

О.И. Розанова, В.В. Малышев

**ДИЗРЕГУЛЯЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРЕСБИОПИИ***Иркутский филиал ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени акад. С.Н. Федорова Росмедтехнологии»
(Иркутск)*

На основании сравнительного и многофакторного дискриминантного анализов выявлены достоверные различия в состоянии зрительной системы пациентов с пресбиопией и здоровых лиц. Отличительными признаками формирования пресбиопии являются увеличение аберраций в оптической системе, изменение процессов гидродинамики, дефицит аккомодации, сужение зрачка, снижение уровня сенсорной рецепции и снижение бинокулярного сотрудничества. Феномен бинокулярной супрессии при формировании пресбиопии есть результат дыз адаптации организма к процессам старения. Хирургическое лечение пресбиопии должно сопровождаться мерами по восстановлению бинокулярного сотрудничества.

Ключевые слова: пресбиопия, бинокулярное сотрудничество

**DYSREGULATION OF VISUAL PERCEPTION MECHANISMS IN PRESBYOPIA
FORMATION**

O.I. Rozanova, V.V. Malyshev

Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Irkutsk

On the base of comparative and multiple discriminant analysis the reliable differences in visual system status of patients with presbyopia and healthy persons were revealed. The differences of presbyopia formation are increase of aberrations in optic system, change of hydrodynamic processes, accommodation deficit, pupil constriction, decrease of sensor reception level, and decrease of binocular cooperation. Binocular suppression phenomenon in presbyopia formation is a result of organism dysadaptation to ageing processes. Surgical treatment of presbyopia should be accompanied by measures on binocular cooperation restoration.

Key words: presbyopia, binocular cooperation

Под пресбиопией принимается состояние, характеризующееся снижением объема или ширины аккомодации, развивающееся с возрастом и сопровождающееся сдвигом ближайшей точки ясного зрения. «Если с возрастом уменьшение ширины аккомодации достигло такой степени, что человек уже не в состоянии нормально производить свои важнейшие занятия, например, чтение, письмо, ручные работы на обычном расстоянии, то возникает состояние, которое называют пресбиопией» [10]. Пресбиопия является одним из наиболее распространенных в популяции нарушений зрения.

В настоящее время в подходах к коррекции пресбиопии происходят значительные перемены. Помимо традиционной очковой коррекции внедряются новые методы — как нехирургические [2, 7], так и хирургические: фоторефракционный кератомилез, кондуктивная кератопластика, имплантация интракорнеальных апертур и линз, имплантация факичных интраокулярных линз (ИОЛ), удаление хрусталика с имплантацией мультифокальных ИОЛ и аккомодирующих ИОЛ, имплантация склеральных бандажей, лазерная модуляция склеры [1, 7, 8, 11]. Но, несмотря на многообразие предлагаемых методов, до сих пор остается открытым вопрос о патогенетически обоснованной оптимальной коррекции при пресбиопии [1, 7, 9]. Во многом это связано с тем, что до сих пор нет четкого представления о механизмах формирования пресбиопии,

нет данных о трансформации зрительного восприятия при развитии пресбиопии. Несмотря на то, что аккомодация является одним из трех компонентов рефлекса на приближение, что изменения в оптическом аппарате ведут к увеличению процессов светорассеяния и увеличению аберраций высшего порядка, до сих пор нет работ, которые бы рассматривали весь комплекс этих изменений, составляющий основу нарушения зрительного восприятия при формировании пресбиопии.

Безусловно, раскрытие закономерностей и механизмов формирования пресбиопии является одной из наиболее актуальных задач теоретической и практической офтальмологии.

Это и определило **цель** настоящего исследования — раскрытие закономерностей и механизмов трансформации зрительного восприятия при формировании пресбиопии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованы 66 человек с остротой зрения не ниже 1,0, с эметропической рефракцией, без признаков офтальмопатологии. Группа лиц для исследования была сформирована на добровольных началах, в соответствии с положениями Хельсинкской Декларации Всемирной медицинской ассоциации (1996, 2002). Исследуемые лица были разделены на группы в зависимости от возраста: в 1 группе ($n = 32$) средний возраст составил $18,6 \pm 0,4$ года, во 2-й группе ($n = 34$) — $51,7 \pm 6,5$ года.

