гиперметропии дальняя точка ясного зрения представляет воображаемую точку, лежащую в отрицательном пространстве «по ту сторону бесконечности», поэтому длина аккомодации складывается из двух частей, положительной и отрицательной. И только при миопии длина аккомодации имеет «конечное» значение, ограниченное ближайшей и дальнейшей точками ясного видения (рис. 4.1.1).

Объем абсолютной аккомодации (ОАА) измеряют монокулярно с использованием подвижного стимула. Определяют ближайшую (punctum proximum, p.p., PP) и дальнюю (punctum remotum, p.r., PR) точки ясного зрения. По разнице в положении ближайшей и дальнейшей точек ясного зрения определяют объем абсолютной аккомодации. Измерение может быть проведено несколькими способами: с помощью

измерительной линейки и опто типов для близи, с помощью аккомодометра Шаповалова, с помощью приборов АКА-01, АКТР-2 или других, предназначенных для этой цели. В качестве тестов чаще используют печатные знаки, соответствующие остроте зрения для близи 0,7-1,0. Независимо от способа измерения и рефракции исследование целесообразно проводить в условиях полной коррекции для дали.

1. Измерение объема абсолютной аккомодации с помощью измерительной линейки и опто типов для близи. Такой способ измерения наиболее прост, не требует дополнительного оборудования и при аккуратном проведении измерений точность его достаточна для клинической оценки.

Испытуемого в пробной оправе, в гнезда которой установлены линзы, компенсирующие аметропию, усаживают так, чтобы предъявляемый тест-объект был хорошо освещен. Обычно для этих целей используют лампочку накаливания 60 Вт, установленную сзади и чуть выше головы испытуемого. При таком расположении осветителя тест-объект хорошо освещен и на него не падает тень от измерительной линейки. Исследование начинают с правого глаза, левый глаз закрыт окклюдором (если правый глаз значительно хуже в функциональном отношении, исследование начинают с левого глаза). Знакомят испытуемого с тест-объектом и объясняют ему задачу. Нулевое деление измерительной линейки приставляют к наружному краю орбиты (такое положение нулевого деления будет



Рис. 4.1.2. Фигура Дуане

примерно соответствовать узловой точке глаза). Тест-объект для близи, соответствующий остроте зрения 0,7-1,0 (таблицу для исследования остроты зрения для близи или одиночный оптотип), или фигуру Дуане (рис. 4.1.2) устанавливают на расстоянии 2-3 см от глаза так, чтобы тест находился напротив глаза испытуемого. Медленно отдают тест-объект от глаза до тех пор, пока он не станет различим¹. Оценивают это расстояние в сантиметрах. При использовании таблицы для близи просят испытуемого смотреть на букву, находящуюся в середине строки, до момента ее распознавания, при использовании одиночного опто типа испытуемый должен различить направление характерных деталей опто типа (разрыв в кольце Ландольта), в фигуре Дуане должна стать различимой полоска между двумя квадратами. Измерение повторяют три раза и вычисляют среднее арифметическое трех значений. Для получения значения ближайшей точки ясного зрения, выраженного в диоптриях, делят 100 на полученный результат. Значение рефракции в ближайшей точке ясного зрения имеет отрицательное значение, что в оптике обозначает усиление оптической системы.

Так как исследование проводят в условиях полной коррекции для дали, в глазу испытуемого индуцируется рефракция, близкая к эметропии. Поэтому предполагают, что дальнейшая точка ясного зрения находится в бесконечности, а ее величина, выраженная в диоптриях, равна нулю. Полученное таким образом значение ближайшей точки ясного зрения, выраженное в диоптриях, будет соответствовать **объему абсолютной аккомодации** (ОАА), но в отличие от ближайшей точки, ОАА не имеет знака. Часто исследование может быть закончено на этом этапе (рис. 4.1.3).

¹ В иностранной литературе такой способ измерения аккомодации называют pull-away метод, в противоположность более известному push-up методу. Сравнение данных, полученных двумя методами, не выявляет достоверной разницы в их результатах (Scheiman M., Wick B., 2008). Исследования С.Л. Шаповалова (1977) убедительно доказывают большую надежность результатов при отдалении теста от глаза. Поэтому нами рекомендован именно этот способ измерений.

Пример 1.

При трехкратном измерении тест становится различимым с расстояния 9, 11 и 10 см. Среднее значение составляет 10 см.

$$p.p. = 100/10 = -10,0 \text{ дптр}$$

$$\text{ОАА} = 10,0 \text{ дптр}$$

Пример 2.

При трехкратном измерении тест становится различимым с расстояния 11, 12 и 12 см. Среднее значение составляет 11,7 см.

$$p.p. = 100/11,7 = -8,5 \text{ дптр}$$

$$\text{ОАА} = 8,5 \text{ дптр}$$

В некоторых случаях прибегают к измерению объема абсолютной аккомодации без коррекции, в этом случае значение дальнейшей точки будет близким к значению клинической рефракции.

Для контроля положения дальнейшей точки ясного зрения (в случаях гиперметропии, эметропии, миопии слабой степени и смешанного астигматизма) прибегают к определению дальнейшей точки ясного зрения с использованием редуцирующей линзы, обычно +3,0 дптр (Шаповалов С.Л., 1977). Редуцирующая линза перемещает дальнейшую точку ясного зрения из бесконечности на конечное расстояние перед глазом. Тест-объект отодвигают от глаза на расстояние 40-50 см, а затем приближают к глазу до момента его четкого видения. Измерение проводят три раза, отмечают расстояние, с которого тест-объект различим. Вычисляют среднее арифметическое, делят 100 на полученную величину. После определения положения дальнейшей точки ясного зрения с редуцирующей линзой к полученному значению прибавляют ее величину:

$$p.r. = -p.r._{\text{ред}} + 3,0.$$

ОАА будет соответствовать разнице в величинах ближайшей и дальнейшей точек ясного зрения.

$$\text{ОАА} = p.p. - p.r.$$

Пример 1.

Величина punctum proximum составляет -10,0 дптр.

Величина punctum remotum, определенная с редуцирующей линзой +3,0 дптр, составляет -2,5 дптр (тест становится различим с расстояния 40 см).

$$p.p. = -10,0 \text{ дптр}$$

$$p.r. = -2,5 \text{ дптр} + 3,0 \text{ дптр} = +0,5 \text{ дптр}$$

$$\text{ОАА} = -10,0 \text{ дптр} - (+0,5 \text{ дптр}) = 10,5 \text{ дптр}$$

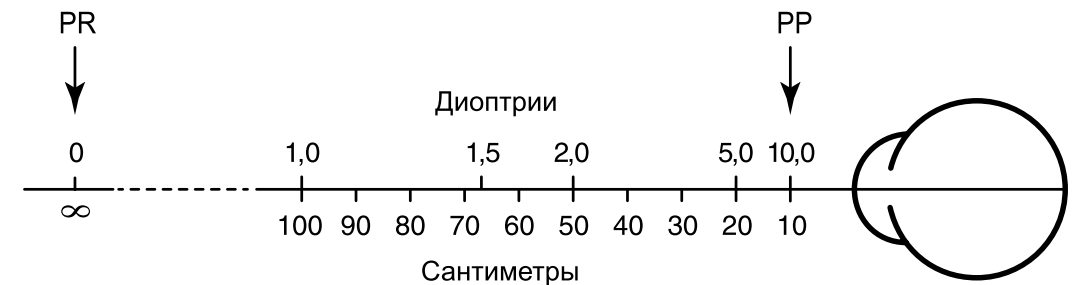


Рис. 4.1.3. При измерении объема абсолютной аккомодации при эметропии значение punctum proximum (p.p.) соответствует величине ОАА, поскольку значение punctum remotum (p.r.) равно нулю. То же при измерении ОАА в условиях полной коррекции для дали (индуцированная коррекцией рефракция эметропическая, а punctum remotum лежит в бесконечности). В этом примере величина ОАА равна 10,0 дптр

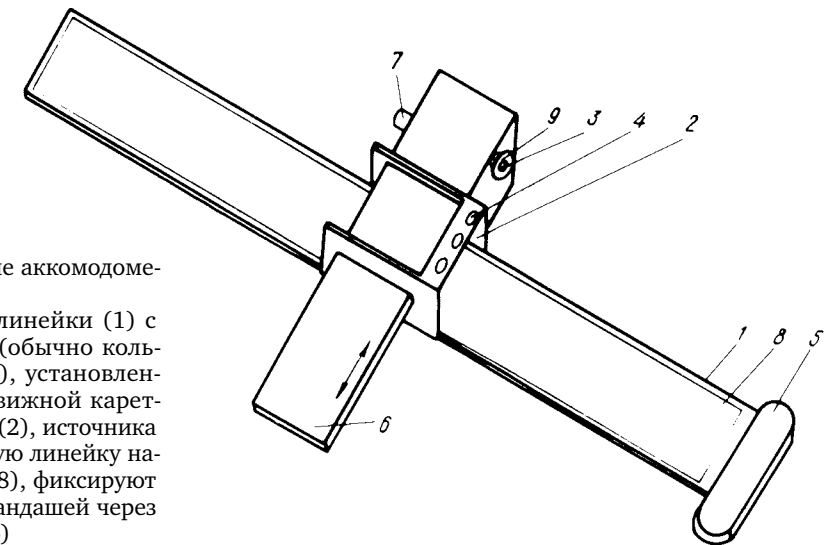


Рис. 4.1.4. Схематичное изображение аккомодометра (проксиметра) С.Л. Шаповалова. Прибор состоит из направляющей линейки (1) с упором для лица (5), тест-объекта (обычно кольца Ландольта) (3) с осветителем (9), установленного на подвижной штанге (6) подвижной каретки, перемещающейся вдоль линейки (2), источника электропитания (7). На направляющую линейку накладывают миллиметровую бумагу (8), фиксируют результаты с помощью цветных карандашей через специальные отверстия в каретке (4)

Пример 2.

Величина punctum proximum составляет -8,5 дптр.

Величина punctum remotum, определенная с редуцирующей линзой +3,0 дптр, составляет -5,0 дптр (тест становится различим с расстояния 20 см).

$$p.p. = -8,5 \text{ дптр}$$

$$p.r. = -5,0 \text{ дптр} + 3,0 \text{ дптр} = -2,0 \text{ дптр}$$

$$\text{ОАА} = -8,5 \text{ дптр} - (-2,0 \text{ дптр}) = 6,5 \text{ дптр}$$

2. Измерение объема абсолютной аккомодации с помощью аккомодометра Шаповалова. Метод отличается точностью и дает наиболее стабильные результаты в случае

повторных измерений в равных условиях (Шаповалов С.Л., 1977). Для проведения исследований требуется аккомодометр (проксиметр) — простой прибор, который может быть изготовлен самостоятельно.

Схематичное изображение аккомодометра (проксиметра) Шаповалова представлено на рис. 4.1.4.

Исследование начинают с правого глаза. Левый глаз закрыт окклюдором. Лицевой упор направляющей линейки приставляют к наружному краю орбиты (такое положение будет примерно соответствовать узловой точке глаза). Тест-объект — вращающееся кольцо Ландольта,

соответствующее остроте зрения 0,7 для близи, устанавливают напротив глаза на расстоянии около 2 см и медленно отодвигают от глаза до момента его четкого видения. Расстояние, на котором испытуемый различает детали тест-объекта, отмечают на миллиметровой бумаге. Проводят три измерения, каждый раз меняя направление разрыва кольца Ландольта. Измерив расстояние от начала линейки до меток, вычисляют среднее арифметическое и определяют положение ближайшей точки ясного зрения, поделив 100 на полученный результат.

Измерение объема абсолютной аккомодации с помощью прибора АКТР-2 проводят аналогичным образом в соответствии с инструкцией к прибору.

3. Измерение объема абсолютной аккомодации с помощью аккомодометра с аstopтометром АКА-01. Прибор представляет собой трубу, в которой с помощью рукоятки можно перемещать тест-объект (тест-объектом служит ряд колец Ландольта, соответствующих остроте зрения 0,7 для близи). Для установки корригирующих линз в приборе предусмотрены три линзодержателя и шкала ТАБО. Для измерения дальнейшей точки в приборе имеется откидная редуцирующая линза +10,0 дптр. На левой поверхности прибора размещены две диоптрийные шкалы, по которым оценивают положение ближайшей и дальнейшей точек ясного зрения: верхняя шкала для измерения без редуцирующей линзы отградуирована от -3,25 до -9,0 дптр; нижняя шкала для измерения с редуцирующей линзой +10,0 дптр, отградуирована от +10,0 до -9,0 дптр.

Для измерения ближайшей точки ясного зрения тест-объект максимально приближают к глазу, после чего медленно отодвигают до момента, когда пациент увидит направление разрывов в кольцах Ландольта. Оценивают результат по верхней шкале прибора. Исследование повторяют три раза, вычисляют среднее значение.

Для измерения дальнейшей точки при миопии 3,0 дптр и менее, эметропии и гиперметропии используют редуцирующую линзу +10,0 дптр. Тест-объект максимально отодвигают от глаза, после чего медленно приближают до момента, когда пациент увидит направление разрывов в кольцах Ландольта.

Оценивают результат по нижней шкале прибора. Исследование повторяют три раза, вычисляют среднее.

ОАА будет соответствовать разнице величин ближайшей и дальнейшей точек ясного зрения.

$$\text{ОАА} = \text{p.p.} - \text{p.r.}$$

При использовании прибора АКА-01 не требуется перерасчета значений дальнейшей точки с учетом редуцирующей линзы, это уже учтено в нижней шкале прибора.

К недостаткам прибора следует отнести ограничение в определении ближайшей точки. Прибор позволяет определять *punctum proximum*, находящуюся на расстоянии 9,0 дптр и далее, хотя в молодом возрасте и при миопии она может находиться ближе к глазу.

4. Измерение резерва аккомодации (по А.И. Дашевскому) с использованием неподвижного стимула для дали, широко практикуемое до 70-х годов, не вполне отражает состояние аккомодации, дает нестабильные результаты и представляет лишь теоретический интерес.

Резерв аккомодации (по А.И. Дашевскому) отображает максимальные потенциально возможные затраты аккомодации в условиях полной коррекции для дали. Теоретически резерв аккомодации должен соответствовать объему абсолютной аккомодации, однако практически даже в здоровых глазах он оказывается меньше и составляет $\frac{2}{3}$ или $\frac{3}{4}$ от ОАА (Дашевский А.И., 1973). Возможно, это связано с уменьшением угловых размеров опто типов, соответствующих остроте зрения 1,0 или выше с дистанции 5 м, при приставлении отрицательных линз возрастающей силы или с нефизиологичной аккомодационной нагрузкой.

Методика определения резерва аккомодации описана А.И. Дашевским в 1973 г. Резерв аккомодации (по А.И. Дашевскому) измеряют монокулярно в условиях полной коррекции для дали, предъявляя тесты для дали, соответствующие максимальной остроте зрения. Исследование начинают с правого глаза. Левый глаз закрыт окклюдором. После определения наилучшей корригирующей аметропию линзы, с которой достигается максимальная острота зрения, перед глазом испытуемого устанавливают минусовые линзы возрастающей силы с шагом 0,5 дптр до момента ухудшения остроты зрения. Последняя минусовая линза, с которой сохраняется максимальная острота зрения, будет соответствовать резерву аккомодации.

Измерение вергентной аккомодации

Вергентную аккомодацию исследуют с помощью неподвижного стимула и оценивают по **объему относительной аккомодации** (ООА). **Объем относительной аккомодации** — разница в рефракции в условиях максимального напряжения и расслабления аккомодации при бинокулярной фиксации неподвижного объекта, находящегося на конечном расстоянии от глаза, выраженная в диоптриях.

Относительная аккомодация — это аккомодация, совершаемая двумя глазами при фиксации общего объекта, то есть связанная с конвергенцией. Эта связь не всегда абсолютна. Поэтому под относительной аккомодацией понимают аккомодацию, которая может напрягаться и расслабляться при неизменной конвергенции.

Объем относительной аккомодации определяют в условиях полной коррекции для дали по отношению к какому-либо конечному расстоянию. В нашей стране принято расстояние 33 см. За рубежом исследование проводят с расстояния 40 см (Grosvenor T.P., 1982; Scheiman M., Wick B., 2008). Объем относительной аккомодации вычисляют по арифметической сумме положительной и отрицательной частей относительной аккомодации: по максимально переносимой силе отрицательных и положительных линз при чтении двумя глазами тестового текста на фиксированном расстоянии. Величина объема относительной аккомодации отражает положение бинокулярной ближайшей точки ясного зрения. Положение дальнейшей точки определяет арифметическая разность величины затраченной аккомодации и силы максимальных плюсовых линз, с которыми еще возможно чтение. Как правило, эта величина равна нулю — при проведении измерений в условиях полной коррекции для дали дальнейшая точка ясного зрения лежит в бесконечности.

Особое значение придают положительной части относительной аккомодации — силе максимальных отрицательных линз. Ее называют **запасом относительной аккомодации** (*positive relative accommodation*) и обозначают как ЗОА. Это резервная (неизрасходованная) часть аккомодации, которая может быть потенциально использована. Показатель ЗОА высоко информативен и прост в определении. При

аккуратном проведении исследования точность измерения аккомодации достаточна для клинической оценки.

Вергентная аккомодация также может быть оценена по *бинокулярной оптической установке* глаз к заданному расстоянию. Ее исследуют с помощью неподвижных тестов, в которых напрямую не учитывается острота зрения для близи.

Связь аккомодации и конвергенции отражает коэффициент АК/А (отношение аккомодативной конвергенции к аккомодации). Существуют разные способы его определения. Наиболее распространены расчетный (*calculated*) и градиентный методы измерения АК/А.

1. Измерение объема относительной аккомодации с использованием пробной оправы и таблицы для близи. Испытуемый в пробной оправе с полной коррекцией для дали усаживается так, чтобы предъявляемая таблица для близи была хорошо освещена. Обычно для этих целей используют лампочку накаливания 60 Вт, установленную слева от испытуемого или сзади и чуть выше его головы. Исследование проводят при двух открытых глазах. Просят испытуемого удерживать таблицу для близи на расстоянии 33 см от глаза и вслух читать текст, соответствующий остроте зрения 0,7 таблицы Д.А. Сивцева.

Если испытуемый не может прочесть предъявляемый текст с расстояния 33 см, величина его затраченной (отрицательной) аккомодации составляет менее 3,0 дптр. Для определения этой величины перед глазом испытуемого симметрично устанавливают плюсовые линзы возрастающей силы с шагом 0,25-0,5 дптр до тех пор, пока он сможет читать предъявляемый текст. Величину затраченной (отрицательной) части относительной аккомодации можно определить, вычитая из 3,0 дптр силу положительной линзы, с которой чтение становится возможным. Так, если чтение текста возможно с линзой +0,5 дптр, величина затраченной аккомодации составит 2,5 дптр. Величину затраченной (отрицательной) части относительной аккомодации можно и измерить, продолжая устанавливать плюсовые линзы нарастающей силы перед глазами пациента до тех пор, пока чтение возможно. Вычитая из значения максимальной плюсовой линзы, с которой возможно чтение, значение минимальной плюсовой

линзы, получают величину отрицательной (затраченной, израсходованной) части относительной аккомодации. Так, если чтение впервые становится возможным с линзой +0,5 дптр, а последняя плюсовая линза, с которой способность к чтению сохраняется, — +3,0 дптр, то величина отрицательной части относительной аккомодации составит 2,5 дптр ($3,0 - 0,5 = 2,5$).

Если испытуемый четко видит предъявляемый тест, можно предположить, что величина затраченной им аккомодации составляет 3,0 дптр. Поэтому при измерении объема относительной аккомодации определением ее отрицательной части часто пренебрегают. Если же такое измерение необходимо, для уточнения величины затраченной аккомодации в гнезда пробной оправы симметрично устанавливают плюсовые линзы нарастающей силы с шагом 0,5 дптр до тех пор, пока испытуемый может читать предложенный текст. Максимальная плюсовая линза, с которой возможно чтение, будет соответствовать затраченной (отрицательной) части относительной аккомодации.

Для измерения резервной (положительной) части — запаса относительной аккомодации (ЗОА) — в условиях полной коррекции для дали в гнезда пробной оправы симметрично устанавливают минусовые линзы нарастающей силы с шагом 0,25-0,5 дптр до тех пор, пока испытуемый может читать предложенный текст. Максимальная минусовая линза, с которой возможно чтение, будет соответствовать резервной (положительной) части относительной аккомодации — запасу относительной аккомодации (ЗОА).

Арифметическая сумма положительной и отрицательной частей относительной аккомодации составляет объем относительной аккомодации. Эта же величина соответствует положению бинокулярной ближайшей точки ясного зрения.

Так, если величина отрицательной (затраченной) части относительной аккомодации равна 3,0 дптр, а величина положительной части (запас) относительной аккомодации — 4,0 дптр, то объем относительной аккомодации составит 7,0 дптр.

2. Измерение объема относительной аккомодации с использованием фороптера с таблицей для близи (неподвижного стимула). После определения с помощью фороптера наилучшей корригирующей аметропию

линзы для каждого глаза, открывают оба глаза испытуемого. Барабаны фороптера сводят для исследования вблизи с помощью специальных ручек. Испытуемому предъявляют укрепленную на штанге таблицу для близи с расстояния 33 см от глаза и просят читать текст, соответствующий остроте зрения 0,7.

В фороптере приставление over линз не предусмотрено, поэтому для исследования отрицательной части относительной аккомодации симметрично с шагом 0,25 дптр уменьшают силу корригирующих аметропию линз (уменьшают минусовую сферу или увеличивают плюсовую). Разница в величине наилучшей корригирующей аметропию линзы и линзы, с которой еще возможно чтение текста, составит отрицательную (израсходованную, затраченную) часть относительной аккомодации.

Для исследования положительной части относительной аккомодации — запаса относительной аккомодации (ЗОА) — симметрично с шагом 0,25 дптр увеличивают силу корригирующих аметропию линз (увеличивают минусовую сферу или уменьшают плюсовую). Разница в величине наилучшей корригирующей аметропию линзы и линзы, с которой еще возможно чтение текста, составит запас относительной аккомодации (ЗОА).

Арифметическая сумма положительной и отрицательной частей относительной аккомодации составит объем относительной аккомодации.

3. Измерение объема относительной аккомодации с использованием ПОЗБ. Корпус прибора в передней части имеет матовый экран, на котором на просвет демонстрируют таблицы и различные тесты для близи. Для исследования относительной аккомодации предъявляют таблицу для близи Д.А. Сивцева с расстояния 33 см. Просят испытуемого при двух открытых глазах в условиях полной коррекции для дали вслух читать текст, соответствующий остроте зрения 0,7. Измерение относительной аккомодации проводят так же, как и при использовании печатной таблицы.

Аналогичные ПОЗБ приборы зарубежного производства также удобны в использовании. Кроме того, они имеют дополнительные тесты для оценки зрения вблизи, в том числе поляризационные.



Рис. 4.1.5. Дуохромный тест для близи

4. Тесты для оценки соответствия бинокулярной оптической установки глаза заданному расстоянию. Тесты пригодны для скрининга аккомодационных нарушений, но чаще их используют при пресбиопии для оценки правильности выбранной аддидации в очках для близи.

Испытуемый в пробной оправе усаживается так, чтобы предъявляемый тест был хорошо освещен. Тесты проводят бинокулярно. Для скрининга аккомодационных нарушений — в условиях полной коррекции для дали с расстояния 33 см, при пресбиопии — с коррекцией для близи с привычного рабочего расстояния.

Красно-зеленый тест для близи — красно-зеленое поле с нанесенными на него черными символами (рис. 4.1.5). Для скрининга аккомодационных нарушений оценивают бинокулярную оптическую установку глаза (бинокулярный аккомодационный ответ). Если оптическая установка глаза соответствует расстоянию, символы на красном и зеленом фоне видны одинаково четко. Если символы лучше видны на зеленом поле — величина затраченной (отрицательной) аккомодации составляет менее 3,0 дптр — бинокулярный аккомодационный ответ ослаблен и не соответствует аккомодационному стимулу. Если символы лучше видны на красном поле — величина затраченной (отрицательной) аккомодации более 3,0 дптр — бинокулярный аккомодационный ответ избыточен.

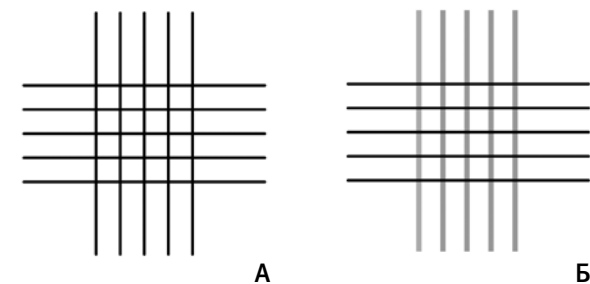


Рис. 4.1.6. Тест крестообразной решетки для близи: А — одинаковая четкость видения горизонтальных и вертикальных линий решетки при сохранной аккомодации или оптимальной аддидации; Б — при недостаточной аккомодации или аддидации четче видны горизонтальные линии решетки

Для оценки аддидации предъявляют тест на привычном рабочем расстоянии. Если аддидация оптимальна, то символы на красном и зеленом поле видны одинаково четко. Если аддидация недостаточна, то лучше видны символы на зеленом поле, при избыточной аддидации — на красном.

Тест с крестообразной решеткой (метод бинокулярного неподвижного кросс-цилиндра) проводят с помощью крестообразной решетки (рис. 4.1.6) для близи и двух кросс-цилиндров $\pm 0,25$ дптр. Бинокулярное применение последних возможно при использовании фороптера, либо в пробную оправу устанавливают комбинацию линз: сферическую линзу +0,25 дптр и цилиндр -0,5 дптр с вертикальным направлением оси. Скрещенные цилиндры индуцируют в глазу равномерно смешанный астигматизм прямого типа, который мало влияет на остроту зрения.

Для скрининга аккомодационных нарушений оценивают бинокулярную оптическую установку глаза (бинокулярный аккомодационный ответ) по четкости видения горизонтальных и вертикальных линий предъявляемой крестообразной решетки. Исследование проводят в условиях полной коррекции для дали, у пресбиопов — с выбранной аддидацией. Если оптическая установка глаза соответствует расстоянию, то четкость горизонтальных и вертикальных линий будет одинаковой. Если аккомодация

недостаточна, кросс-цилиндры вблизи индуцируют гиперметропический астигматизм (простой или сложный, в зависимости от глубины нарушений аккомодации) — горизонтальные линии видны более четко. Если аккомодация избыточна, кросс-цилиндры вблизи индуцируют миопический астигматизм — четче видны вертикальные линии.

При пресбиопии, если горизонтальные линии видны четче, выбранная аддидация недостаточна, ее усиливают до момента уравнивания четкости видения вертикальных и горизонтальных линий. При избыточной аддидации четче видны вертикальные линии.

Тесты изготавливают типографским способом, они могут демонстрироваться на экране компьютера, предъявляться с помощью прибора ПОЗБ или аналогичных ему зарубежных приборов.

Измерение тонической аккомодации

Измерение привычного тонуса аккомодации

Привычный тонус аккомодации измеряют путем сравнения сферэквивалентов рефракции, выявленной в естественных условиях и при циклоплегии. Исследование проводится монокулярно. Тонус аккомодации оценивают отдельно для правого и левого глаза.

Исследуют рефракцию субъективно в естественных условиях: выбирают корректирующую линзу, с которой достигается наивысшая острота зрения. Проводят исследование с дуохромным и/или красным тестом.

После завершения исследования в естественных условиях добиваются циклоплегии путем инстилляций в конъюнктивальную полость 1% раствора циклопентолата (цикломед) дважды с интервалом в 15 минут. Исследование проводят через 30-40 мин. после первой инстилляции капель.

Исследуют рефракцию в условиях циклоплегии, традиционно субъективно. Однако для клинической оценки тонуса аккомодации часто достаточно исследования с помощью авторефрактометра, поскольку при циклоплегии данные авторефрактометрии и субъективной коррекции практически совпадают (Розенблум Ю.З., Проскурина О.В., 2001).

Таблица 4.1.1
Возрастные нормы аккомодации

Возраст, годы	ЗОА, дптр	ОАА, дптр
5-9	2-4	6-10
10-14	3-5	7-11
15-19	4-5*	9-12
20-24	3-5*	8-11
25-30	3-4	7-10
30-39	1-3	4-8
40-49	0-1	2-5
50 и старше	0	0-3

ПРИМЕЧАНИЕ: * — значения величины запаса относительной аккомодации более 5,0 дптр всегда оказываются завышенными. Это происходит, во-первых, благодаря свойственной пациентам с миопией сниженной чувствительности к расфокусировке изображения, позволяющей читать текст в условиях значительного гиперметропического дефокуса. Во-вторых, получение завышенных значений ЗОА свидетельствует о диссоциации между аккомодацией и конвергенцией, исключении одного глаза из акта чтения и дальнейшей регистрации скорее абсолютной, нежели относительной аккомодации. Именно этот факт является основной причиной получаемых сверхнормальных значений ЗОА (Тарутта Е.П., Филинова О.Б., Тарасова Н.А., Кварацхелия Н.Г., 2011).

Разница в величине рефракции в естественных условиях и при циклоплегии определяет величину и знак тонуса аккомодации. Если в естественных условиях определяется рефракция +2,5 дптр, а при циклоплегии выявляется +3,25 дптр, то у испытуемого положительный тонус аккомодации -0,75 дптр. Если в естественных условиях определяется рефракция -0,75 дптр, а при циклоплегии — -1,5 дптр, у испытуемого отрицательный (обратный) тонус аккомодации +0,75 дптр.

Измерение тонуса покоя аккомодации (ТПА)

Субъективное измерение тонуса покоя аккомодации представляет определенные трудности, поскольку предполагает исследование в отсутствие зрительного стимула. Для преодоления этого затруднения используют методы, возбуждающие аккомодацию в минимальной степени. Наиболее прост метод измерения тонической аккомодации с использованием кобальтового стекла, основанный на явлении хроматической аберрации в глазу (Волков В.В., 1976).

Возрастные нормы аккомодации

По описанным выше методикам были определены возрастные нормы аккомодации для лиц разного возраста с рефракцией, близкой к эметропии ($\pm 0,5$ дптр), и остротой зрения 1,0 и выше (табл. 4.1.1).

Литература

1. Аветисов Э.С., Дашевский А.И. Диагностика и лечение псевдомиопии // Методические рекомендации. М., 1976. 17 с.
2. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 285 с.
3. Волков В.В., Горбань А.И., Джалиашвили О.А. Клиническая визо- и рефрактометрия. Л.: Медицина, 1976. 216 с.
4. Головин С.С. Клиническая офтальмология. Том 1. Методика исследования и симптоматология глазных болезней. М.: Гос. издательство, 1923. С. 452-486.
5. Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973. 152 с.
6. Розенблум Ю.З. Оптометрия. СПб.: Гиппократ, 1996. 272 с.
7. Розенблум Ю.З., Проскурина О.В. Острота зрения, рефракция и аккомодация у детей // Зрительные функции и их коррекция у детей / Под ред. С.Э. Аветисова, Т.П. Кащенко, А.М. Шамшиновой. М.: Медицина, 2005. С. 38-65.
8. Розенблум Ю.З., Проскурина О.В. Применение автоматических рефрактометров в практике врача офтальмолога и оптометриста // Вестн. оптометрии. 2001. № 5. С. 9-17.

9. Тарутта Е.П., Филинова О.Б., Тарасова Н.А., Кварацхелия Н.Г. Объективная аккомодометрия при различной клинической рефракции. Медицинская технология. 2011. 22 с.
10. Шаповалов С.Л., Корнюшина Т.А. Аккомодационная способность глаза // Зрительные функции и их коррекция у детей / Под ред. С.Э. Аветисова, Т.П. Кащенко, А.М. Шамшиновой. М.: Медицина, 2005. С. 93-119.
11. Шаповалов С.Л. Клинико-физиологические особенности абсолютной аккомодации глаз и методы ее исследования: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 1977. 302 с.
12. Шаповалов С.Л., Милявская Т.И., Игнатьев С.А. Аккомодация глаза и ее нарушения. М.: МИК, 2011. 184 с.
13. Abrams D. Duke-Elder's practice of refraction. Edinburg, London, New York: Churchill Livingstone, 1978. P. 61-64.
14. Ciuffreda K.J. Accommodation, the Pupil, and Presbyopia // Borish's clinical refraction / Eds by W.J. Benjamin. St. Louis: Buterworth-Heinemann, 2006. P. 93-144.
15. Grosvenor T.P. Primary care optometry: a clinical manual. Chicago: The Professional Press, Inc., 1982. 516 p.
16. Heath G.G. Components of accommodation // Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom. 1956. V. 33. P. 569-579.
17. Methling D., Maxam U. Optometrie. Bestimmen von Sehhsilden. Berlin: VEB Varlag Technik, 1989. 232 s.
18. Scheiman M., Wick B. Clinical management of binocular vision. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 752 p.

4.2 ОБЪЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АККОМОДАЦИИ

4.2.1 ОБЪЕКТИВНАЯ АККОМОДОМЕТРИЯ

Е.П. Тарутта

Аккомодация — способность глаза к четкому видению разноудаленных объектов за счет изменения рефракции.

По мнению многих отечественных офтальмологов, аккомодация является одним из основных регуляторов рефрактогенеза (Аветисов Э.С., 1999). Через аппарат аккомодации опосредуется влияние многих неблагоприятных факторов, способствующих развитию миопии. Эти факторы либо затрудняют его деятельность (неблагоприятные гигиенические условия зрительной работы, анизометропия, астигматизм), либо «поражают» сам аппарат аккомодации (нарушение региональной гемодинамики, дисфункция цилиарной мышцы вследствие расстройства симпатической иннервации, хронические инфекционные заболевания, общая гиподинамия). В связи

с этим приобретают особое значение клинические методы исследования аккомодации. Все методы исследования аппарата аккомодации можно разделить на субъективные и объективные (табл. 4.2.1.1).

Субъективные методы основаны на ответах испытуемого. Чаще всего это касается способности четко различать объект, перемещающийся в пространстве или расфокусированный приставлением оптических линз. Однако способность к видению объекта в изменяющихся указанных способами условиях может быть обусловлена не только собственно его фокусировкой, то есть изменением динамической рефракции, но и другими характеристиками зрительной системы — прежде всего, различительной способностью, а также сниженной чувствительностью к расфо-

Таблица 4.2.1.1

Методы и устройства для исследования аккомодации

Субъективные	Объективные
– проксиметрия – реометрия – определение ЗОА и ОАА – кобальтовая рефрактометрия – дуохромная рефрактометрия – феномен Шейнера – эргометрия, эргография – лазерная рефрактометрия (стробоскопия)	– инфракрасный сканирующий аккомодометр – динамическая ретиноскопия – аккомодографы AA-2000 Nidek, Righton Speedy-K – авторефрактометры «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K, WR-5500 – инфракрасный авторефрактометр Plusoripix PowerRef II – аберрометры – оптическая когерентная томография структур переднего отрезка глаза (AC Master, Visante OCT)

кусировке изображения, позволяющей читать предъявленный текст с меньшими затратами аккомодации, то есть в условиях дефокуса.

При оценке запасов относительной аккомодации непреодолимыми являются трудности контроля конвергенции, бинокулярной фиксации и аккомодации каждого глаза. Это приводит к завышенным (монокулярным!) показателям аккомодации. Наконец, для всех субъективных методов исследования характерны ошибки и погрешности в ответах испытуемого.

Объективные методы исследования аккомодации основаны на регистрации изменений динамической рефракции в ответ на изменение аккомодационной задачи. Последнее может осуществляться с помощью перемещения объекта фиксации в пространстве (реальном или виртуальном) или с помощью линз различной силы и знака. При этом регистрируется изменение динамической рефракции (аккомодационный ответ) и результат сравнивается с аккомодационной задачей (в диоптриях).

Одними из первых объективных методов исследования аккомодации явились метод фотографической регистрации изменений кривизны передней поверхности хрусталика в процессе аккомодации по величине изображений фигурок Пуркинье-Сансона или смещения оптического среза хрусталика (Глезер В.Д., Загоруйко Л.Т., 1956) и метод регистрации положения щелевых изображений на сетчатке (Аветисов Э.С., Ананин В.Ф., Киприянова Т.И., 1971).

По мнению авторов, первый метод позволяет измерять экстракапсулярную аккомодацию. Он дает более полное представление о состоянии механизма аккомодации. Второй — экстракапсулярную и интракапсулярную аккомодацию. В 1970 г. Э.С. Аветисов, В.Ф. Ананин предложили метод объективной регистрации аккомодации, основанный на принципе сканирования отраженного от глазного дна изображения щели. Аппарат регистрирует изменения аккомодации в процессе перемещения тест-объекта из дальнейшей точки ясного видения в ближайшую. В приборе записывается не сам процесс фокусировки глазом предъявляемого стимула (в виде трех параллельных коротких линий), постепенно удаляемого от глаза и приближаемого к нему в диапазоне от 100 до 700 мм, а степень расфокусировки глаза относительно другого неподвижного и невидимого (из-за его ИК-излучения) стимула, изображение которого до начала аккомодации

было сфокусировано точно на сетчатке. По мере потери резкости указанного изображения (в связи с расширением круга светорассеяния) прибор регистрирует увеличение времени сканирования, которое необходимо для регистрации увеличивающегося по площади пятна. Таким способом можно объективно, количественно, хотя и косвенно, оценить аккомодацию. К сожалению, серийно прибор не выпускался.

Объективным методом исследования аккомодации является также динамическая скиаскопия, т. е. скиаскопия при фиксации объекта на разных расстояниях. Этот метод достаточно эффективен, в том числе у детей в возрасте от 1 года. Методика динамической скиаскопии (ретиноскопии) может осуществляться следующим образом. Исследование проводят в хорошо освещенной комнате, так как тусклое освещение может изменять аккомодационный ответ. Для проведения MEM-ретиноскопии используют MEM карты для Welch Allyn ретиноскопа, которые крепятся с помощью магнита к головке ретиноскопа. Исследования проводят с рабочей дистанции, которая должна быть 40 см для взрослых или Harmon дистанция (дистанция от локтя пациента до сустава третьего пальца) для детей. Выбирают MEM карту, соответствующую возрасту и уровню образования (рис. 4.2.1.1).

Пока пациент читает слова на карте, начинают ретиноскопию по горизонтальной оси и оценивают силу «+» или «-» линз, необходимых для нейтрализации движения рефлекса ретиноскопа. Однако методика близкой ретиноскопии предполагает регистрацию аккомодационного ответа исследователем «вручную», с помощью электрического оптометра или ретиноскопа. Это, безусловно, умаляет достоинства динамической ретиноскопии как метода объективной оценки аккомодации, поскольку получаемый результат зависит от навыков и привычек исследователя, то есть имеет место так называемый «субъективизм исследователя». То же относится и к другим неавтоматическим методам и приборам для регистрации рефракции и аккомодации (Scheiman M., Mitchell B., 2008).

В.А. Розенберг, В.А. Коломиец (1990) разработали устройство, позволяющее объективно определить устойчивость монокулярной аккомодации при одновременном определении ее объема и рефракции. Устройство представляет собой обычный неавтоматический рефрактометр, снабженный стимулятором аккомодации.



Рис. 4.2.1.1. MEM карты для ретиноскопа

Стимулирующий тест-объект устанавливается на максимально близком расстоянии и включают автоматический режим отдаления тест-объекта. За работой аккомодационного аппарата наблюдают по расхождению рефракционных меток. Если этот процесс не прекращается по достижении максимального удаления стимулирующего тест-объекта, то в канал наблюдения последовательно включают разгрузочные плюсовые сферические линзы возрастающей силы, повторяя при этом каждый раз процесс отдаления объекта. При прекращении расхождения рефракционных меток фиксируют рефрактометром клиническую рефракцию. После этого устанавливают стимулирующий объект на максимально далекое расстояние, включают автоматический режим его приближения, наблюдая при этом за расхождением рефракционных меток (процессом аккомодации), но уже в другую сторону. Если расхождение меток продолжается до максимального приближения тест-объекта, повторяют этот процесс с приставлением нагрузочных минусовых линз возрастающей силы до того момента, когда расхождение

рефракционных меток прекращается, и определяют в этот момент по шкале рефрактометра рефракцию при максимальном напряжении аккомодации. Диоптрийная разница между результатами первого и второго цикла является величиной объема аккомодации. Метод дает возможность исследовать клиническую рефракцию без циклоплегии и аккомодацию у детей дошкольного и младшего школьного возраста (Розенберг В.А., Коломиец В.А., 1990).

Исследования последних лет, проведенные зарубежными учеными, показывают, что тонус цилиарной мышцы постоянно находится в колебании (Cray L.S., Winn B., Gilmartin B., 1993). Эти колебания были названы аккомодационными микрофлюктуациями (АМФ). АМФ имеют определенную частоту и состоят из низко- и высокочастотного компонентов. Клиническое значение имеет высокочастотный компонент (частота 1,0 и 2,3 Гц), который отражает колебания хрусталика. Для исследования АМФ используется аккомодограф Righton Speedy-K ver. MF-1 с программным обеспечением, который осуществляет частотный анализ АМФ методом трансформации Фурье. Компьютерная аккомодография позволяет детально диагностировать функциональное состояние аккомодации, ее работоспособность, оценивать ее динамические изменения, в том числе в процессе лечебных мероприятий (Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В. с соавт., 2007). Визуальная оценка аккомодограмм позволяет формировать мнение о работоспособности, функциональных возможностях цилиарной мышцы.

Для клинической оценки показателей объективного ответа аккомодации наиболее информативной методикой является регистрация быстрого аккомодационного ответа (БАО). Для установления характера БАО при миопии различной степени применяли объективную аккомодографию на аккомодографе AA-2000 Nidek. Автоматический аккомодограф AA-2000 Nidek позволял регистрировать БАО на мгновенное перемещение тестового объекта из бесконечности к глазу на 3,0 дптр и через 5 с обратно в бесконечность, а также аккомодационное слежение за медленно (со скоростью 0,25 дптр/с) перемещающимся стимулом с остановкой по достижению пика заданного объема аккомодации и возвращающимся в бесконечность (Колотов М.Г., 2007). В настоящее время прибор не производится.

