Роль аквабариновой системы в регуляции гидродинамики глаза: современные аспекты и перспективы

Н.С.А. Аль Хатиб, к.м.н.[1], В.В. Шклярук, к.м.н.[2, 3], А.С. Ахмед Аттари[2], Л.В. Шклярук[2], К.Н. Одинаева, к.м.н.[4]

[1] Центр прикладных медицинских технологий академика Дикуля, Москва

[2] Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

[3] Центр глазного протезирования, Москва

[4] Клиника эндоскопии и проктологии, Гамбург, Германия

Адрес для переписки: Нашаат Султан Афиф Аль Хатиб, lnsa_109@yahoo.com

Для цитирования: Аль Хатиб Н.С.А., Шклярук В.В., Ахмед Аттари А.С. и др. Роль аквабариновой системы в регуляции гидродинамики глаза: современные аспекты и перспективы. Эффективная фармакотерапия. 2026; 22 (35): 122–123.

DOI 10.33978/2307-3586-2026-22-35-122-123

Актуальность. *Гидродинамика глаза служит фундаментальной основой для понимания патогенеза глаукомы – одной из ведущих причин необратимой слепоты. В последние годы возрастает научный интерес к аквапоринам – белковой системе, непосредственно определяющей регуляцию внутриглазного давления (ВГД).*
Цель *– изучить влияние аквабаринового механизма на гидродинамику глаза и его роль в поддержании нормального уровня ВГД.*
Выводы. *Аквабариновая система является ключевым звеном в регуляции глазной гидродинамики. Это открывает перспективы для разработки новых терапевтических подходов при глаукоме и иных состояниях, сопровождающихся нарушением контроля ВГД.*
Ключевые слова: *гидродинамика глаза, глаукома, внутриглазное давление, аквабариновая система, аквапорины*

Актуальность

Гидродинамика глаза лежит в основе поддержания физиологического уровня внутриглазного давления (ВГД); нарушение баланса продукции и оттока водянистой влаги служит ключевым патогенетическим механизмом развития глаукомы – одной из ведущих причин необратимой слепоты. В связи с этим изучение системы аквапоринов и бариновых рецепторов (LGR4/GPR48) остается приоритетной задачей современной офтальмологии [1–3].

В фокусе данной работы – так называемая аквабариновая система, объединяющая аквапорины (белковые водные каналы) и бариновые рецепторы, которые совместно регулируют транспорт воды и ионов в тканях глаза (LGR4/GPR48). Особое внимание уделено аквапорину 1 (AQP1) и аквапорину 4 (AQP4): AQP1 участвует в поддержании водного баланса роговицы и хрусталика, AQP4 – в регуляции гидратации сетчатки [4]. Бариновые рецепторы (LGR4/GPR48) модулируют ионные потоки, тем самым влияя на продукцию и дренаж внутриглазной жидкости. Дисфункция данной системы ассоциирована с нарушением гидродинамики и существенным повышением риска развития глаукомы [5]. Раскрытие молекулярных механизмов аквабаринового контроля создает предпосылки для разработки новых терапевтических стратегий, направленных на коррекцию ВГД и замедление прогрессирования заболевания.

Основная часть

Гидродинамические процессы в глазу определяются равновесием двух встречных потоков: секрецией водянистой влаги цилиарным телом и ее оттоком через трабекулярную сеть и увеосклеральные пути. Смещение этого баланса приводит к изменению уровня ВГД, что выступает центральным звеном патогенеза глаукомы [6].

Аквабариновая система выполняет функцию тонкого регулятора данных процессов. Аквапорины, будучи трансмембранными белками, обеспечивают селективную проницаемость для молекул воды. AQP1, локализованный в цилиарном эпителии, участвует в секреции водянистой влаги, AQP4 преимущественно экспрессируется в сетчатке и регулирует тканевую гидратацию [7].

Среди бариновых рецепторов наиболее изучен GPR48 (LGR4). Исследования показывают, что при его удалении развиваются заметные нарушения формирования переднего отдела глаза, включая аномалии иридокорнеального угла. В то же время активация LGR4/GPR48 усиливает отток жидкости через трабекулярную сеть и тем самым снижает ВГД [8].

Имеющиеся данные подтверждают прямую корреляцию между дисфункцией аквабариновой системы и развитием глаукомного процесса. Так, при первичной открытоугольной глаукоме экспрессия AQP1 в цилиарном теле снижается, что нарушает нормальную продукцию водянистой влаги [9]. Кроме того, определенные генетические полиморфизмы в генах, кодирующих аквапорины и бариновые рецепторы, ассоциированы с повышенной предрасположенностью к глаукоме.