В работе были использованы следующие методы исследования: визометрия (монокулярно и бинокулярно) на расстоянии 0,33 м и 5 м, определение контрастной пространственной и световой чувствительности сетчатки, периметрия, определение ближайшей точки ясного зрения, устойчивости сетчатки к ослеплению, запаса относительной аккомодации, стереозрения, площади бинокулярного взаимодействия (в естественных условиях без разделения полей), кераторефрактометрия, биометрия, тонометрия и тонография (Mentor), пуриллометрия (регистрация диаметра зрачка в фотопических и скотопических условиях освещенности), а также электрофизиологические исследования (определение порога электрической чувствительности зрительного нерва, лабильности, критической частоты слияния мельканий на красный цвет).

Результаты исследований были обработаны с применением компьютерной программы Statistica 6.0 (StatSoft, США). Были вычислены средние арифметические M , стандартные отклонения от среднего s . Правильность распределения значений в группах оценена с использованием критерия Колмогорова – Смирнова. Проведено сравнение групп с применением Т-критерия и многофакторного дискриминантного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С возрастом отмечено увеличение толщины хрусталика, сопровождающееся измельчением передней камеры и уменьшением угла примыкания «трабекула-радужка». Выявлены изменения в строении цилиарной области: отмечено уменьшение почти в 2 раза расстояния от склеры до концевых окончаний цилиарных отростков и укорочение цинновой связки на $21,5 \pm 0,5 \%$. Со

стороны гидродинамики внутриглазной жидкости обнаружены значимые изменения: повышение внутриглазного давления с $17,27 \pm 0,18$ до $19,06 \pm 0,15$ ($p < 0,001$) и снижение коэффициента легкости оттока внутриглазной жидкости с $0,39 \pm 0,01$ до $0,31 \pm 0,02$ ($p < 0,001$).

При анализе характеристик зрительного образа было выявлено, что изменения касаются не только аккомодационной способности. С возрастом происходит значительный сдвиг по большинству параметров, характеризующих деятельность зрительной системы (ЗС) (табл. 1). Отмечено снижение контрастной чувствительности и остроты зрения (как вблизи, так и вдаль), угнетение световой чувствительности сетчатки, сужение полей зрения, уменьшение устойчивости сетчатки к слепящим засветам. Выявлено увеличение оптических аберраций за счет увеличения астигматизма, комы и тетрафойла.

Важно отметить, что сдвиг зоны фокуса изображения при пресбиопии сопровождается сужением диаметра зрачка и подавлением бинокулярного сотрудничества. Наблюдается уменьшение границ поля, в котором возможно слияние двойных изображений. Отсутствие физиологического двоения было выявлено у 20 % лиц зрелого возраста. Было отмечено снижение бинокулярной остроты зрения вдаль (на 20 %) и уменьшение уровня стереовосприятия. Иными словами, формирование пресбиопии сопровождается существенными изменениями в деятельности зрительной системы.

С целью сравнения пациентов с пресбиопией и здоровых людей был проведен многофакторный дискриминантный анализ, в основе которого лежит вычисление канонической величины, построенной на нескольких наибо-

Таблица 1
Изменение показателей деятельности зрительной системы при формировании пресбиопии ($M \pm s$)

Параметры	Здоровые лица	Пациенты с пресбиопией
Острота зрения монокулярно без коррекции (5 м)	$1,14 \pm 0,13$	$0,99 \pm 0,02^{***}$
Острота зрения бинокулярно без коррекции (5 м)	$1,24 \pm 0,17$	$1,01 \pm 0,04^{***}$
Острота зрения вблизи монокулярно без коррекции	$1,0 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,09^{***}$
Острота зрения вблизи бинокулярно без коррекции	$1,0 \pm 0,01$	$0,3 \pm 0,09^{***}$
Пространственная чувствительность (суммарно в частотах от 3 до 18 цикл/град)	$24,84 \pm 4,32$	$20,58 \pm 5,0^{***}$
Светочувствительность сетчатки (суммарно, Дб)	$2238,7 \pm 96,1$	$2089,65 \pm 105,2^{***}$
Поле зрения (град)	$550,2 \pm 11,0$	$517,08 \pm 22,3^{***}$
Стереострота (сек, суммарно)	$2335,7 \pm 247,5$	$2153,3 \pm 470,6^*$
Запас относительной аккомодации (Дптр)	$6,23 \pm 1,8$	$1,35 \pm 0,9^{***}$
Ближайшая точка ясного видения (10–2 м)	$5,28 \pm 1,98$	$23,95 \pm 12,2^{***}$
Устойчивость к ослеплению (сек)	$34,8 \pm 11,14$	$41,85 \pm 25,3^*$
Диаметр зрачка в фотопических условиях освещенности (мм)	$5,10 \pm 0,76$	$3,77 \pm 0,8^{***}$
Диаметр зрачка в скотопических условиях освещенности (мм)	$6,49 \pm 0,57$	$5,49 \pm 0,94^{***}$
Площадь бинокулярного поля (кв. см)	$362,1 \pm 14,5$	$105,8 \pm 10,2^{***}$
Суммарные оптические аберрации	$252,9 \pm 39,3$	$226,6 \pm 41,7^{**}$