Упомянутые в табл. 4.2.1.1 оптические методы (и устройства) исследования структур переднего отрезка глаза могут давать дополнительную информацию, позволяющую косвенно судить о состоянии аккомодации по изменению глубины передней камеры и толщины хрусталика при дефокусировке оптическими линзами.

Автоматическим и объективным является исследование аккомодации с помощью бинокулярных авторефрактометров «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K, WR-5500. Отличительной особенностью этих приборов является то, что благодаря открытому для взора испытуемого полю объект фиксации предъявляется в реальном (а не виртуальном) пространстве, предусмотрена также возможность перемещения объекта на расстояние от 20 см до бесконечности (5-6 м), а также приставления к глазам испытуемого линз различной диоптрийности — то есть измерения аккомодационного ответа в условиях обоих способов дефокусировки, а также их сочетания.

Обычные рефрактометры используют специальную систему для предотвращения аккомодации у пациентов, но, несмотря на это, при проведении измерений возникают ошибки, связанные с приборной аккомодацией или так называемой инструментальной миопией. Эти ошибки вызваны тем, что пациенту необходимо смотреть на внутреннюю мишень прибора. Автоматический бинокулярный рефрактометр «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K (рис. 4.2.1.2) исключает возможность таких ошибок, так как использует прозрачное окно вместо мишени. Рефракция вдаль измеряется при фиксации взгляда на удаленную точку (5 м) как в условиях циклоплегии, так и без нее. На основании полученных данных в пробную оправу помещают сферические и цилиндрические стекла, полностью корректирующие выявленную аномалию рефракции, проводят повторное измерение рефракции вдаль, которая в этом случае оказывается близкой к эметропии. Статический объективный аккомодационный ответ (ОАО) измеряют в пробной оправе с полной коррекцией имеющейся аметропии при предъявлении объекта фиксации (текст № 4 таблицы для близости) на расстоянии 50, 40, 33, 25 и 20 см. Исследования можно проводить как при бинокулярной, так и при монокулярной фиксации взора. В последнем случае перед парным глазом в оправу помещают заслонку.



Рис. 4.2.1.2. Бинокулярный авторефрактометр «открытого поля» Grand Seiko Binocular Open Field WR-5100K

Нами проведены объективные исследования аккомодации у 58 детей (116 глаз с различной рефракцией) в возрасте от 5 до 16 лет ($9,54 \pm 1,73$ года) при помощи бинокулярного авторефрактометра «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K. Были изучены следующие объективные показатели аккомодации: бинокулярный и монокулярный аккомодационный ответ (ОАО), темновой фокус (ТФ), тонус покоя аккомодации (ТПА), запасы и устойчивость аккомодации, прямая и содружественная аккомодация.

Исследование аккомодационного ответа

Динамическую рефракцию измеряли в пробной оправе с полной коррекцией аметропии по данным авторефрактометрии без циклоплегии при фиксации объекта на разных расстояниях: 5 м, 50, 40, 33, 25, 20 см. В условиях полной эметропизации вдаль с помощью корректирующих очков показатели динамической рефракции при фиксации объекта на конечных расстояниях от 50 до 20 см соответствуют объективному аккомодационному ответу (ОАО) на данное расстояние.

В табл. 4.2.1.2 приведены результаты бинокулярного и монокулярного ОАО, а также показатели расчетной нормы для каждого расстояния.

Таблица 4.2.1.2

Динамическая рефракция (объективный аккомодационный ответ) при фиксации объекта на разных расстояниях, дптр

Рефракция (число глаз, n)	Тип фиксации	Рефракция (Grand-Seiko) при фиксации объекта на расстоянии					
		5 м	50 см*	40 см*	33 см*	25 см*	20 см*
М сл. ст. (32)	монок.	-2,01±0,11	-0,94±0,01	-1,36±0,04	-1,83±0,11	-2,84±0,06	-3,45±0,02
	бинок.	-2,08±0,08	-1,05±0,06**	-1,28±0,03**	-1,76±0,07**	-2,52±0,11**	-3,37±0,05**
М ср. ст. (22)	монок.	-4,98±0,14	-1,29±0,08	-1,62±0,07	-2,00±0,10	-2,71±0,11	-3,54±0,17
	бинок.	-5,03±0,12	-1,42±0,12**	-1,58±0,06**	-2,16±0,09**	-2,77±0,16**	-3,62±0,11**
М выс. ст. (16)	монок.	-7,50±0,10	-1,03±0,13	-1,50±0,11	-1,65±0,09	-2,00±0,05	-3,11±0,18
	бинок.	-7,75±0,11	-1,18±0,09**	-1,63±0,11**	-1,82±0,10**	-2,20±0,08**	-3,21±0,10**
Нм сл. ст. (20)	монок.	+2,53±0,54	-1,49±0,11	-2,34±0,03	-2,94±0,10	-3,57±0,08	-4,23±0,09
	бинок.	+3,53±0,32	-1,41±0,09	-2,01±0,10 **	-2,59±0,12	-3,49±0,13**	-4,17±0,23 **
Нм ср. ст. (16)	монок.	+4,37±0,64	-1,42±0,07	-2,15±0,10	-2,90±0,01	-3,72±0,11	-4,33±0,08
	бинок.	+5,77±0,60	-1,56±0,07**	-2,19±0,11**	-2,81±0,06**	-3,63±0,16**	-4,18±0,09 **
Нм выс. ст. (10)	монок.	+7,12±0,44	-1,27±0,11	-1,79±0,21	-1,98±0,06	-2,79±0,10	-3,96±0,14
	бинок.	+8,34±0,28	-1,33±0,09**	-1,23±0,12	-1,84±0,09**	-2,31±0,16	-3,84±0,11 **
Расчетная норма			-2,0	-2,5	-3,0	-4,0	-5,0

ПРИМЕЧАНИЕ: • — с полной коррекцией аметропии; ** — различие достоверно, p<0,05.

Как показывают данные, приведенные в табл. 4.2.1.2, объективный аккомодационный ответ (ОАО), то есть динамическая рефракция на 50, 40, 33, 25 и 20 см в условиях полной эмметропизации, различен при миопии и гиперметропии и снижен в большинстве случаев. ОАО практически соответствовал расчетной норме только при гиперметропии слабой и средней степени к объекту, расположенному на расстоянии 33 см (см. также рис. 4.2.1.3). В этих группах монокулярный ОАО (т. е. определяемый при закрытом парном глазу) составил в среднем -2,94 дптр при слабой и -2,90 дптр при средней гиперметропии.

Согласно известной формуле Дондерса, расчетная норма динамической рефракции при установке к объекту на расстоянии 33 см составляет -3,0 дптр, то есть в глазах с гипер-

метропией слабой и средней степеней не наблюдалось отставания аккомодационного ответа. При этом бинокулярный аккомодационный ответ (то есть полученный в условиях бинокулярной фиксации объекта) даже в указанных группах был несколько ниже монокулярного: на 0,35 дптр при слабой гиперметропии и 0,09 дптр — при средней. Монокулярный ОАО у пациентов с гиперметропией слабой и средней степени в остальном диапазоне ближнего видения (50, 40, 25, 20 см) незначительно отставал от расчетной нормы. Минимальным отставание ОАО было на расстоянии 40 см при гиперметропии слабой степени (на 0,16 дптр), максимальным — на расстоянии 20 см при гиперметропии слабой степени (0,77 дптр). Однако и в последнем случае оно лишь незначительно превышало допустимый уровень 0,5 дптр.

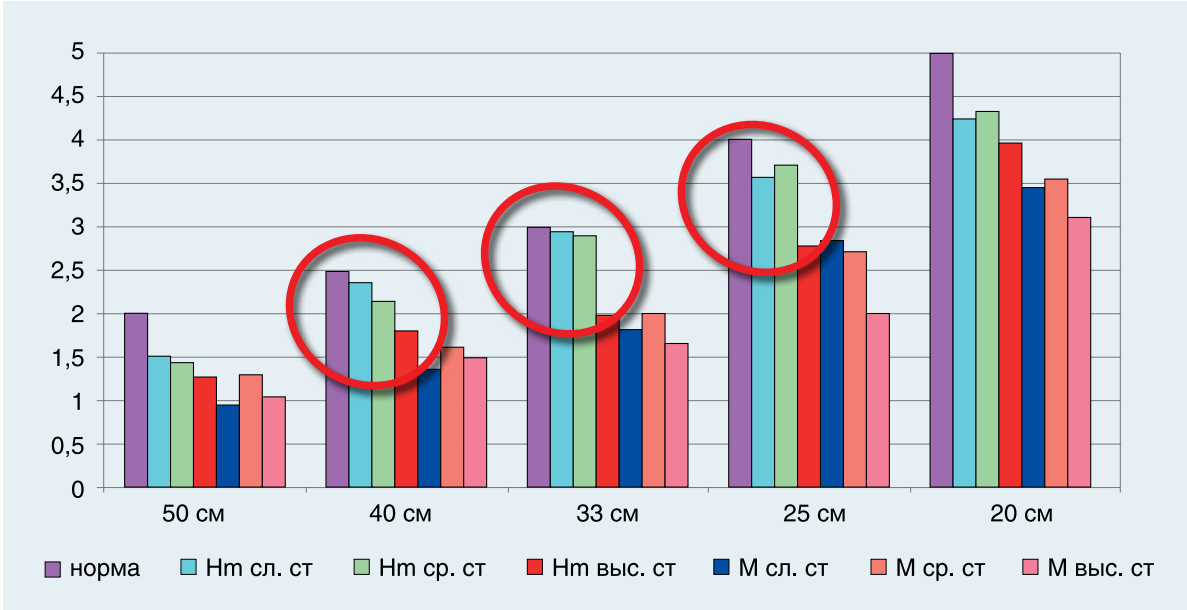


Рис. 4.2.1.3. ОАО при фиксации объекта на разных расстояниях при гиперметропии и миопии у детей

По данным объективной аккомодометрии, представленным другими авторами, в норме аккомодационный ответ к объекту в 3,0 дптр составляет 2,5-2,75 дптр. Таким образом, практически во всем диапазоне ближнего видения аккомодационный ответ в глазах с гиперметропией слабой и средней степеней соответствовал норме или приближался к ней.

Иная картина наблюдалась при гиперметропии высокой степени. Здесь отставание ОАО наблюдалось на всех расстояниях и нарастало по мере приближения объекта, то есть усложнения задачи аккомодации. Начиная с 33 см отставание превышало 1,0 дптр и достигало максимального значения в 1,21 дптр на расстоянии 25 см. При монокулярной фиксации объекта на этом расстоянии напряжение аккомодации позволило обеспечить в глазу динамическую рефракцию в -2,79 дптр вместо положенных -4,0 дптр.

В глазах с миопией любой степени отставание ОАО обнаруживалось на всех расстояниях и превышало 1,0 дптр и также нарастало с усилением аккомодационной задачи. Так, если к расстоянию 50 см аккомодация отставала на 0,71 дптр при средней миопии, -1,06 дптр — при слабой миопии, то на расстоянии 25 и 20 см отставание приближалось к 2,0 дптр.

Интересно, что показатели аккомодации при миопии слабой степени были хуже, чем при средней, а на расстоянии 40 см — даже хуже, чем при высокой степени. На наш взгляд, это подтверждает ведущую роль аккомодации в самом происхождении приобретенной миопии. При миопии средней степени отмечается тенденция к повышению аккомодационной способности, однако при высокой близорукости она еще более утрачивается. Отставание ОАО к объекту на расстоянии 40 см при высокой миопии составило 2,0 дптр (рис. 4.2.1.3).

При высокой близорукости такое снижение аккомодационной способности может быть обусловлено комплексом причин: привычной значительной гипокоррекцией для близи, снижающей потребность в аккомодации; характерной для лиц с миопией пониженной чувствительностью к расфокусировке изображения, приводящей к тому же эффекту; снижением уровня гемодинамики глаза и цилиарной мышцы в частности; нарастанием дистрофических изменений во всех оболочках глазного яблока.

На наш взгляд, выявленное нами значительное отставание аккомодации в глазах с высокой гиперметропией заслуживает особого внимания. Во-первых, это позволяет выделить по этому признаку высокую гиперметропию

в отдельную группу, отличающуюся от слабой и средней гиперметропии. Во-вторых, это противоречит устойчивому мнению, что (при отсутствии косоглазия!) чем выше гиперметропия, тем выше тонус и работа аккомодации. Это не укладывается и в современную зарубежную теорию оптической дефокусировки как регулятора роста глаза. С позиций этой теории, постоянная гиперметропическая дефокусировка изображения, а именно такая дефокусировка возникает при зрительной работе вблизи в условиях неполной, отстающей аккомодации, должна ускорять рост глаза. В глазах с миопией слабой степени, а также, по данным литературы, в глазах с эметропией и псевдомиопией этот эффект полностью реализуется, приводя к развитию и прогрессированию близорукости (Wildsoet C., Wallman J., 1995; Hung G.K., Ciuffreda K.J., 2003).

Почему этого не происходит в глазах с высокой гиперметропией? Возможно, «виновата» повышенная биомеханическая устойчивость склеры, выявленная нами в глазах с дальнорукостью. Возможно также влияние других механизмов управления рефрактогенезом, например, постоянного ношения собирающих очковых линз значительной силы, индуцирующих в глазу положительную сферическую абберацию и связанную с ней относительно миопическую периферическую рефракцию (в очках). Последняя, по ряду сообщений, тормозит удлинение глаза и усиление рефракции.

В любом случае выявленное в глазах с высокой гиперметропией нарушение аккомодации — одного из важнейших инструментов обеспечения зрительной обратной связи, регулирующей рефрактогенез, по нашему мнению, представляет интерес и нуждается в дальнейшем разностороннем изучении.

В табл. 4.2.1.2 обращает на себя внимание еще один факт — несовпадение величин монокулярного и бинокулярного аккомодационного ответа. При слабой гиперметропии и слабой миопии во всех случаях ОАО при бинокулярной фиксации был ниже монокулярного ответа (исключение при слабой миопии составила только одна позиция — 50 см). Таковую закономерность, отмеченную ранее и в эметропических глазах (Филинова О.Б., 2009), мы расцениваем как приспособительную, т.е. как результат снижения энергозатрат при бинокулярной суммации изображений.

При средней и высокой гиперметропии бинокулярный аккомодационный ответ преимущественно также был ниже монокулярного (в 7 позициях из 10).

Противоположная картина наблюдалась при миопии средней и высокой степени. В первом случае на всех дистанциях, кроме одной, а во втором — на всех дистанциях без исключения бинокулярный ОАО превышал монокулярный. Очевидно, бинокулярное восприятие и суммация изображений усиливали стимул к аккомодации, что позволяло несколько повысить значительно отстающий от предъявляемых задач аккомодационный ответ. Следовательно, снижение аккомодационного ответа, отставание динамической рефракции от величин, требуемых для четкого видения изображения с предъявляемого расстояния, является нежелательным для зрительной системы состоянием, с которым она пытается бороться.

Исследование тонуса аккомодации

Разницу между рефракцией, полученной в естественных условиях и в условиях циклоплегии, называют тонусом аккомодации, или привычным тонусом аккомодации, или тонической аккомодацией (Шаповалов С.Л., 1981; Проскурина О.В., 2004; Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З., 2006). Тонус аккомодации является одним из важных показателей динамической рефракции. Однако если при эметропии и миопии оптическая установка вдаль в большей или меньшей степени соответствует клинической рефракции или, согласно мнению В.В. Волкова (1973), В.В. Страхова (2006) и других, может быть слабее последней за счет активной аккомодации вдаль, то при гиперметропии динамическая (без циклоплегии) рефракция вдаль заведомо сильнее статической (в условиях циклоплегии) ввиду необходимости для гиперметропического глаза аккомодировать даже к удаленным объектам. Строго говоря, тоническая или привычная аккомодация гиперметропического глаза не является отражением физиологического, вегетативного тонуса цилиарной мышцы, а обусловлена стимулом к аккомодации, заведомо усиливающим динамическую рефракцию. При отсутствии данного стимула и динамическая рефракция, и вычисленный по ее величине тонус аккомодации были бы иными.

В темноте, то есть при отсутствии стимула к аккомодации, сохраняется некоторый вегетативный тонус цилиарной мышцы, за счет которого оптическая установка глаза соответствует точке, занимающей промежуточное положение между ближайшей и дальнейшей точками ясного зрения (Волков В.В., Колесникова Л.Н., 1973; Аветисов Э.С., 1999). Положение этой точки варьирует у разных лиц и при различной рефракции, однако, как правило, соответствует сдвигу рефракции в сторону миопии на величину порядка 0,75-1,75 дптр, в среднем около 1,0 дптр. Такое состояние динамической рефракции глаза соответствует оптической установке на 1 метр и зоне «покоя аккомодации» (Волков В.В., Колесникова Л.Н., 1973). На положение этой точки, называемой также точкой покоя аккомодации, может влиять состояние вегетативной нервной системы и целый ряд других факторов, имеющих большое значение для изучения патогенеза миопии. Очевидно, однако, что диоптрийное выражение значения «темнового фокуса» аккомодации будет зависеть от клинической рефракции данного глаза. Вычитание величины имеющейся статической рефракции глаза из величины «темнового фокуса» аккомодации позволит получить значение тонуса аккомодации.

Отличие от привычного тонуса, вычисляемого, как уже было сказано, по разнице рефракции в условиях действующей аккомодации и в условиях циклоплегии, данный тонус будет соответствовать покою аккомодации и определяться, очевидно, балансом вегетативной иннервации цилиарной мышцы у данного индивидуума.

Исследования тонуса покоя аккомодации проводили при помощи автоматического бинокулярного рефрактометра «открытого поля» Grand Seiko по методике, разработанной в МНИИ ГБ им. Гельмгольца (Тарутта Е.П., Филинова О.Б., 2010).

Способ осуществляется следующим образом. Сначала пациенту проводят измерение рефракции в условиях полной темноты («темновой фокус»). Это возможно осуществить благодаря конструктивным особенностям прибора, открытому полю, отсутствию каких-либо светящихся объектов для фиксации. От светящихся со стороны исследователя элементов прибора пациента изолируют при помощи чехла (рис. 4.2.1.4).



Рис. 4.2.1.4. Исследование тонуса покоя аккомодации

Исследование рефракции каждого глаза проводят в течение 5-10 с после выключения света, для того чтобы исключить влияние темновой адаптации. Измерения проводят для каждого глаза в отдельности. Циклоплегию вызывают путем двукратного закапывания 1% раствора циклопентолата (цикломед) с интервалом 15 мин, и через 30 мин после второй инстилляций проводят объективное исследование рефракции на том же приборе в условиях естественной освещенности.

Тонус покоя аккомодации (ТПА) рассчитывают по формуле:

$$\text{ТПА} = R_t - R_c,$$

где R_t — рефракция в условиях полной темноты («темновой фокус»); R_c — рефракция в условиях циклоплегии.

Тонус покоя аккомодации является положительным, когда рефракция в темноте («темновой фокус») сильнее (более миопическая или менее гиперметропическая), чем рефракция в условиях циклоплегии, и наоборот. Положительный тонус аккомодации обозначается знаком «минус», отрицательный — знаком «плюс».

Для исследования «темнового фокуса» нами обследован 31 ребенок (62 глаза) — 20 девочек и 11 мальчиков в возрасте от 5 до 16 лет ($9,54 \pm 1,73$ года).

Как показали наши исследования (табл. 4.2.1.3), у всех пациентов с миопией слабой степени рефракция в условиях полной темноты

Таблица 4.2.1.3

Тонус покоя аккомодации у детей с миопией слабой степени и гиперметропией

Рефракционная группа	Число глаз, n	Рефракция в условиях циклоплегии (РЦ), дптр	Рефракция в условиях полной темноты (ТФ), дптр	ТПА (ТФ-РЦ), дптр
М сл. ст	36	-1,91±0,59	-2,55±0,75	-0,64±0,45
Нм сл. ст	13	+1,68±0,64	+0,56±0,55	-1,12±0,52
Нм ср. ст	6	+4,62±0,29	+3,24±0,53	-1,38±0,45
	4	+4,22±0,41	+4,79±0,30	+0,58±0,15
Нм выс. ст	4	+9,27±0,58	+10,5±0,56	+1,23±0,55
	2	+6,56±0,38	+4,75±0,42	-1,81±0,80

была сильнее, т. е. более миопической, чем рефракция в условиях циклоплегии. При этом «темновой фокус» находился в пределах от -1,05 до -3,99 дптр (-2,55 ± 0,75 дптр). Тонус покоя аккомодации во всех случаях был положительным, то есть циклоплегическая рефракция была слабее рефракции без циклоплегии в полной темноте (-0,64 ± 0,45 дптр).

У пациентов с гиперметропией слабой степени «темновой фокус» составил в среднем +0,56 ± 0,55 дптр, т. е. рефракция в темноте была сильнее, чем циклоплегическая (+1,68 ± 0,64 дптр). Тонус покоя аккомодации был во всех случаях положительным и в среднем составлял -1,12 ± 0,52 дптр. У детей

с гиперметропией средней степени тонус покоя аккомодации был положительным только в 60% случаев. В этой группе «темновой фокус» аккомодации составил +3,24 ± 0,53 дптр, в то время как циклоплегическая рефракция равнялась +4,62 ± 0,29 дптр, таким образом, тонус покоя аккомодации составил -1,38 ± 0,45 дптр. Это соответствует описанной в литературе закономерности, когда тонус аккомодации при гиперметропии имеет наибольшее значение по сравнению с эметропией и миопией (Проскурина О.В., 2004; Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З., 2006). В то же время в 40% глаз рефракция в условиях полной темноты была слабее, более гиперметропической, чем в условиях циклоплегии.



Рис. 4.2.1.5. Тонус покоя аккомодации при различных видах рефракции

Таким образом, тонус покоя аккомодации в этой группе был отрицательным и равнялся в среднем +0,58 ± 0,15 дптр (табл. 4.2.1.3).

Данная закономерность была еще более выраженной в глазах с гиперметропией высокой степени, где положительный тонус аккомодации был выявлен только в 2 из 6 обследованных глаз. В этих глазах его величина в среднем была наиболее высокой среди всех обследованных и составила 1,81 ± 0,80 дптр. В большинстве же случаев рефракция при отсутствии стимула к аккомодации была слабее, т. е. более гиперметропической, чем рефракция в условиях циклоплегии. Тонус покоя аккомодации был отрицательным и составил в среднем +1,23 ± 0,55 дптр.

Таким образом, при миопии и гиперметропии слабой степени тонус покоя аккомодации во всех случаях был положительным. При гиперметропии средней и высокой степеней увеличивается доля случаев отрицательного тонуса аккомодации (рис. 4.2.1.5). Полученные данные могут иметь важное значение для понимания механизмов постнатального рефрактогенеза, а именно хорошо известной особой устойчивости гиперметропии средней и высокой степеней, то есть «нежеланием» этих глаз расти.

Пример 1.

Пациент М., 10 лет. Диагноз: OU — миопия слабой степени. Рефракция до циклоплегии: OD = -1,74 дптр, OS = -2,11 дптр. Рефракция в темноте («темновой фокус»): OD = -2,82 дптр, OS = -2,89 дптр. Рефракция на том же приборе в условиях циклоплегии: OD = -2,14 дптр, OS = -2,33 дптр.

Тонус покоя аккомодации OD = -2,82 – -2,14 = -0,68 дптр.

Тонус покоя аккомодации OS = -2,89 – -2,33 = -0,56 дптр.

Заключение: тонус покоя аккомодации для правого и левого глаза соответственно равен -0,68 и -0,56 дптр. Следует обратить внимание, что при исследовании по прототипу, т.е. без учета «темнового фокуса» аккомодации, в данном случае был бы получен принципиально иной результат. Рефракция в естественных условиях (OD = -1,74 дптр, OS = -2,11 дптр) слабее, чем при циклоплегии, то есть тонус аккомодации рассматривался бы как отрицательный: тонус аккомодации OD = -1,74 – -2,14 = +0,40; тонус аккомодации OS = -2,11 – -2,33 = +0,22.

Объективное исследование запасов и устойчивости аккомодации

Способ исследования запасов и устойчивости аккомодации включает измерение динамической рефракции и вычисление напряжения аккомодации с помощью бинокулярного рефкератометра «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K и осуществляется следующим образом.

Сначала пациенту проводят измерение рефракции вдаль (фиксационная мишень расположена на расстоянии 5 м). На основании полученных данных в пробную оправу помещают сферические и цилиндрические стекла, полностью корректирующие выявленную аномалию рефракции, проводят повторное измерение рефракции вдаль, которая в этом случае оказывается близкой к эметропии. На расстоянии 33 см помещают текст № 4 из таблицы для близости, проводят измерение аккомодационного ответа на данном расстоянии (рис. 4.2.1.6). Этот показатель принимается за исходный. Далее исследующий вставляет в пробную оправу одинаковые для обоих глаз отрицательные линзы нарастающей силы с шагом 0,5 дптр, проверяет, может ли пациент читать текст, делает параллельно измерения на авторефрактометре. Измеряют рефракцию каждого глаза при бинокулярной фиксации близкого объекта (текста). За счет



Рис. 4.2.1.6. Регистрация динамической рефракции при предъявлении объекта фиксации на расстоянии 33 см

дополнительного напряжения аккомодации динамическая рефракция должна оставаться близкой к исходной, т.е. до нагрузки отрицательными линзами. В норме, как уже указывалось, это значение приближается к $-2,5 - -3,0$ дптр ($-2,75 \pm 0,12$ дптр) (Колотов М.Г., 1999). Однако у пациентов с миопией этот показатель, как правило, снижен до $-1,5 - -2,0$ дптр, т.е. имеет место «отставание» аккомодации. Исследование проводится до тех пор, пока объективная динамическая рефракция каждого глаза сохраняется близкой к исходным значениям (снижение не более чем на 0,5 дптр). Запасом аккомодации считается максимальная отрицательная линза, при измерениях с которой сохранялась объективная динамическая рефракция каждого глаза, близкая к исходным (до нагрузки) значениям. Резкое снижение исходного показателя вплоть до перехода динамической рефракции на 33 см в гиперметропическую расценивается как отсутствие аккомодационного ответа.

Исследование устойчивости аккомодации проводят следующим образом. Пациент продолжает чтение текста в условиях максимальной нагрузки аккомодации, выявленной в предыдущем действии. Через 3 мин непрерывно продолжающегося чтения повторно определяют объективную рефракцию. При отсутствии аккомодационного ответа диагностируют нарушение устойчивости аккомодации (Тарутта Е.П., Филинова О.Б., 2009).

Пример 1.

Пациент Б., 10 лет. Диагноз: ОУ — миопия слабой степени. Характер зрения вдаль без коррекции и с коррекцией с 5, 2,5 и 1 м бинокулярный, без доминирования. Запас относительной аккомодации, измеренный субъективным методом по Э.С. Аветисову — С.Л. Шаповалову, $-2,0$ дптр. Рефракция на 5 м OD = $-2,5$ дптр, OS = $-2,83$ дптр. Максимальная коррекция OD = $-2,5$ дптр, OS = $-2,75$ дптр. Аккомодационный ответ на 33 см (в условиях полной коррекции) OD = $-1,59$ дптр, OS = $-1,23$ дптр. Имеется отставание аккомодации, поскольку расчетная рефракция при чтении на расстоянии 33 см должна соответствовать $-3,0$ дптр. С добавочным стеклом силой $-1,0$ дптр аккомодационный ответ составил OD = $-1,57$ дптр,

OS = $-1,84$ дптр. Со стеклом силой $-1,5$ дптр соответственно $-1,94$ и $-1,89$ дптр. Со стеклом $-2,0$ дптр соответственно $-1,29$ и $-1,95$ дптр, то есть сохраняется аккомодационный ответ, хотя и с отставанием. Со стеклом $-2,5$ дптр рефракция OD = $+0,64$ дптр и OS = $+0,32$ дптр, то есть аккомодационный ответ отсутствует. Объективный запас относительной аккомодации в данном случае соответствует субъективному и равен $-2,0$ дптр. Через 3 мин чтения текста № 4 из таблицы для близости на расстоянии 33 см с максимальной коррекцией и дополнительной нагрузкой в $-2,0$ дптр аккомодационный ответ OD = $+0,62$ дптр, OS = $+0,35$ дптр. Аккомодационный ответ отсутствует.

Заключение: отставание аккомодации, снижение ее устойчивости, объективный запас относительной аккомодации равен $-2,0$ дптр.

Пример 2.

Пациент А., 13 лет. Диагноз: ОУ-миопия слабой степени. Характер зрения без коррекции и с коррекцией с 5, 2,5 и 1 м бинокулярный, ведущий правый глаз. Запас относительной аккомодации по Э.С. Аветисову — С.Л. Шаповалову = $-3,5$ дптр. Рефракция на 5 м OD = $-1,3$ дптр, OS = $-0,71$ дптр. Максимальная коррекция OD = $-1,25$ дптр, OS = $-0,75$ дптр. Аккомодационный ответ на 33 см в условиях полной коррекции OD = $-2,0$ дптр, OS = $-1,79$ дптр. Имеется отставание аккомодации, поскольку расчетная рефракция при чтении на расстоянии 33 см должна составлять $-3,0$ дптр. Со стеклом силой $-1,0$ дптр аккомодационный ответ составил OD = $-1,68$ дптр, OS = $-1,09$ дптр. Со стеклом силой $-1,5$ дптр соответственно $-1,96$ и $-0,82$ дптр. Со стеклом $-2,0$ дптр соответственно $-1,18$ и $-0,95$ дптр. Со стеклом $-2,5$ дптр рефракция OD = $-0,04$ дптр и OS = $+1,82$ дптр. То есть аккомодационный ответ отсутствует. Объективный запас аккомодации в данном случае равен $-2,0$ дптр. Через 3 мин чтения текста № 4 из таблицы для близости на расстоянии 33 см с максимальной коррекцией и дополнительной нагрузкой в $-2,0$ дптр аккомодационный ответ OD = $-1,09$ дптр, OS = $-1,82$ дптр. Аккомодационный ответ сохраняется.

Заключение: отставание аккомодации, сохранение ее устойчивости, объективный запас относительной аккомодации равен $-2,0$ дптр.

Исследование прямой и содружественной аккомодации

Нами предложен способ объективного одновременного исследования прямой и содружественной аккомодации для дальнейшей диагностики ее расстройств и прогнозирования течения прогрессирующей близорукости. Все исследования проводятся при помощи бинокулярного рефкератометра «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K. Способ осуществляется следующим образом. Сначала у пациента определяют рефракцию при взгляде вдаль (фиксационная мишень расположена на расстоянии 5 м). При нарушении рефракции на основании полученных данных в пробную оправу помещают сферические и цилиндрические стекла, полностью корригирующие выявленную аномалию рефракции. Затем в условиях эмметропии производят разделение полей зрения двух глаз таким образом, чтобы предъявленный в зоне ближайшего видения объект был виден только одному глазу, соответственно справа или слева от перегородки (рис. 4.2.1.7). При этом взгляд парного глаза установлен в открытое пространство. Перед правым глазом помещают объект фиксации в зоне ближайшего видения и измеряют рефракцию сначала на этом глазу, затем на парном, открытом, но не фиксирующем. При этом на фиксирующем глазу регистрируют прямую аккомодацию, на парном — содружественную. Затем меняют положение объекта фиксации и вновь регистрируют прямую и содружественную аккомодацию. Поскольку, как уже было сказано, измерения проводят в условиях полной коррекции аметропии (т.е. в условиях эмметропизации), полученное значение динамической рефракции соответствует аккомодационному ответу на 33 см (Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., 2011).

Пример 1.

Пациент П., 11 лет. Диагноз: ОУ — миопия высокой степени. Сначала у пациента определили рефракцию на автоматическом рефкератометре Grand Seiko WR-5100K при взгляде вдаль (фиксационная мишень расположена на расстоянии 5 м). Рефракция OD = $-7,0$ дптр, OS = $-7,5$ дптр. В пробную оправу поместили сферические линзы, полностью корригирующие аномалию рефракции. Затем произвели разделение полей зрения и измерили прямую



Рис. 4.2.1.7. Способ исследования прямой и содружественной аккомодации парных глаз

и содружественную аккомодацию. Прямая аккомодация OD = $-0,55$ дптр, соответствующая ей содружественная аккомодация OS = $-1,66$. Прямая аккомодация OS = $-1,1$ дптр, соответствующая ей содружественная аккомодация OD = $-0,8$ дптр. Прямая аккомодация правого глаза существенно меньше, чем соответствующая ему содружественная левого, что является новым диагностическим критерием расстройства аккомодационной способности при высокой миопии. Прямая аккомодация на левом глазу больше, чем соответствующая ей содружественная на правом. Это говорит о несогласованности прямой и содружественной аккомодации парных глаз при высокой миопии.

Таким образом, разработанные объективные методы аккомодометрии позволяют получать новые данные и раскрывают новые возможности детального исследования аккомодации.

При выборе оптимальной коррекции для близости детям с миопией и нарушениями аккомодации необходим индивидуальный подход с учетом величины снижения аккомодационного ответа и его изменений при приставлении положительных линз нарастающей силы.

Литература

1. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 288 с.
2. Ананин В.Ф., Аветисов Э.С., Киприянова Т.И. Объективная регистрация аккомодации глаза методом сканирования щелевого изображения, отраженного от сетчатки глаза // Вестн. офтальмол. 1971. № 2. С. 61-63.

3. Волков В.В., Колесникова Л.Н. Аккомодация и рефракция по материалам исследований с помощью кобальтового стекла // Офтальмол. журн. 1973. № 3. С. 172-176.
4. Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В. и др. Клиническая оценка состояния аккомодации с помощью метода компьютерной аккомодографии // Ерошевские чтения. Самара. 2007. С. 437-440.
5. Колотов М.Г. Оценка аккомодационного ответа у пациентов с миопией после операции ЛАСИК // Рефракционные и глазодвигательные нарушения. Труды междунар. конф. М., 2007. С. 210-212.
6. Колотов М.Г. Объективный аккомодационный ответ при миопии и возможности его оптимизации. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1999. 21 с.
7. Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З. и др. О привычном тоне аккомодации // Офтальмология. 2006. Т. 3, № 3. С. 84-87.
8. Проскурина О.В. Тонус аккомодации у детей // Рефракционная хирургия и офтальмология. 2004. Т. 4, № 2. С. 16-19.
9. Розенберг В.А., Коломиец В.А. Устройство для объективного исследования аккомодации // Офтальмол. журн. 1990. № 8. С. 461-462.
10. Страхов В.В. Биомеханические и физиологические аспекты аккомодации глаза // Клиническая физиология зрения. М.: Научно-мед. фирма МБН, 2006. С. 462-487.
11. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Способ одновременного исследования прямой и содружественной аккомодации парных глаз. Положительное решение о выдаче патента РФ на изобретение от 01.07.2011. Заявка № 20100122469 (приоритет от 02.06.2010).
12. Тарутта Е.П., Филинова О.Б. Способ определения привычного тонуса аккомодации. Патент РФ на изобретение № 2394469 от 20.07.2010 (приоритет от 27.03.2009).
13. Тарутта Е.П., Филинова О.Б. Способ исследования запасов и устойчивости относительной аккомодации. Патент РФ на изобретение № 2367385 от 10.03.2009 (приоритет от 29.05.2008).
14. Филинова О.Б. Изучение влияния постоянной слабмиопической дефокусировки изображения на динамику рефракции, бинокулярные функции и рост глаза у детей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 26 с.
15. Шаповалов С.Л. Методы исследования динамической рефракции глаза // Динамическая рефракция глаза в норме и при патологии. Сб. научн. раб. М., 1981. С. 34-51.
16. Cray L.S., Winn B., Gilmartin B. Effect of target luminance on microfluctuations of accommodation // Ophthalmol. Physiol. Opt. 1993. V. 13. P. 258-265.
17. Hung G.K., Ciuffreda K.J. An incremental retinal-defocus theory of the development of myopia // Comments on Theoretical Biology. 2003. V. 8. P. 511-538.
18. Scheiman M., Mitchell B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders. Philadelphia, 2008. P. 748.
19. Wildsoet C., Wallman J. Choroidal and scleral mechanisms of compensation for spectacle lenses in chicks // Vis. Res. 1995. V. 35. P. 1175-1194.

4.2.2

КОМПЬЮТЕРНАЯ АККОМОДОГРАФИЯ

О.В. Жукова, А.В. Егорова

Традиционно для оценки состояния аккомодационного аппарата глаза используются такие методики, как определение объема абсолютной аккомодации, запаса относительной аккомодации (Аветисов Э.С., 1986), резерва аккомодации (Дашевский А.И., 1973). Все эти методы основаны на определении степени увеличения рефракции глаза при предъявлении зрительного стимула на близком расстоянии или в условиях, имитирующих работу на близком расстоянии. По сути своей все традиционные методики изучения аккомодативных функций являются субъективными и количественными.

Исследования последних лет показывают, что в процессе сокращения тонус волокон цилиарной мышцы постоянно колеблется. Эти колебания были названы аккомодационными микрофлюктуациями (АМФ). АМФ имеют определенную частоту и состоят из низко- и высокочастотных компонентов. Низкочастотный компонент (частота менее 0,6 Гц) является фоновым и не имеет клинического значения, а высокочастотный компонент (частота между 1,0 и 2,3 Гц) отражает флюктуации волокон цилиарной мышцы и важен для оценки ее сократительной способности (Winn B., Gilmartin B., 1992; Judge S.J., 1999; Gray L.S., Winn B., Gilmartin B., 1999; Weber H.A., Martin H., 2001).

Возможность объективной оценки функции цилиарной мышцы появилась в результате создания аппарата Righton Speedy-K ver. MF-1 (рис. 4.2.2.1), который позволяет не только регистрировать величину аккомодационного ответа, но и отражает качественные характеристики состояния цилиарной мышцы.

Данный аппарат сочетает в себе функции авторефрактометра и аккомодографа. В качестве аккомодографа прибор позволяет графически зарегистрировать изменение рефракции глаза при предъявлении зрительного стимула на различных расстояниях в виде столбиковой диаграммы. Кроме величины аккомодационного

ответа на предъявленный стандартный стимул, выраженного в диоптриях, аккомодограф осуществляет частотный анализ аккомодативных микрофлюктуаций методом трансформации Фурье. Высокочастотный компонент АМФ имеет диапазон от 50 до 80 микрофлюктуаций в минуту. Различная частота микрофлюктуаций отображается на аккомодограмме столбиками различного цвета: зелеными — 50-56 микрофлюктуаций в мин, желтыми — 58-62 микрофлюктуаций в мин, оранжевым и красным — 64 и выше микрофлюктуаций в мин. Физиологичным считается диапазон от 50 до 62, более высокая частота — свидетельство патологического функционирования цилиарной мышцы.

Методика проведения аккомодографии

Исследование проводится монокулярно, для каждого глаза в отдельности. При этом другой глаз следует прикрыть наклейкой, для исключения перевода внимания с объектов, предъявляемых исследуемому глазу, на объекты, видимые другим глазом. Первоначально осуществляется рефрактометрия. Затем исследуемому глазу на



Рис. 4.2.2.1. Аккомодограф Righton Speedy-K ver. MF-1 (Япония)

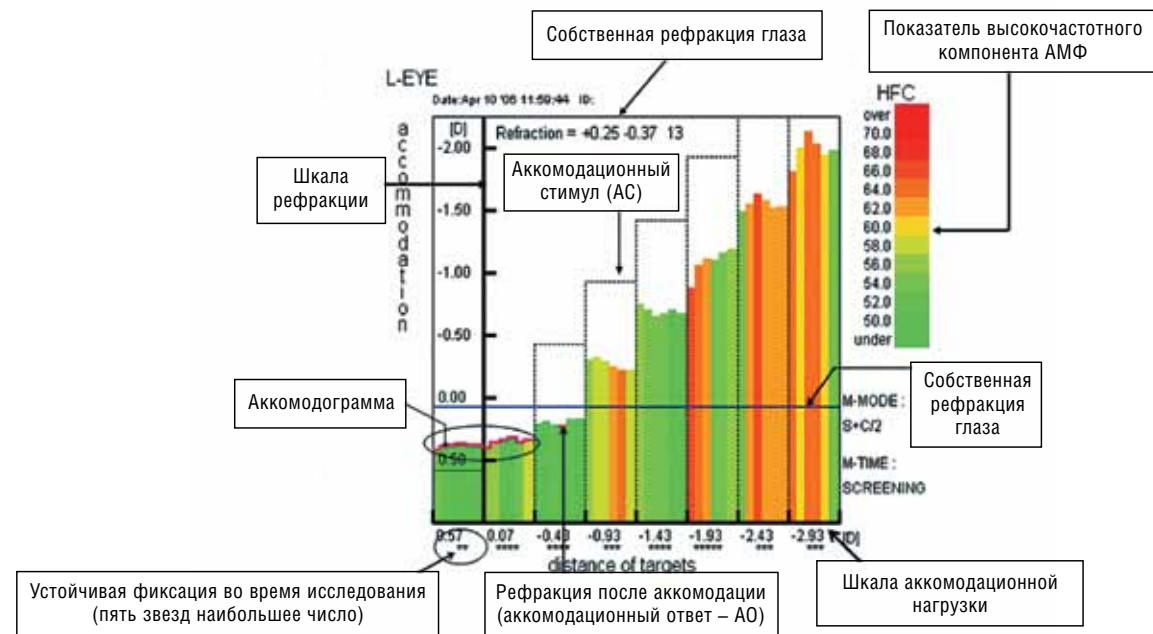


Рис. 4.2.2.2. Нормальная аккомодограмма эметропичного глаза

различном расстоянии — из бесконечности до 20 см от глаза — предъявляется зрительный стимул (мира), который называется аккомодационным стимулом (АС).

