

Е.П. Тарутта, О.Б. Филинова, Н.А. Тарасова

НОВЫЕ МЕТОДЫ ОБЪЕКТИВНОЙ АККОМОДОМЕТРИИ

ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздравсоцразвития России

Представлены новые методы объективного исследования различных параметров аккомодации на бинокулярном авторефрактометре «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K: тонуса покоя аккомодации, прямой и содружественной аккомодации, объективных запасов и устойчивости аккомодации. Приведены результаты этих исследований, показана их диагностическая ценность. Полученные новые данные расширяют возможности исследований аккомодации как для клинических целей, так и для изучения патогенеза аномалий рефракции.

Ключевые слова: аккомодация, объективная аккомодометрия, миопия, бинокулярный авторефрактометр «открытого поля» Grand Seiko

THE NEW METHODS FOR OBJECTIVE ACCOMODOMETRY

E.P. Tarutta, O.B. Filinova, N.A. Tarasova

The new methods for the objective estimation of accommodation parameters with the use of a Grand Seiko WR-5100K binocular "open-field" autorefractometer are presented with special reference to the measurement of the resting tone of accommodation, direct and consensual accommodation, objective reserves and stability of accommodation. The results of the investigations using these methods are presented along with the assessment of their diagnostic value. The data thus obtained extend the possibilities of studying accommodation both for the clinical purposes and for the investigations into pathogenesis of abnormalities of refraction of the eye.

Key words: accommodation, objective accommodation, myopia, Grand Seiko WR-5100K binocular "open-field" autorefractometer

Аккомодация – рефлекторный механизм оптической установки глаза к любому расстоянию, реализующийся преимущественно посредством изменения динамической рефракции. Диагностическая, прогностическая, патогенетическая роль нарушений аккомодации в прогрессировании миопии в настоящее время не вызывает сомнений. Те или иные расстройства аккомодации, по данным как отечественных, так и зарубежных исследователей, сопровождают развитие приобретенной миопии и даже предшествуют ему. В последние годы позволяет все больше сообщений, авторы которых настаивают на том, что оценка состояния аккомодации субъективными методами, например проверка объема абсолютной и запаса относительной аккомодации, является неточной, поскольку пациент может продолжать чтение в условиях уже наступившей, и весьма значительной, дефокусировки изображения. Помимо этого, при бинокулярных пробах практически невозможно оценить участие и работоспособность каждого из глаз. В связи с этим особую важность приобретают методы объективного исследования аккомодации. Наиболее часто они основаны на объективном исследовании динамической рефракции и вычислении разницы ее показателей вдаль и при фиксации близкого объекта, т. е. при напряжении аккомодации.

Целью настоящего исследования явилась разработка новых методов объективного исследования аккомодации: ее запасов, устойчивости, тонуса покоя, прямой и содружественной аккомодации.

Материал и методы. Объективную аккомодометрию проводили на бинокулярном авторефрактометре «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K. Данный прибор позволяет регистрировать рефракцию при предъявлении объекта фиксации в реальном пространстве на расстоянии от 5 м до 20 см бинокулярно или монокулярно, в том числе с коррекцией аметропии стеклами в пробной оправе. Динамическая рефракция полностью скорректированного вдаль глаза при фиксации объекта на конечном расстоянии явля-

ется объективным аккомодационным ответом на данное расстояние. Помимо этого параметра, являющегося целевой опцией прибора, нами в МНИИ ГБ им. Гельмгольца с 2006 г. разработаны новые методы исследования объективных параметров аккомодации: исследование запасов и устойчивости аккомодации (1-я группа пациентов), вегетативного тонуса покоя аккомодации (2-я группа), прямой и содружественной аккомодации (3-я группа).

В 1-ю группу вошли 18 детей (36 глаз) в возрасте от 7 до 11 лет с приобретенной миопией слабой степени (от -0,71 до -2,83 дптр, в среднем $-1,85 \pm 0,23$ дптр). Помимо известного субъективного определения запасов относительной аккомодации (ЗОА) по Э.С. Аветисову и С.Л. Шаповалову [1], пациентам проводили исследование ЗОА и устойчивости относительной аккомодации по разработанному нами методу [5]. Величиной запаса аккомодации считали максимальную отрицательную линзу, при измерениях с которой сохранялась не только способность к чтению, но и объективная динамическая рефракция каждого глаза, близкая к исходным значениям. Через 3 мин продолжающегося непрерывного чтения в условиях максимальной нагрузки аккомодации определяли устойчивость аккомодации – также по объективной динамической рефракции.