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

лее информативных показателей, максимально разграничивающих изучаемые группы [3]. Применительно к данной работе были построены дискриминантная функция и таблицы классификации здоровых лиц и пациентов с пресбиопией, выявлены центры распределения лиц и мера Махаланобиса. Анализ позволил разграничить людей в зависимости от состояния аккомодационной способности и выявить механизмы, составляющие основу патологических сдвигов формировании пресбиопии.

На основе расчета канонических величин было установлено, что наиболее информативными показателями, характеризующими отличие пациентов с пресбиопией от здоровых лиц, являются острота зрения вблизи, величина астигматизма, величина вертикальной комы, порог электрической чувствительности зрительного нерва, границы фузионного поля, толщина хрусталика, величина внутриглазного давления, величина тетрафойла, диаметр зрачка (как в фотопических, так и в мезопических условиях освещенности). Совокупность этих показателей позволяет достоверно разграничить лиц с нормально функционирующей зрительной системой и пациентов с пресбиопией. Уравнение канонической величины имеет следующий вид:

$$K_{1-2} = 31,61 + 0,67 \times X_1 + 0,34 \times X_2 + 0,46 \times X_3 - 0,48 \times X_4 - 0,33 \times X_5 + 0,3 \times X_6 + 0,3 \times X_7 - 0,32 \times X_8 + 0,29 \times X_9 + 0,21 \times X_{10} + 0,11 \times X_{11} + 0,29 \times X_{12} + 0,091 \times X_{13},$$

где: X_1 — острота зрения вблизи без коррекции монокулярно, X_2 — величина астигматизма, X_3 — величина трейфойла, X_4 — фосфен, X_5 — ближняя граница фузионного поля, X_6 — острота зрения вблизи без коррекции бинокулярно, X_7 — границы фузионного поля при конвергенции, X_8 — ВГД, X_9 — толщина хрусталика, X_{10} — величина тетрафойла, X_{11} — диаметр зрачка в фотопических

условиях, X_{12} — дальняя граница фузионного поля, X_{13} — диаметр зрачка в мезопических условиях. $F(17,65) = 418,17, p < 0,0001$.

Для вычисления канонической величины у пациентов необходимо измерить выявленные наиболее информативные показатели и полученные значения подставить в уравнение. Для обеих групп настоящего исследования были произведены такие вычисления, распределение обследуемых лиц по значениям канонических величин представлено на графике (рис. 1).

Таким образом, в результате исследования установлено, что структурно-функциональное состояние зрительной системы у лиц юношеского и зрелого возраста отличается не только по значительному ряду параметров, но и имеет различные устойчивые функциональные зависимости. Инволюционные морфологические изменения зрительного анализатора сопровождаются увеличением аберраций в оптической системе, изменением процессов гидродинамики, снижением аккомодации, сужением зрачка, понижением уровня сенсорной рецепции и снижением бинокулярного сотрудничества. Следует особо подчеркнуть, что изменения зрительного восприятия касаются всей совокупности процессов, включая бинокулярное взаимодействие (рис. 2). Снижение аккомодации ведет к смещению зоны фузионного поля и появлению феномена функциональной бинокулярной супрессии.

То есть, иными словами формирование пресбиопии сопровождается существенной перестройкой деятельности всего зрительного анализатора и характеризуется созданием новой патодинамической организации - патологической системы зрительного восприятия [4]. Возникновение патологической системы происходит в результате инволюционных морфологических изменений и измененной дея-

