

ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ГЛАЗА С ПОМОЩЬЮ ЦВЕТНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОППЛЕРОГРАФИИ**Владимир Александрович МАЧЕХИН, Ирина Николаевна ВЛАЗНЕВА***Тамбовский филиал ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Росмедтехнологии» 392000, г. Тамбов, Рассказовское шоссе, 1*

Статья является предварительным сообщением по данной теме. С помощью цветной доплерографии проведено исследование состояния кровообращения (скорости кровотока) внутренней сонной артерии, глазничной артерии, задних коротких и длинных цилиарных артерий и центральной артерии сетчатки у 18 больных (34 глаза) с односторонней глаукомой. У большинства пациентов выявлено заметное уменьшение максимальной систолической и конечной диастолической скорости кровотока на глазу с выраженной стадией глаукомы.

Ключевые слова: ультразвуковая цветная доплерография, скорость кровотока, глаукома.

Глазное яблоко с его придаточным и вспомогательным аппаратом является одним из важнейших органов, без которого невозможна нормальная жизнедеятельность человека и который имеет прекрасно развитую систему кровоснабжения в виде глазничной артерии (крупной ветви внутренней сонной артерии), входящей в орбиту вместе со зрительным нервом через канал зрительного нерва и разветвляющейся на большое количество более мелких сосудистых ветвей. Постоянный кровоток не только обеспечивает поступление к каждой клетке необходимого для их работы кислорода, питательных веществ, гормонов и прочих субстанций, но и уносит продукты их жизнедеятельности, очищая клетки и межклеточное вещество от продуктов распада, создавая наиболее благоприятные условия для их работы.

Поэтому изучению кровоснабжения глазного яблока, особенно при глаукоме, офтальмологи всегда уделяли большое внимание, используя те методы, которые были доступны в их время (офтальмодинамометрия, офтальмодинамография, офтальмоплетизмография, офтальмореография и другие). Некоторые из этих методов, но более усовершенствованные, основанные на определении глазного пульсового объема крови, используются и до сих пор [1–3].

В последние годы появился новый неинвазивный метод исследования сосудов глазного яблока и орбиты, получивший название цветной ультразвуковой доплерографии. Метод основан на эффекте Допплера — зависимости частотного сдвига между посылаемым и отражаемым ультразвуковыми сигналами от скорости движения исследуемого объекта. Частотный сдвиг зависит от скорости движе-

ния эритроцитов в просвете сосуда. Сочетание В-режима, цветного доплеровского картирования (наложение на изображение органов и тканей закодированных цветом потоков крови) и импульсно-волновой доплерографии сделало доступным для исследования не только крупные, но и мелкие сосуды диаметром менее 1 мм, что предоставило возможность использования метода в офтальмологии.

Цветная ультразвуковая доплерография позволяет исследовать не только глазную артерию, диаметр которой около 2 мм, но и центральную артерию сетчатки, задние короткие цилиарные артерии, задние длинные цилиарные артерии, верхнюю глазничную вену, центральную вену сетчатки.

Немногочисленные работы, имеющейся в доступной нам литературе, свидетельствуют о целесообразности использования этого метода диагностики [4, 5]. В ноябре 2008 г. мы получили возможность апробировать его на аппарате Logiq E (США).

Цель работы — изучить состояние кровообращения сосудов глазного яблока у больных с односторонней глаукомой или с различной стадией глаукомы на обоих глазах с использованием метода цветной ультразвуковой доплерографии.

Материал и методы

Обследовано 18 пациентов (34 глаза) с глаукомой в возрасте от 54 до 79 лет (10 мужчин и 8 женщин). Помимо общего офтальмологического обследования пациентов на глаукому проводилась компьютерная периметрия (Topcon, Япония) и лазерная ретиномография (HRT II Heidelberg Engineering, Германия).

Кровоток исследовали на аппарате Logiq E (США) датчиком 10 мГц методом триплексного сканирования с цветным доплеровским

Мачехин В.А. — д.м.н., проф., директор, e-mail: mntk@tmb.ru

Влазнева И.Н. — зав. диагностическо-реабилитационным центром, e-mail: naukatmb@mail.ru

картированием. Исследование проводилось в лежачем положении пациента. Первым этапом выполнялось В-сканирование, которое давало возможность провести визуализацию структур глаза и зрительного нерва. Затем, включая режим цветного доплеровского картирования, производили локализацию сосудов соответственно их топографическому расположению и далее компьютерная программа выдавала следующие параметры: максимальная систолическая скорость кровотока (V max), конечная диастолическая скорость кровотока (V min), индекс резистентности RI и индекс пульсации PI исследуемых сосудов (внутренней сонной артерии, глазничной артерии, центральной артерии сетчатки, задних коротких цилиарных артерий и задних длинных цилиарных артерий).