В начале исследования создаются условия слабой релаксации +0,5 дптр, затем — условия эметропии и далее ступенчато происходит увеличение рефракции стимула на 0,5 дптр: -0,5; -1,0; -1,5; -2,0 дптр и т. д., возможно до -5,0 дптр. Во время исследования рефрактометр в непрерывном режиме (частота измерения датчика составляет 600 Гц!) измеряет рефракцию глаза на фоне предъявляемой нагрузки. Тем самым определяется аккомодационный ответ (АО). Эти данные поступают на компьютер, где обрабатываются и отображаются в виде диаграмм. Нормальная аккомодограмма представлена на рис. 4.2.2.2.

Аккомодограф работает в пошаговом режиме. Шагом является многократное измерение рефракции глаза, а именно определение аккомодационного ответа при определенном (одинаковом) значении аккомодационного стимула. АС одного шага отличается от АС предыдущего шага на -0,5 дптр.

Аккомодограмма позволяет оценивать следующие показатели функционирования цилиарной мышцы (Жаров В.В. с соавт., 2006).

1. Степень напряжения цилиарной мышцы (должна приближаться к аккомодационному стимулу, составляет несколько меньший показатель — на 0,3-1,0 дптр) не должна быть выше аккомодационного стимула.

2. Нарастающий (снижающийся) ход кривой. В норме при исследовании показатели рефракции должны постоянно нарастать.

3. Устойчивость аккомодограммы. Патологическими являются случаи, если график через несколько шагов начинает снижаться или давать «провалы», что свидетельствует о выраженной неустойчивости аккомодации. К патологии относится также пикообразный вид кривой.

4. Постепенность напряжения. Аккомодограмма внутри одного шага должна постепенно нарастать, между шагами возможно скачкообразное увеличение рефракции.

5. Выраженность высокочастотного компонента АМФ. В норме палитра аккомодограммы должна быть представлена преимущественно зеленым цветом с единичными вкраплениями желтого цвета. В зоне конечного напряжения (АС -2,5-3,0 дптр) возможно содержание небольшого количества оранжево-красных зон.

6. Меридиональная равномерность аккомодации (изометричность) — в норме цилиарная мышца должна функционировать

одинаково во всех меридианах. На графиках сила астигматического компонента и его ориентация (положение оси) практически не должны меняться. Желательно, чтобы график выглядел в виде практически прямой линии.

7. Изометропичность (равномерность между глазами) аккомодационного ответа оценивается по графику Difference. В идеале график должен иметь равномерный характер преимущественно зеленого цвета (критерий наибольшей изометропичности).

Визуальная оценка аккомодограмм позволяет формировать мнение по состоянию работоспособности, функциональным возможностям цилиарной мышцы, оценивать ее динамические изменения в процессе лечения и т.д. Однако для более углубленного научного анализа состояния аккомодации необходимо от эмпирического описания перейти к точным (числовым) характеристикам тех или иных параметров. Поэтому мы предлагаем для оценки аккомодограмм пользоваться следующими показателями (Жаров В.В. с соавт., 2007).

1. Коэффициент аккомодационного ответа (КАО), характеризующий степень напряжения цилиарной мышцы:

$$\text{КАО} = \text{АО} / \text{АС},$$

где АО — аккомодационный ответ в диоптриях; АС — аккомодационный стимул в диоптриях.

Учитывая то обстоятельство, что в базу данных программы MF1 поступают данные динамической рефракции глаза без вычета собственной, целесообразно использовать данную формулу в виде:

$$\text{КАО} = (\text{АО} - \text{R}) / (\text{АС} - \text{R}),$$

где R — собственная рефракция глаза.

Пример 1.

R = -2,5; АС = -5,0; АО = -3,5, тогда
 $\text{КАО} = (-3,5 - (-2,5)) / (-5,0 - (-2,5)) = 0,4.$

По данным каждой аккомодограммы предлагаем вычислять средний КАО по формуле:

$$\text{КАО}_{\text{ср}} = \sum \text{КАО} / n,$$

где $\text{КАО}_{\text{ср}}$ — средняя величина КАО аккомодограммы; $\sum \text{КАО}_n$ — сумма КАО всех столбцов измерений; n — количество столбцов измерений.

2. Коэффициент роста аккомодограммы (КР) — для оценки роста (убывания) аккомодограммы, который определяется по формуле:

$$\text{КР} = n_{\Delta \text{АО}} / n,$$

где $n_{\Delta \text{АО}}$ — количество неотрицательных значений $\Delta \text{АО}$; n — общее количество измерений.

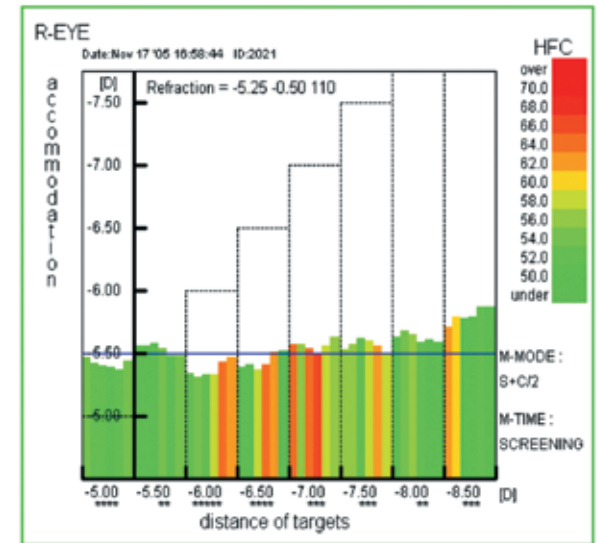


Рис. 4.2.2.3. Аккомодограмма при слабости аккомодации

3. Коэффициент микрофлюктуаций КМФ — для оценки выраженности высокочастотного компонента АМФ мы рекомендуем вычислять средний уровень HFC исследования:

$$\text{КМФ} = \text{HFC}_{\text{ср}} = \sum \text{HFC}_n / n,$$

где HFC_n — частота микрофлюктуаций каждого измерения.

Различные патологические состояния аккомодации вызывают изменения аккомодографической картины и количественных параметров аккомодограммы. Патологические аккомодограммы при различных нарушениях аккомодации представлены на рис. 4.2.2.3-5.

Аккомодограмма при слабости (инертности) аккомодации характеризуется следующими особенностями.

1. В сравнении с ранее представленной аккомодограммой в норме изменяется степень напряжения аккомодационной мышцы. При этом значение аккомодационного ответа составляет значительно меньший показатель относительно аккомодационного стимула, чем в норме.

2. Исчезает нарастающий ход кривой, и аккомодограмма становится «плоской», отсутствует плато подъема аккомодограммы.

3. Цветовая палитра аккомодограммы не меняется.

Аккомодограмма состояния лабильности (неустойчивости) аккомодации характеризуется следующими особенностями.

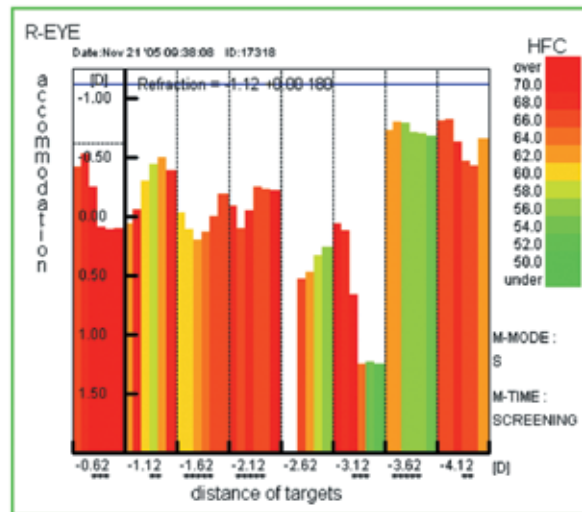


Рис. 4.2.2.4. Аккомодограмма неустойчивой аккомодации при ПИА

1. Исчезает нарастающий ход кривой и аккомодограмма становится неустойчивой, т.е. появляются «провалы» аккомодограммы.

2. Нарастание аккомодограммы становится скачкообразным даже внутри одного шага, возможно выраженное скачкообразное увеличение рефракции между шагами.

3. Цветовая палитра аккомодограммы также неустойчива, характерны резкие изменения уровня показателя высокочастотного компонента (ПВК).

Аккомодограмма при спазме аккомодации характеризуется следующими особенностями.

1. Значительно возрастает уровень аккомодационного ответа, возможно превышение им уровня аккомодационного стимула.

2. Исчезает нарастающий ход кривой и аккомодограмма становится неустойчивой, т.е. появляются «провалы» аккомодограммы.

3. Изменяется цветовая палитра аккомодограммы. Она представлена преимущественно красно-оранжевым цветом (ПВК повышается до 70 и более микрофлюктуаций в минуту). При этом чем более выражена красная палитра в аккомодограмме, тем выше утомляемость цилиарной мышцы.

Таким образом, компьютерная аккомодография позволяет детально диагностировать функциональное состояние аккомодации, ее работоспособности, оценивать ее динамические

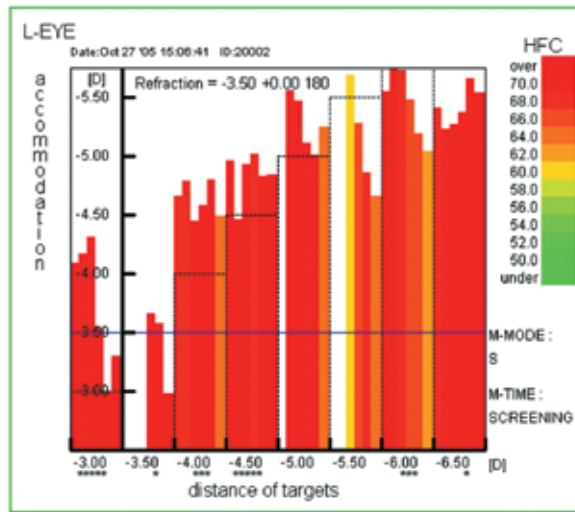


Рис. 4.2.2.5. Аккомодограмма гиперактивной аккомодации при спазматической аккомодационной астении

изменения, в том числе в процессе лечебных мероприятий. Все это является весьма ценным для изучения патогенеза ухудшения зрительных функций и выработки наиболее эффективных путей их восстановления.

Литература

1. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1986. 239 с.
2. Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973. 152 с.
3. Жаров В.В., Лялин А.Н., Конькова Л.В. и др. Синдром хронического зрительного утомления и дизадапционная близорукость // Проблема офтальмологии. 2006. № 1. С. 52-55.
4. Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В. и др. Клиническая оценка состояния аккомодации с помощью метода компьютерной аккомодографии // Ерошевские чтения. Самара, 2007. С. 437-440.
5. Weber H.A., Martin H. Finite elements simulation of accommodation // In.: Current aspects of human accommodation / Eds by Guthoff R., Ludwig K. Kaden Verlag, 2001. P. 135.
6. Judge S.J., Flavell M.J. Mechanics of accommodation of the human eye // Vision Research. 1999. V. 39. P. 1591-1595.
7. Gray L.S., Winn B., Gilmartin B. Accommodative microfluctuation and pupil diameter // Vision Research. 1999. V. 33. P. 2083-2090.
8. Winn B., Gilmartin B. Current perspective on microfluctuations of accommodation // Ophthalmol. Physiol. Opt. 1992. V. 12. P. 252-256.

4.2.3

ДИНАМИЧЕСКАЯ РЕТИНОСКОПИЯ (СКИАСКОПИЯ)

О.В. Проскурина

Методика ретиноскопии (скиаскопии) впервые была предложена французским офтальмологом Cuignet в 1873 г. Термин «ретиноскопия» был введен только спустя семь лет, в 1880 г., Parent и дословно обозначает «наблюдение сетчатки», позднее он же предложил термин «скиаскопия», обозначающий «наблюдение тени». Впоследствии оба термина утвердились в офтальмологии и оптометрии. Первый — более употребим в англоязычной литературе, второй — в немецкой. Российскому офтальмологу более привычен термин «скиаскопия». Именно его используют авторы большинства отечественных классических руководств по офтальмологии и оптометрии. Сложилось так, что термин «скиаскопия» ассоциируется у российского офтальмолога с исследованием рефракции при циклоплегии. Если говорят о динамическом наблюдении, чаще употребляют термин «ретиноскопия». Этой традиции мы будем придерживаться при изложении этого материала, хотя очевидно, что оба термина правильны и имеют право на существование на равных условиях.

Методика скиаскопии основана на свойстве глазного дна не только поглощать, но и отражать падающий на него свет. Если оптическая система глаза наведена на какую-то точку пространства, лучи света, отраженные от глазного дна, вернутся в эту же точку. Если глаз наблюдателя находится на пути распространения этих лучей, а источник света находится «в глазу наблюдателя», он видит равномерное красное свечение зрачка. Если вращать источник света вокруг оси, то яркость освещения зрачка будет меняться, как бы под влиянием пробегающей в просвете зрачка тени. Направление движения тени будет зависеть от трех факторов:

- оптической установки исследуемого глаза;
- свойства зеркала (плоское или вогнутое);
- расстояния между испытуемым и наблюдателем.

Направление движения тени не зависит от оптической установки (рефракции) глаза наблюдателя.

Различают статическую и динамическую ретиноскопию. Первая имеет самостоятельное значение и служит для оценки клинической рефракции глаза. Она может проводиться как в естественных условиях, так и при циклоплегии. Динамическую ретиноскопию используют для исследования аккомодации: чаще — для оценки так называемого accommodative lag (задержки аккомодации), реже — для объективного определения аддидации у пресбиопов. Исследование проводят в естественных условиях. В основе динамической ретиноскопии лежат результаты тщательно проведенной статической ретиноскопии.

Статическая ретиноскопия (скиаскопия) в условиях циклоплегии

Метод чаще используют в детской практике, им виртуозно владеет большинство отечественных офтальмологов, в особенности старой школы.

Для определения рефракции этим методом используют скиаскопические линейки. Обычно это две линейные рамки, содержащие набор линз от $\pm 1,0$ до $\pm 9,0$ дптр с шагом в 1,0 дптр. Для определения рефракции большей величины и с шагом 0,5 дптр используют подвижные насадки к скиаскопической линейке с линзами $\pm 0,5$ и $\pm 10,0$ дптр.

В задачу исследователя входит побудить ребенка смотреть на источник света и, перемещая скиаскопическую линейку сверху вниз, добиться появления нейтрализации в двух главных меридианах. После внесения поправки на расстояние результат записывают в виде угла, в котором отражают значения рефракции в двух главных меридианах. Для перевода этой записи в привычную запись сфера-цилиндр-ось

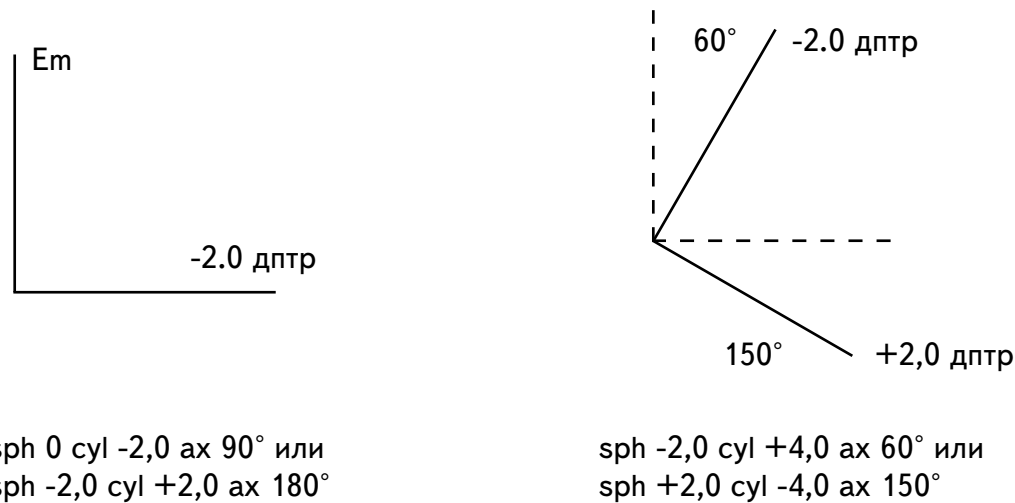


Рис. 4.2.3.1. Запись данных скиаскопии (ретиноскопии)

за величину сферы берут значение одного из меридианов (обычно менее аметропичного), значение цилиндра соответствует разнице в рефракции в двух главных меридианах, ось указывают по сфере (рис. 4.2.3.1).

- При проведении исследования:
- удерживают скиаскопическую линейку на расстоянии 12 мм от глаза испытуемого;
 - при использовании насадки в 10,0 дптр поворачивают ее к исследуемому глазу;
 - лучше проводить исследование с расстояния 67 см — расстояние вытянутой руки, которое легче соблюсти, чем расстояние в 1,0 м. Поправка на расстояние составит не 1,0, а 1,5 дптр;
 - лучше использовать циклоплегические средства кратковременного действия;
 - пользоваться электрическим скиаскопом или штрих-скиаскопом;
 - использовать скиаскоп в режиме плоского зеркала¹.
- Своеобразным «золотым стандартом» циклоплегии служит трехдневная атропинизация. Однако она сопряжена с рядом неприятных особенностей: возможны общие реакции

на атропин, циклоплегия и мидриаз удерживаются длительно, дети лишены возможности чтения и письма, в редких случаях развивается длительный парез аккомодации, требуются повторные визиты к врачу, доступность атропина ограничена. Для преодоления этих и других досадных обстоятельств используют циклоплегические средства кратковременного действия — циклопентолат и тропикамид.

В России доступен циклопентолат в виде 1% раствора (цикломед), тропикамид в виде 0,5% и 1% раствора (мидрум, мидриацил, тропикамид).

По глубине циклоплегического действия циклопентолат близок к атропину. По данным скиаскопии, остаточный тонус аккомодации после его использования по сравнению с атропином в среднем составляет $0,15 \pm 0,05$ дптр: для гиперметропии — $-0,28 \pm 0,08$ дптр, для миопии — $+0,1 \pm 0,11$ дптр, для смешанного астигматизма — $-0,13 \pm 0,06$ дптр.

Тропикамид существенно слабее атропина. Остаточный тонус аккомодации после его использования по сравнению с атропином составляет $0,64 \pm 0,09$ дптр: для гиперметропии —

¹Здесь и далее описываются методики с применением плоского зеркала. Исследование с вогнутым зеркалом возможно, но следует помнить, что движение рефлекса будет обратным. Некоторые исследователи отмечают, что при скопии вогнутым зеркалом движение рефлекса при минусовой рефракции менее очевидно, чем при использовании плоского зеркала.

Таблица 4.2.3.1
Рефракционные границы применения циклоплегических средств кратковременного действия при первичных и повторных исследованиях рефракции у детей

	Рефракционные группы		
	гиперметропия	миопия	смешанный астигматизм
Первичные исследования	циклопентолат	циклопентолат тропикамид	циклопентолат
Повторные исследования	циклопентолат		циклопентолат тропикамид

$-0,87 \pm 0,09$, для миопии — $-0,4 \pm 0,10$ дптр, для смешанного астигматизма — $-0,58 \pm 0,11$ дптр (Проскурина О.В., 2007).

Рекомендации по применению циклоплегических средств кратковременного действия представлены в табл. 4.2.3.1.

Статическая ретиноскопия (скиаскопия) в естественных условиях

Для проведения исследований используют электрический штрих-ретиноскоп² и фороптер (использование для смены линз пробной оправы возможно, но крайне неудобно). Методика сочетает в себе технику штрих-скиаскопии (скопия с использованием источника света в виде полоски) и цилиндроскиаскопии (достижение нейтрализации с использованием комбинации сферы и цилиндра).

Осветитель штрих-скиаскопа устанавливают в положение плоского зеркала. При проведении исследования копируют меридиан, перпендикулярный ориентации полоски. Так, при исследовании горизонтального меридиана используют вертикальную полоску и «качают» ретиноскоп справа налево. При исследовании вертикального меридиана используют горизонтальную полоску — «качают» ретиноскоп сверху вниз.

Для определения рефракции меняют линзы фороптера с шагом 0,25 дптр. Для определения главных меридианов астигматического глаза определяют меридиан, в котором движение полоски ретиноскопа соответствует движению рефлекса в зрачке испытуемого.

²Непрозрачная насадка с щелью, входящая в комплект зеркального офтальмоскопа, хотя и предусматривалась производителями для проведения штрих-скиаскопии, для этой цели не годится — освещения недостаточно.

Контроль аккомодации

Для преодоления привычного тонуса аккомодации просят испытуемого через окошки фороптера смотреть на неаккомодативный стимул — тест «Е», соответствующий остроте зрения 0,05, находящийся на расстоянии 5 м и более от испытуемого.

Исследователь копирует правый глаз испытуемого своим правым глазом, а левый — левым. Это не всегда удобно, в особенности для начинающего исследователя, однако позволяет не перекрывать испытуемому линию взора парного глаза, фиксирующего удаленный объект.

Рабочее расстояние

Исследование удобнее проводить с расстояния 67 см, его легче всего соблюсти, и исследователю вытянутой рукой удобно вращать диск фороптера, осуществляя смену линз. Если исследование проводят с расстояния 67 см, поправка на расстояние составит 1,5 дптр. Чтобы не проводить перерасчетов, при исследовании можно использовать рабочую линзу +1,5 дптр, предусмотренную в фороптере для этих целей. Использование плюсовой рабочей линзы не всегда удобно, в особенности при миопии, поэтому вопрос, использовать ее или нет — каждый исследователь решает для себя сам.

Определение сферической рефракции

Если у испытуемого сферическая рефракция — методика проста. Определяют направление движения рефлекса в зрачке испытуемого, добавлением соответствующих линз добиваются

нейтрализации. Фиксируют значение рефракции, не забывая о поправке на расстояние. При проведении исследования следует помнить, что чем дальше от нейтрализации, тем свечение зрачка тусклее, а направление движения определяется с трудом или не улавливается. Это более свойственно высокой миопии — обратное движение тени всегда улавливается хуже, чем прямое. При таких затруднениях можно сразу начинать исследование с минусовой линзы.

Определение рефракции при астигматизме

При астигматизме копируют в двух меридианах до тех пор, пока нейтрализация не будет достигнута в слабом меридиане. После этого продолжают исследование, добавляя минусовый цилиндр с осью, ориентированной параллельно направлению полоски, и копируют в сильном меридиане.

Предположим, что у испытуемого прямой миопический астигматизм. Исследование проводят с расстояния 67 см, а рабочую линзу в +1,5 дптр не используют. В начале исследования копируют в двух меридианах — в обеих тень движется в обратном направлении. Для скопии в горизонтальном меридиане используют вертикальную полоску, для скопии в вертикальном меридиане — горизонтальную. Добавляя минусовые сферические линзы в фороптере, добиваются нейтрализации в горизонтальном (слабом) меридиане. Предположим, что в этом меридиане нейтрализация достигнута с минусовой линзой в 1,0 дптр. С этой же линзой в перпендикулярном (вертикальном) меридиане тень по-прежнему будет двигаться в обратном направлении — вертикальный меридиан более сильный. С этого момента продолжают исследование только в вертикальном меридиане, используя горизонтальную полоску. Для достижения нейтрализации в вертикальном меридиане устанавливают перед глазом испытуемого минусовые цилиндры нарастающей силы с осью, ориентированной горизонтально. Предположим, что для достижения нейтрализации в вертикальном меридиане потребовался цилиндр -1,5 дптр. После завершения исследования фиксируют результаты в виде записи сфера-цилиндр-ось, вносят поправку на расстояние для сферического компонента. В нашем примере статическая рефракция испытуемого будет sph -2,5 cyl -1,5 ax 180°.

Предположим, что у испытуемого прямой гиперметропический астигматизм. Исследование проводят с расстояния 67 см, используют рабочую линзу +1,5 дптр. В начале исследования копируют в двух меридианах — в обеих тень движется в ту же сторону, что и ретиноскоп. Добавляя плюсовые сферические линзы в фороптере, добиваются нейтрализации в вертикальном (сильном) меридиане. Предположим, что в этом меридиане нейтрализация достигнута с плюсовой линзой в 1,0 дптр. Далее продолжают исследование в горизонтальном (слабом) меридиане, меняя линзы в фороптере с шагом 0,25 дптр. Считают число «кликов», которые использовались для достижения нейтрализации в горизонтальном меридиане. Допустим, было сделано пять «кликов» — разница в рефракции в горизонтальном меридиане составила 1,25 дптр. Рефракция в горизонтальном меридиане составила 2,25 дптр (этот результат виден в барабане фороптера). Устанавливают перед исследуемым глазом минусовый цилиндр в 1,25 дптр с горизонтальным направлением оси. Проводят контроль рефракции в вертикальном меридиане. В идеале с такой комбинацией линз вертикальный меридиан должен быть нейтрализован. Если этого не происходит, уточняют рефракцию, уменьшая или усиливая минусовый цилиндр. После завершения исследования фиксируют результаты в виде записи сфера-цилиндр-ось, поправку на расстояние не вносят, так как исследование проводилось с 67 см с рабочей линзой +1,5 дптр. В нашем примере статическая рефракция испытуемого будет sph +2,25 cyl -1,25 ax 180°. В идеале после удаления рабочей линзы в +1,5 дптр с такой коррекцией испытуемый должен давать максимальную остроту зрения.

Определение главных меридианов при астигматизме

Предшествующее описание по умолчанию предполагало, что главные меридианы глаза были строго вертикальным и горизонтальным. Однако не редки случаи, когда направление главных меридианов отлично от горизонтального и вертикального. Для уточнения направления главных меридианов при астигматизме более 0,75 дптр оценивают соответствие движения световой полоски движению рефлекса в просвете зрачка. Это более всего очевидно в состоянии, близком к нейтрализации. Для определения

направления одного из главных меридианов астигматического глаза ориентируют полоску таким образом, чтобы ее движение совпадало с движением рефлекса в зрачке. Кроме того, при приближении полоски к одному из главных меридианов она будет сужаться. Если полоска находится в главном меридиане, ширина ее минимальна, а при переходе с радужки на зрачок излома полоски не наблюдается.

При астигматизме 0,75 дптр и менее эти признаки главных меридианов менее очевидны. Главным меридианом считают тот, в котором свечение полоски наиболее яркое.

Близкая ретиноскопия по Mahindra

К близкой ретиноскопии по Mahindra обычно прибегают при исследовании рефракции у маленьких детей. Объектом фиксации служит свет ретиноскопа. Исследование проводят в естественных условиях в затемненном помещении монокулярно (парный глаз прикрыт окклюдором). Для ретиноскопии используют самую низкую яркость света, при которой исследование возможно. Считают, что такое тусклое освещение обеспечивает минимальный аккомодационный стимул.

Исследование проводят с расстояния 50 см. Добиваются нейтрализации, как и при обычной скиаскопии. При оценке результатов исследования вносят поправку на расстояние в 1,25 дптр. Величина поправки в 1,25 дптр эмпирически выведена Mahindra (1977) — 0,75 дптр относят на счет аккомодации.

Динамическая ретиноскопия

Метод используют для оценки accommodative lag — задержки аккомодации. В зависимости от целей и техники исследования его проводят с одного фиксированного расстояния или более: 1,0 м, 67, 50, 40, 33, 25, 20 см или с привычного рабочего расстояния. У взрослых — чаще с 40 или 50 см, у детей — с 20 или 25 см. В качестве объекта фиксации на конечном расстоянии используют специальную таблицу, содержащую буквы, слова или силуэтные картинки для детей, соответствующие остроте зрения 0,7-1,0 для этого расстояния.

Динамическую ретиноскопию обычно выполняют после проведения статической ретиноскопии. В зависимости от задач исследования:

- в фороптере или пробной оправе сохраняют комбинацию линз, с которой достигнута нейтрализация для дали, соответствующая статической рефракции;

- в фороптере или пробной оправе устанавливают комбинацию линз, соответствующую коррекции для близи;

- проводят исследования в привычных монофокальных очках для постоянного ношения или для близи.

В последних двух случаях исследования проводят для оценки соответствия имеющейся коррекции состоянию аккомодации.

Рабочую линзу для поправки на расстояние не используют. При анализе результатов поправки на расстояние не вносят. Копируют в одном — горизонтальном — меридиане. В начале исследования просят испытуемого внимательно смотреть на таблицу, закрепленную в плоскости ретиноскопа, и называть буквы или читать слова, детей просят описывать картинки в таблице вслух. Проводят исследование, добиваясь нейтрализации.

Если аккомодационный ответ соответствует аккомодационному стимулу — испытуемый точно аккомодирует на расстояние, с которого проводят ретиноскопию, исследователь сразу обнаружит нейтрализацию. Значения рефракции останутся те же. Так, если рефракция пациента +1,0 дптр, а при проведении исследования с расстояния 40 см сразу обнаруживается нейтрализацию, аккомодационный ответ составляет 2,5 дптр — точно соответствует расстоянию до стимула.

Такая идеальная ситуация встречается не всегда.

Аккомодационный ответ считают недостаточным, если на сетчатке формируется гиперметропическая установка. Это положительный accommodative lag (Campbell C.E., Benjamin W.J., Howland H.C., 2006). При расположении фиксации таблицы и ретиноскопа в одной плоскости исследователь видит прямое движение рефлекса.

Аккомодационный ответ считают избыточным, если на сетчатке возникает миопическая установка — accommodative lag отрицательный. При расположении фиксации таблицы и ретиноскопа в одной плоскости исследователь видит обратное движение рефлекса.

Часто у лиц с нормальной аккомодацией обнаруживают accommodative lag — задержку

аккомодационного ответа в $+0,25-0,75$ дптр. Определить значения accommodative lag возможно тремя способами (Grosvenor T.P., 1982; Campbell C.E., Benjamin W.J., Howland H.C., 2006).

Первый способ. Расстояние от глаза испытуемого до фиксации таблицы остается неизменным. Величину accommodative lag определяют, отодвигая ретиноскоп от глаза пациента или приближая к нему до достижения нейтрализации. Это самый распространенный способ. По имени автора его называют Nott ретиноскопия.

Второй способ. Во время исследования ретиноскоп и фиксационная таблица находятся в одной плоскости, расстояние от глаза до таблицы и ретиноскопа остается неизменным. Величину accommodative lag определяют, приставляя к глазу испытуемого плюсовые или минусовые линзы возрастающей силы до момента нейтрализации. Способ известен как MEM ретиноскопия (Monocular Estimation Method).

Третий способ. Расстояние от глаза до ретиноскопа остается неизменным. Величину accommodative lag определяют, придвигая к глазу или отдаляя от глаза испытуемого фиксационную таблицу до момента нейтрализации. Это bell ретиноскопия — в первоначальном варианте в качестве объекта фиксации использовали серебряный колокольчик.

Nott ретиноскопия

Для проведения Nott ретиноскопии удобнее пользоваться фороптером. Перед началом исследования барабаны фороптера сводят для ближних измерений. В зависимости от задач исследования в фороптере устанавливают линзы, соответствующие статической рефракции, или линзы, соответствующие привычной коррекции для постоянного ношения или для близи. Фиксационную таблицу с помощью специальной предусмотренной в фороптере штанги крепят напротив глаз испытуемого. Исследование обычно проводят для расстояния 40 см. Таблица должна иметь достаточное число стимулов, чтобы удерживать внимание испытуемого во время исследования. Для Nott ретиноскопии лучше использовать таблицу в виде вертикальной полосы, поскольку скопию проводят чуть сбоку от таблицы, а во время исследования возможно перемещение ретиноскопа в положение перед фиксационной таблицей. Таблица должна быть хорошо освещена, однако свет не должен быть слишком ярким.



Рис. 4.2.3.2. Проведение Nott ретиноскопии: если аккомодационный ответ недостаточен, ретиноскоп отодвигают в положение «за фиксационной таблицей» до достижения нейтрализации

Просят пациента читать буквы. Исследователь устанавливает ретиноскоп на том же расстоянии от глаза, что и фиксационная таблица, и скопирует своим правым глазом правый глаз испытуемого в горизонтальном меридиане.

Если в начале исследования отмечают нейтрализацию — accommodative lag равен нулю. Аккомодационный ответ соответствует аккомодационному стимулу. Исследование правого глаза заканчивается, приступают к исследованию левого глаза, исследователь скопирует левый глаз испытуемого своим левым глазом.

Если в начале исследования рефлекс движется в прямом направлении — accommodative lag положительный. Аккомодационный ответ недостаточен — слабее аккомодационного стимула. Продолжая скопировать, отодвигают ретиноскоп от глаза испытуемого в положение за фиксационной таблицей, до достижения нейтрализации (рис. 4.2.3.2). Расстояние, на котором достигается нейтрализация, соответствует величине аккомодационного ответа, а его отличие от расчетного значения — accommodative lag. Так, если фиксационная таблица находится на расстоянии 40 см от глаза испытуемого, а при скопии с этого расстояния отмечают прямое движение рефлекса — аккомодационный ответ составляет менее 2,5 дптр. Ретиноскоп отодвигают от глаза. Допустим, что нейтрализация отмечается только с 50 см — аккомодационный ответ 2,0 дптр, а accommodative lag — $+0,5$ дптр. Если нейтрализация отмечается только с 1 м — аккомодационный ответ 1,0 дптр,

а accommodative lag составит $+1,5$ дптр — значения аккомодации существенно слабее допустимых физиологических значений.

Если в начале исследования рефлекс движется в обратном направлении — accommodative lag отрицательный. Аккомодационный ответ избыточен — сильнее аккомодационного стимула. Продолжая скопировать, приближают ретиноскоп к глазу испытуемого в положение перед фиксационной таблицей, до достижения нейтрализации. Так, если фиксационная таблица находится на расстоянии 40 см от глаза испытуемого, а при скопии с этого расстояния отмечают обратное движение рефлекса — аккомодационный ответ составляет более 2,5 дптр. Ретиноскоп приближают к глазу. Допустим, что нейтрализация отмечается с 25 см — аккомодационный ответ 4,0 дптр, а accommodative lag — $-1,5$ дптр.

MEM метод (Monocular Estimation Method)

При проведении MEM ретиноскопии требуется смена силы корректирующих линз. Для этого можно использовать фороптер. Если в задаче исследования входит оценка аккомодации в привычных очках — для смены силы линз используют пробные линзы из набора, прикладывая их к передней поверхности очковых линз.

Исследование чаще проводят для привычного рабочего расстояния. Его обычно используют, чтобы оценить, насколько адекватен аккомодационный ответ привычному рабочему расстоянию испытуемого при использовании привычной коррекции — очков для постоянного ношения, очков для близи, либо без использования очков. Привычное рабочее расстояние определяют, наблюдая за испытуемым во время работы, или измеряют величину Narmon — расстояние от локтя до сложенных кольцом большого и указательного пальцев. У детей это расстояние обычно не более 20-25 см.

Для фиксации используют специальную MEM карту с символами для близи, в центре карты имеется отверстие. Карту фиксируют к ретиноскопу таким образом, чтобы окуляр ретиноскопа оказался в центре отверстия.

Скопируют правый глаз испытуемого в горизонтальном меридиане. Если сразу отмечают нейтрализацию — исследование заканчивают, аккомодационный ответ соответствует аккомодационному стимулу, accommodative lag равен нулю.

Если рефлекс движется в прямом направлении — аккомодационный ответ недостаточный, а accommodative lag положительный. К глазу испытуемого приставляют плюсовые линзы нарастающей силы до достижения нейтрализации. Сила добавочной плюсовой линзы, с которой достигается нейтрализация, будет соответствовать значению accommodative lag. Так, если для достижения нейтрализации используют дополнительную линзу $+0,5$ дптр — accommodative lag положительный в пределах физиологических значений. Если для достижения нейтрализации требуется линза $+1,5$ дптр — аккомодационный ответ недостаточен. Решают вопрос о необходимости аддидации или функционального лечения.

Если рефлекс движется в обратном направлении — аккомодационный ответ избыточен, а accommodative lag отрицательный. К глазу испытуемого приставляют минусовые линзы нарастающей силы до достижения нейтрализации. Так, если для достижения нейтрализации используют дополнительную линзу $-1,0$ дптр — аккомодационный ответ избыточен. Решают вопрос о необходимости изменения коррекции (увеличения минусовой сферы, ослабления аддидации) или функционального лечения.

Bell ретиноскопия

Исследование обычно проводят с расстояния 50 см. Методика заключается в движении к глазу или от него фиксационной таблицы, в то время как положение ретиноскопа не меняется. Принцип измерения такой же, как при других методах, но оценку результата проводят иначе.

Исследование начинают с наблюдения движения рефлекса в момент, когда фиксационная мишень и ретиноскоп находятся на одинаковом расстоянии от глаза испытуемого.

Если изначально рефлекс обратный, говорят об избыточной аккомодации для этой дистанции — отрицательный lag, и исследование заканчивают.

Если изначально наблюдают нейтрализацию или прямое движение, придвигают фиксационную таблицу к глазу испытуемого медленно, не быстрее чем 5 см в секунду, до тех пор пока движение рефлекса не станет обратным. Отмечают расстояние от пациента до мишени, на котором обратное движение стало заметно, и продолжают двигать мишень в направлении к пациенту еще на несколько сантиметров. Далее

изменяют направление движения таблицы и тянут мишень назад от пациента с той же скоростью, до тех пор пока снова не будет наблюдаться прямое движение. Отмечают и эту дистанцию. Проводят исследование на втором глазу.

Результат считают нормальным, если:

– при движении таблицы в направлении испытуемого обратное движение появляется на расстоянии между 42 и 35 см;

– при движении таблицы от испытуемого прямое движение наблюдается от 38 до 45 см.

Результат измерений записывают через дробь, например, 42/45.

При проведении bell ретиноскопии в качестве фиксационной мишени можно использовать металлический или пластиковый шарик, тогда просят испытуемого фиксировать свое отражение в шарике.

Широкое внедрение в офтальмологическую практику стандартных авторефрактометров и авторефрактометров «открытого поля», позволяющих помимо определения статической рефракции исследовать динамическую рефракцию глаза, несколько снизило значимость скиаскопии для большинства офтальмологов, в особенности нового поколения. Однако скиаскопия (ретиноскопия) остается надежным способом рефракто- и аккомодометрии, позволяющим избежать ошибок, свойственных автоматическим методам — любые измерения проводятся под визуальным контролем исследователя.

Скиаскопия (ретиноскопия) остается незаменимым методом для случаев, когда автоматические методы не могут быть применены в силу возраста пациента или других причин. Ретиноскопия может быть использована в экспериментах на животных.

Литература

1. Проскурина О.В. Динамика рефракции, диагностика и принципы коррекции аметропии у детей и подростков. Дис. ... д-ра мед. наук. М, 2007. С. 162-182.
2. Радзиховский Б.Л. Офтальмологическая диагностика. Черновцы, 1957. С. 51-64.
3. Розенблюм Ю.З. Оптометрия. СПб.: Гиппократ, 1996. С. 68-75.
4. Campbell C.E., Benjamin W.J., Howland H.C. Objective refraction: retinoscopy, autorefraction, and photorefraction // Borish's clinical refraction / Eds by Benjamin W.J. St. Louis: Butterworth-Heinemann, 2006. P. 682-764.
5. Grosvenor T.P. Primary care optometry: a clinical manual. Chicago: The Professional Press, Inc., 1982. 516 p.
6. Mohindra I. A non-cycloplegic refraction technique for infants and young children // J. Am. Optom. Assoc. 1977. V. 48. P. 518-523.
7. Rosner J. Pediatric optometry. Boston, London: Butterworths, 1982. P. 142-159.
8. Saladin J.J. Phorometry and stereopsis // Borish's clinical refraction / Eds by Benjamin W.J. St. Louis: Butterworth-Heinemann, 2006. P. 899-962.

5

НАРУШЕНИЯ АККОМОДАЦИИ

О.В. Проскурина, О.В. Жукова

Одну из первых попыток классифицировать аномалии аккомодации предпринял Duane в 1915 г. Некоторые из ее пунктов отражают только симптомы аккомодационных нарушений. Впоследствии эта классификация видоизменялась, но основа ее сохранилась. В современной зарубежной литературе, с различными вариациями, большинство авторов упоминают как минимум три типа нарушений аккомодации: аккомодационную недостаточность (accommodative insufficiency), чрезмерную аккомодацию (accommodative excess), невозможность аккомодации (accommodative infacility).

Несколько отличается отечественный подход к классификации аккомодационных нарушений. Этому вопросу особое внимание всегда уделяли отечественные корифеи в вопросе аккомодации Ю.З. Розенблюм, С.Л. Шаповалов, Е.Е. Сомов. Именно их работы сформировали нашу точку зрения. Особого описания заслуживают следующие патологические состояния аккомодации:

- спазм аккомодации;
- привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА);
- парез (паралич) аккомодации;
- слабость аккомодации;
- аккомодационная астенопия;
- пресбиопия, которая, впрочем, может быть отнесена к этому списку лишь условно;
- нарушения аккомодации после рефракционных операций.

Спазм аккомодации

Спазм аккомодации — острый патологический избыточный тонус аккомодации, вызывающий миопизацию манифестной рефракции и снижающий максимальную корригированную остроту зрения.

Развивается чаще всего у подростков 12-18 лет, но может встречаться и в более раннем возрасте, редко — у взрослых. Как правило, страдают эмоционально лабильные пациенты. Предшествует обычно сильный стресс или длительное эмоциональное напряжение, иногда вкупе с чрезмерной зрительной нагрузкой. Спазм аккомодации может предшествовать черепно-мозговая травма (London R., 2003; Monteiro M.L., 2003), описаны случаи развития спазма аккомодации после рефракционных операций (Airiani S., 2006; Prakash G., 2007).

