

И.А. СИМОНЯН

Самарский государственный медицинский университет

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АККОМОДАЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ ГЛАЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Изучение взаимосвязи аккомодации и гидродинамики указывает на важную роль этих процессов в развитии первичной открытоугольной глаукомы. Глаукома – заболевание, приводящее к тяжелым необратимым изменениям органа зрения, стоит на первом месте среди причин, приводящих к необратимой слепоте. Многие исследования обращают внимание на неслучайность временной взаимосвязи возникновения пресбиопии и первичной открытоугольной глаукомы, что делает интересной данную проблему не только для теоретиков, но и для клиницистов, ожидающих открытия дополнительных способов патогенетической терапии открытоугольной глаукомы.

Ключевые слова: аккомодация, внутриглазное давление, пресбиопия, глаукома

Симонян Илона Акоповна – ординатор кафедры офтальмологии Самарского государственного медицинского университета. E-mail: ilona-4690@mail.ru

I.A. SIMONYAN

Samara State Medical University

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL ASPECTS OF ACCOMMODATIVE EYE HYDRODYNAMICS REGULATION (LITERATURE REVIEW)

The study of the relationship of accommodation and hydrodynamics points to an important role of these processes in the development of primary open-angle glaucoma. Glaucoma is a disease that leads to severe irreversible changes in the organ of vision and ranks first among the causes of irreversible blindness. Many studies draw attention to the non-randomness of temporal interconnectedness of the occurrence of presbyopia and primary open-angle glaucoma, which makes this problem interesting not only for theoreticians, but also for clinicians, awaiting the opening of additional methods of pathogenetic therapy of open-angle glaucoma.

Key words: accommodation, intraocular pressure, presbyopia, glaucoma

Ilona Simonyan – Postgraduate Student of the Ophthalmology Chair. E-mail: ilona-4690@mail.ru

В работах последних лет авторы все чаще указывают на тесную функциональную взаимосвязь гидродинамики и аккомодации. Характер их возрастных изменений позволяет предполагать общие звенья патогенеза гидродинамических и аккомодационных нарушений. Сопоставляя данные морфологических исследований дренажной зоны и изменений, происходящих в глазу при аккомодации, можно говорить о влиянии аккомодационных процессов на гидродинамику глаза и, как следствие, на патогенез первичной открытоугольной глаукомы.

Глаукома - одно из наиболее распространенных хронических заболеваний органа зрения, приводящее к тяжелым необратимым патологическим изменениям в глазу [5,19,26,32]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, количество больных глаукомой людей в мире колеблется от 60,5 до 105 млн.

Частота выхода на инвалидность вследствие глаукомы составляет 15-20 % всех глазных заболеваний. В настоящее время глаукома является одной из главных причин необратимой слепоты. В мире слепых на оба глаза глаукомных больных около 9,1 млн [4].

В России насчитывают более 850 тысяч больных глаукомой. У 72 % больных первичной глаукомой отмечается ее открытоугольная форма. Этиология и патогенез первичной открытоугольной глаукомы складываются из следующих звеньев: наследственность, изменения общего характера, первичные местные функциональные и дистрофические изменения, нарушения гидростатики и гидродинамики глаза, повышение внутриглазного давления, вторичные сосудистые расстройства, дистрофические изменения в тканях, глаукоматозная оптическая нейропатия. [27,39]. Общая заболеваемость

увеличивается с возрастом. Также первичная открытоугольная глаукома чаще сочетается с миопией, чем с другими видами рефракции глаза [28].