Во 2-ю группу был включен 31 ребенок (62 глаза) в возрасте от 5 до 16 лет ($9,54 \pm 1,73$ года), 20 девочек и 11 мальчиков. На 36 глазах выявлена миопия слабой степени, в среднем $-1,91 \pm 0,59$ дптр, на 10 глазах – гиперметропия слабой степени, в среднем $+1,68 \pm 0,64$ дптр, на 10 глазах – гиперметропия средней степени, в среднем $+4,46 \pm 0,25$ дптр и на 6 глазах – гиперметропия высокой степени, в среднем $+8,37 \pm 0,67$ дптр. Исследования проводили в условиях полной темноты («темновой фокус аккомодации») по разработанной нами методике [6].

Тонус покоя аккомодации (ТПА) рассчитывали по формуле:

$$\text{ТПА} = R_t - R_n,$$

где R_t – рефракция в условиях полной темноты (темновой фокус), R_n – рефракция в условиях циклоплегии.

ТПА считают положительным, когда рефракция в темноте сильнее (более миопическая или менее гиперме-

Таблица 1
Объективное исследование запасов и устойчивости аккомодации по АО

Условия регистрации	Динамическая рефракция в заданных условиях					
	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	OD	OS	OD	OS	OD	OS
5 м, без коррекции	-2,5	-2,83	-1,30	-0,71	-1,91	-1,87
33 см, с полной коррекцией (АО)	-1,59	-1,23	-2,0	-1,79	-2,07	-2,04
С добавлением сферы:						
-0,5	-1,52	-1,75	-1,82	-1,54	-2,02	-1,73
-1,0	-1,57	-1,84	-1,68	-1,09	-2,14	-1,63
-1,5	-1,94	-1,89	-1,96	-0,82	-1,94	-0,36
-2,0	-1,29	-1,95	-1,18	-0,95	-1,75	-0,28
-2,5	+0,64	+0,32	-0,04	+1,82	-0,60	-0,11
-3,0	-	-	-	-	-0,12	+0,35
Величина ЗОА по методу Аветисова-Шаповалова	2,0		2,0		2,5	
Через 3 мин после начала чтения	+0,62	+0,32	-1,29	-1,82	-1,02	-0,53

тропическая), чем рефракция в условиях циклоплегии, и наоборот [2, 3, 8].

Прямую и содружественную аккомодацию исследовали (3-я группа) у 83 пациентов с различной рефракцией в возрасте от 7 до 25 лет по собственной методике. В условиях эмметропизации корригирующими линзами производили разделение полей зрения двух глаз таким образом, чтобы предъявленный в ближней зоне объект был виден только одному глазу, соответственно, справа или слева от перегородки. При этом взгляд парного глаза установлен в открытое пространство. Перед глазом помещали объект фиксации в зоне ближайшего видения и измеряли рефракцию сначала на этом глазу, затем на парном, открытом, но не фиксирующем. На фиксирующем глазу регистрировали прямую аккомодацию (ПА), на парном – содружественную (СА) [7].

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных исследований в 1-й группе представлены в табл. 1. Как видно из таблицы, у всех пациентов с миопией динамическая рефракция на 33 см в условиях эмметропизации была снижена до -2,0 и даже до -1,23 дптр вместо полагающейся по расчетам М -3,0 дптр, т. е. имело место отставание аккомодационного ответа (accommodation lag).

По результатам исследования можно выделить 3 варианта поведения относительной аккомодации (см. табл. 1). В первом случае исходно сниженный АО на 33 см незначительно повышался или снижался при приставлении отрицательных стекол нарастающей силы, оставаясь близким к исходному до приставления sph -2,0 дптр. Таким образом, субъективные и объективные значения ЗОА совпадали. Однако через 3 мин продолженного чтения в условиях максимальной нагрузки значения динамической рефракции соответствовали гиперметропии слабой степени, т. е. аккомодационный ответ отсутствовал. Это свидетельствует о сниженной устойчивости аккомодации.

Второй паттерн показывал снижение АО более чем на 0,5 дптр от исходного уровня при нагрузке sph -1,0 дптр, хотя пациенты сохраняли способность к чтению до нагрузки sph -2,0 дптр. Таким образом, объективные ЗОА значительно ниже субъективных. Вместе с тем устойчивость аккомодации сохранена – через 3

мин чтения с нагрузкой АО даже повысился и составил -1,29/-1,82 дптр.

В третьем варианте субъективно определенный ЗОА был практически нормальным: -2,5 дптр. Однако объективная оценка показала, что уже при нагрузке 1,5 дптр на одном (левом) глазу АО резко снижался и практически отсутствовал. Дальнейшее чтение осуществлялось одним правым глазом.