Заболевание чаще двустороннее, хотя случаи одностороннего спазма аккомодации нередки, и это более характерно для взрослых. Жалобы сводятся к резкому ухудшению зрения вдаль; способность читать, но на очень близком расстоянии, обычно сохраняется. В некоторых случаях острота зрения ухудшается одномоментно — пациент может точно указать день, час и обстоятельства ухудшения зрения, в других пациент, даже приблизительно, не может определить сроки снижения зрения — вчера, неделю, месяц или год назад. В естественных условиях определяется миопическая рефракция, обычно выше 5,0 дптр, часто около 10,0 дптр. При этом острота зрения без коррекции снижена до 0,2-0,3 — несоответствие между выявленной рефракцией и остротой зрения. Приставление минусовых линз возрастающей силы очень медленно повышает остроту зрения, а максимальная корригированная острота зрения остается менее 1,0 и составляет обычно 0,6-0,8. При этом пациент может различать оптоотипы, соответствующие остроте зрения 0,8, но делать ошибки в ряду с более крупными знаками. В редких случаях спазм аккомодации индуцирует сходящееся косоглазие. Характерным признаком стойкого спазма аккомодации служит

несоответствие выявленной в естественных условиях рефракции значениям ПЗО. Объем абсолютной аккомодации определить не удается — дальнейшая точка ясного зрения сливается с ближайшей точкой. Объем относительной аккомодации также не определяется. После инстилляций мягких циклоплегических средств (даже циклопентолата!) выявляется небольшая остаточная миопия до 2,0-3,0 дптр, не диагностированная ранее. После атропинизации выявляется эмметропия или слабая гиперметропия. После окончания действия циклоплегии ложная миопия полностью возвращается. Невропатолог отмечает функциональные нарушения центральной нервной системы. Заболевание может быть диагностировано как оптиконевроз.

Лечение весьма затруднено. Часто необходима консультация невропатолога и активная помощь психотерапевта, на которую такие пациенты соглашаются далеко не всегда. Офтальмолог может назначать адренэргические мидриатики (мезатон, ирифрин), попытки тренировок на аккомодотренере, функциональное лечение, физиопроцедуры. Хорошие результаты дает рефлексотерапия. Иногда рекомендуют длительные инстилляции атропина и бифокальные очки (Sarkies N.J., 1985; Rutstein R.P., 2010), по-видимому, в надежде «передержать» пациента до самопроизвольного купирования спазма.

Стойкий спазм аккомодации может удерживаться в течение 2-30 месяцев (Rutstein R.P., 1988) и обычно спонтанно проходит, но весьма часто дает рецидивы.

Будучи военным врачом, Ю.З. Розенблюм наблюдал спазм аккомодации у солдат срочной службы. Единственным эффективным «лечением» в этом случае стала демобилизация.

Как видим, это заболевание никак не похоже на тот «спазм», который многие офтальмологи считают предвестником и начальной фазой развития миопии. А вот следующий синдром имеет к ней прямое отношение.

Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА)

Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) — длительно существующий избыточный тонус аккомодации, вызывающий миопизацию манифестной рефракции и не снижающий максимальную скорректированную остроту зрения. Термин был предложен Е.Е. Сомовым в 1993 г.

ПИНА чаще развивается у детей и может предшествовать развитию осевой миопии, нередко случаи развития ПИНА у взрослых, занятых напряженным зрительным трудом. Часто предшествуют простудные заболевания, эмоциональное и/или зрительное напряжение. Состояние развивается постепенно, вначале имеет волнообразное течение — симптомы более выражены в конце дня, в конце рабочей недели, после зрительной нагрузки.

Жалобы пациентов сводятся к периодическому, а позднее к стойкому двустороннему снижению остроты зрения вдаль, реже снижается острота зрения одного глаза. Отмечаются также затруднения при работе на близком расстоянии.

В естественных условиях определяется миопическая рефракция, величина ее может не соответствовать снижению остроты зрения без коррекции. Приставление минусовых линз повышает остроту зрения до 1,0 и выше, но для ее достижения часто требуется затуманивание. Объем абсолютной аккомодации обычно снижен за счет приближения к глазу дальнейшей точки ясного зрения, ближайшая точка может быть отдалена, приближена к глазу или имеет нормальные значения. ЗОА почти всегда снижен, часто до нуля. После инстилляций циклоплегических средств (циклопентолата, атропина) выявляется слабая гиперметропия, эмметропия или миопия слабее выявленной в естественных условиях, а некорригированная острота зрения повышается по сравнению с исходной. После окончания действия циклоплегии ложная миопия возвращается полностью или почти полностью. Часто ложная миопия переходит в истинную осевую миопию.

Для купирования ПИНА часто используют очки, обеспечивающие слабый миопический дефокус, рекомендуют положительные линзы для чтения (Дашевский А.И., 1973), альтернирующую анизокоррекцию (Тарутта Е.П., 2008; Филинова О.Б., 2009). Назначают адренэргические мидриатики — ирифрин 2,5% или 10% (Волкова Е.М., Страхов В.В., 2005; Жукова О.В. с соавт., 2007; Бржеский В.В., Воронцова Т.Н., 2008; Егорова А.В., 2009; Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Филинова О.Б., 2010) и М-холиноблокаторы — циклопентолат 1% или тропикамид 1% (Заяни Набил, 2012). Используют деликатные домашние тренировки аккомодации: упражнения с меткой на стекле и очень осторожные занятия на аккомодотренере.

Для преодоления избыточного тонуса аккомодации используют тренировки дивергентной дезаккомодации (Дашевский А.И., 1973), в том числе в автоматическом режиме (Жаров В.В., Егорова А.В., 2008). Хорошие результаты дает функциональное лечение: лазер-стимуляция цилиарной зоны, инфразвуковой пневмомассаж (Лазук А.В., Иомдина Е.Н., 2004). Рефлексотерапию, физиопроцедуры также используют в комплексном лечении.

Парез (паралич) аккомодации

Парез (паралич) аккомодации — острое или подострое расстройство аккомодации, при котором изменение оптической установки глаза к любому расстоянию за счет изменения рефракции становится временно невозможным.

Парез (паралич) аккомодации — состояние, обратное ее спазму. Встречается довольно редко, в несколько раз реже спазма аккомодации. Развивается преимущественно в возрасте 7-15 лет, чаще у девочек, редко у взрослых. Страдают часто эмоционально лабильные подростки. Парезу обычно предшествуют стресс, общее острое заболевание, диагностическая инстиляция атропина, наркоз. Заболевание также может быть индуцировано патологическими процессами в центральной нервной системе: травмой, опухолью, воспалением (Головин С.С., 1923).

Заболевание чаще двустороннее. Жалобы пациента сводятся к невозможности читать, а иногда и к ухудшению зрения вдаль. Рефракция, как правило, слабая гиперметропия. Острота зрения вдаль может быть нормальной, но чаще снижена и плохо корректируется линзами — парез аккомодации может сопровождаться амблиопией истерического типа. Острота зрения вблизи всегда значительно снижена — пациент с трудом читает ряд таблицы для близи, соответствующий остроте зрения 0,1. Острота зрения для близи, однако, хорошо корректируется положительными линзами. Приставление плюсовых линз, полностью компенсирующих парез, позволяет таким пациентам довольно свободно читать текст, соответствующий остроте зрения для близи 0,6-0,7. Объем абсолютной аккомодации определить не удается — ближайшая точка ясного зрения сливается с дальнейшей точкой. Объем относительной аккомодации равен нулю — не определяется даже отрицательная

(израсходованная) часть относительной аккомодации. Нередко отмечается концентрическое сужение поля зрения, мидриаз, затруднение конвергенции. Невропатолог отмечает функциональные нарушения ЦНС. Заболевание часто диагностируют как оптиконевроз.

Лечение сводится к назначению временных плюсовых очков для работы, мягким упражнениям по тренировке аккомодации типа «аккомодотренер», функциональному лечению (лазер-стимуляция цилиарной зоны, пневмомассаж), инстилляциям 1% пилокарпина 1-2 раза в сутки, используется рефлексотерапия, физиотерапия, массаж. Лечение во всех случаях проводится совместно с невропатологом, крайне желательно участие психотерапевта. Нередко лечение долго остается малоэффективным, а при положительных результатах возможны рецидивы.

Слабость аккомодации

Слабость аккомодации — длительно существующее состояние недостаточной или неустойчивой аккомодации.

Обнаруживается весьма часто у детей школьного возраста (иногда у дошкольников), особенно ослабленных и страдающих хроническими или частыми простудными заболеваниями. Дети жалуются на быстрое утомление при чтении, читают и пишут, сильно приближая книгу и тетрадь к глазам, трут глаза. Острота зрения вдаль без коррекции может быть снижена, но исправляется корректирующими линзами. Острота зрения вблизи остается нормальной, либо может быть незначительно снижена — пациент может читать текст, соответствующий остроте зрения 0,5-0,6. Приставление слабых добавочных положительных линз, компенсирующих недостаточность аккомодации, повышает остроту зрения для близи до нормальных значений. В естественных условиях выявляется слабая гиперметропия, эмметропия, но чаще слабая миопия. Объем абсолютной аккомодации может соответствовать возрастной норме, хотя чаще он умеренно снижен, в основном за счет отдаления ближайшей точки ясного зрения от глаза. Нередко дальнейшая точка ясного зрения приближена к глазу. Относительная аккомодация, точнее ЗОА, резко снижен, обычно до нуля. Конвергенция бывает ослаблена. При проведении эргографии и аккомодографии определяется неустойчивость аккомодации.

Аккомодационный ответ снижен по сравнению с нормальными значениями. После инстилляции циклоплегических средств рефракция может оставаться стабильной, но чаще определяется сдвиг рефракции в сторону ее ослабления — миопия переходит в эметропию, слабую гиперметропию или миопию меньшей величины, что указывает на сопутствующее привычно-избыточное напряжение аккомодации. Длительное наблюдение за такими детьми показывает, что у большинства из них развивается истинная (осевая) миопия.

Исходя из изложенного выше, лечение данной патологии должно быть направлено не на восстановление некорригированной остроты зрения вдаль, а на развитие аккомодационной способности. Учитывая выраженную слабость и неустойчивость аккомодации, восстановление аккомодации начинают с аппаратного лечения: стимуляции цилиарной мышцы низкоэнергетическим лазером (Аветисов Э.С., Тарутта Е.П., Аникина Е.Б. с соавт., 1997); вакуумного массажа (Сидоренко Е.И., 1993). Рекомендуют деликатные тренировки аккомодации — упражнение с меткой на стекле. Для медикаментозной поддержки аккомодации назначают ирифрин 2,5% (Жукова О.В., 2008; Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Филинова О.Б., 2010). Позднее применяют более активные тренировки аккомодации (чтение со сменными очками по Э.С. Аветисову и К.А. Мац (1971)), упражнения на домашнем аккомодотренере (Мац К.А., Лохтина Н.И., 1974), при ПИНА — тренировки дивергентной дезаккомодации. Критериями эффективности лечения служат повышение ЗОА, приближение к глазу ближайшей точки ясного зрения и стабилизация рефракции.

Аккомодационная астенопия

Буквальный перевод слова астенопия — «отсутствие силы зрения» (от греч. *astheos* — слабый и *ops* — глаз).

Астенопия не является самостоятельным видом нарушений аккомодации. Это симптомокомплекс, развивающийся у лиц, занятых напряженным зрительным трудом, связанный с аномалиями рефракции, аккомодационными и/или бинокулярными нарушениями. Под астенопией понимают такое состояние (расстройство зрения), при котором выполнение оператором специфической для него зрительной работы

затруднено или невозможно (Сомов Е.Е., 1989). При астенопии зрительно-напряженная работа приводит как к кратковременным (в течение рабочего дня), так и к стойким изменениям функций органа зрения. При этом грубых изменений, как правило, не выявляется, а обнаруженные функциональные нарушения могут быть незначительными, показатели их близки к нижней границе нормы. При этом жалоб непропорционально много, они сильно выражены и в особо тяжелых случаях ведут к временной утрате трудоспособности. При астенопии в первую очередь «страдает» система рефракции и аккомодации.

По А.И. Дашевскому, различают аккомодационную, мышечную, смешанную, нервную и симптоматическую астенопию. Аккомодационную форму, в свою очередь, разделяют на рефракционную, астеническую и спазматическую. Мышечную — на рефракционную и астеническую.

Рефракционная форма аккомодационной астенопии связана с некорригированными либо неправильно корригированными аномалиями рефракции (Кушнаревич Н.Ю., 2009). Астеническая — с нарушениями аккомодации, проявляющимися снижением ЗОА, отдалением ближайших точек ясного зрения от глаз и их асимметрией, снижением аккомодационного ответа и устойчивости аккомодации. У лиц старше 40 лет причиной астенической астенопии может стать некорригированная пресбиопия. Спазматическая форма аккомодационной астенопии связана со стойким или периодическим приближением к глазу дальней точки ясного зрения — ПИНА.

Рефракционная форма мышечной астенопии связана с некоординированностью работы аккомодации и конвергенции при близорукости, астигматизме, некорригированной дальнозоркости и анизометропии. Астеническая — с ослаблением внутренних прямых мышц глаза.

Офтальмологу чаще всего приходится сталкиваться со смешанными формами астенопии, когда рефракционные, аккомодационные и глазодвигательные нарушения связаны между собой и усугубляют друг друга. Часто не удается определить, какие из этих нарушений первичны.

Астенопия может формироваться в любом возрасте и при любой рефракции, всегда связана с более или менее активной зрительной нагрузкой и всегда снижает зрительную работоспособность. Пациенты предъявляют

многочисленные глазные и зрительные жалобы, часто сопровождающиеся общими и психоэмоциональными симптомами.

Офтальмолог выявляет: рефракционные нарушения, в том числе слабой степени и ранее недиагностированные; нарушения аккомодации, более выраженные на ведущем глазу; нарушения мышечного равновесия, чаще экзофорию для близи более 6 пр. дптр; симптомы «сухого глаза».

Диагностика сводится к установлению возможной причины астенопии. После этого принимается решение об оптической коррекции, функциональном и медикаментозном лечении. Оно бывает сугубо индивидуальным.

Пресбиопия

Термин происходит от греч. *presbys* — старый и *ops, opos* — глаз, зрение. Большая медицинская энциклопедия предлагает следующую формулировку: «пресбиопия, или старческая дальнозоркость, представляет собой ослабление аккомодации, физиологически наступающее в пожилом возрасте». Безусловно, такая «жесткая» формулировка не может звучать в присутствии пациента.

В патогенезе пресбиопии ведущая роль принадлежит уплотнению вещества хрусталика, в результате чего он перестает изменять свою преломляющую силу при перемещении взора на конечное расстояние. Это наиболее старая в историческом смысле, но не утратившая до наших дней актуальности теория (Gullstrand A., 1908; Fincham E.F., 1937; Fisher R.F., 1971; Pau H., Kranz J., 1991; Glasser A., Campbell M.C.W., 1998).

Несмотря на очевидность процесса факосклероза, это не единственный фактор в патогенезе пресбиопии. Определенную роль играет возрастное изменение эластичности капсулы хрусталика: к 60-75 годам капсула становится толще, затем истончается, эластичность ее с возрастом резко снижается, что препятствует изменению формы хрусталика (Fisher R.F., 1969; Krag S. et al., 1997). Ряд авторов указывают на роль возрастных изменений в связочном аппарате хрусталика. За счет увеличения размера хрусталика зона прикрепления цинновых связок к экватору хрусталика смещается вперед, угол между капсулой и связками в зоне прикрепления уменьшается. Это приводит к тому, что в процессе дезаккомодации напряжения,

создаваемого связками на капсуле хрусталика, становится недостаточно для ее уплощения, хрусталик остается выпуклым и как бы все время аккомодирует (Farnsworth P.N., Shyne S.E., 1979; Koretz J.F., Handleman G.H., 1986; Bito L.Z., Miranda O.C., 1989; Pierscionek B.K., Weale R.A., 1995).

Инволюционные изменения в глазу человека затрагивают и цилиарную мышцу. Было установлено, что с 30 до 85 лет цилиарная мышца укорачивается в 1,5 раза; площадь радиальной порции уменьшается, площадь циркулярной порции увеличивается, в меридиональной порции увеличивается количество соединительной ткани, вершина мышцы приближается к склеральной шпоре, приобретая вид аккомодирующей мышцы молодого человека (Tamm S., Tamm E., Rohen J.W., 1992). Кроме того, в цилиарном теле уменьшается количество лизосом в миоцитах, нарушается миелинизация нервных окончаний, снижается эластичность коллагеновых волокон, что ведет к уменьшению сократительной способности мышцы (Lütjen-Drecoll E., Tamm E., Kaufman P.L., 1988; True-Gabelt B., Kaufman P.L., Polansky J.R., 1990; Tamm E., Lütjen-Drecoll E., Jungkunz W., Rohen J.W., 1991; Poyer J.F., Kaufman P.L., Flügel C., 1993).

Сроки начала пресбиопии и быстрота ее развития зависят от совокупности генетических, биофизических и биохимических факторов.

Пресбиопия — физиологическое состояние глаза, однако возрастное увеличение размера хрусталика и нарушение процессов аккомодации и дезаккомодации могут играть значительную роль в патогенезе глаукомы. Сама по себе пресбиопия, не являясь причиной глаукомы, в глазах с анатомической и биохимической предрасположенностью может приводить к изменениям, вызывающим повышение внутриглазного давления. В небольших по размеру глазах с узким углом передней камеры возможно развитие блокады угла и закрытоугольной глаукомы. Чаще всего эти глаза имеют гиперметропическую рефракцию. В глазах с широким углом передней камеры могут возникать изменения другого характера. Увеличение размера и уплотнение хрусталика приводит к уменьшению амплитуды экскурсий цилиарного тела, что в свою очередь уменьшает объем жидкости, вытесняемый из передней камеры. Это приводит к состоянию гипоперфузии дренажной системы глаза. В норме в трабекулярном аппарате

Таблица 5.1

Рекомендованная величина оптимальной аддидации для разных расстояний в зависимости от объема абсолютной аккомодации (ОАА), дптр*

ОАА	Возраст	A _{комф} (2/3 ОАА)**	Add для 50 см	Add для 40 см	Add для 33 см	Add для 25 см
3,0	40	2,0	не требуется	0,5	1	2,0
2,75		1,83 (1,75)	не требуется	0,75	1,25	2,25
2,5	45	1,66 (1,5)	0,5	1,0	1,5	2,5
2,25		1,5	0,5	1,0	1,5	2,5
2,0	50	1,33 (1,25)	0,75	1,25	1,75	2,75
1,75		1,16 (1,0)	1,0	1,5	2,0	3,0
1,5	55	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0
1,25		0,83 (0,75)	1,25	1,75	2,25	3,25
1,0	60	0,66 (0,5)	1,5	2,0	2,5	3,5
0,75		0,5	1,5	2,0	2,5	3,5
0,5	65	0,33 (0,25)	1,75	2,25	2,75	3,75
0		0	2,0	2,5	3,0	4,0

ПРИМЕЧАНИЕ: * — использована таблица, предложенная пособием для офтальмологов и оптометристов «Практическая рефракция» (М.: Ессилор, 2008. С. 38);
** A_{комф} — аккомодация комфорта предполагает, что для комфортной работы на близком расстоянии возможно затрачивать не более 2/3 объема абсолютной аккомодации (критерий Персиваля), именно этот критерий приведен в данной таблице. Есть мнение, что этот критерий применим для ОАА более 2,0 дптр. При меньших значениях ОАА аккомодация комфорта A_{комф} составляет ½ ОАА.

существует равновесие между процессами синтеза и вымывания гликозаминогликанов. Гипоперфузия дренажной системы ведет к увеличению содержания в ней сульфатированных гликозаминогликанов и, как следствие, к снижению ее проницаемости и развитию открытоугольной глаукомы (Золотарёв А.В., Карлова Е.В., 2010).

Для большинства людей пресбиопия представляет возрастное изменение аккомодации, заключающееся в отдалении от глаза ближайшей точки ясного зрения, что происходит в основном за счет снижения эластических свойств хрусталика. Основоположником учения о пресбиопии признан F. Donders.

Пресбиопия неизменно развивается у всех людей независимо от рефракции и манифестирует обычно в возрасте 40-50 лет. Жалобы пациентов сводятся к снижению остроты зрения

вблизи, в том числе и в привычных очках. Очевидно, что миопы в 2,0-4,0 дптр менее всего страдают от пресбиопии — острота зрения вблизи без коррекции у них остается высокой.

Коррекция пресбиопии сводится к подбору добавочной коррекции для близи — аддидации (ADD, Add), которая постепенно усиливается по мере возрастного ослабления способности к аккомодации и выраженности симптомов пресбиопии. Ориентировочно величина аддидации может быть определена по возрасту пациента. Большинству российских офтальмологов известна формула A = (B – 30)/10, где A — величина аддидации; B — возраст пациента. Эта формула неизменно приписывается F. Donders (возможно, это и так, но в литературе мы не нашли этому подтверждений) и применима только для рабочего расстояния 33 см. Ю.З. Розенблюм с соавт. (2003) предлагает внести в эту формулу поправочный

коэффициент 0,8 (A = 0,8 × (B – 30)/10), что делает ее более соответствующей оптическим потребностям современного пресбиопы, однако и такой расчет может служить лишь ориентиром, поскольку при выборе аддидации учитывают не столько возраст, сколько привычное рабочее расстояние и величину остаточной аккомодации (табл. 5.1).

Коррекция пресбиопии в настоящее время может быть реализована тремя способами: очковая коррекция; контактная коррекция; интраокулярная коррекция и другие способы хирургической коррекции.

Несмотря на успехи контактологии и рефракционной хирургии, очки пока остаются приоритетным способом коррекции пресбиопии.

Нарушения аккомодации после рефракционных операций

Нарушения аккомодации у лиц, перенесших рефракционные операции, по-видимому, явление нередкое. Однако в литературе этому уделено очень мало внимания. Такие нарушения чаще носят транзиторный характер, но могут быть и продолженными.

В послеоперационном периоде пациенты могут предъявлять жалобы на снижение зрения вблизи. При этом зрение может улучшаться при избирательном направлении взора — возникают затруднения при работе на близком расстоянии, быстрое утомление. Пациенты испытывают трудности в фокусировке при переводе взора с дальнего на ближнее расстояние.

Характер нарушений аккомодации зависит от вида вмешательства, а также связан с состоянием аккомодации до операции и предшествующей операции коррекции. Известно, что после роговичных вмешательств фокусная зона расширяется и удлиняется, поэтому субъективно определяемый по оптотипам объем абсолютной аккомодации может быть увеличен. Значения относительной аккомодации, по-видимому, зависят от ее состояния перед операцией и от сохранности бинокулярного зрения после нее (Розенблюм Ю.З.). С другой стороны, было замечено, что лица с миопией, пользовавшиеся до операции контактными линзами, менее всего склонны к аккомодационным нарушениям в послеоперационном периоде. S. Airiani (2006) и G. Prakash (2007) описаны случаи развития спазма аккомодации после рефракционных операций.

При имплантации факичных интраокулярных линз (ИОЛ) объем аккомодации обычно снижается. При артифакии, в случаях имплантации монофокальных ИОЛ, объем абсолютной аккомодации отсутствует, что закономерно. Однако при попытке его измерения определяется объем абсолютной аккомодации в пределах 1,0-2,0 дптр, что следует расценивать как псевдоаккомодацию.

Литература

1. Аветисов Э.С., Мац К.А. Метод тренировки цилиарной мышцы при ослабленной аккомодации // Вопросы профилактики, патогенеза и лечения заболеваний органа зрения у детей. Материалы научн. конф. М., 1971. С. 60-63.
2. Бржеский В.В., Воронцова Т.Н., Ефимова Е.Л., Прусинская С.М. Эффективность препарата ирифрин 10% в лечении детей с привычно-избыточным напряжением аккомодации // Клин. офтальмол. 2008. Т. 9, № 3. С. 90-93.
3. Волкова Е.М., Страхов В.В. Применение ирифрина как стимулятора аккомодации для дали // Клин. офтальмол. 2005. Т. 6, № 2. С. 86-90.
4. Головин С.С. Клиническая офтальмология. Том 1. Методика исследования и симптоматология глазных болезней. М.: Гос. издательство, 1923. С. 452-486.
5. Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973. 152 с.
6. Егорова А.В., Мыкольников Е.С. Препарат ирифрин 2,5% в терапии компьютерного зрительного синдрома // Клин. офтальмология. 2009. № 1. С. 30-32.
7. Жаров В.В., Егорова А.В., Конькова Л.В. Комплексное лечение аккомодационных нарушений при приобретенной миопии. Ижевск, 2008. 104 с.
8. Жукова О.В., Смирницкая Е.Ю., Подсевакина Т.А. и др. Комплексная оценка влияния инстилляций 2,5% ирифрина на аккомодацию и состояние вегетативной нервной системы у детей с прогрессирующей близорукостью слабой степени и спазмом аккомодации // Ерошевские чтения: труды Всерос. конф. посвящ. 105-летию со дня рождения Т.И. Ерошевского. Самара, 2007. С. 650-653.
9. Жукова О.В., Ишкулова Н.А., Русяева Р.А., Скворцова С.В. Влияние инстилляций 2,5% ирифрина на выраженность астенопического синдрома у лиц молодого возраста, постоянно работающих за компьютером // Рефракция 2008: сб. науч. тр. межрег. конф., посвящ. 45-летию СКОБ им. Т.И. Ерошевского и 15-летию Самарского ЦКЗ «Октопус». Самара, 2008. С. 35-36.

10. Заяни Набил. Эффективность медикаментозных методов лечения спазма аккомодации у детей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2012. 19 с.
11. Золотарёв А.В., Карлова Е.В. Роль пресбиопических изменений в патогенезе первичной глаукомы // IX съезд офтальмологов России. Тез. докл. М., 2010. С. 150.
12. Корнюшина Т.А., Ибрагимов А.В., Кащенко Т.П., Магарамова М.Д. Аккомодативная астиопия у школьников с аметропией слабой и средней степени // Рос. педиатрическая офтальмол. 2011. № 1. С. 20.
13. Кушнаревич Н.Ю. Астиопия и ошибки оптической коррекции // Рос. офтальмол. журн. 2009. Т. 2, № 2. С. 56-59.
14. Лазук А.В., Иомдина Е.Н. Результаты функционального лечения нарушений аккомодации при прогрессирующей миопии // Биомеханика глаза – 2004: сб. науч. тр. М., 2004. С. 23-25.
15. Лев О.С., Розенблюм Ю.З., Елхов Л.В., Паутова Л.В. Бинокулярная методика определения коррекции для близи с помощью комплекса «компьютер-жидкокристаллические очки». Пособие для врачей. М., 2003. 22 с.
16. Мац К.А., Лохтина Н.И. Результаты домашних тренировочных упражнений для цилиарной мышцы при слабой миопии. Миопия. М., 1974. С. 109-121.
17. Розенблюм Ю.З., Проскурина О.В. Острота зрения, рефракция и аккомодация у детей // Зрительные функции и их коррекция у детей / Под ред. Аветисова С.Э., Кащенко Т.П., Шамшиновой А.М. М.: Медицина, 2005. С. 38-65.
18. Сомов Е.Е. Введение в клиническую офтальмологию. СПб.: ПМИ, 1993. 198 с.
19. Сомов Е.Е. Методы офтальмоэргоники. Л.: Наука, 1989. 157 с.
20. Сомов Е.Е. О некоторых вопросах работоспособности и зрительного утомления операторов зрительного профиля // Офтальмол. журн. 1986. № 8. С. 452-455.
21. Тарутта Е.П., Ходжабеян Н.В., Филинова О.Б., Кружкова Г.В. Влияние постоянной дозированной слабомиопической дефокусировки на постнатальный рефрактогенез // Вестн. офтальмол. 2008. № 6. Т. 124. С. 21-24.
22. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Филинова О.Б. Влияние 2,5% ирифрина на показатели аккомодации и динамику рефракции у пациентов с прогрессирующей миопией // Рос. офтальмол. журн. 2010. Т. 3, № 2. С. 30-34.
23. Филинова О.Б. Динамика рефракции и мышечного баланса у детей на фоне постоянной слабомиопической дефокусировки в бинокулярном и монокулярном альтернирующем формате // Рос. педиатрическая офтальмол. 2009. № 1. С. 31-33.
24. Шаповалов С.Л., Корнюшина Т.А. Аккомодационная способность глаза // Зрительные функции и их коррекция у детей / Под ред. Аветисова С.Э., Кащенко Т.П., Шамшиновой А.М. М.: Медицина, 2005. С. 93-119.
25. Airiani S., Braunstein R.E. Accommodative spasm after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK) // Am. J. Ophthalmol. 2006. V. 141, N 6. P. 1163-1164.
26. Bito L.Z., Miranda O.C. Accommodation and presbyopia // Eds by Reinecke R.D. / Ophthalmol. Annual. 1989. P. 103-128.
27. Ciuffreda K.J. Accommodation, the Pupil, and Presbyopia // Borish's clinical refraction / Eds by Benjamin W.J. St. Louis: Butterworth-Heinemann, 2006. P. 93-144.
28. Duane A. Anomalies of the accommodation clinically considered // Trans. Am. Ophthalmol. Soc. 1915. N 1. P. 124-134.
29. Farnsworth P.N., Shyne S.E. Anterior zonular shifts with age // Exper. Eye Res. 1979. N 28. P. 291-297.
30. Fincham E.F. The mechanism of accommodation // Br. J. Ophthalmol. 1937. N 8. P. 5-80.
31. Fisher R.F. Elastic constants of the human lens capsule // J. Physiology. 1969. V. 201. P. 1-19.
32. Fisher R.F. The elastic constants of the human lens // J. Physiology. 1971. V. 212. P. 147-180.
33. Glasser A., Campbell M.C.W. Presbyopia and the optical changes in the human lens with age // Vis. Res. 1998. V. 38. P. 209-229.
34. Koretz J.F., Handleman G.H. Modeling age-related accommodative loss on the human eye // Mathematical Modellin. 1986. N 7. P. 1003-1014.
35. Krag S., Olsen T., Andreassen T.T. Biomechanical characteristics of the human anterior lens capsule in relation to age // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1997. V. 38. P. 357-363.
36. Lütjen-Drecoll E., Tamm E., Kaufman P.L. Age changes in rhesus monkey ciliary muscle: light and electron microscopy // Exper. Eye Res. 1988. V. 47. P. 885-899.
37. Lütjen-Drecoll E., Tamm E., Kaufman P.L. Age-related loss of morphologic responses to pilocarpine in rhesus monkey ciliary muscle // Arch. Ophthalmol. 1988. V. 106. P. 1591-1598.
38. London R., Wick B., Kirschen D. Post-traumatic pseudomyopia // Optometry. 2003. V. 74, N 2. P. 111-120.
39. Monteiro M.L., Curi A.L., Pereira A. et al. Persistent accommodative spasm after severe head trauma // Br. J. Ophthalmol. 2003. V. 87, N 2. P. 243-244.
40. Pau H., Kranz J. The increasing sclerosis of the human lens with age and its relevance to accommodation and presbyopia // Graefes Arch. Clin. Exper. Ophthalmol. 1991. V. 229. P. 294-296.

41. Pierscionek B.K., Weale R.A. Presbyopia-a maverick of human aging // Arch. Gerontology and Geriatrics. 1995. V. 20. P. 229-240.
42. Poyer J.F., Kaufman P.L., Flügel C. Age does not affect contractile response of the isolated monkey ciliary muscle to muscarinic agonists // Curr. Eye Res. 1993. V. 12. P. 413-422.
43. Prakash G., Sharma N., Sharma P. et al. Accommodative spasm after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK) // Am J. Ophthalmol. 2007. V. 143, N 3. P. 540-541.
44. Rutstein R.P., Daum K.M., Amos J.F. Accommodative spasm: a study of 17 cases // J. Am. Optom. Assoc. 1988. V. 59, N 7. P. 527-538.
45. Sarkies N.J., Sanders M.D. Convergence spasm // Trans. Ophthalmol. Soc. UK. 1985. V. 104. P. 782-786.
46. Rutstein R.P. Accommodative spasm in siblings: a unique finding // Indian J. Ophthalmol. 2010. V. 58, N 4. P. 326-327.
47. Tamm E., Lütjen-Drecoll E., Jungkunz W., Rohen J.W. Posterior attachment of ciliary muscle in young, accommodating old, presbyopic monkeys // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1991. V. 32. P. 1678-1692.
48. Tamm S., Tamm E., Rohen J.W. Age-related changes of the human ciliary muscle. A quantitative morphometric study // Mechanisms of Ageing and Development. 1992. V. 62. P. 209-221.
49. True-Gabelt B., Kaufman P.L., Polansky J.R. Ciliary muscle muscarinic binding sites, choline acetyltransferase, and acetylcholinesterase in aging rhesus monkey // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1990. V. 31. P. 2431-2436.

Коррекция аккомодационных нарушений может быть реализована в виде очков и контактных линз.

В качестве вспомогательных средств коррекции аккомодационных нарушений используют спектральную коррекцию зрения, специальные покрытия для очковых линз. Ограниченное применение имеют полидиафрагмы (перфорационные очки).

Предпринимаются также осторожные попытки коррекции пресбиопии посредством хирургических вмешательств.

Очки — самый старый и чаще всего используемый способ коррекции.

Очковая коррекция аккомодационных нарушений

Существуют несколько способов очковой коррекции аккомодационных нарушений. Условно их можно разделить на следующие группы.

1. Монофокальные очки для близи.
2. Очки с альтернирующей монолатеральной слабиомиопической дефокусировкой.
3. Монофокальные очки с коррекцией моновижен.
4. Бифокальные и трифокальные очки.
5. Прогрессивные очки.
6. Монофокальные очки для близи с депрессией.
7. Очки «для поддержки аккомодации».

Рассмотрим каждую из этих групп подробнее.

1. Монофокальные очки — самый старый способ коррекции аккомодационных нарушений. Первые очки, появившиеся в XV веке, были плюсовыми и служили в основном для коррекции пресбиопии (Menozzi M., Carimalo C., 2006). За 6 веков истории общий вид их мало изменился. Несмотря на усовершенствование конструкций очковых линз, многие пресбиопы предпочитают монофокальные очки для близи другим способам коррекции.

Преимущества монофокальных очков для близи перед другими способами коррекции аккомодационных нарушений: простота подбора, хорошее качество зрения на конечном расстоянии, легкость адаптации, простота в изготовлении, низкая стоимость и доступность. Последнее обстоятельство часто и определяет выбор пациентов.

Главный *недостаток* монофокальных очков для близи — ограничение глубины зоны ясного зрения небольшим участком, находящимся на конечном расстоянии от глаза. Такие очки существенно снижают остроту зрения вдаль и на средних расстояниях. Это ограничивает их использование при большинстве современных профессий — при зрении вдаль приходится снимать очки или смотреть поверх очков.

Монофокальные очки для близи рекомендуют:

— лицам пресбиопического возраста с рефракцией, близкой к эметропии, которым

требуется коррекция для работы вблизи на одном конечном расстоянии (например, для работы с бумагами) или которые используют очки для близи только в быту;

— лицам пресбиопического возраста с аномалиями рефракции, которым очки для близи требуются редко;

— лицам пресбиопического возраста с затрудненной адаптацией к очкам;

— лицам молодого возраста с выраженной слабостью аккомодации;

— детям с повышенным риском развития и прогрессирования миопии при выявлении у них симптомов слабости аккомодации и/или ПИНА (Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В., Филинова О.Б., Кружкова Г.В., 2008);

— лицам с парезом аккомодации в качестве временной коррекции зрения вблизи.

Рецепт на очки, выбор оправы и линз.

В рецепте на монофокальные очки для близи указывают бинокулярное межцентровое расстояние для близи — всегда одним числом, неважно, четным или нечетным. Если очки для близи выписаны для расстояния 33-40 см — межцентровое расстояние для близи должно быть на 4-7 мм меньше межцентрового расстояния для дали. Если очки выписаны для рабочего расстояния 60-70 см — межцентровое расстояние для близи указывают на 2-3 мм меньше расстояния для дали. Разница в величине межцентрового расстояния для дали и близи зависит от величины межцентрового расстояния для дали, антропометрических данных, рефракции, наличия или отсутствия фории и бинокулярного зрения, состояния конвергенции и других условий (Розенблюм Ю.З., Проскурина О.В., 2006). Особых требований к выбору оправы для монофокальных очков для близи не предъявляется. Рекомендуют линзы из органических материалов. Разметка оправы не нужна.

2. Альтернирующая монолатеральная слабиомиопическая дефокусировка (альтернирующая анизокоррекция) создает разной степени миопический дефокус на двух глазах, при сохранении высокой корригированной бинокулярной остроты зрения. Один глаз корригируют до остроты зрения 0,7-0,8, создавая миопический дефокус в 0,25-0,5 дптр, другой глаз корригируют до получения остаточной или индуцированной миопии около 1,5 дптр (при миопии в 1,5 дптр перед этим глазом устанавливают линзу planum). Выписывают две пары очков для ношения через день (Е.П. Тарутта, Н.В. Ходжабекян, 2006).

Преимущества очков с альтернирующей монолатеральной слабиомиопической дефокусировкой перед другими способами коррекции аккомодационных нарушений: высокая острота зрения вдаль при существенном снижении нагрузки на аккомодацию, простота подбора, простота в изготовлении, низкая стоимость, доступность.

Недостаток очков с альтернирующей монолатеральной слабиомиопической дефокусировкой — некоторое нарушение рефракционно-аккомодационного баланса. Возможна манифестация эзофории для близи (Филинова О.Б., 2009).

Очки с альтернирующей монолатеральной слабиомиопической дефокусировкой рекомендуют детям с миопией слабой степени при выявлении у них симптомов слабости аккомодации и/или ПИНА.

Рецепт на очки, выбор оправы и линз.

В рецепте на очки с альтернирующей монолатеральной слабиомиопической дефокусировкой указывают бинокулярное межцентровое расстояние для дали — всегда одним числом, неважно, четным или нечетным. Требования к выбору оправы — как для детских очков. Рекомендуют линзы из органических материалов. Разметка оправы не нужна.

3. Коррекция моновижен подразумевает коррекцию одного глаза для дали, а другого — для близи. При всей разумности такого подхода коррекция моновижен плохо переносится лицами с изометропией (Ном М.М., 1999; Durrrie D.S., 2006). Однако она может быть оптимальна для миопов с анизометропией или лиц с анизометропическим астигматизмом — в особенности, если ранее они использовали равную по сферическому компоненту коррекцию для двух глаз. Поэтому при выписке очков таким пациентам предпресбиопического возраста рефракционно-аккомодационным балансом можно пренебречь.

Преимущество коррекции моновижен — возможность иметь одну пару очков для дали и близи, что всегда позитивно воспринимается пациентами. *Недостаток* — ограничение глубины зоны ясного зрения вблизи, более выраженное у пресбиопов с опытом.

Монофокальные очки с коррекцией моновижен рекомендуют лицам с миопической анизометропией и анизометропическим астигматизмом, ранее носившим очки с гипокоррекцией глаза с более сильной рефракцией.

Рецепт на очки, выбор оправы и линз. В рецепте на монофокальные очки с коррекцией моновижен указывают межцентровое расстояние для дали. Особых требований к выбору оправы не предъявляется.

Принцип коррекции моновижен может быть реализован также с помощью контактных линз либо посредством рефракционной хирургии.

4. Бифокальные и трифокальные очки. Трифокальные очки почти вышли из употребления с появлением прогрессивных очков, бифокальные также используют все реже и реже. Изобретение бифокальных очков приписывается американскому ученому Бенжамину Франклину. Он первым упоминает о «двойных очках» в своем письме, датированном 1784 г. (М. Джали, 2006). В бифокальных очках верхняя часть линзы предназначена для коррекции вдаль, нижняя – для коррекции вблизи. Рефракция линзы при переходе от верхней части к нижней меняется скачкообразно, и эта зона четко видна.

Преимущества бифокальных очков — четкое зрение в зонах для дали и близи, и возможность использования одной пары очков для постоянного ношения. **Недостатки:** ограничение глубины зоны ясного зрения вблизи; скачок изображения при переходе от верхней зоны линзы к нижней; затруднения при ходьбе (в особенности вниз по лестнице), вызванные искажением привычного восприятия пространства.

- Бифокальные очки рекомендуют:**
- пресбиопам любого возраста, которым необходимо хорошее зрение вдаль и вблизи, если их профессиональная деятельность не связана со зрительной работой на промежуточных расстояниях;
 - молодым пресбиопам, которым аддидация требуется только для чтения;
 - пресбиопам с опытом, ранее носившим бифокальные очки и удовлетворенным качеством зрения;
 - при слабости аккомодации у молодых лиц;
 - детям с повышенным риском развития и прогрессирования миопии при выявлении у них симптомов слабости аккомодации и/или ПИНА.

Рецепт на очки, выбор оправы и линз. Рецепт на бифокальные очки может быть написан в двух формах. Обе формы правильные. Первая — более распространена в России (рис. 6.1.1). В графе «верх» указывают коррекцию для дали, в графе «низ» — коррекцию для близи (коррекция для дали + необходимая аддидация).

Вторая форма более проста и соответствует маркировке очковых линз (рис. 6.1.2). В рецепте указывают коррекцию для дали и аддидацию. Рекомендуем использовать для выписки бифокальных очков вторую форму записи. Межцентровое расстояние указывают только для дали и, желательно, отдельно для каждого глаза. В современных бифокальных линзах центры сегментов для близи правого и левого глаза смещены вовнутрь относительно центров для дали на 2,5 мм. Поэтому бифокальные линзы выпускаются отдельно для правого и левого глаза. Для бифокальных очков рекомендуют оправы с регулируемыми носоупорами для оптимальной установки нижнего сегмента. Для установки двух зон линзы высота рамки оправы должна быть не менее 32 мм. Оправу размечают по краю нижнего века, что в правильно изготовленных бифокальных очках соответствует верхней границе сегмента для близи.

5. Прогрессивные очки — самый эргономичный способ коррекции аккомодационных нарушений, обеспечивающий высокое качество зрения на разных расстояниях (Кушель Т.К., 2003; Fylan F., 2005; Grosvenor T., 2007). В прогрессивной очковой линзе по мере перехода от верхней части линзы (зона для дали) к нижней (зона для близи) оптическая сила постепенно изменяется в пределах так называемого коридора прогрессии. За его пределами находится зона периферического астигматизма (зона искажений).