В настоящее время накоплено достаточно количество клинических и теоретических данных, позволяющих говорить о взаимосвязи аккомодации и гидродинамики глаза [8,34]. А. П. Нестеров первым указал на роль цилиарной мышцы в развитии глаукомы: она осуществляет почти непрерывный массаж трабекулярной диафрагмы, а сосудистая сеть мышцы служит одним из источников снабжения водянистой влаги и трабекулярной диафрагмы нутриентами и кислородом [24]. Поэтому временная взаимосвязь возникновения глаукомы и пресбиопии неслучайна. В генезе возрастной катаракты, глаукомы и дистрофических процессов сосудистой оболочки глаза немаловажную роль играют инволюционные изменения в цилиарной мышце, пресбиопия, изменение аккомодационной активности [25].

В ходе ультразвукового исследования взаимодействия аккомодации и гидродинамики глаза, проведенного рядом авторов, было доказано, что в процессе аккомодации происходит перемещение внутриглазной жидкости в камерах глаза. При напряжении цилиарной мышцы (аккомодация вблизи) наблюдается уменьшение объема передней камеры, сужение супрацилиарного пространства, усиливается отток внутриглазной жидкости через трабекулярный путь оттока, водянистые вены полностью наполняются прозрачной влагой, а отток внутриглазной жидкости по увеосклеральному пути снижается. При дезаккомодации происходят обратные процессы, снижение оттока внутриглазной жидкости по трабекулярному пути компенсируется усилением увеосклерального оттока, столбик бесцветной жидкости в просвете водянистой вены становится уже, появляется кровь [38].

Морфологические исследования путей оттока внутриглазной жидкости иллюстрируют их взаимосвязь с аккомодационным аппаратом. Весь отток водянистой влаги из передней камеры осуществляется через трабекулы, однако в зависимости от направления он может быть разделен на транстрабекулярный (синусный) и паратрабекулярный (увеальный). Эта возможность обеспечивается морфологическими особенностями увеальных слоев трабекулярного аппарата, а именно непрерывным переходом интра-трабекулярных щелей увеальных трабекул в межмышечные пространства цилиарной

мышцы, сообщающиеся с супрахориоидальным пространством. Такая концепция хорошо объясняет высокий гипотензивный эффект препаратов простагландинового ряда, основанный на воздействии последних на специфические рецепторы, обнаруженные в большом количестве не только в цилиарной мышце и склере, но и в трабекуле [11,23].

Многими авторами с помощью современных средств визуализации было показано, что в процессе аккомодации происходит не только увеличение кривизны хрусталика, но и его смещение вперед [1,17,22,36,50]. В связи с этим, происходит уменьшение глубины и объема передней камеры, влага которой, являясь несжимаемой жидкостью, вытесняется из передней камеры в объеме десятков мм³. Процесс аккомодации занимает доли секунды, а значит, отток жидкости происходит достаточно интенсивно. При этом, учитывая жесткость оболочек глаза, объем жидкости внутри глаза должен оставаться постоянным, то есть отток жидкости из передней камеры должен сопровождаться ее притоком в заднюю камеру глаза. Эффективные методики исследования (ультразвуковая биомикроскопия, оптическая когерентная томография) показывают, что во время аккомодации происходит тесное прилегание радужки к передней капсуле хрусталика. Ранее была известна лишь одна возможность быстрого оттока влаги из передней камеры – фистула роговицы [31]. Математическое моделирование процессов перемещения жидкостей внутри глаза и произведенные на его основании расчеты [30] показывают, что продукция водянистой влаги в глазу происходит слишком медленно, чтобы играть существенную роль в этом процессе. Однако экспериментальными исследованиями была показана новая роль увеосклерального пути оттока, который при сокращении цилиарной мышцы способен быстро переместить достаточно большое количество жидкости из переднего отдела глаза в задний [11,12].

С учетом вышеизложенного можно предположить, что активизация работы цилиарной мышцы приведет к увеличению оттока внутриглазной жидкости и, как следствие, к снижению офтальмотонуса. Исследователи отмечают, что с возрастом, при формировании и прогрессировании катарактальных помутнений хрусталика, смещении его вперед, топографические соотношения структур переднего отрезка глаза и иридоцилиарной зоны претерпевают изменения [45,49]. Известно, что операция факоэмульсифика-

ции хрусталика, как правило, сопровождается снижением внутриглазного давления [3,7,14,18,21,45]. Помимо устранения основной причины снижения зрительных функций, операция несёт в себе гипотензивный компонент, заключающийся в открытии трабекулярной зоны, ранее в фильтрации не участвовавшей [41,47,48].