Статистическую обработку результатов исследования резистентного индекса проводили, вычисляя среднее арифметическое значение (M), ошибку среднего арифметического значения (m). Различия между группами оценивали с помощью критерия Стьюдента, достоверными считались результаты при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Из 18 обследованных пациентов было выделено 8 человек с односторонней или асимметричной по стадии глаукомой, у 8 пациентов имелись одинаковые стадии глаукомы на обоих глазах, у одного — офтальмогипертензия, и еще у одного — глаукома низкого давления.

Анализируя таблицу 1, можно отметить, что максимальная систолическая скорость кровотока в глазничной артерии практически у всех

Скорость кровотока (см/с)

Таблица 1

Пациент	Внутренняя сонная артерия		Глазничная артерия		Задние короткие цилиарные артерии		Задние длинные цилиарные артерии		Центральная артерия сетчатки	
	V max	V min	V max	V min	V max	V min	V max	V min	V max	V min
Пациент 1, 61 год, АД 140/90 мм рт. ст.										
OD – подозрение на глаукому	31,9	9,6	31,5	9,6	13,6	3,5	14,9	2,8	17,8	3,4
OS – о/у III в глаукома	23,5	6,7	26,7	8,0	9,8	2,8	11,5	2,7	13,0	2,9
Пациент 2, 75 лет, АД 140/80 мм рт. ст.										
OD – о/у I а глаукома	25,1	9,1	31,5	8,4	8,2	2,9	10,1	3,1	11,2	2,5
OS – о/у III а оперированная глаукома	23,1	8,5	22,2	6,0	8,4	3,0	9,5	4,3	10,1	3,1
Пациент 3, 71 год, АД 160/100 мм рт. ст.										
OD – о/у I глаукома	18,6	2,6	29,6	7,2	9,4	2,4	11,2	3,7	11,9	3,4
OS – о/у III в глаукома	18,8	4,0	20,1	4,4	10,4	2,9	13,6	3,8	10,8	3,3
Пациент 4, 52 года, АД 130/70 мм рт. ст.										
OD – здоров	21,9	6,9	35,9	10,7	10,7	2,2	16,1	3,4	95,0	2,8
OS – о/у II с глаукома	17,5	5,1	29,8	8,5	9,5	2,1	13,0	–	8,5	2,1
Пациент 5, 66 лет, АД 160/90 мм рт. ст.										
OD – о/у I в глаукома	32,3	8,8	39,0	10,6	11,2	3,6	21,5	5,3	12,1	3,4
OS – о/у III с глаукома	23,9	8,8	29,6	8,8	8,9	3,1	20,1	4,1	8,5	3,1
Пациент 6, 51 год, АД 140/80 мм рт. ст.										
OD – о/у II в глаукома	25,6	6,5	32,9	6,8	14,1	4,6	18,1	4,5	8,9	3,8
OS – здоров	23,8	8,9	36,2	11,3	20,0	3,9	19,0	4,6	9,6	3,9
Пациент 7, 64 года, АД 150/85 мм рт. ст.										
OD – здоров	29,5	5,1	55,3	12,8	8,2	3,2	12,0	4,5	13,8	1,5
OS – о/у III а глаукома	19,1	4,3	51,4	10,7	6,2	1,5	10,1	4,0	11,8	2,6
Пациент 8, 62 года, АД 150/40 мм рт. ст.										
OD – о/у II с глаукома	14,1	5,9	27,4	10,6	12,4	6,3	12,7	5,1	10,1	5,1
OS – здоров	23,5	6,1	28,8	9,8	19,3	7,7	15,1	7,4	13,1	5,8

Примечание: V max — максимальная систолическая скорость кровотока (см/с), V min — конечная диастолическая скорость кровотока (см/с), АД — артериальное давление, OD — правый глаз, OS — левый глаз, о/у — открытоугольная.

пациентов превышала такой же показатель во внутренней сонной артерии и была заметно ниже в глазу с односторонней глаукомой или более выраженной по стадии (за исключением случаев 3 и 6). Такая же тенденция сохраняется и для скорости кровотока в задних коротких и длинных цилиарных артериях (за исключением случаев 2 и 3) и для центральной артерии сетчатки.

Следует отметить, что мы пользовались нормативами, разработанными другими авторами [3, 6], и если полученная нами скорость кровотока в глазничной артерии и центральной артерии сетчатки была близка их результатам, то максимальная систолическая скорость кровотока в задних коротких цилиарных артериях, по нашим данным, значительно отличается от обнаруженных другими авторами [5], а именно: от 8,2 до 20 см/с по нашим данным и $25,22 \pm 4,53$ см/с — по данным вышеуказанных авторов. Что касается конечной диастолической скорости кровотока, то ее значения были близки значениям, полученным указанными авторами, с сохранением более выраженной тенденции к уменьшению в глазничной артерии (табл. 1).

В таблице 2 представлены показатели гемодинамики у пациентов с офтальмогипертензией и с глаукомой низкого давления на обоих глазах. Данные приведены только по одному правому глазу, т.к. различие с левым глазом было незначительным.