Первые прогрессивные линзы появились в 1959 г. За последние полвека дизайн их значительно усовершенствовался. Современные прогрессивные линзы имеют сложную асферическую поверхность. Это обеспечивает высокое качество зрения на разных расстояниях, расширяет все зоны линзы, уменьшает и отодвигает на периферию линзы зону искажений и практически решает проблему адаптации к прогрессивным очкам (Минаев Ю.Л., 2007). Последнее поколение прогрессивных линз обеспечивает, по словам их производителей, «зрение с высоким разрешением» за счет контроля волнового фронта, что позволяет рассчитать идеальную оптическую силу линзы при разных направлениях зрения. Прогрессивные линзы разных видов дают преимущества при разных видах деятельности. Универсальные линзы более пригодны для постоянного ношения, вождения автомобиля, занятий спортом. Офисные линзы более

РЕЦЕПТ НА ОЧКИ

« 15 » апреля 2012г.

		Сфера	Цил.	Ось	Призма	Осн.
Прав.	Верх	-5,0	-1,0	170°		
	Низ	-2,5	-1,0	170°		
Лев.	Верх	-5,5	-1,5	10°		
	Низ	-3,0	-1,5	10°		

ADD

Прав.

Лев.

170°

10°

Расстояние между центрами 65 Прав. 33 / Лев. 32

Назначение очков (подчеркнуть):
для дали, для близи, для постоянного ношения

Примечания Очки бифокальные

Спец. покрытия

Особые отметки

Кому Иванов О.П. 65 лет

Врач Павлов Н.В.

Рис. 6.1.1. Рецепт на бифокальные очки с указанием коррекции для дали и близи

подходят для работы с компьютером, чтения, игры на музыкальных инструментах и пр. Для лучшей адаптации используют прогрессивные линзы индивидуального дизайна.

Вопреки сложившемуся мнению о сложности прогрессивной коррекции, прогрессивные очки подбирают по общепринятым правилам коррекции аметропии и пресбиопии. Межцентровое расстояние измеряют отдельно для правого и левого глаза, независимо от вида и степени аметропии. В прогрессивных очках индивидуального дизайна учитывают также другие показатели: пантоскопический угол и угол изгиба плоскости оправы, вертексное расстояние, высоту проема оправы, привычные движения глаз и головы и другие показатели.

Преимущества прогрессивных очков — четкое зрение на всех рабочих расстояниях, отсутствие скачка изображения при переходе от верхней части линзы к нижней, внешнее подобие обычной однофокальной линзе и возможность иметь одну пару очков для постоянного ношения.

РЕЦЕПТ НА ОЧКИ

« 15 » апреля 2012г.

		Сфера	Цил.	Ось	Призма	Осн.
Прав.	Верх	-5,0	-1,0	170°		
	Низ					
Лев.	Верх	-5,5	-1,5	10°		
	Низ					

ADD

Прав. 2,5

Лев. 2,5

170°

10°

Расстояние между центрами 65 Прав. 33 / Лев. 32

Назначение очков (подчеркнуть):
для дали, для близи, для постоянного ношения

Примечания Очки бифокальные

Спец. покрытия

Особые отметки

Кому Иванов О.П. 65 лет

Врач Павлов Н.В.

Рис. 6.1.2. Рецепт на бифокальные очки с указанием коррекции для дали и аддидации

Недостатки. Требуется изменение привычного зрительного поведения (уменьшение наклона головы при работе на близком расстоянии, поворот головы при взгляде в стороны). Второй недостаток — зрительные искажения при взгляде через участки линзы, находящиеся за пределами основных зон. Традиционные прогрессивные очки малопригодны для офисной работы, если только это не специальные «офисные» прогрессивные очки.

Прогрессивные очки рекомендуют:

- пресбиопам любого возраста и активного образа жизни, которым необходимо высокое качество зрения на разных расстояниях;
- лицам молодого возраста с выраженной слабостью аккомодации;
- детям с повышенным риском развития и прогрессирования миопии при низких значениях запаса и объема аккомодации при орто- и эзофории для близи или экзофории для близи не более 5 пр.дптр;
- детям со сходящимся аккомодационным косоглазием со значениями АК/А более 6 пр.дптр/дптр.

Относительное **противопоказание** для первичного назначения прогрессивных очков пресбиопам — аддидация 2,0 дптр и более из-за затрудненной адаптации к очкам.

Рецепт на очки, выбор оправы и линз. Рецепт на прогрессивные очки может быть выписан в двух формах по аналогии с рецептом на бифокальные очки (рис. 6.1.1 и 6.1.2). В строке «примечания» следует пометить: «очки прогрессивные». Указывают монокулярное межцентровое расстояние для дали отдельно для правого и левого глаза, которое лучше измерить с помощью пупиллометра. В универсальных прогрессивных линзах смещение коридора прогрессии и зоны для близи вовнутрь рассчитано для каждой линзы с учетом конвергенции и рабочего расстояния 40 см. При уменьшенной конвергенции значения инсета рассчитывают индивидуально. Как и бифокальные, прогрессивные линзы выпускают отдельно для правого и левого глаза.

Для прогрессивных очков рекомендуют оправы с регулируемыми носопорами для оптимизации положения зон линзы. В универсальных прогрессивных очках для установки всех зон линзы высота рамки оправы должна быть не менее 28 мм. Специальные прогрессивные линзы для узких оправ могут быть установлены в оправу высотой 24 мм. Оправу размечают по центрам зрачков при прямом положении головы и направлении зрения вдаль. Ниже этого уровня начинается коридор прогрессии. Задача выбора оптимальной прогрессивной очковой линзы, оправы и ее разметки решается специалистом в области оптометрии или медицинской оптики на основании рецепта, выписанного врачом-офтальмологом.

6. Монофокальные очки для близи с дегрессией — самый молодой и весьма эргономичный способ коррекции пресбиопии (Hache J.C., 2001). Линзы в таких очках имеют плавное изменение оптической силы снизу вверх (дегрессия) в пределах невидимой узкой переходной зоны. Таким образом, очки, предназначенные для работы вблизи, в верхней части имеют зону для средних расстояний с дегрессией от 0,75 до 2,0 дптр. Такие очки подбирают и выписывают как очки для близи. Необходимая дегрессия зависит от требуемого среднего рабочего расстояния и рассчитывается путем добавления к коррекции для близи минусовых линз. Если пациенту для комфортной работы на близком расстоянии требуется аддидация до 2,0 дптр, обычно выбирают дегрессию до 1,0 дптр. При

большей величине оптимальной аддидации для работы на среднем расстоянии требуется дегрессия более 1,0 дптр.

Величина дегрессии не может быть выбрана произвольно. Она всегда фиксирована для данного типа линз и определяется производителем.

Преимущества очков для близи с дегрессией — высокое качество зрения на близком и средних расстояниях, отсутствие искажений на периферии линзы и скачка изображения при переводе взора снизу вверх, легкая адаптация, отсутствие видимой границы раздела между зонами линзы и возможность использования одной пары очков в течение всего рабочего дня. Поэтому такие линзы часто позиционируются как офисные. Единственный **недостаток** таких очков — нечеткое зрение вдаль. Это исключает возможность их использования для постоянного ношения, вождения автомобиля, занятий спортом и т.п.

Монофокальные очки для близи с дегрессией рекомендуют:

- молодым пресбиопам как первые очки для близи;
- пресбиопам любого возраста, которым требуется высокое качество зрения вблизи и на средних расстояниях (пользователям компьютерами, музыкантам, стоматологам, парикмахерам и др.).
- лицам молодого возраста с выраженной слабостью аккомодации, работа которых связана с напряженной зрительной нагрузкой на близких и средних расстояниях.

Рецепт на очки, выбор оправы и линз. Единой формы рецепта на монофокальные очки для близи с дегрессией нет. Рекомендуем выписывать их как обычные очки для близи. В строке «примечания» следует написать «очки с дегрессией», с указанием величины дегрессии и марки линзы. Межцентровое расстояние указывают для близи, для правого и левого глаза отдельно, и измеряют пупиллометром. Особых требований к оправе не предъявляют, ее выбирают так же, как и для очков для постоянного ношения. Лучше подойдут оправы с регулируемыми носопорами. Обычно оправу размечают по краю нижнего века (если производитель не рекомендует иной разметки), от этой линии начинается главная зона очков — для близи.

7. Очки «для поддержки аккомодации» — именно так позиционируются производителями очки с монофокальными корректирующими линзами, обеспечивающие некоторую разгрузку

аккомодации при работе вблизи (Щербакова О.А., 2011). Они подбираются так же, как очки для дали. Верхняя часть линзы обеспечивает зрение вдаль. Независимо от рефракции в верхней части линзы, книзу оптическая сила ее плавно меняется в зависимости от марки линз: на +0,5, +0,53, +0,6 или +0,88 дптр.

Преимущества таких очков — высокое качество зрения без напряжения в течение всего рабочего дня на любом расстоянии, легкая адаптация, использование одной пары очков для постоянного ношения.

Очки для поддержки аккомодации рекомендуют:

- молодым людям с симптомами зрительного утомления при работе на близком расстоянии;
- начинающим пресбиопам в качестве подготовки к ношению прогрессивных очков;
- детям с повышенным риском развития и прогрессирования миопии с умеренными нарушениями аккомодационной функции.

Рецепт на очки, выбор оправы и линз. Единой формы рецепта на очки для поддержки аккомодации не существует. Рекомендуем выписывать их как обычные очки для дали, о чем стоит сделать пометку в рецепте. В строке «аддидация» или «примечания» следует указать 0,5 дптр, 0,53 дптр, 0,6 дптр или 0,88 дптр и/или марку линз. Межцентровое расстояние указывают для дали, для правого и левого глаза отдельно, и измеряют пупиллометром. Высота рамки оправы должны быть достаточной для установки линзы в оправу, обычно не менее 24 мм. Разметку оправы производят по центрам зрачков при взгляде вдаль.

Коррекция аккомодационных нарушений контактными линзами

Для коррекции аккомодационных нарушений с помощью контактных линз может быть применен принцип моновижен либо использованы бифокальные или мультифокальные контактные линзы.

Принцип коррекции моновижен описан выше.

Несмотря на то что попытки коррекции пресбиопии с помощью бифокальных и мультифокальных контактных линз предпринимались давно, и в этой сфере достигнуты значительные позитивные результаты, в настоящее время контактная

коррекция пресбиопии не нашла столь широкого распространения, как очковая. Обычно бифокальные и мультифокальные контактные линзы используют для коррекции пресбиопии. Есть сведения о стабилизирующем влиянии бифокальных контактных линз при прогрессирующей близорукости у детей (Aller T.A., Wildsoet C., 2008; Walline J., Lindsley K., Vedula S. et al., 2011).

Можно выделить два ведущих типа конструкции контактных линз для коррекции пресбиопии:

- симультанные контактные линзы — в них заложен принцип одновременного видения. Зоны четкого видения для разных расстояний расположены в области зрачка, поэтому на сетчатку одновременно проецируются два или более изображений от разноудаленных предметов. Для четкого видения на разных расстояниях мозг «выбирает» нужное изображение;
- альтернирующие контактные линзы работают по принципу попеременного видения, применяемому в бифокальных и прогрессивных очках: в линзе имеются зоны с разной рефракцией для четкого видения на разных расстояниях, но, в отличие от симультанных линз, эти зоны попеременно устанавливаются перед зрачком — на сетчатку проецируется только одно резкое изображение.

В зависимости от положения зоны для ближнего зрения относительно центра линзы различают:

- контактные линзы с центральной зоной для зрения вдаль, обычно такие линзы имеют заднюю асферическую поверхность;
- контактные линзы с центральной зоной для зрения вблизи, они могут иметь переднюю и/или заднюю асферическую поверхность.

Большинство применяемых в настоящее время контактных линз для коррекции аккомодационных нарушений мультифокальные, симультанные, с центральной зоной для близи. Такой дизайн оправдан физиологическим сужением зрачка при фиксации взора на близко расположенных предметах.

Величина возможной аддидации может быть низкой (от 1,0 до 1,5 дптр), средней (от 1,25 до 2,0 дптр) и высокой (от 1,75 до 3,0 дптр). Градация величины аддидации определяется производителем контактных линз.

По неофициальным данным производителей, успешная адаптация к пресбиопическим контактными линзам возможна у 50-60% мотивированных (!) пациентов. Такие линзы могут

успешно использоваться для повседневной жизни, однако они малопригодны для многочасовой зрительной нагрузки.

В некоторых случаях прибегают к модификации моновизуальной коррекции – подбирают мультифокальную линзу для одного глаза, обычно неведущего. Парный глаз корректируют для дали.

Преимущества контактной коррекции пресбиопии перед очковой очевидны. В таких линзах возможно относительно высокое качество зрения вдаль и вблизи. К **недостаткам** контактной коррекции следует отнести частые случаи непереносимости таких линз, что может быть связано с недостаточной четкостью зрения вблизи, вдаль или во всех зонах, либо с обычными проблемами, вызванными ношением контактных линз — трудности в обращении с линзами, чувство инородного тела, покраснение глаз, сухость глаз и пр.

Контактные линзы для коррекции пресбиопии рекомендуют:

- лицам пресбиопического возраста с миопией, гиперметропией и сопутствующим астигматизмом не более 1,0-1,5 дптр;
- лицам пресбиопического возраста с эметропией, мотивированных на категорический отказ от очковой коррекции.

Автор благодарит кандидата медицинских наук Н.П. Парфенову и кандидата медицинских наук М.В. Абрамова за помощь, оказанную при подготовке этого раздела.

Вспомогательные средства коррекции аккомодационных нарушений

1. Спектральная коррекция зрения позволяет расширить возможности зрения по различной способности и комфортной безопасной работе с помощью очков со спектральными светофильтрами. Под понятием спектральные светофильтры подразумеваются светофильтры с селективными (избирательными) полосами поглощения, облегчающие конкретную зрительную работу при спектрально-неоптимальном освещении. Спектральная очковая коррекция направлена на защиту структур глаз от светового повреждения, преждевременного старения и развития глазной патологии; повышение различительной способности глаза при разных видах профессиональной деятельности; улучшение различительной способности при наруше-

ниях зрения; создание зрительного и психологического комфорта (Зак П.П., Егорова Т.С., Розенблюм Ю.З., Островский М.А., 2005).

О том, что цвет стекла оказывает влияние на зрительное восприятие, известно давно. Минеральные солнцезащитные очки были найдены в захоронении фараона Тутанхамона. Со времен Рима известен зеленоватый «смарagd» императора Нерона. Желтыми очками цвета «нильской грязи» пользовались войска Наполеона во время африканских войн для защиты от яркого света и улучшения зрения во время пыльных бурь. Еще в начале XX века сотрудниками Военно-медицинской академии Санкт-Петербурга Р.М. Беллярминовым и М.И. Рейхом (1907) было показано, что желтые фильтры повышают остроту зрения в среднем в 1,4 раза (цит. по Зак П.П., 2005).

Серьезное изучение хроматической коррекции началось во второй половине XX века, когда было доказано вредное влияние коротковолновой части спектра на орган зрения. В этой области приоритет принадлежит российским ученым. Во-первых, установлено, что ближний ультрафиолет солнечного света провоцирует и ускоряет развитие катаракты (Федорович И.Б., Зак П.П., Островский М.А., 1994), что легло в основу производства УФ-абсорбирующих солнечных очков и интраокулярных линз (Розенблюм Ю.З., Зак П.П., Островский М.А., 1995). Во-вторых, установлено, что избыточный свет синего диапазона фотохимически опасен для сетчатки и ретинального пигментного эпителия — является причиной солнечных ретинитов, ускоряет и усугубляет развитие ретинопатий (Островский М.А., Донцов А.Е., Зак П.П., 2005). В практику начали вводиться светозащитные очки и интраокулярные линзы с желтой окраской, ослабляющие свет синего диапазона (Линник Л.Ф., Островский М.А., Зак П.П. с соавт., 1992; Бора Е.В., 1995; Линник Л.Ф., Тахчиди Х.П., Островский М.А., Зак П.П., 2004). В-третьих, поскольку оптическая фокусировка глаза в синей области спектра понижена за счет хроматической аберрации глаза и светорассеяния, в практику были введены желтые и оранжевые очки, ослабляющие свет синего диапазона и улучшающие качество изображения. Исследования показали, что такие очки способны заметно повышать остроту зрения и контрастную чувствительность как при глазной патологии (Алиев Г.Д., Зак П.П., Островский М.А., Розенблюм Ю.З., 1992; Иванова З.Г., Шилкин Г.А.,

Зак П.П., Новицкий И.Ю., 1992), так и при профессиональной деятельности, сопряженной со зрительно-напряженными операциями. В спектральной коррекции используются также очки, улучшающие цветопередачу искусственных источников света, таких как компьютерные мониторы или комнатные источники искусственного освещения. Так называемые эргономические спектральные фильтры существенно уменьшают проявления зрительного утомления у лиц, занятых напряженным зрительным трудом (Розенблюм Ю.З., Зак П.П., Островский М.А., 1995; Фейгин А.А., Зак П.П., Корнюшина Т.А., 1998; Тлупова Т.Г., 2000).

Различают три вида полезного действия спектральных фильтров на орган зрения человека.

1). **Биологическое** — защита структур глаза и особенно сетчатки от повреждающего действия коротковолновой части спектра.

2). **Оптическое:**

– улучшение качества ретинального изображения путем ограничения светорассеяния и паразитарных эффектов хроматической аберрации в преломляющих средах глаза;

– повышение цветоразличительной способности глаза путем ослабления света в селективных спектральных полосах;

– повышение устойчивости к ослеплению и создание комфортного уровня освещения путем ослабления света как интегрального, так и в селективных спектральных полосах.

3). **Психологическое** — устранение астенопии и возможность выбора индивидуально-го цветового зрительного комфорта.

Соответственно спектральные фильтры делятся на три группы.

1). **Лечебные фильтры** применяют при различных заболеваниях глаз: желтые в основном при помутнениях оптических сред и афакии; оранжевые — при заболеваниях сетчатки (диабетическая ретинопатия, сенильная макулодистрофия, врожденные заболевания макулы); коричневые — при альбинизме; зеленые — при глаукоме. Лечебные спектральные фильтры служат также дополнительным средством коррекции при слабовидении (Егорова Т.С., Зак П.П., 2002; Егорова Т.С., 2004).

Следует помнить, что так называемые лечебные светофильтры не обладают терапевтическим действием, они лишь улучшают качество зрения и обеспечивают защиту глаза от повреждающего действия света.

2). **Эргономические фильтры** применяют для облегчения различных работ: для работы с видеотерминалами, чтения бумажных текстов, управления автотранспортом в условиях плохой видимости и пониженной освещенности.

Желтые эргономические фильтры облегчают чтение и управление автомобилем в условиях плохой видимости; оранжевые используют для снижения чувствительности к ослеплению, например, при ночном вождении; для работы с компьютером используют желтые, оранжевые, пурпурные фильтры.

К эргономическим фильтрам, пожалуй, можно отнести и солнцезащитные линзы, облегчающие различные виды деятельности при повышенном солнечном освещении.

3). **Смешанные фильтры** применяют с косметической целью и с целью улучшения психологического комфорта и повышения работоспособности. Смешанные фильтры могут быть разных цветов: голубыми, розовыми, оранжевыми, зелеными, фиолетовыми. Критерием подбора таких фильтров служит ощущение зрительного и эмоционального комфорта.

При аккомодационных нарушениях *спектральную коррекцию* рекомендуют лицам, занятым напряженно-зрительным трудом для профилактики и коррекции астенопии.

Подбор необходимого фильтра проводят индивидуально. При этом учитывают его влияние на остроту зрения и субъективную переносимость, при возможности исследуют влияние фильтра на частотно-контрастную чувствительность и чувствительность к ослеплению.

Описание действия светофильтров, показания для их применения и спектральные характеристики представлены в сопроводительных материалах производителей. Российским учеными и производителями создан пробный набор спектральных фильтров для коррекции зрения – НСФ (Розенблюм Ю.З., Островский М.А., Зак П.П., Голиков П.Е., 1997).

Единой формы *рецепта* на очки со спектральными светофильтрами не существует. При прописывании таких очков в графе «примечания» следует указать название фильтра и степень окрашивания в процентах, если последнее предусмотрено производителем.

Автор благодарит доктора биологических наук П.П. Зака за неоценимую помощь, оказанную при подготовке этого раздела.

2. Полидиафрагмы (перфорационные очки). Экран с небольшим отверстием, помещенный перед глазом, увеличивает глубину фокусной области, повышая остроту зрения при любых оптических дефектах глаза. Это чисто физическое явление, после удаления экрана оно исчезает — качество зрения сразу возвращается к исходному уровню.

С точки зрения оптической системы считается, что каждый объект состоит из точечных источников света. Правильно скорректированный глаз создает изображение в виде сфокусированных точек на сетчатке. В случае некорригированной аметропии ретинальное изображение получается смазанным, точнее в виде размытых кругов. Диафрагмы отсекают часть пучка, исходящего от каждого объекта, и таким образом уменьшают диаметр кругов светорассеяния, то есть превращают изображение в точечное. По мере уменьшения диафрагмы пучок лучей становится уже. Теоретический лимит достигается, когда только главный луч из пучка (луч, который идет, не отклоняясь, от точки объекта в сопряженную точку изображения через узловую точку) достигает сетчатки. Таким образом, если пучок лучей сделать уже, то размытые круги на сетчатке станут более «точечными». Глаз из рефракционного прибора превращается в «камеру обскура». Однако цена такой точности — уменьшение количества световых лучей, достигающих сетчатки.

Этим явлением уже давно пользовались наши предки. Так, известны стенопеические очки эскимосов — пластины с прорезями, изготовленные из костей животных. Они защищали глаза от слепящего света на снежных поверхностях, повышали четкость видения.

В годы Великой Отечественной войны, когда отмечался дефицит корректирующих очков, ленинградские профессора офтальмолог Б.Л. Поляк и оптик Л.Н. Гассовский разработали удобную в боевых условиях модель перфорационных очков — защитно-корректирующие очки для солдат с аметропиями. Этот суррогат хотя и не стал массовой заменой корректирующих очков, но все же оправдал себя, так как не только компенсировал оптические дефекты зрения, но и защищал глаза от небольших осколков.

В последнее время некоторые фирмы стали выпускать такие очки, якобы с лечебной целью. Предлагаются различные виды очков с разной формой и величиной отверстий и с разным расстоянием между ними, все они запатентованы

и объявлены «единственно эффективными». Производители утверждают, что ношение таких очков улучшает зрение, повышает зрительную работоспособность, способствует исправлению дальнозоркости, близорукости, астигматизма и пресбиопии, а также сенильных заболеваний глаз, таких как катаракта и глаукома.

Между тем полидиафрагмы обладают только тремя свойствами:

- 1) уменьшая светорассеяние в средах глаза, повышают остроту зрения при их помутнениях;
- 2) увеличивая глубину фокусной области, повышают остроту зрения, в том числе и при рефракционных аномалиях;
- 3) временно выключают аккомодационный рефлекс, управляемый расфокусировкой изображения на сетчатке.

Первое действие может быть использовано при помутнениях сред, когда рефракционные очки уже плохо помогают, и только для кратковременного ношения — распознавание цен в магазинах, номеров домов и средств транспорта.

Второе действие, теоретически, может быть востребовано при плохой переносимости традиционной оптической коррекции при рефракционных нарушениях слабой степени и при спазме аккомодации.

Третье действие может иметь ограниченное применение при нарушениях аккомодации, в основном при астенопии. Применение полидиафрагм может давать временный отдых аккомодации после длительной ее нагрузки. Некоторые пользователи предпресбиопического и пресбиопического возраста действительно отмечают такой эффект. Испытания на молодых волонтерах его не выявили. У молодых людей длительное ношение полидиафрагм снижает показатели аккомодации, поэтому применение их у молодых лиц с симптомами слабости аккомодации, а тем более детей, с целью профилактики близорукости нецелесообразно (Розенблюм Ю.З., Дядина У.В., 1996).

Литература

1. Алиев Г.Д., Зак П.П., Островский М.А., Розенблюм Ю.З. Влияние желтых светофильтров на контрастную чувствительность при помутнениях оптических сред глаза // Сенсорные системы. 1992. Т. 6, № 4. С. 25-29.
2. Бора Е.В. Применение спектральных фильтров в коррекции зрения при врожденной патологии глаз у детей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1995. 23 с.

3. Джали М. Очковые линзы и их подбор. СПб.: Веко, 2006. 266 с.
4. Егорова Т.С., Зак П.П. Реабилитация зрения слабовидящих с помощью светофильтров с коротковолновым поглощением света // Вестн. офтальмол. 2002. № 2. С. 41-43.
5. Егорова Т.С. Методы и средства оптической компенсации слабовидения. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2004. 48 с.
6. Зак П.П. Теоретические основы спектральной коррекции зрения. Спектральная коррекция зрения. М.: Научный мир, 2005. С. 7-25.
7. Зак П.П., Егорова Т.С., Розенблюм Ю.З., Островский М.А. Спектральная коррекция зрения. М.: Научный мир, 2005. С. 3.
8. Иванова З.Г., Шилкин Г.А., Зак П.П. и др. Улучшение остроты зрения и контрастной чувствительности больных тапеторетинальными абнотрофиями при использовании темных очков с коротковолновым поглощением // Офтальмол. журн. 1992. № 2. С. 101-105.
9. Кушель Т.К. Дизайны прогрессивных линз. СПб.: Веко, 2003. 78 с.
10. Линник Л.Ф., Островский М.А., Зак П.П., Федорович И.Б. и др. Анализ отдаленных клинико-функциональных результатов имплантации интраокулярной линзы «Спектр» // Офтальмохирургия. 1992. № 1. С. 40-44.
11. Линник Л.Ф., Тахчиди Х.П., Островский М.А., Зак П.П. Разработка и внедрение в практику искусственных хрусталиков глаза с естественной спектральной характеристикой // Здоровоохранение и медицинская техника. 2004. № 5 (9). С. 35-36.
12. Островский М.А., Донцов А.Е., Зак П.П. Механизмы фотоповреждения зрительных клеток сетчатки и клеток пигментного эпителия глаза. Химическая и биологическая кинетика. Новые горизонты. М.: Химия, 2005. Т. 2. С. 130-154.
13. Розенблюм Ю.З., Зак П.П., Островский М.А. Спектральные фильтры как вид лечебной коррекции // Вестн. офтальмол. 1995. Т. 111, № 3. С. 24-26.
14. Розенблюм Ю.З., Дядина У.В. Перфорационные очки — мифы и реальность // Веко. 1996. № 3. С. 22-23.
15. Розенблюм Ю.З., Островский М.А., Зак П.П., Голиков П.Е. Пробный набор спектральных фильтров для коррекции зрения. Пособие для врачей. М., 1997. 6 с.
16. Розенблюм Ю.З., Зак П.П., Голиков П.Е., Островский М.А. Набор пробных очковых линз. Патент РФ № 2127098 от 17.03.1997.
17. Розенблюм Ю.З., Проскурина О.В. Определение межцентрового расстояния при выписке очков // Детская офтальмология. Итоги и перспективы. Материалы науч.-практ. конф. М., 2006. С. 277-278.
18. Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В. Способ профилактики и лечения начальной миопии и спазма аккомодации у детей. Патент РФ № 2271781 от 20.03.2006.
19. Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В., Филинова О.Б., Кружкова Г.В. Влияние постоянной дозированной слабомииопической дефокусировки на постнатальный рефрактогенез // Вестн. офтальмол. 2008. № 6. С. 21-25.
20. Глухова Т.Г. Зрительная работоспособность у водителей автотранспорта в динамике рабочего дня и методы ее повышения. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2000. 17 с.
21. Федорович И.Б., Зак П.П., Островский М.А. Повышенное УФ-пропускание хрусталика глаза в раннем детстве и его возрастное пожелтение // Доклады РАН. 1994. Т. 336, № 6. С. 835-837.
22. Фейгин А.А., Зак П.П., Корнюшина Т.А. Профилактика зрительного утомления у пользователей компьютерами с помощью очков со спектральными фильтрами // Вестн. офтальмол. 1998. № 2. С. 34-36.
23. Филинова О.Б. Изучение влияния постоянной слабомииопической дефокусировки изображения на динамику рефракции, бинокулярные функции и рост глаза у детей // Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 26 с.
24. Щербакова О.А. Линзы для усталых глаз // Веко. 2011. № 10. С. 42-48.
25. Aller T.A., Wildsoet C. Bifocal soft contact lenses as a possible myopia control treatment: a case report involving identical twins // Clin. Exp. Optom. 2008. V. 91, N 4. P. 394-399.
26. Benjamin W.J., Borish I.M. Correction of presbyopia with contact lenses // Borish's Clinical refraction. Saint Louis: Butterworth-Heinemann, 2006. P. 1274-1319.
27. Durrie D.S. The effect of different monovision lens powers in the visual function of emmetropic presbyopic patients // Trans. Am. Ophthalmol. Soc. 2006. V. 104. P. 366-401.
28. Hache J.C. Screen work and presbyopia // Points de vue. 2001. N 44. P. 27-34.
29. Hom M.M. Monovision and LASIK // J. Am. Optom. Assoc. 1999. V. 70, N 2. P. 117-122.
30. Fylan F., Grunfeld E.A. Visual illusions? Beliefs and behaviours of presbyope clients in optometric practice // Patient Educ. Couns. 2005. V. 56, N 3. P. 291-295.
31. Grosvenor T. Primary Care Optometry. Saint Louis: Butterworth-Heinemann, 2007. 510 p.
32. Menozzi M., Carimalo C. Visual fatigue and microfluctuations of accommodation // Points de vue. 2006. N 55. P. 27-30.
33. Walline J.J., Lindsley K., Vedula S.S. et al. Interventions to slow progression of myopia in children // Cochrane Database Syst. Rev. 2011. V. 7, N 12.

6.2 МЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Т.Н. Воронцова, В.В. Бржеский, Е.Л. Ефимова,
Е.Ю. Маркова, Е.И. Сидоренко

Как известно, проблемы нарушения аккомодации на протяжении уже многих лет служат предметом разноплановых научных исследований, направленных как на изучение их патогенеза, так и на поиск рациональных методов лечения.

Среди таких нарушений наибольшую актуальность, связанную с широкой распространенностью, клинической и социальной значимостью, а также подверженностью лечебным мероприятиям, сегодня представляют привычно-избыточное напряжение и спазм аккомодации, пресбиопия, а также парез, паралич и слабость аккомодации. Особую значимость имеет и т.н. аккомодативная астигматизация.

Таким образом, проблема разработки патогенетически ориентированных методов лечения аккомодационных нарушений не теряет своей актуальности и на сегодняшний день.

Рассмотрение современных методов лечения основных видов нарушения аккомодации целесообразно начать с терапии **привычно-избыточного напряжения (ПИНА) и спазма аккомодации**.

Учитывая существенное различие в патогенезе и клинике рассматриваемых состояний, подходы к их лечению также весьма различны. Неодинакова также и их эффективность. В частности, спазм аккомодации (особенно медикаментозно индуцированный) как стремительно развивается, так столь же динамично уступает медикаментозной терапии.

В отличие от спазма, привычно-избыточное напряжение аккомодации отличается резистентностью к проводимому лечению, склонностью к рецидивированию и прогрессированию. Для устранения ПИНА требуется длительная многомесячная кропотливая и разноплановая терапия, которая должна проводиться повторяющимися курсами. Кроме того, одним из обязательных

условий является сознательное и позитивное отношение к лечению как самого ребенка, так и его родителей. Это вызвано необходимостью с помощью тех или иных методик выработать и закрепить у ребенка вместо порочного нормального стереотип зрительной работы и, следовательно, — нормальный стереотип функционирования цилиарной мышцы.

В настоящее время существует множество консервативных методов **лечения ПИНА**, среди которых особое место занимают медикаментозные. Методы медикаментозного лечения рассматриваемых состояний выгодно отличаются от аппаратных методик простотой — как для врача, так и для пациента (имеет немаловажное значение при лечении детей), осуществимостью в домашних условиях и относительной дешевизной. Безусловно, медикаментозному лечению присуща и достаточная терапевтическая эффективность.

Стратегическим направлением медикаментозной терапии таких больных является нормализация работоспособности цилиарной мышцы. В свою очередь, она осуществляется в настоящее время по двум основным направлениям (рис. 6.2.1):

- снятие спастического состояния (или длительного перенапряжения) циркулярной и меридиональной порций цилиарной мышцы (в том числе с одновременной стимуляцией радиальной порции цилиарной мышцы);
- повышение сократительной активности основных порций цилиарной мышцы, поскольку ПИНА закономерно сопровождается ослаблением работоспособности цилиарной мышцы.

Безусловно, главным, патогенетически ориентированным направлением медикаментозного лечения спазма и привычно-избыточного напряжения аккомодации служит воздействие на вегетативную иннервацию основных порций цилиарной мышцы.

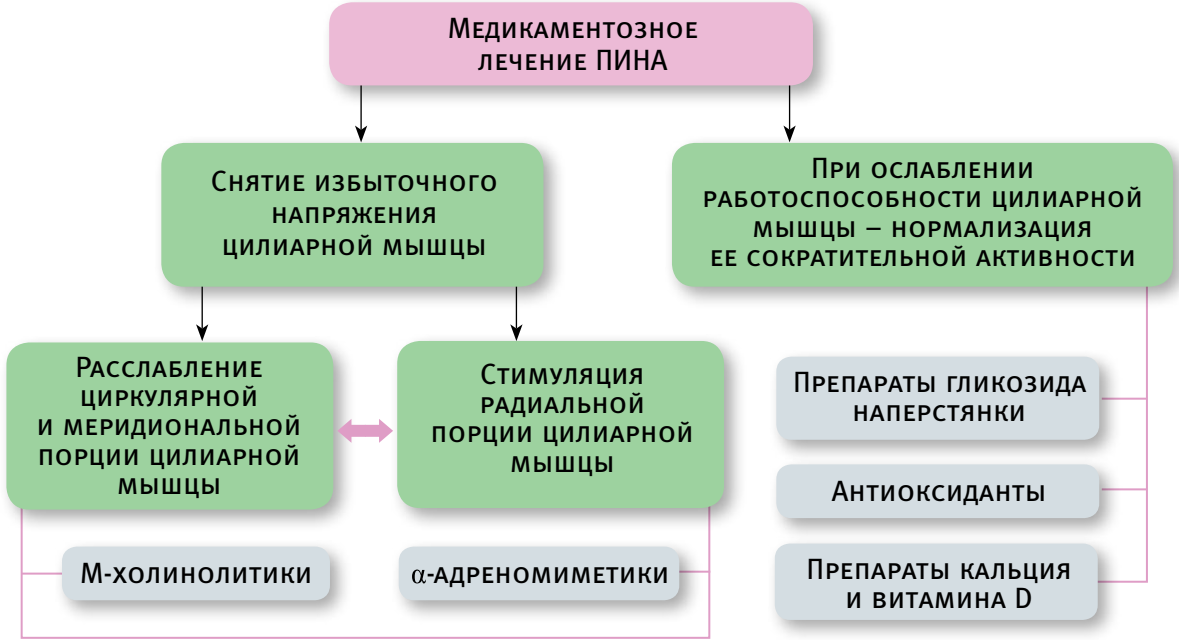


Рис. 6.2.1. Схема основных направлений медикаментозного лечения привычно-избыточного напряжения аккомодации

Многочисленными анатомическими, гистоморфологическими, физиологическими и клиническими исследованиями достоверно установлено, что порция радиальных волокон цилиарной мышцы (т.н. мышца Иванова) имеет симпатическую иннервацию, а меридиональная (мышца Брюкке) и циркулярная (мышца Мюллера) — парасимпатическую.

Учитывая двойственный характер иннервации цилиарной мышцы, воздействие на нее при напряжении аккомодации (ПИНА, спазм аккомодации) закономерно осуществляют по двум направлениям. Снятие избыточного напряжения циркулярной и меридиональной порций цилиарной мышцы осуществляют путем инстилляций М-холинолитиков, а стимуляцию радиальной порции цилиарной мышцы — α-адреномиметиков.

М-холинолитики оказывают выраженное циклоплегическое действие. Они ослабляют циркулярные и меридиональные волокна цилиарной мышцы, действуя таким образом на «положительную» аккомодацию. Некоторые авторы считают, что наряду с этим происходит и стимуляция аккомодации вдаль (Волкова Е.М., 2007). Среди таких препаратов наибольшее

клиническое применение получили атропина сульфат 0,5% и 1%, циклопентолата гидрохлорид 1%, тропикамид 0,5% и 1%, гоматропина гидробромид 0,25% и 5% и скополамина гидробромид 0,25% (табл. 6.2.1).

Безусловно, все перечисленные представители препаратов М-холиноблокаторов обладают разным по длительности и интенсивности эффектом в отношении циклоплегии и мидриаза. Сведения о мидриатическом и циклоплегическом эффектах основных из перечисленных выше препаратов представлены в табл. 6.2.2.

Наиболее выраженным циклоплегическим эффектом, безусловно, обладает атропин (атропина сульфат 1% и 0,5%) (Егоров Е.А. с соавт., 2005; Проскурина О.В., 2008), и традиционно для циклоплегии с диагностической целью используется трехдневная «атропинизация». При этом препарат инстиллируют 2 раза в день и обязательно закапывают утром в день осмотра. В клинической практике детские офтальмологи нередко используют семи- и даже десятидневную атропинизацию. Однако существует множество причин, ограничивающих применение трехдневной или более длительной атропинизации.

Таблица 6.2.1

Наиболее распространенные препараты на основе М-холиноблокаторов, использующиеся в офтальмологии

Лекарственное вещество	Коммерческое название	Фирма-производитель	Лекарственная форма
Атропина сульфат	Atropine sulfate ophthalmic	Bausch+Lomb	мазь 1%
	Atropine sulfate	Bausch+Lomb, Alcon	глазные капли 1%
	Атропина сульфат	Московский эндокринный завод	глазные капли 1%*
Циклопентолата гидрохлорид	Цикломед	Promed Exports	глазные капли 1%*
	Cyclogyl	Alcon	глазные капли 0,5%; 1%; 2%
	Cyclopentolate hydrochloride	Bausch+Lomb	глазные капли 1%
	AK-Pentolate	Akorn	глазные капли 1%
	Cylate	OCuSOFT	глазные капли 1%
Гоматропина гидробромид	Isopto Homatropine	Alcon	глазные капли 2%; 5%
	Homatropine HBr	OCuSOFT	глазные капли 5%
Скополамина гидробромид	Isopto Hyoscine	Alcon	глазные капли 0,25%
Тропикамид	Мидриацил	Alcon	глазные капли 0,5%; 1%*
	Тропикамид	Polfa S.A.	глазные капли 0,5%; 1%*
	Тропикамид	Rompharm Company	глазные капли 0,5%; 1%*
	Тропикамид	Promed Exports	глазные капли 0,5%; 1%*
	Мидрум	Chauvin Ankerpharm	глазные капли 0,5%
	Mydral	OCuSOFT	глазные капли 0,5%; 1%
	Tropicamide	Bausch+Lomb	глазные капли 0,5%
	Tropicacyl	Akorn	глазные капли 0,5%; 1%

ПРИМЕЧАНИЕ: * — препарат зарегистрирован в России.

Таблица 6.2.2

Длительность мидриаза и циклоплегии после применения наиболее распространенных М-холиноблокаторов*

Препарат, дозировка	Длительность мидриаза	Длительность циклоплегии	
		начало максимальной циклоплегии	максимальная продолжительность
Атропина сульфат 0,5%; 1%	7-10 дней	60-120 мин	7-14 дней
Скополамина гидробромид 0,25%	3-7 дней	30-60 мин	3-4 дня
Гоматропина гидробромид 0,25%; 2%; 5%	1-3 дня	30-60 мин	1-2 дня
Циклопентолата гидрохлорид 0,5%; 1%; 2%	24 часа	20-60 мин	1-2 дня
Тропикамид 0,5%; 1%; 2%	1-2 часа	20-40 мин	4-6 часов

ПРИМЕЧАНИЕ: * — по данным:
• Егоров Е.А. и др., 2005;
• Basic and clinical science course: Sect.3. Clinical optics. San Francisco: American academy of ophthalmology, 2011-2012. 376 p.;
• Ophthalmic drug facts. 21st ed., 2010. 414 p.

К ним относятся:

- развитие стойкой циклоплегии (иногда — пареза аккомодации), приводящей к затруднению при чтении и письме, у большинства детей в течение 2 недель после последнего закапывания;
- развитие стойкого мидриаза, который также сохраняется в течение 2 недель и иногда даже более;
- возможность развития общих психосоматических реакций;
- нежелание ребенка и родителей проводить атропинизацию в связи с длительной утратой зрительной работоспособности;
- ограниченная доступность атропина и перебои в снабжении аптечной сети.

Кроме того, некоторые офтальмологи отмечают негативное влияние атропина на прогрессирование миопии в отдаленный период — через 2-6 месяцев после его применения (Петухов В.М., Медведев А.В., 2005). Подобное действие авторы объясняют тем, что атропин, являясь сильнейшим М-холинолитиком, ослабляет и без того ослабленный аккомодационный аппарат у ребенка с миопией. Если мидриатическое действие атропина продолжается от нескольких дней до 2 недель, то остаточные явления слабости аккомодации — несколько недель и даже

месяцев. Все это время дети продолжают выполнять прежнюю привычную работу на близком расстоянии, что приводит к высоким нагрузкам на ослабленный образ жизни и атропинизацией аккомодационный аппарат. Таким образом, по мнению указанных выше авторов, создаются еще более благоприятные условия для прогрессирования миопии.

Традиционно для лечения спазма аккомодации и ПИНА использовались гоматропин (гоматропина гидробромид 0,25% и 1%) и скополамин (скополамина гидробромид 0,25%). Однако и они не нашли широкого применения в детской офтальмологии из-за высокой токсичности, частого развития общих и церебральных реакций, вплоть до зрительных галлюцинаций, и в настоящее время используются лишь индивидуально. При этом такие препараты изготавливают по рецепту ex tempore.