В настоящий момент нет единого мнения о механизмах гипотензивного эффекта факоэмульсификации хрусталика [46,48]. Ряд авторов считает, что основную роль играют расширение угла передней камеры и увеличение её глубины, напряжение цинновых связок, снижение ригидности роговицы или же снижение истинного внутриглазного давления [15,34,37,40,47]. Также, по мнению некоторых исследователей, снижение внутриглазного давления после факоэмульсификации катаракты может объясняться увеличением оттока водянистой влаги по трабекулярному или увеосклеральному путям [20]. Кроме того, выделение в послеоперационном периоде эндогенного простагландина F₂, способствует увеличению оттока водянистой влаги по увеосклеральному пути оттока и снижению внутриглазного давления [44]. Однако не всегда операция факоэмульсификации катаракты снижает внутриглазное давление до целевых показателей, поэтому некоторые хирурги предпочитают комбинированные операции, другие считают первым этапом выполнять дренирующие операции, а затем экстракцию катаракты, третьи считают, что проведение экстракции катаракты должно проводиться первым этапом, а затем при необходимости выполнение дренирующих операций [33].

Поскольку степень аккомодационной нагрузки зависит от вида клинической рефракции, то возможно предположить наличие зависимости уровня офтальмотонуса от клинической рефракции. Улучшение аккомодации артификачного глаза может зависеть от создания более эффективного аккомодационного стимула [16]. Аккомодационным стимулом является неадекватная фокусировка изображения на сетчатке [42]. Имеются работы, доказывающие усиление гипотензивного эффекта у пациентов с послеоперационной гиперметропией, а также послеоперационным астигматизмом, в связи с наличием более эффективного аккомодационного стимула, сопровождающегося нерефракционным аккомодационным ответом [2,13,29,35].

Возрастные изменения хрусталика вызывают снижение интенсивности перемещения жидкости по путям оттока, что ведет к развитию состояния гипоперфузии дренажной зоны, сопровождающемуся изменением ее межклеточного вещества, что в свою очередь снижает проницаемость. Поэтому в анатомически predisposed глазах пресбиопия может служить важнейшим звеном патогенеза первичной открытоугольной глаукомы или даже являться главной причиной ее развития [9,10].

Описан способ коррекции инволюционных процессов, в том числе глаукомной оптиконейропатии, при помощи оптико-рефлекторной тренировки цилиарной мышцы на аппарате «Визотроник М3». В исследовании участвовали 13 пациентов (25 глаз) с различными стадиями первичной открытоугольной глаукомы. У пациентов отмечалась сопутствующая патология органа зрения: миопия различной степени, начальная катаракта, 4 глаза были ранее прооперированы по поводу первичной открытоугольной глаукомы. Пациенты получали курс консервативной медикаментозной терапии, включающий гипотензивные лекарственные средства, нейротропные, ноотропы, витамины, сосудистые препараты. Параллельно этому проводились тренировки на офтальмотренажере-релаксаторе (10 сеансов). Были получены следующие результаты: острота зрения повысилась в 24% глаз на $0,02 \pm 0,014$. Уровень ВГД до лечения составил в среднем $21,84 \pm 0,4$ мм.рт.ст., после лечения $20,68 \pm 0,41$ мм.рт.ст. По данным периметрии, наблюдалось расширение полей зрения в среднем на $67,3$ градуса суммарно по 8 меридианам, уменьшилось количество относительных и абсолютных скотом [6].