Таким образом, у всех пациентов с миопией выявлены различные расстройства аккомодации. Снижение аккомодационного ответа («отставание аккомодации») обнаружено в большей или меньшей степени во всех обследованных глазах. Характерно также снижение устойчивости аккомодации, хотя в ряде случаев она может быть сохранена. Субъективно определенный ЗАО не является надежным критерием, поскольку его значение часто бывает завышенным.

Это происходит, во-первых, благодаря свойственной пациентам с миопией сниженной чувствительности к расфокусировке изображения [9], позволяющей им читать текст в условиях значительного гиперметропического дефокуса. Вторая причина завышенных значений ЗОА – это диссоциация между аккомодацией и конвергенцией, исключение одного глаза из акта

Таблица 2
Рефракция до и после циклоплегии и ПТА у детей в разных рефракционных группах

Рефракционная группа	Число глаз	Рефрактометрия до циклоплегии, дптр	Рефрактометрия в условиях циклоплегии, дптр	ПТА, дптр
М слабой степени	36	-1,97 ± 0,62	-1,91 ± 0,59	-0,06 ± 0,12
Нм слабой степени	10	+1,37 ± 0,64	+1,68 ± 0,64	-0,31 ± 0,10
Нм средней степени	10	+3,53 ± 0,54	+4,46 ± 0,25	-0,93 ± 0,09
Нм высокой степени	6	+7,12 ± 0,44	+8,37 ± 0,67	-1,25 ± 0,11

Таблица 3
ТПА у детей с миопией слабой степени и гиперметропией (Нм)

Рефракционная группа	Число глаз	Рефракция в условиях циклоплегии, дптр (R _ц)	Рефракция в условиях полной темноты, дптр (R _т)	Вегетативный ТПА, дптр (R _т - R _ц)
М слабой степени	36	-1,91 ± 0,59	-2,55 ± 0,75	-0,64 ± 0,45
Нм слабой степени	10	+1,68 ± 0,64	+0,56 ± 0,55	-1,12 ± 0,52
Нм средней степени	6	+4,62 ± 0,29	+3,24 ± 0,53	-1,38 ± 0,45
Нм высокой степени	4	+4,22 ± 0,41	+4,79 ± 0,30	+0,58 ± 0,15
Нм высокой степени	4	+9,27 ± 0,58	+10,5 ± 0,56	+1,23 ± 0,55
Нм высокой степени	2	+6,56 ± 0,38	+4,75 ± 0,42	-1,81 ± 0,80

Таблица 4

Величина монокулярного, бинокулярного, прямого и содружественного аккомодационного ответа на 33 см у пациентов с различной рефракцией

Глаз	Средняя клиническая рефракция	Монокулярный АО на 33 см	Бинокулярный АО на 33 см	ПА	СА
OD	-1,5 ± 1,57	-1,85 ± 0,05	-1,57 ± 0,2	-1,49 ± 0,3	-1,53 ± 0,14
OS	-2,9 ± 1,49	-1,97 ± 0,09	-1,78 ± 0,06	-1,66 ± 0,08	-1,71 ± 0,09
OU	-2,2 ± 1,06	-1,91 ± 0,05	-1,68 ± 0,11	-1,57 ± 0,15	-1,62 ± 0,09

чтения и дальнейшая регистрация скорее абсолютной, нежели относительной аккомодации. По нашему мнению, именно этот факт является основной причиной получаемых сверхнормальных значений ЗОА.

Во 2-й группе исследовали ТПА по собственной методике в условиях отсутствия стимула, т. е. в полной темноте, а также привычный тонус аккомодации (ПТА) по методике Ю.З. Розенблюма [4] по разнице показателей рефракции на авторефрактометре до и после циклоплегии; в этом случае стимулом для аккомодации служит мишень авторефрактометра. Величина ПТА представлена в табл. 2.

Как видно из таблицы, ПТА во всех обследованных группах был положительным, т. е. рефракция в естественных условиях была сильнее рефракции в условиях циклоплегии. При этом по мере усиления статической рефракции от высокой гиперметропии (Нм) к миопии слабой степени ПТА равномерно снижался и почти отсутствовал в глазах с миопией слабой степени, что согласуется с данными литературы [4].

Величина ТПА, определенная по ее темновому фокусу, приведена в табл. 3.

При миопии и гиперметропии слабой степени тонус покоя аккомодации, как и ПТА, во всех случаях был положительным. При гиперметропии средней и высокой степени выявлены случаи отрицательного тонуса аккомодации, т. е. в покое величина гиперметропии была даже больше, чем под циклоплегией. Такая «апатия» цилиарной мышцы при гиперметропии средней и высокой степени может быть связана с хорошо известным фактом особой устойчивости этих видов рефракции.