В настоящее время в отечественной офтальмологической практике широко используется циклопентолата гидрохлорид (цикломед 1%, Promed Exports, Ltd, Индия), вызывающий глубокую, но кратковременную циклоплегию, продолжающуюся, по данным О.В. Проскуриной (2008), как правило, на протяжении 4-5 часов (обычно не более 1 суток).

Кроме того, при двукратных инстилляциях по одной капле с интервалом в 15 мин циклопентолата гидрохлорид приводит к циклоплегии, сопоставимой с атропиновой циклоплегией уже через 30-40 мин после первого закапывания (Проскурина О.В., 2008). Препарат не приводит к развитию паралича аккомодации и стойкого остаточного мидриаза.

Тем не менее у большинства детей сразу после закапывания циклопентолата гидрохлорида появляется сильное чувство жжения в глазах, иногда отмечаются отек и гиперемия бульбарной конъюнктивы, которые сохраняются в течение 10-60 мин после последней инстилляции. Длительный (более суток) мидриаз, по данным многочисленных исследований О.В. Проскуриной (2008), отмечен только в 7% случаев.

Исследованиями, проведенными на кафедре офтальмологии Санкт-Петербургской государственной педиатрической медицинской академии (Заяни Набил с соавт., 2010), доказано, что длительный курс (от 14 до 30 дней) применения препарата цикломед 1% эффективен в лечении пациентов со стойким ПИНА и может быть использован при безуспешности более «мягких» методов его лечения. Авторы установили, что систематические инстилляци цикломеда 1% приводят к статистически достоверному улучшению практически всех параметров аккомодации.

Столь же широко, как циклопентолата гидрохлорид, используется тропикамид. Он применяется в виде 0,5% и 1% раствора — препараты мидриацил и тропикамид, производимые различными фирмами (см. табл. 6.2.1). Основным недостатком тропикамида является недостаточная глубина циклоплегии. Сравнение циклопентолата гидрохлорида и тропикамида показало, что последний существенно уступает циклопентолату по глубине циклоплегического эффекта (Проскурина О.В., 2008). После инстилляций циклопентолата гидрохлорида сдвиг в сторону гиперметропии достоверно больше, а остаточная аккомодация меньше, чем при инстилляциях тропикамида. Тропикамид вызывает кратковременную циклоплегию, которая продолжается, как правило, от 30 минут до 3 часов. Препарат не вызывает развитие парезов аккомодации и стойкого мидриаза. Однако сразу после закапывания капель тропикамида дети зачастую также отмечают достаточно интенсивное

чувство жжения и даже боли в глазах, иногда сопровождающиеся развитием умеренного отека и гиперемии конъюнктивы. По глубине циклоплегического эффекта тропикамид значительно уступает атропину.

Другим направлением медикаментозной терапии ПИНА является применение альфа-симпатомиметиков. Их эффект связан с прямым стимулирующим воздействием на радиальные волокна Иванова цилиарной мышцы. За счет усиления этой порции мышечных волокон, по законам обратной связи, соответственно, ослабляется и функция мышц-антагонистов цилиарного тела (циркулярной и меридиональной) (Петухов В.М., Медведев А.В., 2005; Волкова Е.М., Страхов В.В., 2005; Бржеский В.В. с соавт., 2008-2010; Воронцова Т.Н. с соавт., 2008-2010). Таким образом, эффект симпатомиметиков связан с двумя механизмами: усилением дезаккомодационной мышцы Иванова и следующим за ним ослаблением мышц Мюллера и Брюкке. Среди таких лекарственных средств (табл. 6.2.3) наибольшее распространение в нашей стране получили препараты на основе фенилэфрина гидрохлорида (мезатон 1%, ирифрин 2,5% и 10%).

Из симпатомиметиков первым в клиническую практику вошел мезатон 1% (фенилэфрина гидрохлорид 1%, производство ГНЦЛС, Украина). Он широко использовался офтальмологами для лечения ПИНА в комплексе консервативного лечения прогрессирующей миопии. При этом, как правило, назначали длительный курс применения препарата — его инстиллировали 1-2 раза в день в течение 1-2 или даже 3 месяцев. Однако применение мезатона 1% имело и ряд недостатков. Так как препарат содержит низкую концентрацию фенилэфрина, эффекта от его применения приходилось ожидать довольно длительное время. Поэтому часть пациентов переставали закапывать препарат. Кроме того, мезатон 1% в нашей стране выпускается только в ампулах, что создает неудобства при его применении.

Этих недостатков лишен препарат фенилэфрина гидрохлорида ирифрин 2,5% (Promed Exports, Ltd., Индия), который выпускается в виде глазных капель в небольшом флаконе с капельницей. Наличие гипромеллозы в составе ирифрина обладает рядом преимуществ: увеличивает продолжительность контакта раствора с глазной поверхностью, пролонгирует действие

Таблица 6.2.3
Наиболее распространенные препараты на основе α-адреномиметиков, использующиеся в офтальмологии

Лекарственное вещество	Коммерческое название	Фирма-производитель	Лекарственная форма
Фенилэфрина гидрохлорид	Мезатон	УКРМЕДПРОМ	1% р-р для инъекций в ампулах*
	Phenylephrine hydrochloride	Various, eg, Bausch+Lomb Falcon	глазные капли 2,5%
		Various, eg, Novartis Ophtalmic	глазные капли 10%
	AK-Dilate	Akorn	глазные капли 2,5%; 10%
	Mydfrin 2,5%	Alcon	глазные капли 2,5%
	Neofrin	OCuSOFT	глазные капли 2,5%; 10%
	Фенефрин	Unimed Pharma	глазные капли 10%
	Ирифрин 2,5%; 10%	Promed Exports	глазные капли 2,5%; 10%*

ПРИМЕЧАНИЕ: * — препарат зарегистрирован в России.

глазных капель и защищает роговицу от раздражающего действия ингридиентов. Исследования, выполненные многочисленными авторами, доказали его высокую клиническую эффективность в лечении ПИНА у детей и лиц молодого возраста (Волкова Е.М., Страхов В.В., 2005; Петухов В.М., Медведев А.В., 2005; Иомдина Е.Н. с соавт., 2006; Шипунова Н.В., Бутакова Е.В., 2006; Сидоренко Е.И., Маркова Е.Ю. с соавт., 2007; Жаров В.В. с соавт., 2008; Егорова А.В., Мыкольников Е.С., 2009).

При этом авторы использовали различные схемы применения препарата. Так, Е.И. Сидоренко, Е.Ю. Маркова с соавт. (2007) для лечения ПИНА назначали препарат на ночь через день в течение 1 месяца. Если же симптомы ПИНА развивались на фоне уже имеющейся миопии, то пациенты получали ирифрин 2,5% в течение 1 месяца ежедневно.

Е.М. Волкова и В.В. Страхов (2005) применяли ирифрин 2,5% 2 раза в день в качестве экспресс-метода. Курс лечения составлял в среднем 12-14 дней. Длительное применение препарата не выявило каких-либо системных или аллергических реакций на организм пациентов. Однако

большинство детей отмечали чувство жжения в глазу после закапывания капель.

Созданный на основе симпатомиметика фенилэфрина препарат ирифрин 10% обладает более выраженным дезаккомодирующим действием и достаточно эффективен в лечении ПИНА у детей (Бржеский В.В. с соавт., 2008; Воронцова Т.Н. с соавт., 2010).

Исследование эффективности ирифрина 10% в лечении детей с ПИНА проведено на кафедре офтальмологии Санкт-Петербургской государственной педиатрической медицинской академии. Обследовано 30 детей 12-17 лет с ПИНА, развившимся на фоне эмметропии, а также миопии различной степени. Всем ежедневно на ночь в течение 2 недель закапывали ирифрин 10%.

На фоне инстилляций изучаемого препарата у всех детей (особенно с ПИНА на фоне миопии слабой степени; $p < 0,01$) статистически значимо повысилась острота зрения, определенная без коррекции (рис. 6.2.2).

Установлено также, что на фоне применения исследуемого препарата заметно уменьшилась разность рефракции до и после циклоплегии,

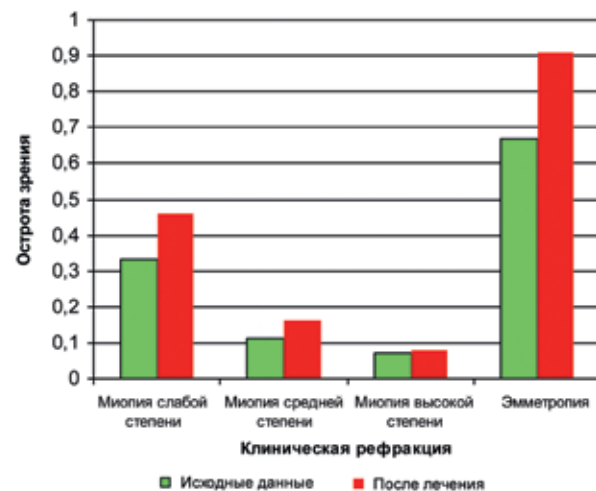


Рис. 6.2.2. Динамика остроты зрения (без коррекции) у детей с ПИНА на фоне лечения ирифрином 10%

характеризующая выраженность ПИНА (рис. 6.2.3). При этом снижение ее величины на фоне лечения было максимальным у детей с миопией средней степени ($p < 0,05$).

Отмечена также устойчивая тенденция к приближению к глазу ближайшей и отдалению от него дальнейшей точек ясного видения, особенно у детей с миопией слабой степени ($p < 0,05$), а также статистически значимое повышение объема абсолютной аккомодации, величин положительной и отрицательной частей относительной аккомодации, особенно при миопии слабой степени ($p < 0,01-0,05$).

Установлена также высокая эффективность ирифрина 10% в отношении явлений аккомодативной астенопии. При этом ее симптомы через 14 суток лечения либо вовсе исчезали, либо имели заметно меньшую выраженность. Наиболее значительная динамика отмечена в отношении гиперемии конъюнктивы, головных болей и головокружения, а также чувства песка и жжения в глазах при зрительной нагрузке. Возможно, что полное купирование явлений гиперемии конъюнктивы частично связано с вазоконстрикторным эффектом ирифрина 10%.

Данные клинических наблюдений коррелируют с результатами функциональных исследований аккомодации. В ходе исследований отмечена хорошая переносимость детьми ирифрина 10% и отсутствие значимых его побочных эффектов.

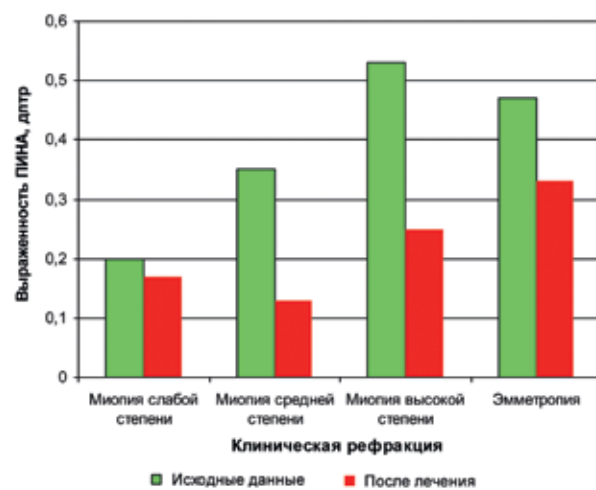


Рис. 6.2.3. Динамика разницы рефракции до и после циклоплегии у детей с ПИНА на фоне лечения ирифрином 10%

Однако в настоящее время в аптечной сети нашей страны апробированный в ряде отечественных клиник препарат ирифрин 10% отсутствует.

Некоторые авторы, однако, полагают, что механизм действия препарата ирифрин на ресничную мышцу до сих пор остается спорным (Александрова Ж.Л., Сомов Е.Е., 2006). По их данным, ирифрин 2,5% не оказывает значимого влияния на величины положительной и отрицательной частей относительной аккомодации.

Вместе с тем клиническое исследование, выполненное на кафедре офтальмологии педиатрического факультета РНИМУ, напротив, убедительно доказало достаточно высокую эффективность ирифрина 2,5% в лечении детей в возрасте 6-18 лет с привычно-избыточным напряжением аккомодации (Сидоренко Е.И., Маркова Е.Ю. с соавт., 2007). Авторами установлено, что на фоне систематических (в течение 1 мес) инстилляций 2,5% раствора ирифрина у всех детей повышается острота зрения (без коррекции), уменьшается выраженность напряжения аккомодации и наблюдается положительная динамика со стороны основных параметров аккомодации.

Установлено также, что на фоне применения 2,5% раствора ирифрина у всех пациентов с ПИНА происходит статистически значимое повышение объема абсолютной аккомодации

($p < 0,05$), а также положительной и отрицательной частей относительной аккомодации ($p \leq 0,001$ и $p \leq 0,01$).

Таким образом, результаты рассмотренного исследования свидетельствуют о высокой клинической эффективности и, соответственно, о широких перспективах клинического применения препарата ирифрина 2,5% в лечении пациентов с привычно-избыточным напряжением аккомодации.

Вместе с тем, несмотря на представленные выше данные о результативности лечения ПИНА холиноблокаторами и адреномиметиками, клиническая практика показывает, что при умеренно стойких и стойких формах напряжения аккомодации монотерапия этими препаратами во многих случаях не эффективна. В таких случаях обращаются к комбинированной терапии, включающей в себя назначение препаратов обеих фармакологических групп.

Известно большое количество публикаций, описывающих влияние М-холиноблокаторов и симпатомиметиков на работоспособность цилиарной мышцы, но работ, посвященных изучению эффективности комбинации этих препаратов в лечении больных с ПИНА, довольно мало (Хавова Л.А. с соавт., 2006; Шипунова Н.В., Бутакова Е.В., 2006; Заяни Набил и др., 2011). Все перечисленные авторы отмечают, что клинический эффект был более выраженным в группах больных, получающих комбинированную терапию — сочетание инстилляций ирифрина 2,5% с тропикамидом 1% или циклопедом 1%. В частности, Л.А. Хавова с соавт. (2006) отмечают, что комбинация ирифрина 2,5% и цикломеда 1% очень эффективна при стойком ПИНА и приводит к более длительному воздействию на аккомодационный аппарат глаза.

Поэтому в последние годы в рассматриваемых целях все больше стали склоняться к использованию комбинированных препаратов.

В 1987 г. в Канаде был выпущен препарат фенилтроп, представляющий собой комбинацию фенилэфрина 5% и тропикамида 0,8%. Создатели препарата исходили из того, что симпатомиметики в сочетании с М-холинолитиками оказывают взаимопотенцирующий эффект. Было доказано, что уже через 20 минут после закапывания фенилтроп вызывает больший сдвиг рефракции в сторону гиперметропии, чем тропикамид 1%.

Известны также и другие комбинации адренэргических и холинолитических препаратов: Tropicacyl Plus (уже знакомое сочетание тропикамида 0,8% с фенилэфрином 5%), Sunephine-H (фенилэфрин с гоматропином), Ocurest-AH (фенилэфрин, нафтазолин, ментол, камфора, хлорфенирамин) и др. Однако на сегодняшний день эти препараты не зарегистрированы и, соответственно, пока не разрешены к применению в России (табл. 6.2.4).

Возможно, больший успех в отечественной клинической практике ожидает разработанный фирмой Promed Exports препарат мидримакс. Он представляет собой уже упоминавшуюся комбинацию фенилэфрина гидрохлорида 5% и тропикамида 0,8%. Уже получены первые позитивные отзывы об этом препарате.

Инстилляцией рассмотренных препаратов в конъюнктивальную полость в настоящее время служат основным, но не единственным методом их местного применения в терапии больных с ПИНА. Достаточно широкое применение в указанных целях нашло введение М-холинолитиков и α -адреномиметиков с помощью электрофореза (Цепилова Л.И., 1994; Сомов Е.Е., 1999; и др.).

В частности, для лечения пациентов с нестойким ПИНА авторы с успехом использовали смесь из 0,1% раствора адреналина с 3% раствором фетанола (стимуляция аккомодации для дали), с умеренно стойким — смесь из гоматропина 1% с фетанолом 3% (стимуляция аккомодации вдаль с одновременным ослаблением ее для близи), а со стойким — «чистый» гоматропин 1% (ослабление аккомодации для близи). Курс лечения состоит из 7-10 сеансов. По данным Е.Е. Сомова и Л.И. Цепиловой, продолжительность полученного таким методом лечения положительного эффекта у пациентов с нестойким ПИНА составляет не менее 8 мес., умеренно стойким — 5-6 мес и со стойким — 4 мес.

По материалам Е.В. Громакиной (2006), эффективным в лечении пациентов с ПИНА оказался электрофорез адреналина 0,1%. М.В. Кузнецова (2005), а также В.В. Жаров с соавт. (2008) для лечения ПИНА при миопии рекомендуют электрофорез спазмолитиков — эуфиллина 1% и папаверина 0,1%, вводимых с двух полей на область шейного отдела позвоночника. Электрофорез спазмолитиков авторы во всех случаях дополняли пероральным приемом сосудорасширяющих препаратов (трентал, но-шпа, стугерон, кавинтон, никотиновая кислота) в возрастных дозировках.

Таблица 6.2.4

Наиболее известные комбинированные препараты, воздействующие на цилиарную мышцу

Лекарственные ингредиенты		Название препарата	Фирма-изготовитель
холинолитик	адреномиметик		
Циклопентолата гидрохлорид 0,2%	фенилэфрина гидрохлорид 1%	Cyclomydril	Alcon
Тропикамид 0,8%	фенилэфрина гидрохлорид 5%	Мидримакс*	Promed Exports
Скополамина гидробромид 0,3%	фенилэфрина гидрохлорид 10%	Murocoll-2	Bausch+Lomb
Тропикамид 0,25%	гидроксимфетамина гидробромид 1%	Paremyd	Akorn
Тропикамид 0,8%	фенилэфрина гидрохлорид 5%	Tropicacyl Plus	Sunways
Гоматропина гидробромид 1%	фенилэфрина гидрохлорид 5%	Sunephine-H	Sunways
—	фенилэфрина гидрохлорид 0,12% нафазолина гидрохлорид 0,05% хлорфенирамина малеат 0,1%**	Ocurest-AH	Centaur Farm

ПРИМЕЧАНИЕ: * — препарат зарегистрирован в России; ** — антигистаминное действие.

Безусловно, лечение пациентов с ПИНА не ограничивается назначением препаратов, оказывающих непосредственное местное действие на вегетативную нервную систему и, соответственно, на иннервацию цилиарной мышцы.

Как известно, ПИНА закономерно сопровождается ее слабостью, что диктует необходимость и медикаментозной стимуляции сократительной способности цилиарной мышцы. В указанных целях клиническое использование получили систематические инстилляции в конъюнктивальную полость препаратов на основе гликозида наперстянки (диглофтон 0,0002%, Chauvin Ankerpharm, Германия).

Известно, что заметное стимулирующее влияние на аккомодацию оказывает нормализация витаминно-минерального баланса организма. Так, кальций и витамин D₃ улучшают нервно-мышечную проводимость, сократимость и релаксацию цилиарной мышцы, что имеет существенное значение при нарушении работы аккомодационного аппарата.

Вместе с тем на период обучения в школе приходится наиболее интенсивный рост ребенка, закономерно усиливающий затраты кальция и витамина D₃ для нормального функционирования организма: роста костной ткани, смены молочных зубов и т.д. Примечательно, что именно в этом возрасте развивается ПИНА и происходит прогрессирование миопии. Данный факт подчеркивает необходимость дополнительного применения школьникам с ПИНА препаратов, содержащих кальций и витамин D₃. Примером такого сбалансированного содержания кальция и витамина D₃ является препарат «Кальций-D₃ Никомед» (комбинация кальция, 1250 мг карбоната кальция и 200 МЕ витамина D₃).

Кроме того, является неоспоримой роль расстройств гемодинамики органа зрения в патогенезе ПИНА и миопии. Так, у пациентов с высокой миопией наблюдается уменьшение пульсового и минутного объема крови в интрасклеральных сосудах, снижение реографического коэффициента, характеризующего объемную

скорость кровотока в увеальном тракте, уменьшение давления крови в центральной артерии сетчатки, замедление кровотока в глазу, а также наличие морфологических изменений в сосудах хориоидеи и сетчатки.

При этом гемодинамические нарушения в глазу происходят уже на начальных этапах развития миопии. Так, причиной нарушения аккомодации, по мнению Э.С. Аветисова, помимо врожденной морфологической неполноценности цилиарной мышцы, является также недостаточное снабжение ее кровью. Снижение же работоспособности цилиарной мышцы приводит к еще большему ухудшению гемодинамики глаза. Того же мнения придерживается Т.Г. Березина, связывая патологию аккомодации с нарушениями гемодинамики, притом в основном на почве родовой травмы шейного отдела позвоночника.

О.Г. Левченко и А.Б. Друкманом обнаружена корреляция между длиной переднезадней оси глаза и реоофтальмографическими показателями. По их данным, увеличение длины переднезадней оси глаза сопровождается нарушением местной гемодинамики и ослаблением устойчивости аккомодации. Причем нарушения гемодинамики и аккомодации были выражены уже при миопии слабой степени, когда растяжение оболочек глаза еще не могло оказывать неблагоприятного воздействия на сосуды глаза. Следовательно, эти изменения могут предшествовать растяжению глаза и развитию миопии.

Данные флюоресцентной ангиографии также свидетельствуют о раннем нарушении циркуляции в системе хориокапиллярного слоя и прекапиллярных артериол. Растяжение оболочек глаза при прогрессирующей миопии, в свою очередь, ведет к еще большему деструктивным изменениям сосудов хориоидеи и сетчатки, в результате чего увеличиваются изменения гемодинамики.

Учитывая изложенные обстоятельства, препараты, улучшающие регионарную гемодинамику, по праву занимают важное место в лечении ПИНА и профилактике прогрессирования миопии. Однако применение вазоактивных препаратов требует осторожного и индивидуального подхода. Так, сосудорасширяющей терапии часто недостаточно для улучшения кровообращения, а иногда она даже может усугубить ишемию глаза за счет развития синдрома «обкрадывания». Известно, что кровоснабжение глаза

улучшается под воздействием вазодилататоров при понижении системного артериального давления не более чем на 10% от исходного уровня. Более значительное его снижение зачастую приводит к ухудшению кровоснабжения глаза. В связи с этим необходимо увеличение перфузии, особенно на уровне прекапилляров и артериолярного звена.

Также известно, что развитие ряда патологических состояний сопровождается активацией свободнорадикальных реакций. Их инициаторами являются активные формы кислорода и свободные радикалы. Особое значение имеет свободнорадикальное окисление фосфолипидов клеточных мембран, в состав которых входят ненасыщенные жирные кислоты. Первичным стабильным продуктом их окисления являются гидроперекиси, поэтому данные реакции называются перекисными. Основным субстратом перекисного окисления липидов (ПОЛ) являются полиненасыщенные жирные кислоты, т.е. структуры с изолированными или сопряженными системами кратных связей.

Интенсивность ПОЛ регулируется соотношением факторов, активирующих (прооксидантов) и подавляющих (антиоксидантов) этот процесс. Основным продуктом ПОЛ является малоновый диальдегид, который служит маркером перекисидирования жиров и окислительного стресса. Неуправляемая каскадная реакция ПОЛ, являющаяся, по сути, окислительным стрессом, может приводить к повреждению практически всех типов клеток, включая эндотелиальные клетки сосудов, нейроны и многое др.

Таким образом, в комплексной терапии пациентов с патологией аккомодации, наряду с уже рассмотренными выше препаратами, необходимы лекарственные средства, позитивно влияющие как на процессы ПОЛ, так и на гемодинамику глазного яблока.

Наиболее известными антиоксидантами являются: диквертин, селен, цинк, лютеин, бета-каротин и антоцианоиды экстракта черники.

В частности, диквертин обладает высокой антиоксидантной активностью, капилляропротекторным, противовоспалительным, гиполипидемическим, антиагрегантным, радиопротекторным действием, улучшает реологические свойства крови. Антоцианоиды укрепляют сосуды, ускоряют процессы регенерации родопсина, усиливают капиллярный кровоток в сетчатке. Бета-каротин защищает клетки от

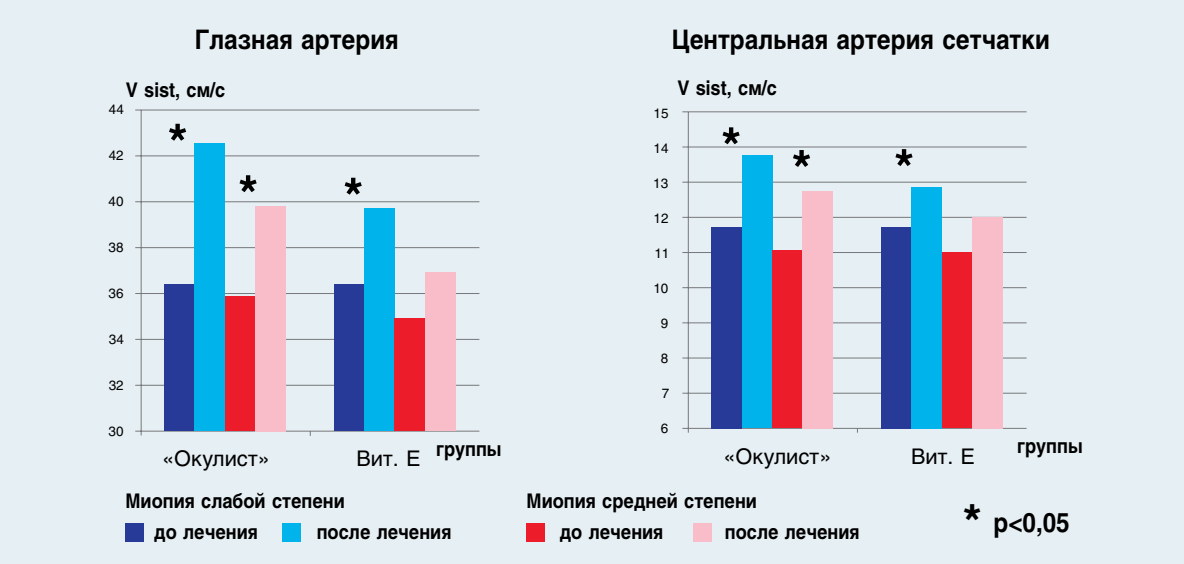


Рис. 6.2.4. Динамика максимальной систолической скорости в глазной артерии и центральной артерии сетчатки на фоне лечения. По оси абсцисс — группы, по оси ординат — максимальная систолическая скорость кровотока (Vsist), см/с

повреждения активными формами кислорода и свободными радикалами. К тому же он обладает иммуномодулирующим действием, стимулирует дифференцировку В- и Т-лимфоцитов, ускоряет регенерацию родопсина. Витамин С участвует в синтезе АТФ и коллагена, что особенно важно при прогрессировании на фоне ПИНА миопии.

Примерами сбалансированного сочетания витаминов и антиоксидантов являются препараты линии стрикс, препараты антоциан форте, окулист, лютеин-комплекс детский.

Возможности их применения в лечении детей с ПИНА изучены на кафедре офтальмологии педиатрического факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Гусева М.Р., Дубовская Л.А., Маркова Е.Ю., 2006, 2007, 2008; Маркова Е.Ю., Хаценко И.Е., Матвеев А.В., Сидоренко Е.Е., 2008; Гусева М.Р., Маркова Е.Ю., Матвеев А.В., 2009, 2011, 2012).

Так, по результатам обследования и лечения 238 подростков в возрасте 12-18 лет с ПИНА и миопией, установлена взаимосвязь между клиническими проявлениями нарушений аккомодации и рефракции и кровоснабжением глаза, а также оксидативным статусом пациента (Маркова Е.Ю., Матвеев А.В., Кузнецова Ю.Д., 2011). Авторы выявили признаки оксидативного стресса у пациентов с данной патологией,

а также ухудшения кровоснабжения глазного яблока, развивающиеся уже при слабой миопии и прогрессирующие пропорционально ее росту.

При этом было установлено, что добавление к традиционному лечению (оптимальная оптическая коррекция в сочетании со зрительной гимнастикой по Аветисову и инстилляцией ирифрина 2,5%) антиоксидантной терапии (комплексный препарат окулист или витамин Е) существенно улучшает региональную гемодинамику. Так, на фоне применения препарата окулист уже через месяц максимальная систолическая скорость кровотока (Vsist) в глазной артерии при норме $43,6 \pm 0,8$ см/с (на основании обследования 23 эмметропов 12-18 лет) достоверно увеличилась у миопов слабой ($36,4 \pm 0,8$ до $42,6 \pm 0,9$ см/с) и средней ($35,9 \pm 0,9$ до $39,8 \pm 1,0$ см/с) степеней. На фоне введения витамина Е — с $36,4 \pm 0,8$ до $39,8 \pm 0,8$ см/с у миопов слабой степени.

Изменения максимальной систолической скорости кровотока (Vsist) в центральной артерии сетчатки также выявлены лишь у пациентов, получавших антиоксиданты. Максимальная систолическая скорость кровотока в центральной артерии сетчатки на фоне применения препарата окулист возросла при миопии слабой степени — с $11,8 \pm 0,4$ до $13,8 \pm 0,3$ см/с, средней степени — с $11,1 \pm 0,5$ до $12,8 \pm 0,4$ см/с. У детей,

Таблица 6.2.5
Изменение уровней малонового диальдегида и общей антиоксидантной активности на фоне проводимой терапии

Сравниваемые методы лечения	Исследованные показатели			
	МДА (мкмоль/л)		ОАА (ммоль/л)	
	до лечения	1 мес. терапии	до лечения	1 мес. терапии
Окулист на фоне традиционного лечения*	5,07±0,21	2,97±0,30	1,26±0,18	1,67±0,21
Витамин Е на фоне традиционного лечения	5,07±0,21	4,27±0,27	1,26±0,18	1,38±0,20
Традиционное лечение (оптимальная оптическая коррекция, зрительная гимнастика по Аветисову и инстилляцией ирифрина 2,5%)	5,07±0,21	5,01±0,21	1,26±0,18	1,27±0,23

ПРИМЕЧАНИЕ: * — различия по сравнению с исходными показателями статистически значимы (p < 0,05).

получавших витамин Е, значимые изменения наблюдали при миопии слабой степени — с $11,8 \pm 0,3$ до $12,9 \pm 0,4$ см/с (рис. 6.2.4).

У пациентов, получавших традиционное лечение, статистически значимых изменений в гемодинамике глаза выявлено не было.

По результатам исследования общей антиоксидантной активности (ОАА) и содержания малонового диальдегида (МДА) в плазме крови, через 1 месяц лечения у детей, получавших дополнительную антиоксидантную терапию, отмечена положительная динамика, более выраженная на фоне применения препарата окулист (табл. 6.2.5) (Маркова Е.Ю., Матвеев А.В., Кузнецова Ю.Д., 2011).

Исследование показало, что проявления оксидативного стресса характерны для больных с миопией всех степеней и (в меньшей мере) для аккомодационных нарушений. При этом добавление в протокол лечения миопии и ПИНА антиоксидантных препаратов (особенно комплексных) достоверно повышает запасы относительной аккомодации, снижает частоту астенопических жалоб и скорость прогрессирования близорукости у подростков.

Безусловно, проблема профилактики и лечения детей с привычно-избыточным напряжением аккомодации еще далека от оптимального решения. Вместе с тем в его основе, наряду

с медикаментозным или иного рода воздействием на цилиарную мышцу, непременно должна присутствовать гигиена зрительного труда школьника, в сочетании с рациональным планированием его зрительной нагрузки.

Спазм аккомодации (в его нынешнем понимании) предлагают купировать инстилляцией атропина сульфата 1% (Фейгин А.А. с соавт., 2010). В дальнейшем, если тенденция к нарастанию рефракции сохраняется, систематические инстилляцией атропина продолжают, постепенно заменяя их более «мягкими» циклоплегиками или α-адреномиметиками (см. табл. 6.2.1-3). Помощь в лечении таких больных могут оказать тренировки на аккомодотренере, функциональное лечение, рефлексотерапия, физиотерапевтические процедуры. Иногда рекомендуют длительные инстилляцией атропина и бифокальные очки (Sarkies N.J., 1985; Rutstein R.P., 2010), по-видимому, в надежде «передержать» пациента до самопроизвольного купирования спазма.

Вместе с тем лечение спазма аккомодации представляет собой довольно непростую задачу. Часто необходима специализированная неврологическая психотерапевтическая помощь. В отдельных случаях стойкий спазм аккомодации может удерживаться на протяжении 2-30 месяцев (Rutstein R.P., 1988) и обычно спонтанно проходит, но весьма часто дает рецидивы.

Пресбиопия — возрастное ослабление аккомодации на почве потери эластичности хрусталика, представляет собой не менее значимую проблему, чем спазм аккомодации и ПИНА.

Для устранения явлений пресбиопии и сопутствующей ей астиопии прежде всего необходима оптимальная коррекция аномалий рефракции и адекватная коррекция пресбиопии (Сомов Е.Е., 1993, 1999; Проскурина О.В., 2009). Некоторые авторы для устранения астиопических жалоб при пресбиопии предлагают систематические тренировки аккомодации с использованием компьютерной программы «Relax» или прибора «Иллюзион» (Корнюшина Т.А., 2007).

Вместе с тем существенную помощь в лечении пресбиопии и свойственной ей аккомодативной астиопии оказывают метаболическая и антиоксидантная терапия, инстиллянии в конъюнктивальную полость препарата диглофтон 0,0002% и других аналогичных лекарственных средств.

Слабость аккомодации — один из видов нарушения аккомодации, развитие которого возможно при миопии. Характеризуется уменьшением объема аккомодации в основном за счет удаления ближайшей, а при сопутствующем ПИНА — и приближения дальнейшей точек ясного видения.

Большое значение в лечении таких пациентов имеет медикаментозная стимуляция сократительной активности цилиарной мышцы. Сегодня она осуществляется либо путем систематических инстилляций в конъюнктивальную полость препаратов на основе гликозида наперстянки (уже упомянутый выше диглофтон 0,0002%), либо нормализацией витаминно-минерального баланса организма (Кальций-D₃ – Никомед). Как известно, кальций и витамин D₃ улучшают нервно-мышечную проводимость и сократимость цилиарной мышцы.

Парез и паралич аккомодации, выраженные в той или иной степени, являются следствием закапывания в конъюнктивальную полость циклоплегиков (М-холинолитиков), а также могут быть обусловлены общим их токсическим воздействием на организм человека (ботулизм). Реже парез и паралич аккомодации развиваются вследствие механической травмы глазного

яблока, а также черепно-мозговой травмы, наркоза, стресса. Помимо расширения зрачка, они проявляют себя удалением от глаза ближайшей точки ясного видения, сокращением объема и ширины аккомодации. В отличие от пресбиопии, медикаментозный паралич аккомодации — явление временное, и длительность его зависит от фармакологических свойств использованного препарата и тонуса основных порций цилиарной мышцы.

Ускорить восстановление аккомодации возможно с помощью инстилляций в конъюнктивальную полость препаратов на основе гликозида наперстянки (например, диглофтон 0,0002%).

Широкое использование циклоплегиков и мидриатиков в офтальмологии нередко приводит к необходимости сужения зрачка после исследования клинической рефракции. Для этой цели могут быть использованы холиномиметик пилокарпин 1% и 2% или антагонист α-адренорецепторов тимоксамин. Однако применение этих препаратов у детей и молодых людей может вызвать ложную близорукость.

Аккомодативная астиопия проявляется быстрой утомляемостью глаз, снижением зрительной работоспособности, покраснением глаз при длительной зрительной нагрузке, раздвиганием букв и головными болями. Она развивается у людей, выполняющих зрительную работу на пределе своих аккомодационных возможностей (Сомов Е.Е., 1999), и характерна для пациентов с гиперметропией и развивающейся пресбиопией. У таких людей аккомодационный аппарат активно функционирует при зрительной работе на любом расстоянии (особенно на близком). При этом перегруженная аккомодация «дает сбой» и развивается астиопия. При начинающейся же пресбиопии пациенты вынуждены стимулировать и напрягать аккомодацию, тогда как резервы ее для работы на близком расстоянии сокращаются.

Лечение аккомодативной астиопии базируется, прежде всего, на адекватной коррекции аметропии и лечебных мероприятиях, направленных на купирование вызвавших ее нарушений аккомодации. Как правило, оптическая, медикаментозная или иного рода нормализация аккомодации закономерно сопровождается купированием клинических признаков аккомодативной астиопии.

Литература

1. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 288 с.
2. Аветисов Э.С. К теории прогрессирования миопии. М., 1974. С. 3-11.
3. Аветисов Э.С. О новой гипотезе происхождения миопии. Материалы науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения В.П. Филатова. Киев, 1965. С. 56-57.
4. Александрова Ж.Л., Сомов Е.Е. Еще раз о фармакологическом действии препарата ирифрин // Роль и место фармакотерапии в современной офтальмологической практике. СПб., 2009. С. 15-16.
5. Бржеский В.В., Ефимова Е.Л., Воронцова Т.Н., Прусская С.М. Привычно-избыточное напряжение аккомодации и возможности его медикаментозной коррекции. Материалы юбилейной конф., посвящ. 75-летию основания первой в России кафедры детской офтальмологии. СПб., 2010. Т. 2. С. 29-39.
6. Бржеский В.В., Воронцова Т.Н., Ефимова Е.Л., Прусская С.М. Эффективность препарата «Ирифрин-10%» в лечении детей с привычно-избыточным напряжением аккомодации // Клини. офтальмол. 2008. Т. 9, № 3. С. 90-93.
7. Бржеский В.В., Воронцова Т.Н., Ефимова Е.Л., Прусская С.М. 10% Ирифрин в лечении привычно-избыточного напряжения аккомодации у детей // Офтальмологические ведомости. 2008. Т. 1, № 3. С. 26-29.
8. Ватченко А.А. Спазм аккомодации и близорукость. Киев: Здоров'я, 1977. С. 14-39.
9. Волков В.В. О вероятных механизмах миопизации глаза в школьные годы // Офтальмол. журн. 1988. № 3. С. 129-132.
10. Волкова Е.М. Влияние вегетативной нервной системы на функциональное состояние аккомодации при миопии. Дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 82 с.
11. Волкова Е.М., Страхов В.В. Применение Ирифрина как стимулятора аккомодации для дали // Клини. офтальмол. 2005. Т. 6, № 2. С. 86-89.
12. Воронцова Т.Н., Бржеский В.В., Ефимова Е.Л. и др. Эффективность терапии привычно-избыточного напряжения аккомодации у детей // Рос. педиатрическая офтальмол. 2010. № 2. С. 17-19.
13. Громакина Е.В. Рефракция и аккомодация. Физиология, нарушения и методы коррекции Учебное пособие. Кемерово, 2006. 74 с.
14. Гусева М.Р., Дубовская Л.А., Маркова Е.Ю. Лечение спазма аккомодации, близорукости и воспалительно-дистрофических заболеваний глаз с добавлением «Лютеин – комплекса». Детская офтальмология: итоги и перспективы. Материалы научно-практ. конф. М., 2006. С. 204-205.
15. Гусева М.Р., Дубовская Л.А., Маркова Е.Ю. «Лютеин-комплекс» в педиатрической практике при заболеваниях глаз // Рос. педиатрическая офтальмол. 2007. № 1. С. 9-14.
16. Гусева М.Р., Маркова Е.Ю., Матвеев А.В., Учайева Н.С. «Лютеин комплекс детский» при заболеваниях глаз у детей. Пролиферативный синдром в офтальмологии: Междунар. конф. Сб. науч. тр. 2008. С. 107-115.
17. Гусева М.Р., Маркова Е.Ю., Матвеев А.В., Учайева Н.С. «Лютеин комплекс детский» при заболеваниях глаз у детей // Рос. педиатрическая офтальмол. 2009. № 2. С. 25-31.
18. Гусева М.Р., Сидоренко Е.И., Маркова Е.Ю. и др. «Лютеин комплекс детский» при заболеваниях глаз у детей. Методические рекомендации. М., 2009. 29 с.
19. Гусева М.Р., Сидоренко Е.И., Маркова Е.Ю. и др. «Лютеин комплекс детский» при заболеваниях глаз у детей // Рос. педиатрическая офтальмол. 2010. № 1. С. 39-46.
20. Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973. С. 17-19, 38-74.
21. Дашевский А.И. К вопросу о развитии псевдомиопии и миопии и их профилактике // Офтальмол. журн. 1988. № 3. С. 132-136.
22. Егоров Е.А., Астахов Ю.С., Ставицкая Т.В. Офтальмофармакология. Руководство для врачей. М.: Гэотар-Медиа, 2005. 463 с.
23. Егорова А.В. Аппаратные методы лечения приобретенной близорукости. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ижевск, 2007. 24 с.
24. Егорова А.В., Мыльникова Е.С. Препарат Ирифрин 2,5% в терапии компьютерного зрительного синдрома // Клини. офтальмол. 2009. Т. 10, № 1. С. 30-33.
25. Жаров В.В., Егорова А.В., Конькова Л.В. Комплексное лечение аккомодационных нарушений при приобретенной миопии. Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2008. 103 с.
26. Жаров В.В., Конькова Л.В., Егорова А.В. и др. Аппаратная и медикаментозная терапия приобретенной миопии. Ижевск: Научная книга, 2008. 35 с.
27. Жаров В.В., Мракова Л.М., Корепанов А.В. Результаты лечения приобретенной близорукости некоторыми видами оптикодистантных тренажеров. Детская офтальмология. Итоги и перспективы. М.: Лесарарт, 2006. С. 209-210.
28. Заяни Набил, Воронцова Т.Н., Бржеский В.В. Комбинированная терапия спазма аккомодации у детей // Офтальмол. ведомости. 2011. Т. 4, № 1. С. 23-27.
29. Заяни Набил, Воронцова Т.Н., Бржеский В.В. Результаты применения препарата Цикломед 1% в лечении детей со спазмом аккомодации.