Подводя итоги, следует отметить, что процессы аккомодации имеют непосредственное влияние на гидродинамику глаза, появление пресбиопических изменений в хрусталике влияет на отток внутриглазной жидкости и при наличии predisposing факторов приводит к развитию глаукомного процесса. Все это делает актуальным вопрос изучения аккомодационного регулирования гидродинамики глаза и возможностей влияния на него для лечения первичной открытоугольной глаукомы.

Список литературы

1. Аккомодация: Руководство для врачей / Под ред. Л.А. Катаргиной. М.: Апрель, 2012. 136 с., ил.
2. Гипотензивный эффект факоэмульсификации и послеоперационная клиническая рефракция: существует ли взаимосвязь?

/ А.В. Золотарев [и др.] // Материалы VIII Всероссий. науч.-практич. конф. с междунар. участием. Федоровские чтения. 2009. С. 120.

3. Гипотензивный эффект факоемульсификации катаракты у больных с некомпенсированной первичной открытоугольной глаукомой / О.Г. Расин, А.В. Савченко, О.А. Литвиненко, Е.П. Живоглазова // Таврический медико-биологический вестник, 2012, № 2, ч. 3 (58). С. 191-193.

4. Глаукома – классификация, стандарты диагностики, лечения и диспансерного наблюдения взрослого контингента: Методические рекомендации / Под ред. проф. Е.А. Егорова, проф. А.П. Нестерова, Л.К. Мошетовой [и др.]. М. 2002. 42 с.

5. Глаукома. Национальное руководство / под ред. Е. А. Егорова. 2-е изд., исправ. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. 824 с.

6. Жаров В.В., Бутолина О.Е., Лялин А.Н. Лечение глаукомы аппаратом «Визотроник М3» на фоне стандартной консервативной терапии // Вестник оренбургского государственного университета. 2010. №12. С.68-70.

7. Завгородняя Н.Г., Саржевский А.С. Влияние факоемульсификации катаракты на состояние внутриглазного давления // Сборник научных статей XI международного конгресса «Глаукома: теории, тенденции, технологии». М., 2013. С.140-142.

8. Золотарев А.В. Карлова Е.В. Гидродинамика и аккомодация: некоторые аспекты взаимосвязи // Сборник научных работ XI офтальмологической конференции «Рефракция-2015». Самара. 2015. С. 169 – 172.

9. Золотарев А.В., Карлова Е.В. Нарушения аккомодации как важнейшее звено патогенеза первичной открытоугольной глаукомы // Российский общенациональный офтальмологический форум: Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием. М.: ФГУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца Росмедтехнологий», 2009. Т. 1. С. 352-355.

10. Золотарев А.В., Карлова Е.В. Роль пребиопических изменений в патогенезе первичной глаукомы // IX съезд офтальмологов России. Тезисы докладов. М. 2010. С. 150.

11. Золотарев А.В., Карлова Е.В., Николаева Г.А. Участие различных слоев трабекулярного аппарата в осуществлении увеосклерального оттока с учетом их морфологических и топографических особенностей // Глаукома. 2009. №1. С. 7-11.

12. Золотарев А.В., Карлова Е.В., Стебнева И.Г., Павлова О.В. Увеосклеральный отток и аккомодация: морфологическая и функциональная взаимосвязь // Клиническая офтальмология. 2009, №1. С. 15-17.

13. Золотарев А. В., Шевченко М. В., Стебнева И. Г. Зависимость изменения уровня внутриглазного давления после факоемульсификации катаракты от вида полученной клинической рефракции Вестник Оренбургского государственного университета Выпуск № 12 (94-2) / 2008 С.41-43.

14. Ковеленова И.В. Факоемульсификация катаракты с интраокулярной коррекци-

ей афакии в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.07/И.В. Ковеленова. Самара, 2012. 28 с.

15. Ковеленова И.В. Функциональные исходы после факоемульсификации осложненной катаракты у больных с глаукомой // Проблемы современной офтальмологии. Сб. науч. тр. Уфа. 2006. С. 42–44.