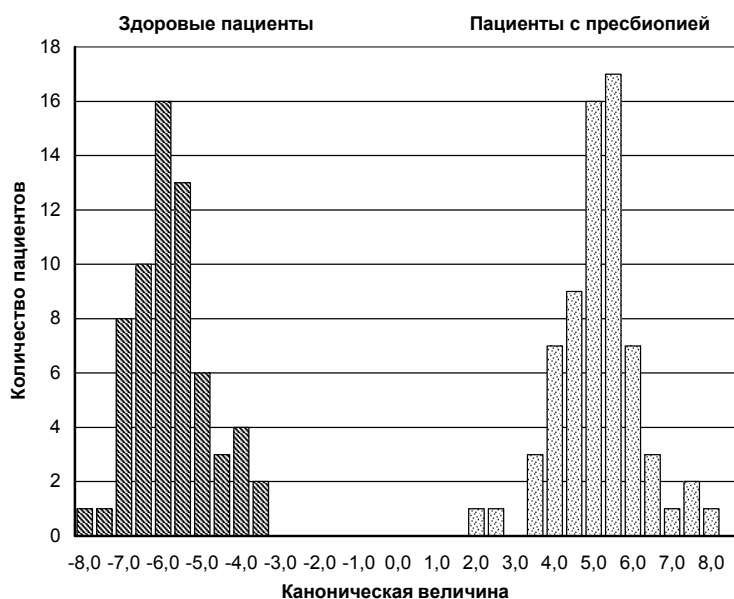


Рис. 1. Распределение пациентов в зависимости от значения канонической величины при проведении многофакторного дискриминантного анализа.



Рис. 2. Совокупность структурно-функциональных изменений зрительного анализатора при формировании пресбиопии.

тельности зрительного анализатора — составной части ЦНС. Поэтому изменение деятельности зрительной системы при старении сопровождается не только адаптационными механизмами компенсации, но и дизадаптационными механизмами [5, 9], к которым можно отнести феномен бинокулярной супрессии.

Наличие устойчивых патологических взаимоотношений в системе зрительного восприятия у лиц зрелого возраста необходимо принимать во внимание при планировании оптической коррекции пресбиопии. Хирургическое лечение пресбиопии должно сопровождаться дополнительными мероприятиями, направленными на воссоздание функциональных взаимоотношений, характерных для нормально функционирующей зрительной системы. При этом одной из первоочередных задач в системе реабилитации пациентов является восстановление бинокулярного взаимодействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование пресбиопии сопровождается дизрегуляторными изменениями зрительного

восприятия и созданием патологической системы. Феномен бинокулярной супрессии при формировании пресбиопии есть результат дизадаптации организма к процессам старения. Хирургическое лечение пресбиопии должно сопровождаться мерами по восстановлению бинокулярного сотрудничества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балашевич Л.И., Качанов А.Б. Клиническая корнеотопография и абберометрия. — М.: Медицина, 2008. — 167 с.
2. Бородин Н.В. Исследование возможностей контактной коррекции пресбиопии: автореф. ... канд. мед. наук. — М., 2004. — 23 с.
3. Закс Л. Статистическое оценивание. — М.: Статистика, 1976. — 598 с.
4. Крыжановский Г.Н. Общая патофизиология нервной системы. — М.: Медицина, 1997. — 352 с.
5. Меерсон Ф.З. Защитные эффекты адаптации и некоторые перспективы развития адаптационной медицины // Успехи физиол. наук. — 1991. — Т. 22, № 2. — С. 52—89.

6. Bennett E.S. Contact lens correction of presbyopia // Clinical and experimental optometry. — 2008. — Vol. 91, N 3. — P. 265–278.

7. Belville J.K., Smith R.J. Presbyopia surgery. — New York: SLACK incorporated, 2006. — 209 p.

8. Hipsley A.M., Verschuuren G. Can we reverse the trend of loss of accommodation that occurs with age? The potential of arresting presbyopia with the LaserACE® procedure // <http://www.esocrs.org/EVENTS/10budapest/freepaper-info.asp?id=1481&sessid=44>.

9. Pepin S.M. Neuroadaptation of presbyopia — correcting intraocular lenses // Cur. opinion ophth. — 2008. — Vol. 19, N 1. — P. 10–12.

10. Römer P. / Руководство по глазным болезням в форме клинических лекций в 2 томах. — СПб.: «Практическая медицина» В.С. Эттингера, 1913. — 724 с.

11. Schachar R.A. Cause and treatment of presbyopia with a method for increasing the amplitude of accommodation // Ann. Ophthalmol. — 1992. — Vol. 24, N 2. — P. 445–7, 452.

Сведения об авторах

Розанова Ольга Ивановна — к.м.н., зав. лечебно-консультационным отделением Иркутского филиала ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова Росмедтехнологии» (664043, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 337; e-mail: olgrozanova@gmail.com)

Малышев Владимир Владимирович — заместитель директора Иркутского филиала ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Росмедтехнологии» по научной работе, д.м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