- Проллиферативный синдром в офтальмологии: VI междунар. научно-практ. конф. М., 2010. С. 102-103.
30. Иомдина Е.Н., Лазук А.В., Егорова Т.С., Голубцов К.В. Влияние функционального лечения в сочетании с инстилляциями Ирифрина на состояние сенсорного аппарата глаз детей с прогрессирующей миопией. Детская офтальмология. Итоги и перспективы. М.: Лесарарт, 2006. С. 213-214.
 31. Корнюшина Т.А. Аккомодационная способность при пресбиопии. Рефракционные и глазодвигательные нарушения. М., 2007. С. 216-217.
 32. Кузнецова М.В. Причины развития близорукости и ее лечение. М.: Медпресс-информ, 2005. 168 с.
 33. Левченко О.Г. Ультразвуковая терапия больных с прогрессирующей близорукостью // Офтальмол. журн. 1976. № 1. С. 46-49.
 34. Левченко О.Г. Связь анатомо-оптических и функциональных показателей глаз в процессе развития миопии // Вестн. офтальмол. 1982. № 5. С. 36-38.
 35. Маркова Е.Ю., Дергачева Л.И., Сидоренко Е.И. и др. Антиоксиданты при офтальмопатологии у детей // Врач. 2008. № 9. С. 84-86.
 36. Маркова Е.Ю., Дергачева Л.И., Хаценко И.Е. и др. Антиоксиданты в лечении офтальмопатологии у детей. Проллиферативный синдром в офтальмологии. Междунар. конф.: Сб. науч. тр. М., 2008. С. 115-117.
 37. Маркова Е.Ю., Дергачева Л.И., Хаценко И.Е. и др. Применение антиоксидантов в комплексном лечении заболеваний глаз у детей. 10-й Всерос. конгресс диетологов и нутрициологов: Сб. науч. тр. М., 2008. С. 74.
 38. Маркова Е.Ю., Хаценко И.Е., Матвеев А.В., Сидоренко Е.Е. Возможности коррекции оксидативного стресса в детской офтальмологии // Рос. педиатрическая офтальмол. 2008. № 4. С. 45-58.
 39. Маркова Е.Ю., Матвеев А.В., Кузнецова Ю.Д. Современная антиоксидантная терапия в детской офтальмологии // Эффективная фармакотерапия. Педиатрия. 2011. № 4. С. 46-52.
 40. Матвеев А.В., Гусева М.Р., Маркова Е.Ю. и др. Коррекция оксидативного стресса и гемодинамических изменений при миопии и нарушениях аккомодации у детей // Рос. педиатрическая офтальмол. 2012. № 1. С. 25-28.
 41. Мац К.А. Новые методы тренировки цилиарной мышцы при ослабленной аккомодационной способности. Дис. ... канд. мед. наук. М., 1973. 122 с.
 42. Медвецкая Г.А. Профилактика близорукости и ее прогрессирования с помощью воздействия на аккомодационный аппарат глаза. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1981.
 43. Петухов В.М., Медведев А.В. Особенности возникновения и прогрессирования школьной близорукости в условиях современного учебного процесса и ее профилактика. Самара, 2005. 31 с.
 44. Проскурина О.В. Использование разных циклоплегических средств для исследования рефракции // Современная оптометрия. 2008. Т. 3, № 13. С. 32-38.
 45. Проскурина О.В. Пресбиопия: современный подход к очковой коррекции // Рос. офтальмол. журн. 2009. № 1. С. 49-54.
 46. Рябцева А.А., Герасименко М.Ю., Савина М.М. Эффективность применения магнитотерапии в профилактике и лечении миопии слабой степени у детей и подростков. Междунар. симпози.: Сб. науч. тр. М., 2001. С. 72-73.
 47. Сергиенко Н.М., Кондратенко Ю.Н. Патогенетические факторы миопизации человеческого глаза. Междунар. симпози.: Материалы. М., 1990. С. 53-56.
 48. Сидоренко Е.И., Маркова Е.Ю., Матвеев А.В. Компьютерный зрительный синдром // Рос. педиатрическая офтальмол. 2009. № 2. С. 31-34.
 49. Сомов Е.Е. Введение в клиническую офтальмологию. СПб.: ПМИ, 1993. 198 с.
 50. Сомов Е.Е., Азарова Г.А., Кузнецова М.Л., Меденцева М.А. Основные причины детской слепоты и слабовидения. Актуальные проблемы детской офтальмологии. СПб., 1995. С. 12-16.
 51. Сомов Е.Е. Руководство по клинической офтальмологии. Часть II. М., 1999. С. 28-43.
 52. Сомов Е.Е. Спазм и привычно-избыточное напряжение аккомодации у детей и способы их устранения. Детская офтальмология. Итоги и перспективы. М.: Лесарарт, 2006. С. 230.
 53. Сомов Е.Е., Цепилова Л.И. Привычно-избыточное напряжение аккомодации у детей и способы его устранения // Офтальмол. журн. 1995. № 5-6. С. 298-302.
 54. Стишковская Н.Н., Нюренберг О.Ю. Электропунктурная терапия миопии // Патогенез близорукости, профилактика ее прогрессирования и осложнений. М., 1990. С. 107-108.
 55. Страхов В.В., Суслова А.Ю., Бузыкин М.А. Аккомодация и гидродинамика глаза // Клини. офтальмол. 2003. Т. 4, № 2. С. 52-55.
 56. Такуева Р.Ж. Роль спазма аккомодации в развитии осевой близорукости. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1998.
 57. Тарутта Е.П., Филинова О.Б., Кварацхелия Н.Г., Толорая Р.Р. Объективное исследование запасов и устойчивости относительной аккомодации // Рос. педиатрическая офтальмол. 2010. № 2. С. 14-16.
 58. Фейгин А.А., Кузнецова И.Л., Зозуля Е.Т. Случай «истинного» спазма аккомодации // Офтальмол. ведомости. 2010. Т. 3, № 4. С. 73-74.

59. Хавова Л.А., Деев Л.А., Белькова А.Г. и др. Влияние инстилляций 2,5% ирифрина и комбинации 2,5% ирифрина с 1% цикломедом на аккомодационный аппарат глаза детей с прогрессирующей миопией // Клини. офтальмол. 2006. Т. 7, № 1. С. 31-34.
60. Цепилова Л.И. Диагностика и лечение спазма аккомодации у детей школьного возраста. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1994. 26 с.
61. Ченцова О.Б. Сравнительный анализ эффективности нескольких способов консервативного лечения спазма аккомодации и миопии у детей // Вестн. офтальмол. 2002. № 6. С. 10-11.
62. Шаталов О.А. Профилактика и лечение спазма аккомодации и прогрессирования миопии у детей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2000.
63. Шипунова Н.В., Бутакова Е.В. Применение препарата Ирифрин 2,5% в лечении миопии. Детская офтальмология. Итоги и перспективы. М.: Лесарарт, 2006. С. 232-233.
64. Culhane H.M., Winn B. Dynamic accommodation and myopia // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1999. V. 40, N 9. P. 1968-1974.
65. Douglas R.F. Myopia. Clinical review // Br. Med. J. V. 324, N 18. 2002. P. 1195-1199.
66. Goldschmidt E. The importance of heredity and environment in the etiology of low myopia // Acta Ophthalmol. (Copenh). 1981. V. 59. P. 759-762.
67. Gilmartin B., Hogan R.E. The relationship between tonic accommodation and ciliary muscle innervations // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1985. V. 26, N 7. P. 1024-1028.
68. Gilmartin B., Mallen E.A., Wolffsohn J.S. Sympathetic control of accommodation: evidence for inter-subject variation // Ophthalmol. Physiol. Opt. 2002. V. 22. P. 366-371.
69. Gwiazda J., Hyman L., Norton T., Hussein M. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2004. V. 45, N 7. P. 2143-2151.
70. Sato T. The cause and prevention of school myopia. Tokyo, Japan: Excerpta Medica, 1993. P. 106-107.

Для достижения лучшего эффекта любое лечебное воздействие должно быть патогенетически направленным. Нарастающая зрительная нагрузка, широкое применение компьютеров при обучении и в профессиональной деятельности приводят к нарушению работы аккомодационной системы, к развитию астенопических жалоб и к прогрессированию миопии у детей, подростков и лиц молодого возраста. Это заставляет искать эффективные способы профилактики и лечения нарушений аккомодации (Аветисов Э.С., 1999).

Идеология и система воздействия на аппарат аккомодации с целью профилактики возникновения и прогрессирования миопии продолжают свое развитие в Институте им. Гельмгольца и в настоящее время. Так, в последние годы отработаны и внедрены в широкую клиническую практику комплекс методов консервативного лечения. Изучен и изучается механизм лечебного действия функциональных методов, заключающийся в нормализации тонуса и повышении работоспособности цилиарной мышцы, повышении метаболической активности клеток цилиарного тела, улучшении гемодинамики глаза (по показателям RQ, скорости кровотока в глазничной артерии, центральной артерии сетчатки (ЦАС), задних коротких цилиарных артериях) (Губкина Г.Л., 1994; Лазук А.В., 2004).

Для оценки состояния аккомодации наиболее информативным оказалось исследование объема абсолютной (ОАА) и особенно запасов относительной аккомодации (ЗОА), поскольку этот интегральный показатель отражает состояние цилиарной мышцы, первым изменяется при нарушениях аккомодации и наиболее существенно реагирует как на изменение течения миопии, так и на различные лечебные мероприятия. В последние годы эти субъективные методики были дополнены новыми объективными методами исследования аккомодации (Колотов М.Г.,

1999; Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В. с соавт., 2007; Тарутта Е.П., Филинова О.Б., Тарасова Н.А., 2012; Mutti D.O., Mitchell G.L., Hayes J.R. et al., 2006).

В основу любого комплекса методов функционального лечения нарушений аккомодации и миопии должен быть положен патогенетический подход.

Для использования в широкой клинической практике отобраны и рекомендуются только те методики, которые, как показали специальные исследования, нормализуют или улучшают состояние аккомодации и гемодинамики и тем самым предотвращают или тормозят развитие миопии. К ним относятся: домашние тренировки аккомодации с инстилляциями лекарственных средств; оптико-рефлекторные тренировки аккомодации; аппаратное лечение; физиотерапия, рефлексотерапия и массаж.

Домашние тренировки

Домашние тренировки аккомодации начинают 4 раза в год и часто сочетают с другими методами лечения.

1). Упражнение «Метка на стекле». Пациент в назначенных ему очках для дали встает на расстоянии 30 см от окна. На стекле на уровне глаз крепится метка: буква «С» диаметром 2 мм, черная на белом фоне. Вдали на линии зрения, проходящей через эту метку, пациент намечает какой-либо предмет для фиксации. Затем поочередно переводит взгляд то на метку на стекле, то на предмет. Упражнения проводятся ежедневно, однократно, в течение 1 месяца. Первые три дня продолжительность каждого упражнения составляет 3 мин, последующие три дня — 5 мин, в остальные дни — 7 мин.

2). Упражнение с «Ракеткой», или домашним аккомодотренером. Для проведения упражнения нужна ракетка размером примерно

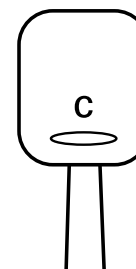


Рис. 6.3.1. «Ракетка» для домашних тренировок аккомодации

20×10 см с горизонтальной щелью над рукояткой и линейка длиной 60 см (рис. 6.3.1). Линейка помещается в щель ракетки.

Вертикально расположенная ракетка должна свободно перемещаться по линейке. На передней поверхности ракетки в 2 см над щелью нанесена буква «С» величиной 2 мм черного цвета. Пациент приставляет к щеке под глазом (другой глаз закрыт окклюдором) линейку прибора (ракетки) и затем медленно перемещает ракетку по направлению к глазу до тех пор, пока буква «С» станет расплывчатой и похожей на букву «О». После этого пациент отодвигает ракетку от глаза, добиваясь того, чтобы буква «С» вначале становилась ясно видимой, а потом расплывалась. Упражнения проводят в течение 7-10 мин для каждого глаза с интервалом в 10 мин. Необходимо следить, чтобы знак на ракетке во время упражнений был хорошо освещен. Для того чтобы редуцировать дальнейшую точку ясного видения, упражнения проводят в очках, обеспечивающих индуцированную рефракцию порядка -3,0 дптр. При миопии -2,5 ± 0,5 дптр — без очков.

На фоне упражнений в течение 1 мес. пациентам рекомендуют форсированные инстилляций р-ра тауфона 4%: по 1 капле 4 раза с интервалом 10 мин. В течение этого месяца рекомендуют также инстилляций р-ра ирифрина 2,5% по 1 капле через день на ночь.

3). При неосложненной миопии рекомендуют физическую активность преимущественно на свежем воздухе (плавание, бадминтон, теннис, гимнастика, танцы, медленный бег на средние дистанции и т.п.). При миопии, осложненной ПВХРД, не рекомендуют физические упражнения, связанные с прыжками и поднятием тяжести, бег на время, кувирки, подтягивание.

4). Два раза в год в течение 1-1,5 мес. рекомендуют курсовой прием комплекса витаминов, микроэлементов и препаратов на основе вытяжки черники.

Можно говорить о выраженном положительном эффекте в группе пациентов, регулярно получавших домашние курсы лечения, по сравнению с контрольной группой. Так, годичный градиент прогрессирования близорукости у пациентов, получавших домашние курсы лечения, составил 0,2 дптр/в год, а у пациентов контрольной группы — 0,95 дптр/в год ($p < 0,05$). У пациентов, которые получали лечение, ЗОА увеличился на 0,67 дптр. У пациентов, не получавших лечения, ЗОА за 1-3 года уменьшился на 0,64 дптр. В конце наблюдения разница в величине ЗОА между данными группами составила $1,88 \pm 0,25$ дптр (различие статистически достоверно, $p < 0,01$). Длина переднезадней оси (ПЗО) глаза у пациентов, получавших лечение, увеличилась только на 0,06 мм, а в контрольной группе — на 0,27 мм ($p < 0,05$) (Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Филинова О.Б., 2010).

Оптико-рефлекторные тренировки аккомодации

1). Тренировки аккомодации по Э.С. Аветисову — К.А. Мац (Аветисов Э.С., 1999)

Упражнения проводят бинокулярно в условиях полной коррекции. Предварительно определяют положительную и отрицательную части относительной аккомодации. От величины максимальной плюсовой и максимальной минусовой линзы, с которыми еще возможно чтение, отнимают 0,5-1,0 дптр. Полученные величины характеризуют субмаксимальную нагрузку для цилиарной мышцы. После коррекции миопии начинают чтение с минусовой линзой 0,5 дптр и доводят до субмаксимальной величины положительной части относительной аккомодации, увеличивая на 0,5-1,0 дптр. Чтение с каждой новой линзой продолжается 3-5 минут, затем силу линзы уменьшают на 1,0 дптр, оставляя каждую из таких линз на 1 минуту, после чего переходят к приставлению плюсовых линз. Силу их постепенно увеличивают до субмаксимальной величины отрицательной части относительной аккомодации. Чтение с каждой новой линзой продолжается 3 минуты. В первые 3 дня указанную процедуру в течение ежедневного сеанса проводят один раз, в остальные дни — два раза. Объем относительной аккомодации для уточнения субмаксимальных нагрузок определяют каждые 3 дня. Курс тренировок состоит из 15-20 сеансов.

Для закрепления эффекта рекомендуют проводить описанные ранее домашние упражнения.

Если не достигнута стабильная нормализация работоспособности цилиарной мышцы, то аналогичные курсы повторяют с интервалами в 1-2 месяца до получения эффекта.

2). Метод оптического микрозатуманивания по А.И. Дашевскому (1973)

Используют для лечения ПИНА. В пробную оправу перед одним глазом помещают отрицательное стекло, повышающее остроту зрения пациента до 1,0. Затем поверх этого стекла добавляют линзу +0,25 дптр. При этом острота зрения несколько снижается, но через некоторое время вновь восстанавливается до 1,0. Линзу +0,25 дптр убирают и сразу же вновь ставят в оправу. Зрение опять снижается, но восстанавливается до 1,0 быстрее, чем раньше. Описанную процедуру повторяют до тех пор, пока восстановление остроты зрения не станет почти моментальным.

После этого, оставив линзу +0,25 дптр в пробной оправе, уменьшают имеющуюся отрицательную коррекцию на 0,25 дптр (например, с -1,5 дптр до -1,25 дптр) и вновь ставят и убирают линзу +0,25 дптр до быстрого восстановления остроты зрения до 1,0. Описанную процедуру проводят для каждого глаза в отдельности. Длительность одной тренировки не должна превышать 15 минут для каждого глаза, в общей сложности — не более 30 минут. Курс лечения обычно включает 10 тренировок.

3). Метод дивергентной дезаккомодации (Дашевский А.И., 1973)

Лечение ПИНА по методу оптического микрозатуманивания можно дополнить тренировкой дивергентной дезаккомодации. Этот метод можно применять перед микрозатуманиванием в том случае, если ПИНА очень стойкое и не удастся получить повышение остроты зрения даже в ответ на самое малое затуманивание стеклом +0,25 дптр.

Определяют остроту зрения без коррекции. Если она меньше 0,1, тренировку проводят на половинном расстоянии до таблицы Сивцева, при повышении остроты зрения возвращаются к дистанции 5 м.

Тренировка проводится бинокулярно. В пробную оправу перед каждым глазом (без отрицательной коррекции) помещают призмы силой в 1-2 Δ, основанием к носу, чем

вызывается дивергентная дезаккомодация. Через несколько секунд (реже — минут) острота зрения повышается, после чего силу призм увеличивают до 2-3 Δ, но не более 4 Δ для каждого глаза. Призмы оставляют в оправе до повышения остроты зрения на 1-2 строки, но не более, чем на 3 минуты. После чего можно переходить к лечению по методу микрозатуманивания. Необходимым условием является стойкое бинокулярное зрение, противопоказанием — экзотропия для дали более 6,0 Δ дптр.

4). Метод «раскачки» по В.В. Волкову — Л.Н. Колесниковой (1976)

В случае стойкого ПИНА, когда не удается достичь повышения некорригированной остроты зрения вышеописанными методами, хороший эффект может оказать так называемая «раскачка».

Лечение проводят монокулярно в условиях полной коррекции для дали. В пробную оправу перед глазом помещают стекло +0,75 дптр, снижающее остроту зрения. Пациент смотрит на таблицу в течение 3-5 мин. Острота зрения при этом должна несколько повыситься. Затем положительное стекло быстро заменяют на отрицательную линзу той же силы (-0,75 дптр) и оставляют ее в оправе на 20-30 секунд. Пациент в это время отчетливо видит 10-ю строку таблицы. Затем отрицательное стекло заменяют на положительное, но меньшей силы (+0,5 дптр) и оставляют его в оправе на 3 минуты. Через 3 минуты это стекло заменяют на отрицательное (-0,5 дптр), которое оставляют в оправе на 15-20 секунд. В заключение все стекла убирают, и пациент смотрит на таблицу без всякой коррекции на протяжении 5-7 минут.

Клинический опыт показывает, что наилучшего эффекта в деле профилактики прогрессирования близорукости удается достичь при регулярных, не менее двух раз в год, тренировках аккомодации, чередуя при этом различные методики: по Аветисову — Мац, по Дашевскому, по Волкову — Колесниковой, аппаратные тренировки.

5). Офтальмомиотренажер — релаксатор «Визотроник»

Механизм действия: расслабляющее влияние «стеклянного атропина» или микрозатуманивания на цилиарную мышцу за счет положительных сферических и цилиндрических линз, а также эффекта дивергентной дезаккомодации, вызываемого призмами. Эффект релаксации

цилиарной мышцы усиливается за счет применения сферопризматических линз и призм с косым расположением линии вершина-основание. Кроме того, дивергенция глаз в различных направлениях способствует включению дивергентной дезаккомодации. Разработанный алгоритм работы тренажера построен на следующих принципах: формирование рефлекса цели, постепенное повышение нагрузок, разнообразие применяемых упражнений. Соблюдение указанных принципов позволяет сформировать 4 комплекса упражнений: 1 (линзы № 1-5) — разминка цилиарной мышцы и глазодвигательных мышц; 2 (линзы № 6-10) — релаксация цилиарной мышцы и дополнительная дивергентная дезаккомодация при умеренных нагрузках; 3 (линзы № 11-15) — максимальные нагрузки за счет сферопризматических плюсовых линз, расположенных в порядке возрастания их оптической силы; 4 (линзы № 16-20) — закрепление полученных результатов. Можно самим запрограммировать порядок линз.

Показания к применению: хроническое зрительное утомление; компьютерный зрительный синдром; ПИНА, спазм аккомодации; близорукость (для улучшения функциональных показателей глаза и с целью стабилизации процесса при ее прогрессировании); профилактика для лиц, занимающихся различными видами прецизионного труда.

Противопоказания: острые и воспалительные процессы век и глазного яблока; расходящееся косоглазие; нистагм; глаукома; нарушение оптических сред глаз; патологические процессы в сетчатке и зрительном нерве.

Тренажер позволяет проводить лечение по трем методикам.

Лечение по методике №1 рекомендуется проводить детям до 10 лет с приобретенной близорукостью, а также пациентам любого возраста с близорукостью, имеющим снижение запасов относительной аккомодации на 50% от возрастной нормы.

Лечение по методике №2 рекомендуется для пациентов старше 10 лет с приобретенной близорукостью, имеющих запасы относительной аккомодации от 50 до 70% от возрастной нормы.

Лечение по методике №3: методика разработана для лечения приобретенной близорукости у пациентов, имеющих запасы относительной аккомодации более 75% от возрастной

нормы. Кроме того, методика №3 может применяться при ложной близорукости, хронических зрительном и компьютерном синдромах, а также с профилактической целью.

Курс лечения по каждой из методик — 10-15 сеансов. Для достижения наилучших результатов упражнения проводят в очках, обеспечивающих Visus = 0,7-0,8.

Исследования показали, что лечение на аппарате «Визотроник» приводит к повышению остроты зрения (с привычной субкоррекцией), запасов и объема аккомодации, в меньшей степени — объективного аккомодационного ответа, снижению тонуса аккомодации. У всех пациентов отмечалось повышение зрительной работоспособности и продуктивности. Снижение темпов прогрессирования миопии отмечено у 92% больных, стабилизация в течение 1 года — у 68% (Лялин А.Н., Жаров В.В., 2010; Тарасова Н.А., 2010).

6). Аппарат медицинский для тренировки аккомодации глаза «Окис» (производство ОАО «Окис»)

Аппарат для тренировки аккомодации глаз включает в себя линзу Френеля в рамке (размеры: 150±50 × 110±50 × 7±5 мм), держатель на гибком стержне (длина 300 мм, диаметр 7±2 мм) с клипсой для крепления к монитору, программное обеспечение на диске CD-R.

Линза Френеля в рамке крепится к монитору персонального компьютера (либо ноутбуку) с помощью клипсы-держателя. Гибкий стержень держателя позволяет изменять расстояние между линзой Френеля и экраном и менять положение линзы по высоте таким образом, что две части изображения одновременно предъявляются на разных расстояниях от глаз пациента (часть изображения предъявляется за линзой). Программное обеспечение позволяет подстраивать размеры изображения на экране монитора под различные размеры линзы Френеля, выводит на экран изображение для проведения тренировочных упражнений и проводит объективную количественную оценку результатов их выполнения.

В основу метода положен принцип тренировки аккомодации чередованием расслабления и напряжения цилиарной мышцы глаза путем изменения расстояния между изображением демонстрируемого объекта и глазом пациента с более близкого на более удаленное и обратно. Все существующие компьютерные программы

для тренировок аккомодации предполагают иллюзию удаления объекта, находящегося на самом деле на конечном расстоянии от глаз пациента, то есть на экране компьютера. Аппарат «Оксис» содержит линзу Френеля для удаления объекта фиксации. Проведенное нами тестирование напряжения аккомодации с помощью объективной аккомодометрии на аппарате Grand Seiko WR-5100K показало, что при взгляде через линзу Френеля на объект, расположенный на расстоянии 33 см, происходит ослабление динамической рефракции на 2,0-2,5 дптр, что соответствует удалению объекта с 33 см на 1,5-2 метра. Таким образом, в условиях компьютерных тренировок аккомодации обеспечивается не только сокращение, но и расслабление цилиарной мышцы.

Аппарат «Оксис» предназначен для тренировки аккомодации, уменьшения ПИНА, профилактики прогрессирования близорукости в домашних и амбулаторных условиях.

Курс лечения включает 10 процедур, продолжительность каждой процедуры 10 мин. По окончании курса лечения острота зрения с привычной коррекцией обычно повышается на 0,1-0,2. Объем абсолютной аккомодации и запас относительной аккомодации увеличиваются (Тарасова Н.А., 2010).

7). Аппарат для тренировки аккомодации «Ручеек» ТАК-6.1

Аппарат «Ручеек» («Медоптика-ТАК 6.1») содержит набор световых излучателей, различно удаленных от глаза. При последовательном включении излучателей расположенная непосредственно перед глазом линза формирует изображение, которое автоматически перемещается от минимально близкого положения до «виртуальной» бесконечности и обратно. Поворот излучателей обеспечивает смену наблюдаемого объекта (буквы или фигуры) и его размера в соответствии с остротой зрения. Регулируется скорость перемещения изображения, наклон блока и цвет излучателей (включается или красная, или зеленая подсветка наблюдаемых изображений). Цифровой блок управления реализует 6 программ тренировки (плюс две вспомогательные программы). Программы тренировки различаются длительностью сеанса и алгоритмом тренировки. «Ручеек» используется как в амбулаторных, так и в домашних условиях, прост в эксплуатации. Может применяться с 3-4-летнего возраста.

Через 10 дней после проведенного лечения у большинства детей отмечено повышение корригированной и некорригированной остроты зрения на 0,1-0,3, снижение силы максимальной корригирующей линзы на 0,5-1,0 дптр, снижение тонуса аккомодации. Более выраженное повышение некорригированной остроты зрения отмечено у детей со слабой миопией, особенно в младшей возрастной группе (Нгуен Тхи Минь, 1999).

Другие виды аппаратного лечения

1). Низкоинтенсивная лазерстимуляция цилиарной мышцы с помощью аппарата «МАКДЭЛ 09»

В Московском научно-исследовательском институте глазных болезней им. Гельмгольца совместно с фирмой МАКДЭЛ разработан и апробирован в течение последних 20 лет метод лечения нарушений аккомодационного аппарата глаза при миопии и зрительном утомлении. Метод предусматривает транссклеральное бесконтактное воздействие на цилиарную мышцу с помощью инфракрасного лазерного излучения (Губкина Г.Л., 2004).

Проведенные ранее экспериментальные исследования позволили обосновать дозу малой мощности (0,2 Дж/см²) стимулирующего действия на ткани глаза лазера с длиной волны 1,3 мкм. Морфологические исследования показали, что такой режим лазерного воздействия не вызывает каких-либо деструктивных изменений и является безопасным для всех структур глаза. При этом усиливается метаболическая активность эпителиальных клеток цилиарного тела (Губкина Г.Л., 1994).

Лечение прогрессирующей миопии предусматривает проведение 10 процедур низкоэнергетической транссклеральной лазерной стимуляции цилиарного тела. «МАКДЭЛ 09» обеспечивает воздействие инфракрасного излучения с длиной волны $\lambda=1,3$ мкм в области цилиарной зоны. Для достижения максимального эффекта используют 2 и 3 режимы излучения (1,0-1,5 мВт) в течение 2-3 мин. Проводят процедуры один или два раза в день (в последнем случае с 30-40 минутным перерывом) 2-4 раза в год.

После проведенного курса лечения близорукость не прогрессировала у 59,8% больных. ЗОА после лечения увеличился в 2,5-4,5 раза. Ближайшая точка ясного зрения приблизилась

к глазу в среднем на 1,16 см. Реоциклографические исследования показали, что объем крови в сосудах цилиарного тела после курса устойчиво увеличивается в 1,6 раз, то есть улучшается кровоснабжение цилиарной мышцы, следовательно, и ее функция (Губкина Г.Л., 1994; Лазук А.В., 2004).

2). Лазерный спектр

Используется также воздействие посредством наблюдения лазерного спекла. Суть воздействия заключается в том, что пучок лазерного гелий-неонового излучения, рассеиваемый на шероховатой поверхности, попадает на клетки сетчатки в виде множества лучей, идущих под разными углами друг к другу и способных к интерференции. На сетчатке возникает интерференционная картина в виде множества случайно расположенных пятен различной величины — спектр-структура. Важно отметить, что эта интерференционная картина образуется на глазном дне независимо от состояния оптического аппарата глаза и сознательной активности пациента. Являясь функциональным стимулятором, спектр-структура заставляет работать сенсорный аппарат глаза, а также снимает напряжение аккомодационного аппарата, так как для наблюдения за картиной отпадает необходимость установочной аккомодации.

Данное функциональное лечение проводится в амбулаторных условиях 2 раза в год.

После курса лечения достоверно повышаются запасы аккомодации (на 2,1 дптр), повышается некорригированная острота зрения вдаль (в среднем на 0,18), а также в 96% случаев повышается субъективное «качество зрения».

3) Местная баротерапия

С целью улучшения периферического кровообращения, развития коллатерального кровообращения, уменьшения спазма сосудов, улучшения трофики тканей применяется ряд аппаратов, использующих воздушные волны как средство массажного воздействия. Этот вид массажа получил название вакуумного или пневмомассажа. Лечение проводят с помощью «Аппарата для вакуумного массажа офтальмологического» (АВМО). Время воздействия составляет 8-10 минут. Курс состоит из 10 сеансов.

Результатом, как правило, является повышение аккомодации и гемодинамики. Показатели еще лучше, если лечение проводится с предварительными инстилляциями 2,5% р-ра ирифрина. Так, ближайшая точка приближается

на 0,84 дптр у пациентов, проходивших лечение без ирифрина, и на 1,28 дптр — с ирифрином. Объем абсолютной аккомодации имел тенденцию к увеличению в обеих группах: на 1,29 дптр у пациентов, проходивших лечение без ирифрина, и несколько больше — на 1,68 дптр — с ирифрином (Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Филинова О.Б., 2010).

4). Электростимуляция

Электростимуляция — воздействие слабыми импульсами электрического тока определенной структуры и последовательности на сенсорный и нервно-мышечный аппараты глаза. Основным элементом механизма лечебного воздействия электростимуляции является функциональная индукция избыточного анаболизма, которая проявляется в активации репаративных процессов внутриклеточной и тканевой регенерации. При этом отмечается увеличение содержания синтеза белка в клетках, в том числе увеличение подвижности, распада и обновления фосфолипидов мембран, усиление синтеза коллагена. Одновременно происходит активизация регионального и местного кровотока (Оковитов В.В., 1999).

Для лечения близорукости применяют в основном трансконъюнктивальную электроофтальмостимуляцию по В.В. Оковитову (1999). Используется модулированный электрический ток, в большей степени соответствующий функциональной лабильности гладкомышечных структур глазного яблока (цилиарной мышцы) по параметрам порога возбуждения, пропускной способности синаптических мембран, отсутствию поляризующего эффекта и др. Время стимуляции 5 минут, сеансы проводят ежедневно. Курс включает 10 процедур. Для осуществления указанной методики используется прибор «Электростимулятор офтальмологический» (ЭСОФ). Однако лечение следует проводить под контролем состояния аккомодации. После электростимуляции в нашей практике мы неоднократно отмечали случаи транзиторного многодневного спазма аккомодации, иногда сопровождаемые истинным усилением рефракции в течение ближайших месяцев.

Электростимуляцию фасциальных и орбитальных точек для профилактики и лечения близорукости можно проводить с использованием магнитно-акупунктурного массажера для глаз «Жезотон» производства фирмы Saint Avestin (Франция) (Четыз Р.Р., 2007).

5). Видеокомпьютерная биоэлектрическая коррекция активности коркового отдела зрительного анализатора с использованием комплекса «Амблиокор-01»

Некоторыми исследователями эта методика рекомендуется для лечения миопии, ПИНА и спазма аккомодации (Ченцова О.Б., Шаталов О.А., 2001; Шерго Осман, 2002; Егорова А.В., 2007).

Метод основан на саморегуляции в условиях обратной биологической связи, в условиях замкнутого круга: сетчатка — кортикальные центры зрительного анализатора — видеокомпьютерная система. Метод использует принцип адаптивного биоуправления. Управляемое звено — функция глаза, управляющее — корковые биоэлектрические процессы. Ухудшение восприятия гасит экран, улучшение — включает. В качестве предлагаемого изображения используются мультипликационные или художественные фильмы. Эффект лечения зависит от положительной мотивации, побуждающей пациента увидеть как можно больше. В условиях замкнутого контура обратной связи происходит рефлекторная селекция состояний мозга, управляющих функций глаза, подкрепляемая положительной мотивацией. На основе стремления пациента увидеть как можно больше, закрепляются состояния биоэлектрической активности, определяющие наилучшее зрение, что дает возможность пациенту воспроизвести изображение на экране, исключаются состояния, ухудшающие восприятие предложенного изображения.

Физиологической основой лечения близорукости в данном случае предполагается нормализация процессов приема и переработки зрительной информации на уровне проекционной зоны зрительной коры, что определяется изменениями параметров биоэлектрической активности корковых отделов зрения, вырабатываемых в процессе тренинга, основанного на рефлекторной селекции флуктуации электроэнцефалограммы. Закономерным результатом должно быть повышение остроты зрения вблизи (мотивация!), что связано с повышением тонуса и напряжения аккомодации.

Оценка этого метода неоднозначна, возможно повышение тонуса и даже развитие частичного спазма аккомодации у больных с прогрессирующей близорукостью после курса. На наш взгляд, целесообразнее использовать данный метод по прямому назначению — для лечения амблиопии.

6). Компьютерные программы «Тир», «Паучок», «Крестики», «Погоня», «Релакс» и др.

Сенсорные тренировки нецелесообразно использовать при нарушениях аккомодации и при миопии. Несмотря на некоторую активизацию аккомодации и конвергенции, они усиливают динамическую рефракцию глаза, повышают привычный тонус и тонус покоя аккомодации. Эти показатели, по последним данным, связаны с более быстрым прогрессированием близорукости.

Физиотерапия, рефлексотерапия и массаж

1). Магнитотерапия и магнитофорез лекарственных препаратов

Магнитотерапия — наиболее развивающаяся область физиотерапии и медицинской техники. Магнитное поле воздействует на микроциркуляцию и реактивность сосудов, приводит к нормализации их эластичности и тонуса. Терапевтический эффект действия магнитных полей обусловлен сосудорасширяющим, спазмолитическим, противовоспалительным, противоотечным, иммуностимулирующим и седативным действием. Воздействие магнитных полей на организм определяется набором биотропных параметров, таких как: интенсивность (напряженность поля), градиент (скорость нарастания или спада поля), вектор (направление силовых линий поля), экспозиция (время воздействия за одну процедуру), частота (число колебаний поля в секунду), форма импульса, локализация. Наибольшим числом биотропных параметров обладает переменное магнитное поле. Кроме того, магнитное поле обеспечивает магнитофорез лекарственных препаратов в ткани глаза.

В лечении детей с нарушениями аккомодации при близорукости используют магнитофорез с помощью аппаратов «Полус-3» и «АМО-АТОС».

Курс магнитофореза с использованием низкоинтенсивного, около 10 мТл, переменного 50-периодного магнитного поля с частотой следования импульсов 12,5 Гц и временем реверса 10 с, индуцируемого аппаратом для магнитотерапии «Полус-3», продолжительностью воздействия 10 минут, состоит из 10 процедур, проводимых ежедневно. При этом удается суммировать в одной процедуре положительное действие обоих факторов — магнитного поля и лекарственного препарата.

Аппарат «АМО-АТОС» обеспечивает динамическое воздействие бегущим магнитным полем с максимальным набором биотропных параметров, обеспечивает резонансное воздействие в диапазоне функционирования основных систем организма.

Начальные сеансы обеспечивают мягкое воздействие (минимальная частота, экспозиция на нижней границе интервала, режим переменный), с увеличением числа сеансов воздействие усиливают, параметры варьируют в сторону увеличения.

Предлагают проведение магнитофореза с 2% р-ром хлористого кальция (для усиления тонуса симпатической нервной системы), 1% р-ром мезатона или 2,5% ирифрина и рибофлавина мононуклеотида, сермиона, трентала, 4% р-ром тауфона, эмоксипина (с целью коррекции трофических нарушений). Для усиления эффекта рекомендовали предварительное использование глазных лекарственных пленок с указанными препаратами (Рябцева А.А., Герасименко М.Ю., Савина М.М., 2001; Оковитов В.В., 2009).

2). Электрофорез

Роговица является идеальной полупроницаемой мембраной, через которую ионы проникают внутрь глаза, под влиянием же гальванического тока проницаемость гематофтальмического барьера повышается, в том числе и для медикаментов, состоящих из сложных комплексов и смесей. Повышение проницаемости гематофтальмического барьера приводит к проникновению в ткани глаза большого количества лекарственных веществ. В качестве источника постоянного тока используют аппараты типа «Поток-1». В офтальмологической практике наиболее часто применяют три методики лекарственного электрофореза: на закрытые веки (по Бургиньону), через электрод-ванночку на открытый глаз и эндоназальную. Последняя дает возможность кратчайшим путем довести лекарственные вещества к заднему полюсу глаза. Проводят электрофорез с 2% р-ром хлористого кальция (для усиления тонуса симпатической нервной системы и укрепления склеры), 1% р-ром мезатона и рибофлавина мононуклеотида по ванночковой методике или по Бургиньону. Рекомендуется также назначение электрофореза 0,5% р-ра димедрола (в целях снятия спазма гладкой мускулатуры и оказания холинолитического действия, но без расширения зрачка) и экстракта алоэ

в сочетании с аскорбиновой кислотой (Черикчи Л.Е., 1979). Тканевые препараты не следует назначать в период полового созревания.

По данным Ж.С. Горбунова, Л.И. Гриненко (1989) у детей с близорукостью слабой степени увеличиваются запасы аккомодации в 95% случаев, в 10% случаев острота зрения повышалась до 1,0.

По данным Т.Г. Березиной (1983), лечение этим методом приводило к восстановлению запасов аккомодации у 65,4% пациентов, устранению спазма аккомодации в 74,2% случаев.

3). Электрорефлексотерапия

Истоками пунктурная физиотерапия уходит в глубину веков и берет свое начало в классической иглорефлексотерапии. Точки акупунктуры представляют собой проецируемые на кожный покров участки наибольшей активности системы взаимодействия «покровы тела — внутренние органы», осуществляющей важнейшую функцию в процессе физиологической адаптации.

Лечение осуществляется постоянным током, при этом его силу доводят до появления легкого покалывания или жжения в месте воздействия. Продолжительность воздействия на каждую точку составляет 1-2 минуты. При воздействии на общие точки используется ток отрицательной полярности, на точки в области глаз — ток положительной полярности. Как правило, курс электропунктуры (ЭП) включает в себя проведение 5-6 сеансов. Если показатели аккомодационного аппарата нормализовались и отмечаются достоверные положительные сдвиги в функциональном состоянии глаз, то процедуры можно считать законченными. В случае, если эффект лечения недостаточен, через 2-3-4 недели следует провести повторный курс ЭП с применением иной рецептуры биологически активных точек. В дальнейшем лечение является поддерживающим и его целесообразно проводить по результатам динамического наблюдения за пациентами, но не реже 2-3 раз в течение года. Метод также требует постоянного контроля в процессе лечения. В редких случаях возможно транзитное усиление динамической рефракции (Максимова Н.В., Быкова Л.Г., Аксенова И.И., 1989; Стишковская Н.Н., Нюрнберг О.Ю., 1990).

4). Иглорефлексотерапия

Применяют метод классической акупунктуры с использованием серебряных игл. Пред-

варительный массаж биологически активных точек (БАТ) уменьшает болевые ощущения. Каждую процедуру стимулируют от 2 до 6 симметричных БАТ. Для лечения близорукости используют акупунктурные точки общего действия, местные, параорбитальные, воротниковой зоны, аурикулярные.

Курс лечения состоит из 10 сеансов по 20 минут, проводимых ежедневно или через день.

Иглотерапия оказывает существенное влияние на функциональное состояние зрительного анализатора: повышается некорригированная и субкорригированная острота зрения, ЗОА, снижается субъективная рефракция у 45-64% больных (Нероев В.В., Чувилина М.В., Тарутта Е.П., 2006).

5). Массаж шейно — воротниковой зоны

Рекомендуется проводить 10 сеансов 2 раза в год (Кузнецова М.В., 2004; Нероев В.В., Чувилина М.В., Тарутта Е.П., 2006).