16. Корниловский И.М. Особенности биомеханики иридохрусталиковой диафрагмы в акте зрительного восприятия и её роль в развитии офтальмопатологии // Материалы семинара по биомеханике. М. 2002. С. 9–13.

17. Кошиц И.Н., Светлова О.В., Макаров Ф.Н. Современные представления об исполнительных механизмах аккомодации и теории Гельмгольца. Часть III. Исполнительные механизмы хрусталиковой аккомодации // Глаз. 2012. №4. С. 11-19.

18. Лебедев О.И., Белоусова Е.И. Факоемульсификация катаракты при открытоугольной глаукоме с медикаментозно компенсированным ВГД // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. М., 2009. С. 177–181.

19. Либман, Е.С. Современные позиции клинко-социальной офтальмологии // Вестник офтальмологии. 2004. Т. 120, № 1. С. 10–12.

20. Малов И.В., Бондарева И.Г. Влияние факоемульсификации катаракты на гидродинамику глаза у больных первичной открытоугольной глаукомой // Материалы IV Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии. Екатеринбург, 2006. С. 61-62.

21. Малов И.В., Сеннова Л.Г., Мирошниченко Ю.В. Результаты факоемульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы у больных первичной открытоугольной глаукомой // Сборник научных статей XI международного конгресса «Глаукома: теории, тенденции, технологии». М., 2-13. С.204-206.

22. Малюгин Б.Э., Морозова Т.А. Исторические и современные подходы к проблеме восстановления аккомодации артификачного глаза // Глаз. 2003. № 6. С. 12–17.

23. Медикаментозная активация увеосклерального оттока: патогенетические аспекты / А.В. Золотарёв, Е.В. Карлова, О.И. Лебедев, Г.М. Столяров // Вестник офтальмологии. 2013. № 4. С. 83-87.

24. Нестеров А.П., Бунин А.Я., Кацнельсон Л.А.. Внутриглазное давление: физиология и патология / М., 1974. 381 с.

25. Нестеров А.П. Глаукома, М. : Медицина, 1995. 256 с.

26. Нестеров А.П. Глаукома: Этапы ее развития, лечение и роль диспансеризации: VI межд. конф.: материалы. М., 2007. С. 17-27.

27. Нестеров А.П. Первичная открытоугольная глаукома: патогенез и принципы лечения // Клиническая офтальмология. 2000. Т. 1, № 1. С. 1–10.

28. Офтальмология: национальное руководство / под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 944 с.

29. Павлова О.В. Влияние коррекции астигматизма при хирургии катаракты на состоя-

ние офтальмотонуса: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.07/О.В. Павлова. Самара, 2015. 24 с.

30. Пересыпкин В. П., Золотарев А. В., Пересыпкин К. В., Иванова Е. А. Исследование механизма аккомодации глаза человека на основе конечно-элементного моделирования // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2006. №1. С. 176-186.

31. Пивоваров Н.Н., Суркова Е.Н. Аккомодация и пресбиопия в свете новых гипотез (дискуссионные вопросы) // Рефракционная хирургия и офтальмология. 2010. №4. С. 4-10.

32. Резников С. Профилактика слепоты в мире: проблемы и подходы // Материалы Рос. межрегион. симп. «Ликвидация устранимой слепоты: всемирная инициатива ВОЗ». Уфа, 2003. С. 11-19.

33. Результаты комбинированной и двухэтапной хирургии катаракты и глаукомы / Д.И. Иванов, И.Е. Быков, З.В. Катаева, Д.Б. Бардасов // Глаукома: Сб. науч. ст. М., 2004. С. 356-359.

34. Светлова О.В., Кошиц И.Н. Биомеханические аспекты профилактики индивидуальных расстройств офтальмотонуса // Сб. тр. конф. Биомеханика глаза 2001. М., 2001. С. 65-79.