Изучение СА предложенным способом показало, что у пациентов 3-й группы СА практически равна ПА. Также установлено, что ПА открытого нефиксирующего парного глаза меньше, чем при монокулярной и бинокулярной фиксации (табл. 4).

При сравнении ПА и СА на ведущих (ВГ) и неведущих (НГ) мы обнаружили следующее. При фиксации объекта ведущим глазом СА парного глаза при гиперметропии слабой степени, эмметропии, миопии

слабой и средней степени практически соответствовала ПА ведущего. При миопии высокой степени и анизометропии отмечена несогласованность ПА и СА парных глаз (табл. 5).

При фиксации объекта ведущим глазом СА парного глаза при слабой и средней миопии точно соответствовала ПА ведущего (разница составляла 0,03 и 0,06 дптр соответственно). В противоположной ситуации, т. е. при фиксации неведущим глазом погрешность величины СА была значительно больше: при слабой миопии она превышала ПА на 0,16 дптр, при средней – на 0,23 дптр. При миопии высокой степени, наоборот, СА парного глаза была более синхронной при фиксации неведущим глазом (разница ПА и СА составляла всего 0,08). При фиксации же объекта ведущим глазом СА парного превышала ПА ведущего на 0,27 дптр (см. табл. 5).

Еще более выраженной и разнонаправленной оказалась несогласованность ПА и СА парных глаз при анизометропии. При фиксации ведущим глазом СА неведущего глаза отставала на 0,33 дптр, а при фиксации неведущим глазом СА ведущего превышала ПА на 0,48 дптр (см. табл. 5).

Выводы

1. Разработаны новые методы объективной оценки запасов и устойчивости относительной аккомодации, вегетативного тонуса покоя аккомодации по ее темновому фокусу, способ объективной одновременной регистрации прямой и содружественной аккомодации парных глаз. Объективно установлен факт существования содружественной аккомодации нефиксирующего глаза.
2. Объективные исследования аккомодации позволили выявить у всех детей с приобретенной миопией различные ее расстройства: снижение статического аккомодационного ответа, запасов и устойчивости аккомодации. Показатели субъективно определенных ЗОА в большинстве случаев оказались завышены по сравнению с объективными за счет чтения в условиях монокулярного или сниженного бинокулярного аккомодационного ответа.
3. При миопии слабой степени и гиперметропии слабой степени тонус покоя аккомодации во всех случаях был положительным. При гиперметропии средней и высокой степени появляется и увеличивается доля глаз с отрицательным тонусом покоя аккомодации.
4. При высокой, особенно анизометропической, миопии выявлена несогласованность (несимметричность) прямой и содружественной аккомодации. Данный симптом может иметь диагностическое и прогностическое значение в клинике прогрессирующей близорукости.

Таблица 5

Прямая и содружественная аккомодация ведущего и парного глаза у пациентов с различной рефракцией

Показатель аккомодации	Миопия слабой степени		Миопия средней степени		Миопия высокой степени		Анизометропия		Гиперметропия слабой степени		Эмметропия	
	ВГ	НГ	ВГ	НГ	ВГ	НГ	ВГ	НГ	ВГ	НГ	ВГ	НГ
ПА	-1,61 ± 0,14	-1,52 ± 0,16	-1,83 ± 0,27	-1,9 ± 0,25	-1,6 ± 0,21	-1,8 ± 0,21	-1,69 ± 0,23	-1,35 ± 0,23	-1,95 ± 0,15	-1,93 ± 0,17	-2,05 ± 0,14	-2,01 ± 0,17
СА	-1,68 ± 0,16	-1,58 ± 0,14	-1,66 ± 0,2	-1,89 ± 0,19	-1,72 ± 0,25	-1,87 ± 0,25	-1,83 ± 0,31	-1,36 ± 0,31	-1,91 ± 0,16	-1,93 ± 0,16	-1,94 ± 0,15	-1,98 ± 0,15
ΔСА-ПА	+0,16	-0,03	-0,23	+0,06	-0,08	+0,27	+0,48	-0,33	-0,02	-0,02	-0,06	-0,07