Литература

1. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 288 с.
2. Березина Т.Г. Значение родových повреждений позвоночных артерий в развитии близорукости у детей: неврологические аспекты проблемы. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань, 1983. 22 с.
3. Валькова И.В., Нюрнберг О.Ю. Профилактика возникновения близорукости путем электропунктурной стимуляции ослабленного аккомодационного аппарата. Охрана зрения детей и подростков. Сб. науч. тр. М., 1984. С. 49-52.
4. Волков В.В., Колесникова Л.Н. О лечении спазма аккомодации, непосредственно не связанного со слабостью цилиарной мышцы // Вестн. офтальмол. 1976. № 1. С. 50-52.
5. Горбунова Ж.С., Гринько Л.И. Применение электрофореза с литической смесью в лечении близорукости и спазма аккомодации. 3-я Всесоюз. конф. по актуальным вопросам детской офтальмологии: Материалы. М., 1989. С. 217.
6. Губкина Г.Л. Метод транссклерального лазерного воздействия на ослабленную цилиарную мышцу и его эффективность. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1994. 20 с.
7. Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973. 152 с.
8. Егорова А.В. Аппаратные методы лечения приобретенной близорукости. Автореф. дис... канд. мед. наук. Ижевск, 2007.
9. Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В. и др. Клиническая оценка состояния аккомодации с помощью метода компьютерной аккомодографии. Ерошевские чтения. Самара, 2007. С. 437-440.
10. Колотов М.Г. Объективный аккомодационный ответ при миопии и возможности его оптимизации. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1999. 21 с.
11. Кузнецова М.В. Причины развития близорукости и ее лечение. М.: МЕДпресс-информ, 2004. 170 с.
12. Лазук А.В. Разработка патогенетически обоснованной системы нехирургических методов лечения прогрессирующей и осложненной миопии. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2004. 36 с.
13. Лялин А.Н., Жаров В.В. Офтальмомиотренажер — релаксатор «Визотроник» в лечении приобретенной близорукости // Глаз. 2010. № 1. С. 37-38.
14. Максимова Н.В., Быкова Л.Г., Аксенова И.И. Влияние электропунктуры на гемо- и гидродинамику глаз при слабой близорукости. 3-я Всесоюз. конф. по актуальным вопросам детской офтальмологии. Материалы. М., 1989. С. 239-240.
15. Нероев В.В., Чувилина М.В., Тарутта Е.П. Рефлексотерапия, массаж и мануальная терапия в лечении прогрессирующей близорукости у детей и подростков // Вестн. офтальмол. 2006. № 4. С. 20-24.
16. Нгуен Тхи Минь. Комбинированный метод лечения миопии слабой и средней степени у детей. Дис. ...канд. мед. наук. М., 1999. 156 с.
17. Оковитов В.В. Методы физиотерапии в офтальмологии. ЦВНИАГ. М., 1999. 158 с.
18. Рябцева А.А., Герасименко М.Ю., Савина М.М. Эффективность применения магнитотерапии в профилактике и лечении миопии слабой степени у детей и подростков. Междунар. симпозиум. Материалы. М., 2001. С. 72-73.
19. Стишковская Н.Н. Иглотерапия при прогрессирующей миопии. Охрана зрения детей и подростков. Сб. науч. тр. М., 1984. С. 47-49.
20. Стишковская Н.Н., Нюрнберг О.Ю. Электропунктурная рефлексотерапия миопии. Патогенез близорукости, профилактика ее прогрессирования и осложнений. Сб. науч. тр. М., 1990. С. 107-108.
21. Тарасова Н.А. Лечение расстройств аккомодации при миопии. Функциональные методы диагностики и лечения рефракционных нарушений. 3-я Междунар. научно-практ. конф. Сб. тез. М., 2010. С. 60-62.
22. Тарасова Н.А. Сравнительная оценка эффективности различных методов лечения расстройств аккомодации при миопии. Актуальные проблемы офтальмологии. Сб. науч. раб. М., 2010. С. 190-192.
23. Тарутта Е.П., Егорова Т.С., Тарасова Н.А., Чувилина М.В. Влияние функционального лечения прогрессирующей миопии на аккомодацию и зрительную работоспособность. Рос. общенац. офтальмол. форум. Сб. науч. тр. М., 2011. Т. 2. С. 198-200.
24. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Филинова О.Б. Влияние 2,5% ирифрина на показатели аккомодации и динамику рефракции у пациентов с прогрессирующей миопией // Рос. офтальмол. журн. М., 2010. Т. 3, № 2. С. 30-33.
25. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Состояние привычного тонуса и тонуса покоя аккомодации у детей и подростков на фоне аппаратного лечения близорукости // Рос. мед. журн. 2012. Т. 5, № 2.
26. Тарутта Е.П., Филинова О.Б., Тарасова Н.А. Новые методы объективной аккомодометрии // Рос. педиатрическая офтальмол. М., 2012. № 1.
27. Ченцова О.Б., Шаталов О.А. Сравнительная оценка эффективности лечения спазма аккомодации и миопии слабой и средней степени у детей на аппаратуре различного механизма действия. Междунар. симпозиум. Сб. науч. тр. М., 2001. С. 95-96.
28. Четыз Р.Р. Роль экстраокулярной патологии в патогенезе близорукости у детей и ее комплексное лечение. Автореф. дис... канд. мед. наук. М., 2007. 23 с.
29. Черикчи Л.Е. Физиотерапия в офтальмологии. Киев: Здоровье, 1979. 143 с.
30. Шерго Осман. Отдаленные результаты комплексного лечения прогрессирующей близорукости. Дис. ... канд. мед. наук. М., 2002. 177 с.
31. Mutti D.O., Mitchell G.L., Hayes J.R. et al. Accommodative lag before and after the onset of myopia // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2006. V. 47, N 3. P. 837-846.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Алгоритмы диагностики и лечения нарушений аккомодации

О.В. Проскурина, В.В. Бржеский, Т.Н. Воронцова, Е.П. Тарутта,
С.Ю. Голубев, Е.Ю. Маркова

ПАРЕЗ (ПАРАЛИЧ) АККОМОДАЦИИ

ДИАГНОСТИКА

ВОЗРАСТ

Возраст 7-15 лет, редко у взрослых

ЖАЛОБЫ

Резкое снижение зрения вблизи, невозможность читать. Иногда снижение зрения вдаль

АНАМНЕЗ

Начало острое или подострое. Предшествуют стресс, общее острое заболевание, диагностическая инстилляция атропина, наркоз, тупая травма глаза. Возможна патология ЦНС: травма, опухоль, воспаление

ОСТРОТА ЗРЕНИЯ

Вдаль без коррекции нормальная или снижена. Плохо исправляется корригирующими линзами. **Вблизи** зрение снижено до 0,1 и ниже, линзы +3,0 – +4,0 повышают зрение до нормальных или субнормальных значений

РЕФРАКЦИЯ

Манифестная – эмметропия, гиперметропия слабой степени. Применение циклоплегиков нецелесообразно

АККОМОДАЦИЯ

Определить не удастся (ближайшая точка ясного зрения сливается с дальнейшей точкой)

ПЕРЕДНИЙ ОТРЕЗОК ГЛАЗА, СРЕДЫ, ГЛАЗНОЕ ДНО

Возможен мидриаз

ДРУГОЕ

Затруднения конвергенции. Функциональные нарушения ЦНС

ПАРЕЗ (ПАРАЛИЧ) АККОМОДАЦИИ

ЛЕЧЕНИЕ

ВЫЯВЛЕНИЕ (ИСКЛЮЧЕНИЕ) И ЛЕЧЕНИЕ ОСНОВНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ

Обследование, наблюдение у профильных специалистов. Консультация психолога

ОПТИЧЕСКАЯ
КОРРЕКЦИЯ

Временные плюсовые очки для чтения

МЕДИКАМЕНТОЗНОЕ
ЛЕЧЕНИЕ

М-холиномиметики – пилокарпин 1-2%

Глазные капли на основе гликозида наперстянки – дигофтон 0,0002%*

Седативные средства, лечение, назначенное невропатологом

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
ЛЕЧЕНИЕ

Аппаратное лечение: местная баротерапия, лазерстимуляция цилиарной мышцы, «Амблиокор-01», электростимуляция

Физиотерапия, рефлексотерапия, массаж

Любые тренировки назначают после аппаратного лечения

Санаторно-курортное лечение

С осторожностью домашние тренировки: упражнение с меткой на стекле, попытка тренировок с аккомодотренером

С осторожностью оптико-рефлекторные тренировки: по Аветисову-Мац, на аппаратах «Оксис», «Ручеек»

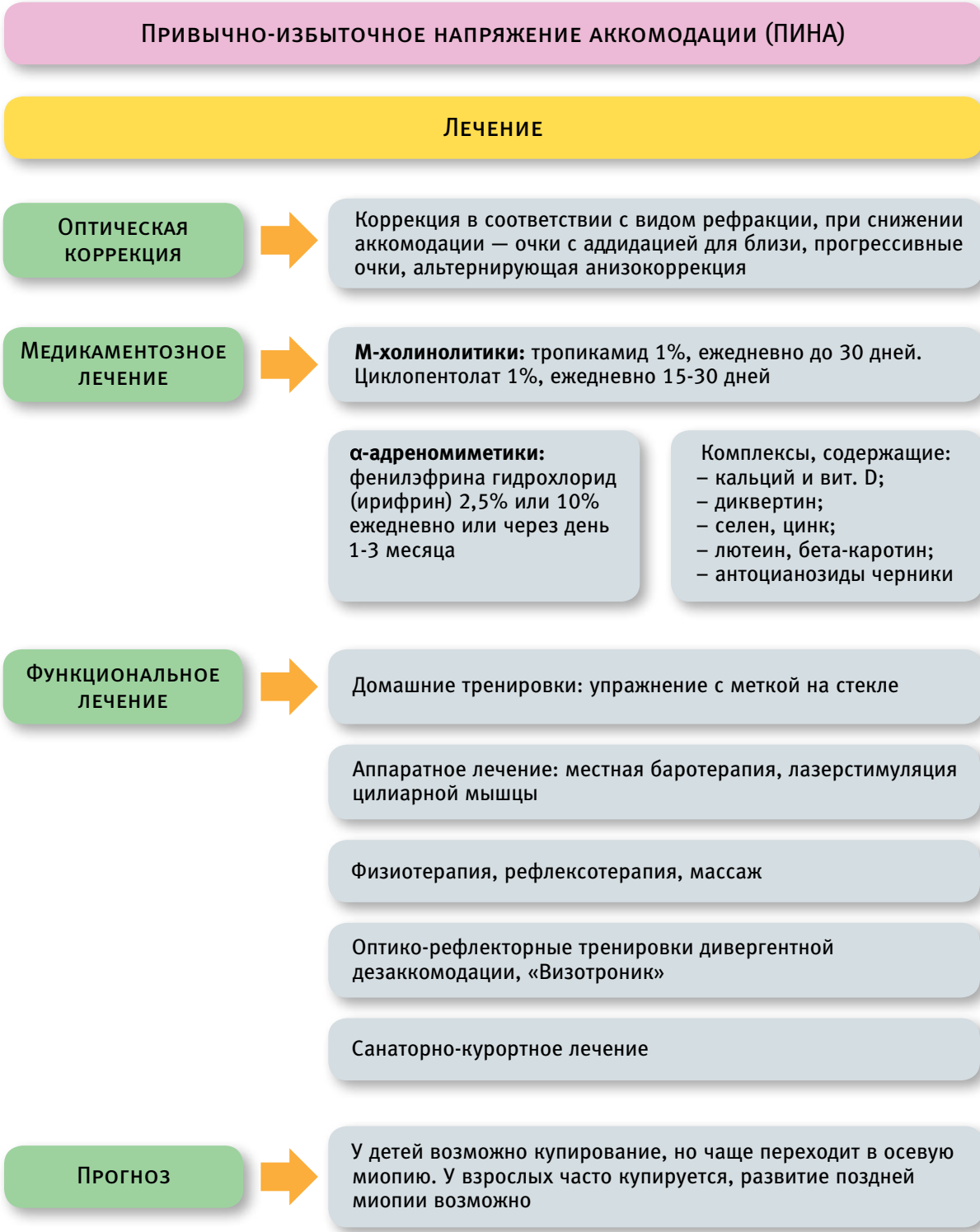
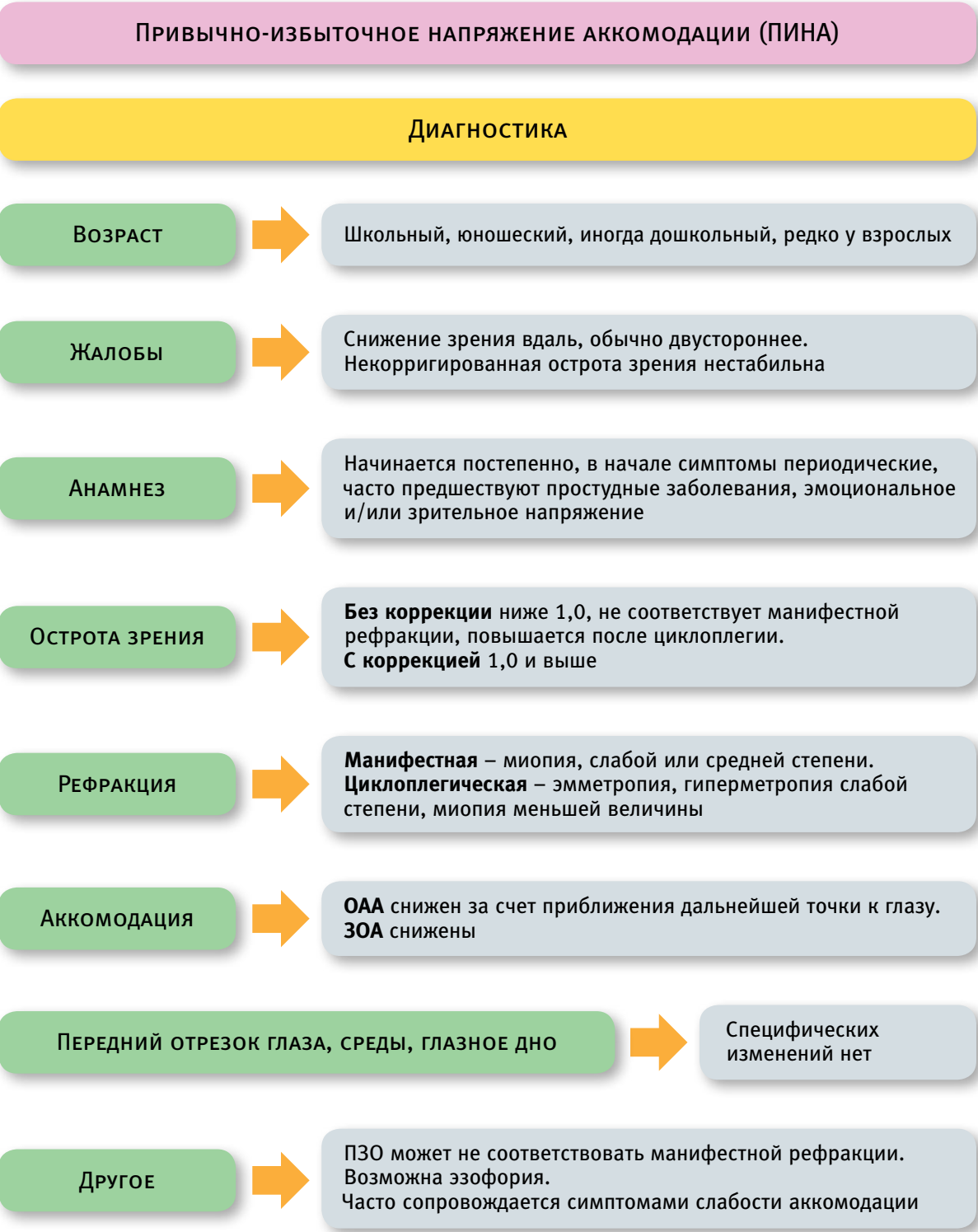
ПСИХОТЕРАПИЯ

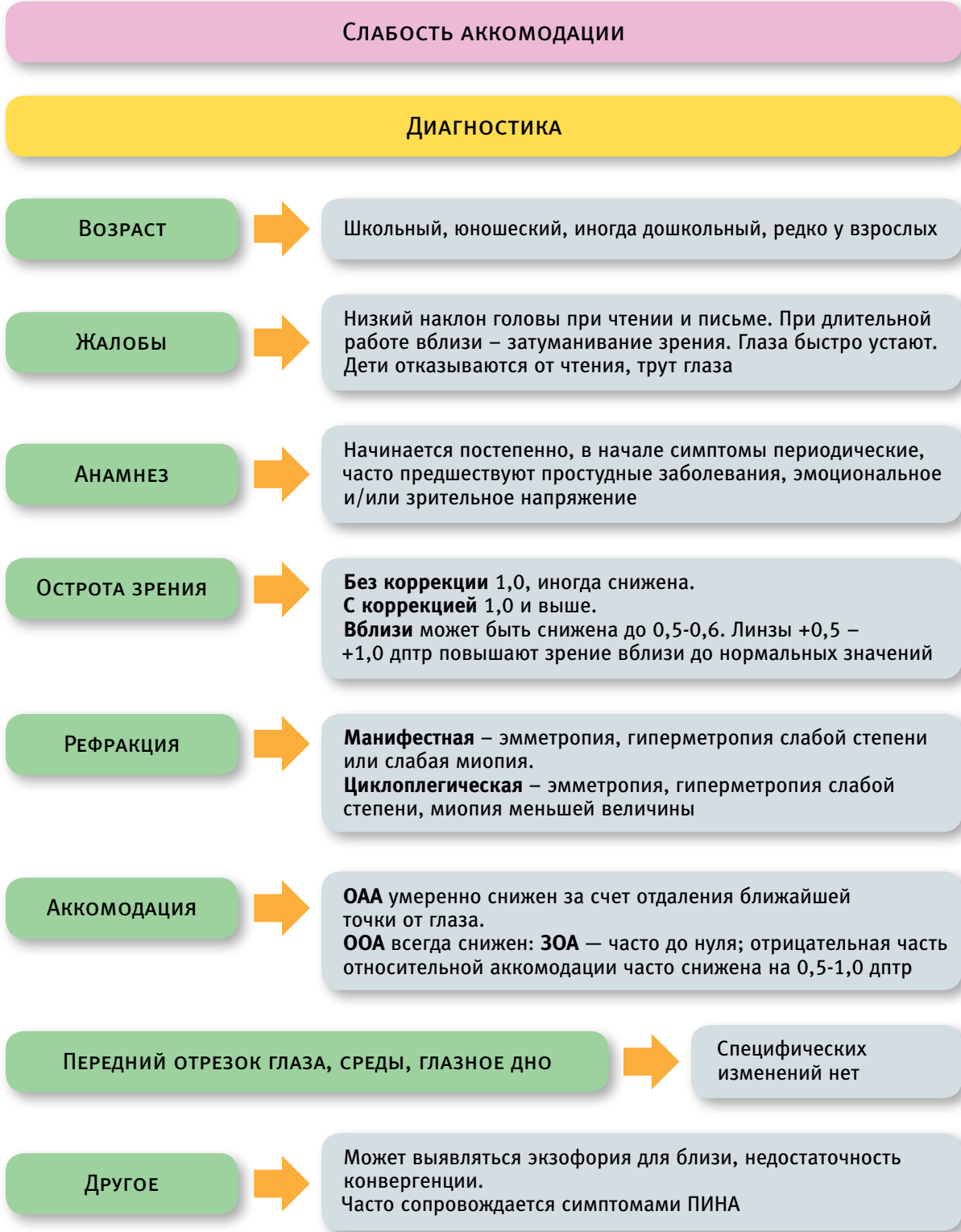
При признаках оптиконевроза

ПРОГНОЗ

Лечение долго остается малоэффективным. При положительных результатах возможны рецидивы

* – препарат не зарегистрирован в России





* – препарат не зарегистрирован в России

СПАЗМ АККОМОДАЦИИ

ДИАГНОСТИКА

ВОЗРАСТ

Возраст 12-18 лет, редко у взрослых

ЖАЛОБЫ

Снижение зрения вдаль, обычно двустороннее. Пациенты могут читать на очень близком расстоянии

АНАМНЕЗ

Начало острое. Часто предшествует стресс, интоксикации, ЧМТ

ОСТРОТА ЗРЕНИЯ

Без коррекции 0,2-0,3, не соответствует манифестной рефракции, может повышаться после циклоплегии. **С коррекцией** снижена, обычно до 0,6-0,8

РЕФРАКЦИЯ

Манифестная – миопия. После **атропинизации** – эметропия, гиперметропия, миопия меньшей величины. «Мягкие» циклоплегтики (циклопентолат, тропикамид и пр.) спазм полностью не купируют

АККОМОДАЦИЯ

Определить не удастся (дальнейшая точка ясного зрения сливается с ближайшей точкой)

ПЕРЕДНИЙ ОТРЕЗОК ГЛАЗА, СРЕДЫ, ГЛАЗНОЕ ДНО

Специфических изменений нет

ДРУГОЕ

Иногда эзофория или явное сходящееся косоглазие. ПЗО не соответствует манифестной рефракции. Функциональные нарушения ЦНС

СПАЗМ АККОМОДАЦИИ

ЛЕЧЕНИЕ

ВЫЯВЛЕНИЕ (ИСКЛЮЧЕНИЕ) И ЛЕЧЕНИЕ ОСНОВНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ

Обследование, наблюдение у профильных специалистов. Консультация психолога

ОПТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ

Минусовые очки, частично компенсирующие спазм, назначают лишь в исключительных случаях и только для временного ношения

Перфорационные очки для временного ношения, если они повышают остроту зрения

МЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

М-холинолитики: атропин и другие циклоплегические средства дают лишь временный эффект

α-адреномиметики: ирифрин 2,5% или 10% используют в комплексном лечении

Седативные средства; лечение, назначенное невропатологом

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Домашние тренировки: упражнение с меткой на стекле

Аппаратное лечение: местная баротерапия, лазерстимуляция цилиарной мышцы

Рефлексотерапия, массаж, физиотерапия

Оптико-рефлекторные тренировки: оптическое микроразумивание, развитие дивергентной дезаккомодации, «Визотроник»

Психотерапия

Санаторно-курортное лечение

ПРОГНОЗ

Лечение долго остается малоэффективным. При положительных результатах возможны рецидивы

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

α-адреномиметики 95, 125, 127, 129
 Аберрации
 – монохроматические 36
 – сферические 28
 – хроматические 23, 48, 90, 91
 Авторефрактомер
 – бинокулярный 53
 – «открытого поля» 18, 53
 Авторефрактометр, см. Авторефрактометр
 Аддидация, ADD, Add 47, 48, 67, 73, 80, 81, 86, 87, 88, 89
 Адаптация 57, 84-89, 117
 АК/А коэффициент 45, 87
 Аккомодация 7
 – абсолютная 7, 32, 40-45, 48, 63, 76, 77, 80, 81, 100, 111, 114, 115
 – амплитуда 41
 – анатомия 13-18
 – вдаль 20, 25, 30, 31, 37, 38, 56, 95, 101
 – вергентная 8, 45
 – внутрикапсулярная 19
 – возрастные нормы 48
 – восстановление 78, 106, 117
 – длина 41
 – задержка, accommodative lag 67, 71-73
 – запасы, см. Запасы относительной аккомодации, ЗАО
 – избыточность 8
 – измерение 40-48, 53, 59
 – интракапсулярная 51
 – исследование 40-49
 – компенсация 77, 129
 – меридиональная 10, 64
 – лабильность 65
 – недостаточность 8, 47, 72, 73, 75, 77
 – механизм 12, 18-34
 – нарушения 47, 61, 65, 75-86, 89-92, 94, 104-106, 110, 114, 116, 122-129
 – неравномерная 10
 – несимметричная 10
 – нехрусталиковая 21
 – неустойчивость 8, 64-66, 77, 78
 – область 41
 – объем 7, 19, 25, 32, 40-46, 52, 76-77, 79-81, 87, 100, 106, 110, 111, 113-115

 – относительная 7, 32, 45, 46, 48, 51, 60, 76, 77, 81, 100, 101, 110, 111, 113, 114, 126
 – парез (паралич) 8, 68, 75, 77, 85, 94, 97, 98, 106, 123
 – приборная 53
 – привычно-избыточное напряжение (ПИНА) 8, 66, 76, 78, 85, 86, 94, 95, 97-106, 112-114, 116, 124-126
 – прямая 53, 61
 – равномерность 64, 65
 – «раскачка» 37, 112
 – резерв 44
 – рефлекторная 8, 27, 40
 – слабость 8-10, 38, 75, 77, 85, 87, 88, 102, 106, 126, 127
 – содружественная 53, 61
 – спазм 8, 35, 38, 66, 75, 76, 81, 94, 95, 97, 105, 113, 115, 116, 128, 129
 – стимуляция 21, 32, 38, 77, 78, 95, 101, 115, 123, 125, 127, 129
 – теории 19, 20, 22, 23, 30
 – терминология 7, 8
 – тоническая 8, 23-25, 40, 48, 56
 – тонус 8, 24-29, 48, 53, 56-59, 68, 69, 110, 113, 114, 116
 – тренировки, см. Тренировки аккомодации
 – устойчивость 8, 51, 53
 – физиология 19-27
 – хрусталиковая 21, 32
 – ширина 41
 Аккомодационный ответ 8, 51, 53, 55, 59-61, 64-66, 71-73, 78
 – бинокулярный 47, 53, 54, 56
 – быстрый, БАО 52
 – задержка, accommodation lag 67, 71-73
 – избыточный 71, 73
 – изометропичность 65
 – коэффициент, КАО 65
 – монокулярный 53, 56
 – недостаточный 71-73
 – объективный, ОАО 52-54
 – отставание 54-56, 60
 Аккомодограмма 63-66
 – устойчивость 64
 – коэффициент роста, КР 65
 Аккомодограф 50, 52, 63, 64
 Аккомодография 63
 – методика проведения 63

Аккомодометр 44, 50
 – Шаповалова 41, 43
 Аккомодометрия объективная 50, 54, 61
 Аккомодотренер 73, 76, 78, 105, 123, 127
 Альтернирующая анизокоррекция 38, 84, 85, 125, 127
 Альтернирующая монолатеральная слабомиопическая дефокусировка, см. Альтернирующая анизокоррекция
 Амблиопия 10, 37, 106,
 Анизометропия 10, 50, 78, 85
 Антиоксиданты 95, 103-106
 Аппаратное лечение 110, 112, 114, 123, 125, 127, 129
 Астенопия 78, 91, 92, 106
 – аккомодационная (аккомодативная) 66, 75, 78, 94, 100, 106
 – симптоматическая 78
 – смешанная 78
 Астигматизм 22, 70, 78, 85
 – наведенный 32
 – прямой 23
 – роговичный 22, 32
 – физиологический 32
 Атропин 68, 76, 77, 95-98, 105, 129
 – «стеклянный» 37, 112
 Афакия 21, 91

Б

Биометрия 22
 – ультразвуковая 21, 35
 Биомеханизм аккомодации 23, 28-33
 Близорукость, см. Миопия
 Ближайшая точка ясного зрения/punctum proximum, p.p., PP 8, 24, 26, 30, 40-44, 51, 57, 76-78, 100, 106, 114, 122, 126, 128

В

Вакуумный массаж, см. Пневмомассаж
 инфразвуковой
 Витамины 102, 104-106, 112

Г

Гемодинамика 102, 103, 110, 115
 Герман фон Гельмгольц 19-21, 28, 30
 Гиперметропия 9-11, 25, 26, 37, 41, 42, 54-56, 58, 59, 68, 69, 76-78, 90, 98, 101, 106, 122, 124, 126, 128

Гипокоррекция 85
 – для близи 55
 Глаукома 9, 79, 80, 91, 113
 Гликозид наперстянки 95, 102, 106, 123, 127

Д

Дальнейшая точка ясного зрения/punctum remotum, p.r., PR 7, 24, 26, 30, 35, 40-45, 48, 57, 76, 77, 100, 105, 106, 122, 124, 128
 Дальносторкость, см. Гиперметропия
 – старческая, см. Пресбиопия
 Дезаккомодация 19, 37, 79, 98, 99
 – дивергентная 77, 78, 112, 113, 125, 129
 Дефокус 36, 37, 48, 51, 76, 85
 – периферический 38
 Дефокусировка 36, 56
 – альтернирующая, см. Альтернирующая анизокоррекция
 – гиперметропическая 36, 56
 – миопическая 37
 – оптическими линзами 36, 53
 Духохромный тест, см. Красно-зеленый тест

З

Запасы относительной аккомодации, ЗАО 7, 45, 46, 48, 50, 51, 59, 60, 76-78, 87, 105, 110-115, 117, 118, 124, 126

И

Изометричность 64
 Иннервация 24, 57, 102
 – парасимпатическая 17, 24, 95
 – симпатическая 24, 95
 Ирифрин 27, 76, 78, 98-101, 104, 105, 115, 117, 129

К

Кальций 102, 106, 125, 127
 Камера
 – задняя 15, 17, 20
 – передняя 19, 53, 79
 – стекловидная 20, 28, 30, 32
 Катенарный механизм аккомодации 30
 Коллагеновые волокна 79
 Конвергенция 10, 21-23, 32, 45, 51, 77, 78, 85, 88, 122, 126
 Контактные линзы 38, 39, 81, 84, 86, 89, 90

Коррекция 25, 73, 80, 81, 84, 88, 106
 – для близи 38, 47, 55, 61, 71, 80, 84-88
 – для дали 41-46, 86, 87
 – интраокулярная 81
 – контактная 81, 89, 90
 – неполная 38
 – оптическая 38, 79, 84, 113, 123, 125, 127, 129
 – очковая 81, 84
 – полная 38, 39, 41-46, 53, 61, 111
 – привычная 73, 113, 114
 – спектральная 84, 90, 91
 Косоглазие 75, 87, 113, 128
 Красно-зеленый тест 47
 Крестообразная решетка 47
 Кросс-цилиндр 47, 48

Л

Лазерный спекл 115
 Лазерстимуляция цилиарной зоны (мышцы) 77, 78, 114, 123, 125, 127, 129
 Линзы
 – бифокальные 40, 86, 88, 89
 – контактные, см. Контактные линзы
 – ортокератологические 38
 – очковые 38, 40, 84, 86

М

Магнитотерапия и магнитофорез 116, 117
 Массаж 77, 110, 115, 116, 118, 123, 125, 127, 129
 Местная баротерапия, см. Пневмомассаж инфразвуковой
 Мидриаз 68, 77, 97, 98, 122
 Мидриатики 95, 97, 106
 – адренэргические 76
 Мидриацил, мидрум, см. Тропикамид
 Мидримакс 101, 102
 Микрозатуманивание 37, 112
 Микрофлюктуации аккомодационные, АМФ 52, 63, 64, 66
 – высокочастотный компонент 63-65
 – коэффициент, КМФ 65
 – низкочастотный компонент 63
 Миопизация 8, 75, 76
 Миопия
 – возникновение 9, 35
 – врожденная 10

– высокая, высокой степени 9, 10, 38, 55, 70, 102
 – инструментальная 53
 – лент-индуцированная 36
 – ложная 76, 106, 113
 – начальная 38
 – нестойкая 35
 – осевая 32, 76, 78, 125, 127
 – осложненная 111
 – периферическая 38, 56
 – прогрессирование 37-39, 56, 85, 86, 97, 102, 105, 111-114
 – прогрессирующая 9, 21, 38, 61, 98, 103, 110, 116
 – происхождение 35
 – приобретенная 10, 35, 55, 113
 – слабой степени 10, 42, 55-59, 77, 85, 100, 103, 105, 114, 117, 124, 126
 – средней степени 10, 55, 124, 126
 – частота 9, 10, 11
 – школьная 35
 Моновижен 84-86, 89
 М-холиноблокаторы, см. М-холинолитики
 М-холинолитики 76, 95-97, 101, 106, 123, 125, 129
 Мышца
 – Брюкке, меридиональная 17, 18, 20, 24, 28, 79, 95, 98
 – Иванова, радиальная 17, 18, 24, 27, 79, 95, 98
 – Мюллера, циркулярная 17, 18, 24, 28, 79, 95, 98
 – цилиарная, ресничная 12, 17-26, 30, 36, 38, 50, 52, 56, 57, 63-66, 78, 79, 94, 95, 100-103, 105, 106, 110-115, 123, 125, 127, 129
 – экстраокулярная, экстрабульбарная, наружная, глазодвигательная 21, 22, 32, 78, 113

Н

Напряжение
 – аккомодации 7, 8, 20, 25, 27, 29, 36, 38, 40, 41, 45, 52, 55, 60, 75, 76, 78
 – зрительное 76, 78
 – цилиарной мышцы 22, 24, 25, 64
 – эмоциональное 75
 Нейромодуляторы 36
 Нейротрансмиттеры ретинальные 36
 Нейтрализация 27, 51, 67, 69-74

О

Обратная связь 23, 36, 56, 98, 116
 Объем абсолютной аккомодации, ОАА 7, 40-44, 76, 77, 80, 81, 100, 106, 110, 114, 115
 Объем относительной аккомодации 7, 32, 45, 46, 76, 77, 111
 – отрицательная часть объема относительной аккомодации 7, 77, 126
 – положительная (неизрасходованная) часть объема относительной аккомодации, см. Запасы относительной аккомодации, ЗАО
 Онтогенез 9
 Оптиконевроз 76, 77, 123
 Оптическая система 7, 36, 42, 92
 – глаза 21, 35, 67, 77
 Оптическая установка глаза 8, 28, 45, 47, 56, 57
 Острота зрения 22, 38, 49, 69, 71, 75, 76, 90-92, 112, 117
 – бинокулярная 85
 – вблизи, для близи 41, 42, 44-46, 76, 77, 80, 116, 122, 126
 – вдаль 37, 76, 77, 84, 122
 – корригированная, с коррекцией 8, 75, 76, 124, 126, 128
 – максимальная, наивысшая 8, 44, 48, 70, 75, 76
 – некорригированная, без коррекции 75-78, 80, 99, 100, 112, 114, 115, 118, 124, 126, 128
 – с привычной коррекцией 113, 114
 Ось
 – глаза 21
 – оптическая 21, 28, 32
 – переднезадняя, ПЗО 21, 32, 35, 36, 103, 111
 – цилиндра 47, 67, 68, 70
 Очки
 – бифокальные 38, 76, 84, 86-89, 105
 – для близи/для чтения/для работы на близком расстоянии 38, 47, 71, 73, 77, 84, 85, 88, 123, 125, 127
 – для дали 38, 85, 89, 110, 129
 – «для поддержки аккомодации» 84, 88, 89
 – для постоянного ношения 10, 38, 71, 73, 86-89
 – монофокальные 84-86
 – пенализирующие 37
 – перфорационные 84, 92, 129
 – пресбиопические 10

– привычные 73, 80
 – прогрессивные 38, 84, 86-89, 125, 127
 – с дегрессией 84, 88
 – с альтернирующей монолатеральной слабомиопической дефокусировкой, см. Альтернирующая анизокоррекция

П

Парез (паралич) аккомодации 8, 68, 75, 77, 85, 94, 97, 98, 106, 123
 Переднезадняя ось глаза, см. Ось переднезадняя, ПЗО
 Передняя камера см. Камера передняя
 Перекисное окисление липидов (ПОЛ) 103
 Пигментный эпителий 90
 Пилокарпин 77, 106, 123
 Пневмомассаж инфразвуковой 77, 115, 123, 125, 127, 129
 Полидиафрагмы см. Очки перфорационные
 Поправка на расстояние 67, 68, 70, 71
 Привычный тонус аккомодации 8, 48, 56, 69, 116
 Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) 8, 66, 76, 78, 85, 86, 94, 95, 97-106, 112-114, 116, 124 -126
 Пресбиопия 10, 11, 18, 20, 22, 23, 32, 47, 48, 75, 79, 80, 81, 84-90, 92, 94, 106
 Прогрессирование миопии, см. Миопия, прогрессирование
 Проксиметр 43
 Протеогликаны 37
 Псевдоаккомодация 7, 81
 Псевдомиопия 8, 9, 10, 38, 56
 Психотерапия 76, 77, 105, 123, 129

Р

Радужная оболочка, радужка 12, 13, 17, 18, 71
 – дилатор 24, 30
 – сфинктер 18, 24
 Расстояние
 – близкое 19, 22, 28, 32, 35, 36, 38, 52, 63, 76, 80, 87, 88, 97, 128
 – величина Harmon 51, 73
 – межцентровое 85-89
 – рабочее 17, 18, 28, 47, 69, 71, 73, 81, 85, 87
 – разное, различное 51, 53-55, 80, 86, 87, 89, 113
 – 33 см 45-47, 53, 54, 59, 80, 114
 – 40 см 53-55, 71-73
 – 5 м 53, 59, 61, 69

Реографический коэффициент 102
 Ресничное тело см. Цилиарное тело
 Ресничные отростки, см. Цилиарные отростки
 Ресничный ганглий 24
 Ресничный пояс 12-18, 28, 32
 Ресничный эпителий 14
 Ретиноидная кислота 37
 Ретиноскоп 51, 52, 70, 71
 – зеркальный 68, 69
 – электрический 68, 69
 – штрих 68, 69
 Ретиноскопия 67, 68, 74
 – bell 72-74
 – MEM 51, 72, 73
 – Nott 72
 – близкая 51, 71
 – динамическая 50, 51, 67, 71
 – статическая 67, 69
 – по Mahindra 71
 – цилиндроскопия 69
 Рефлексотерапия 76, 77, 105, 110, 116, 123, 125, 127, 129
 – иглорефлексотерапия 117
 – электрорефлексотерапия 117
 Рефракционная хирургия 75, 81, 86
 Рефракционные операции, см. Рефракционная хирургия
 Рефракционно-аккомодационный баланс 85
 Рефракция
 – аномалии, нарушения 38, 53, 59, 78, 85, 92, 104
 – вдаль 26, 53, 56
 – динамическая 7, 19, 22, 50, 51, 53-57, 59-61, 65, 114, 116, 117
 – клиническая 7, 26, 42, 52, 56, 57, 67, 106
 – манифестная 7, 8, 75, 76, 122, 124, 126, 128
 – миопическая 8, 36, 58, 75
 – нециклоплегическая 7
 – ослабление 22, 24, 27, 30
 – периферическая 56
 – статическая 7, 57, 70-72, 74
 – сферическая 69
 – сферэквивалент 48
 – усиление 9, 19, 20, 22, 26-28, 35, 37, 40, 56, 115, 117
 – физическая 7

 – формирование 9, 35
 – циклоплегическая 7, 8, 58, 59, 124
 Рефрактогенез 9, 10, 25, 35, 37, 38, 50, 56, 59
 Роговая оболочка, см. Роговица
 Роговица 23, 32, 116
 – кривизна 22
 – топография 21-23
 Рост глаза 9, 35-38, 56

С

Сетчатая оболочка, см. Сетчатка
 Сетчатка, retina 23, 24, 32, 36, 37, 51, 67, 71, 89-92, 103, 110, 115, 116
 Скиаскоп, см. Ретиноскоп
 Скиаскопия, см. Ретиноскопия
 Склера 21, 23, 32, 37, 56, 117
 Склеральная шпора 17, 30, 79
 Склеральный матрикс 36
 Сосудистая оболочка, см. Хориоидея
 Сосудорасширяющая терапия 101, 103
 Стекловидная камера 30, 32
 Стекловидное тело 15, 20, 28, 32
 Спазм аккомодации 8, 35, 38, 66, 75, 76, 81, 94, 95, 97, 105, 113, 115, 116, 128, 129

Т

Темновой фокус 26, 53, 57, 58
 Теории аккомодации 19, 20, 22, 23, 30
 Терминология 7, 8
 Тоническая аккомодация 8, 23-25, 40, 48
 Тонус аккомодации 19, 20, 22, 23, 30
 – вегетативный 56, 57
 – остаточный 68
 – отрицательный/обратный 48
 – парасимпатический 24-29
 – положительный 48
 – привычный, см. Привычный тонус аккомодации
 – симпатический 24-27, 29
 – физиологический 24-27
 Тонус покоя аккомодации 8, 25-28, 48, 53, 57, 58, 116
 – отрицательный 57, 59
 – положительный 57, 58
 Тренировки аккомодации 37, 38, 76-78, 105, 106, 110-114, 123, 125, 127, 129
 Тропикамид 68, 96, 98, 101, 125, 128

У

Упражнения 37, 76-78, 110-113, 123, 125, 127, 129
 Устойчивость
 – аккомодации 8, 51, 53
 – аккомодогаммы 64
 Утомление 77, 81, 89, 91, 113, 114

Ф

Факосклероз 79
 Фигура Дуане 42
 Физиология аккомодации 19-27
 Физиопроцедуры 76, 77
 Фокусировка 32, 35, 37, 50, 51, 81, 90
 Функциональное лечение 76, 77, 79, 110-119
 Функциональные нарушения 76, 78

Х

Хориоидея, хороидея 12, 17, 18, 20, 21, 23, 32, 37, 103
 Хрусталик 12, 13, 19, 20, 23, 32, 35, 79
 – капсула 12, 14, 15, 19-21, 28, 30, 79
 – размеры 12
 – связочный аппарат 12, 14, 15, 18, 28, 30, 32, 79
 – экватор 17, 20, 28-30, 79
 – ядро 13

Ч

Частота близорукости 9-11

Ц

Циклоплегические средства/циклоплегика 68, 69, 76, 78, 106, 122, 128, 129

Циклоплегия 27, 48, 53, 56-58, 67, 68, 76, 95, 97-99, 124, 128
 Цикломед см. Циклопентолат
 Циклопентолат 48, 57, 68, 69, 76, 95-98, 101, 102, 105, 125
 Цилиарная мышца 12, 17-19, 21-25, 28, 30, 36, 38, 52, 55-57, 63-65, 79, 94, 95, 102, 106, 110, 113, 114
 – меридиональная порция, меридиональные волокна, см. Мышца Брюкке
 – радиальная порция, радиальные волокна, см. Мышца Иванова
 – циркулярная порция, циркулярные волокна, см. Мышца Мюллера
 Цилиарное кольцо 28, 30
 Цилиарное тело 13, 15, 17, 24, 79, 110, 115
 – корона 14, 17, 18, 24, 28, 30
 – отростки 18
 – плоская часть 14, 15, 30
 Цилиарные нервы 24
 Цилиарные отростки 14, 15, 18
 Цинновы связки 16, 19, 20, 28, 30, 79

Э

Эзофория 87, 124, 128
 Экзофория 85, 87, 112, 126
 Электростимуляция 115, 123, 127
 Электрофорез 101, 117
 Эмметропизация 53
 Эмметропия 25, 35, 41, 43, 56, 59, 61, 64, 76-78, 84, 99, 122, 124, 126, 128
 Эргография 50, 77
 ЭСАР 5, 7

АККОМОДАЦИЯ

Руководство для врачей

ISBN 978-5-905212-16-1



Издание подготовлено в ООО «Издательство «АПРЕЛЬ».
119991, Москва, ГСП-1, ул. Большая Полянка, д. 44/2.
Подписано в печать 20.09.2012. Формат 190×245 мм.
Печать офсетная. Бумага мелованная. Тираж 5000 экз. **Заказ №XX от XX.XX.2012.**
Отпечатано в типографии «CAPITAL PRESS».
111024, г. Москва, шоссе Энтузиастов, д. 11 А, корп. 1.