35. Стебнева И.Г. Повышение гипотензивного эффекта факоэмульсификации катаракты у больных первичной открытоугольной глаукомой на основе взаимодействия аккомодации и гидродинамики глаза : дис. ... канд. мед. наук / И.Г. Стебнева. Самара, 2009. 154 с.

36. Страхов В.В., Суслова А.Ю., Бузыкин М.А. Ультразвуковое исследование взаимодействия аккомодации и гидродинамики глаза // Сборник трудов конференции «Биомеханика глаза 2002». 2002. С. 113-116.

37. Anterior chamber configuration changes after cataract surgery in eyes with glaucoma / M. Kim [et al.] // Korean. J. Ophthalmol. 2012. Vol. 26. № 2. P. 97-103.

38. Bill A., Phillips I. Uveoscleral drainage of aqueous humor in human eye // Exp. Eye Res. 1971. Vol. 21. P. 275-281.

39. Genetic risk of primary open angle glaucoma. Population based familial aggregation study / R.C. Wolfs [et al.] // Arch. Ophthalmol. 1998. Vol. 116. P. 1640-1645.

40. Hayashi K., Hayashi H., Nakao F. Effect of cataract surgery on intraocular pressure control

in glaucoma patients // J. Cataract Refract. Surg. 2001. Vol. 27. P. 1779-1786.

41. Jahn C.E. Reduced intraocular pressure after phacoemulsification and posterior chamber intraocular lens implantation // J. Cataract Refract. Surg. 1997. Vol. 23. P. 1260-1264.

42. Kaufman P.L. Accommodation and presbyopia. Neuromuscular and biophysical aspects // Adler's Physiology of the eye, 9-th ed. (Ed. W.M. Hart) St. Lous. 1992. P. 411.

43. Mathalone N., Hyas M., Neiman S. Long-term intraocular pressure control after clear corneal phacoemulsification in glaucoma patients // J. Cataract Refract. Surg. 2005. Vol. 31. P. 479-483.

44. Nishi O., Nishi K., Sakanishi K. Inhibition of migrating lens epithelial cell at the capsular bend created by the rectangular optic edge of a posterior chamber intraocular lens // J. Cataract Refract. Surg. 1998. Vol. 29, № 4. P. 587-594.

45. Objective evaluation of the changes in the crystalline lens during accommodation in young and presbyopic populations using Pentacam HR system / Yao Ni [et al.] // Int. J. Ophthalmol., Vol. 4, №6. 2011. P. 611-615.

46. Obstbaum S.A. Cataract surgery and its effect on intraocular pressure (editorial) // J. Cataract Refract. Surg. 1999. Vol. 25. P. 877.

47. Ocular Hypertension Treatment Study Group. Reduction in intraocular pressure after cataract extraction: the ocular hypertension treatment study / S.L. Mansberger, M.O. Gordon, H. Jampel, A. Bhorade, J.D. Brandt, B. Wilson, M.A. Kass // Ophthalmology. 2012. Vol. 119(9). P. 1826-1831.

48. Shingleton B.J., Gamell L.S. Long-term changes in intraocular pressure after clear corneal phacoemulsification: normal patients versus glaucoma suspect and glaucoma patients // J. Cataract Refract. Surg. 1999. Vol. 25. P. 885-890.

49. Strenk S.A., Strenk L.M., Guo S., Magnetic resonance imaging of aging, accommodating, phakic, and pseudophakic ciliary muscle diameters // J. Cataract Refract. Surg. 2006. Vol. 32, № 11. P. 1792-1798.

50. Zeyen T., Augustinus C.J. The effect of phacoemulsification and combined phaco/glaucoma procedures on the intraocular pressure in open-angle glaucoma. A review of the literature // Bull. Soc. Belge. Ophtalmol. 2012. Vol. 320. P. 51-66.