Обсуждение

Совокупность экспериментальных данных свидетельствует о ключевой роли аквабариновой системы в регуляции глазной гидродинамики. Вместе с тем ряд аспектов остается недостаточно изученным. В частности, требуют уточнения механизмы взаимодействия аквапоринов и бариновых рецепторов, включая потенциальные сигнальные каскады и перекрестную регуляцию. Необходимо также дальнейшее исследование генетических детерминант функционирования этой системы в контексте персонализированной медицины. Перспективным направлением является разработка диагностических биомаркеров, отражающих функциональное состояние аквабаринового аппарата. Внедрение таких тестов позволит выявлять группы повышенного риска на доклинической стадии.

Следует учитывать, что индивидуальная вариабельность экспрессии и активности аквабариновой системы обусловливает неоднородность ответа пациентов на проводимую терапию. Интеграция этих данных в клиническую практику может стать основой для создания персонализированных протоколов ведения больных глаукомой.

Заключение

Система аквапоринов и бариновых рецепторов (LGR4/GPR48) выполняет критически важную функцию в поддержании гидродинамического равновесия глаза и физиологического уровня ВГД. Сбои в ее работе приводят к развитию глаукомы и сопутствующих офтальмопатий. Дальнейшее изучение молекулярных механизмов взаимодействия аквапоринов и бариновых рецепторов открывает возможности для создания новых диагностических тест-систем и терапевтических агентов. Развитие данного направления позволит повысить эффективность стабилизации ВГД и улучшить прогноз для пациентов с глаукомой.

Прозрачность финансовой деятельности. *Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.*
Конфликт интересов. *Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

Литература

1. Verkman A.S., Ruiz-Ederra J., Levin M.H. Functions of aquaporins in the eye. Prog. Retin. Eye Res. 2008; 27 (4): 420–433.
2. Patil R.V., Saito I., Yang X., Wax M.B. Expression of aquaporins in the rat ocular tissue. Exp. Eye Res. 1997; 64 (2): 203–209.
3. Quigley H.A., Broman A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. Br. J. Ophthalmol. 2006; 90 (3): 262–267.
4. Weinreb R.N., Aung T., Medeiros F.A. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. JAMA. 2014; 311 (18): 1901–1911.
5. Hamann S. Molecular mechanisms of water transport in the eye. Int. Rev. Cytol. 2002; 215: 395–431.
6. Goel M., Picciani R.G., Lee R.K., Bhattacharya S.K. Aqueous humor dynamics: a review. Open Ophthalmol. J. 2010; 4: 52–59.
7. Сукманский О.И., Пасечникова Н.В., Вит В.В. и др. Аквапорины (водные каналы): офтальмологические аспекты. Офтальмологический журнал. 2013; 3: 76–81.
8. Siwko S., Lai L., Weng J., Liu M. Lgr4 in ocular development and glaucoma. J. Ophthalmol. 2013; 2013: 987494.
9. Tran T.L., Bek T., la Cour M., et al. Altered aquaporin expression in glaucoma eyes. APMIS. 2014; 122 (9): 772–780.

The Role of the Aquabarin System in the Regulation of Ocular Hydrodynamics: Current Aspects and Prospects

N.S.A. Al Khateeb, PhD[1], V.V. Shklyaruk, PhD[2, 3], A.S. Akhmed Attari[2], L.V. Shklyaruk[2], K.N. Odinaeva, PhD[4]

[1] *Academician Dikul Center for Applied Medical Technologies, Moscow*
[2] *Peoples' Friendship University of Russia*
[3] *Eye Prosthetics Centre, Moscow*
[4] *Practice for Endoscopy and Proctology, Hamburg, Germany*

Contact person: Nashaat Sultan Afif Al Khateeb, lnsa_109@yahoo.com

Relevance. *Ocular hydrodynamics is a fundamental basis for understanding the pathogenesis of glaucoma – one of the leading causes of irreversible blindness. In recent years, scientific interest in aquaporins – a protein system that directly determines the regulation of intraocular pressure (IOP) – has been growing.*
Objective *– to study the effect of the aquabarin mechanism on ocular hydrodynamics and its role in maintaining normal IOP.*
Conclusions. *The aquabarin system is a key component in the regulation of ocular hydrodynamics. This opens up prospects for developing new therapeutic approaches for glaucoma and other conditions associated with impaired IOP control.*

Keywords: *ocular hydrodynamics, glaucoma, intraocular pressure, aquabarin system, aquaporins*