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисов Э.С., Шаповалов С.Л.* Методика клинического комплексного исследования аккомодации: Метод. рекомендации. – М., 1976.
2. *Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З.* Закономерности рефрактогенеза и критерии прогнозирования школьной миопии // Вестн. офтальмол. – 2007. – № 1. – С. 22–24.
3. *Проскурина О.В.* Динамика рефракции, диагностика и принципы очковой коррекции аметропии у детей и подростков // Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М. – 2007.
4. *Розенблюм Ю.З.* Оптометрия. – 2-е изд. – СПб., 1996.
5. *Тарутта Е.П., Филинова О.Б.* Способ исследования запасов и устойчивости относительной аккомодации. Патент на изобретение. № 2367385 от 20.09.2009 г. (приоритет от 29.05.08.), РФ.
6. *Тарутта Е.П., Филинова О.Б.* Способ определения привычного тонуса аккомодации. Патент на изобретение № 2394469 от 20.07.2010 (приоритет от 27.03.2009), РФ.
7. *Тарутта Е.П., Тарасова Н.А.* Заявка на патент РФ № 20100122469 с приоритетом от 2.06.2010. Способ одновременного исследования прямой и содружественной аккомодации парных глаз.
8. *Шаповалов С.Л.* Клинико-физиологические особенности аб-

солютной аккомодации глаз человека и методы ее исследования. Дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1977.

9. *Guthoff R., Ludwig K.* Current Aspects of Human Accommodation. – Heidelberg, 2001. – P. 11–21.

Поступила 10.02.12

Сведения об авторах: *Тарутта Е. П.*, проф., д-р мед. наук, рук. отд. патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики ФГБУ "Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца" Минздравсоцразвития России; *Филинова О. Б.*, канд. мед. наук, научн. сотр. отд. патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики ФГБУ "Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца" Минздравсоцразвития России; *Тарасова Н. А.*, врач-офтальмолог отд. патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики ФГБУ "Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца" Минздравсоцразвития России.

Для контактов: *Тарасова Наталья Алексеевна*, 105062, Москва, ул. Садовая-Черногрозская 14/19; 607-21-03; tar221@yandex.ru

© О.В. ХЛЕБНИКОВА, Е.Л. ДАДАЛИ, 2012
УДК 617.7-055.5/7:577.21.08

О.В. Хлебникова, Е.Л. Дадали

НАУЧНОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

ФГБУ «Медико-генетический центр» РАМН

Представлены результаты изучения клинического полиморфизма и генетической гетерогенности наследственных заболеваний органа зрения. Определено научное и практическое значение молекулярно-генетических исследований в офтальмологии.

Ключевые слова: наследственные заболевания органа зрения, молекулярно-генетические исследования, генетическая гетерогенность

THE SCIENTIFIC AND PRACTICAL SIGNIFICANCE OF MOLECULAR-GENETIC RESEARCH IN OPHTHALMOLOGY

O.V. Khlebnikova, E.L. Dadali

The results of the investigations into clinical polymorphism and genetic heterogeneity of hereditary eye diseases are presented. The scientific and practical significance of molecular-genetic studies in ophthalmology is discussed.

Key words: hereditary eye diseases, molecular-genetic investigations, genetic heterogeneity

Использование молекулярно-генетических методов в офтальмологии привело к значительному увеличению доли наследственных заболеваний в общей этиологической структуре патологии органа зрения [1]. Идентификация определенного генетического варианта наследственного заболевания с использованием молекулярно-генетических методов дает возможность не только уточнить диагноз заболевания, но и произвести расчет риска рождения больного ребенка в семье с отягощенным анамнезом, определить вероятность появления патологии у родственников больного и осуществить дородовую диагностику на ранних сроках беременности, позволяющую предотвратить рождение ребенка с заболеваниями органа зрения. Комплексная оценка груза наследственной изолированной патологии глаз в 12 популяциях РФ с различной генетической структурой показала, что наследственная этиология выявляется не менее чем у 30% пациентов с заболеваниями глаз, а в структуре слепоты и слабовидения ее доля значитель-

но выше и составляет в различных популяциях от 42 до 84%, при этом частота общей отягощенности варьирует в регионах РФ от 8,39 до 3,0 на 10 тыс. населения [4]. Спектр нозологических форм наследственных болезней органа зрения (НБОЗ), а также их генетические характеристики различаются между популяциями и во многом зависят от их структуры [1, 7, 8]. Так, в Кировской области впервые установлена нозологическая структура спектра, в котором преобладают моногенные врожденные пороки развития органа зрения (ВПРОЗ) (31,3%) [2]. Отягощенность детского населения Ростовской области моногенными формами ВПРОЗ составила 1,3 на 10 тыс. [3]. В большинстве изученных популяций основную часть груза НБОЗ составляют наследственные заболевания сетчатки, зрительного нерва и хрусталика. Становится очевидным, что медицинская генетика приобретает в офтальмологии все большее значение как фундаментальная наука, изучающая этиологию, патогенез и обеспечивающая разработку этиопатогенетиче-