Видно, что и максимальная систолическая, и конечная диастолическая скорость кровотока всех сосудов у пациента с офтальмогипертензией значительно превышают подобные показате-

тели у пациента с глаукомой низкого давления. Причем в последнем случае скорость кровотока во всех сосудах даже меньше, чем мы это видим по таблице 1 для глаза с выраженными стадиями глаукомы.

Несколько слов в отношении резистентного индекса. У пациента с глаукомой низкого давления отмечается его значительное увеличение как для внутренней сонной артерии, так и других сосудов глаза, что свидетельствует об увеличении периферического сопротивления крови в этих сосудах.

Резистентный индекс рассчитывается по

$$\text{формуле } RI = \frac{V \max - V \min}{V \max}$$

Достоверное различие между парным (относительно здоровым) глазом и глазом с явной глаукомой по этому показателю было выявлено только для глазничной артерии ($0,71 \pm 0,015$ и $0,75 \pm 0,013$ соответственно, $p < 0,05$) и для задних коротких цилиарных артерий ($0,66 \pm 0,019$ и $0,73 \pm 0,015$ соответственно, $p < 0,05$).

Пока трудно сказать, что же считать границей между нормой и патологией, т.к. разброс данных в диапазоне $\pm 1,96 \sigma$ во всех группах оказался одинаковым (от 0,55–0,6 до 0,8–0,9).

Выводы

1. Метод цветной ультразвуковой доплерографии позволяет определить скорость кровотока в сосудах, питающих различные отделы глазного яблока, недоступных непосредственному наблюдению.

2. Выявление значительного уменьшения скорости кровотока в том или ином сосуде, питающем глазное яблоко, дает возможность

Таблица 2

Иллюстрация показателей кровообращения у пациентов с офтальмогипертензией и глаукомой низкого давления

Пациент	Показатели гемодинамики	Внутренняя сонная артерия	Глазничная артерия	Задние короткие цилиарные артерии	Задние длинные цилиарные артерии	Центральная артерия сетчатки
Пациент 9, 54 года, АД 130/80 мм рт. ст., офтальмогипертензия	V max	39,9	42,11	10,3	14,1	12,0
	V min	7,5	12,1	3,7	2,4	3,5
	RI	0,79	0,61	0,64	0,83	0,73
	PI	1,56	0,87	1,47	1,68	1,4
Пациент 10, 69 лет, АД 145/90 мм рт. ст., глаукома низкого давления	V max	22,1	17,2	7,3	9,0	10,7
	V min	3,6	3,4	1,56	1,4	2,4
	RI	0,84	0,8	0,76	0,7	0,78
	PI	2,24	1,78	1,84	1,7	1,73

Примечание: V max — максимальная систолическая скорость кровотока (см/с), V min — конечная диастолическая скорость кровотока (см/с), RI — резистентный индекс, PI — пульсаторный индекс.

понять причину развития глаукомной оптической нейропатии и провести необходимую коррекцию лечения больного.

3. Учитывая расхождение показателей нормы для параметров гемодинамики в сосудах, питающих глазное яблоко, требуется дальнейшее и тщательное их изучение.

Литература

1. *Бакшинский П.П.* Контактная лазерная доплеровская флоуметрия как новый метод исследования глазной микроциркуляции у больных первичной глаукомой // Глаукома. 2005. (1). 3–9.

Bakshinsky P.P. Contact laser Doppler flowmetry as a new method of analysis of ocular microcirculation in patients with primary glaucoma // Glaucoma. 2005. (1). 3–9.

2. *Лазаренко В.И., Комаровских Е.Н.* Результаты исследования гемодинамики глаза и головного мозга у больных первичной открытоугольной глаукомой // Вестн. офтальмол. 2004. (1). 32–36.

Lazarenko V.I., Komarovskikh E.N. Results of analysis of ocular hemodynamics and cerebrum in patients with primary open-angle glaucoma // Vestn. oftalmol. 2004. (1). 32–36.

3. *Петраевский А.В., Гндоян И.А., Мансур И.Д.* Состояние перфузии переднего сегмента глаза при первичной открытоугольной глаукоме // Глаукома. 2004. (1). 18–23.

Petraevski A.V., Gndoyan I.A., Mansur I.D. Condition of perfusion of anterior eye segment during primary open-angle glaucoma // Glaucoma. 2004. (1). 18–23.

4. *Каткова Е.А.* Диагностический ультразвук. Офтальмология (практическое руководство). М.: Фирма СТРОМ, 2002. 120 с.

Katkova E.A. Diagnostic ultrasound. Ophthalmology (practical manual). M.: Firma STROM, 2002. 120 p.

5. *Степанова Е.А., Лебедева О.И., Матненко Т.Ю.* Оценка кровоснабжения сосудов глаза и орбиты при различных вариантах течения глаукомы // Глаукома. 2005. (1). 13–15.

Stepanova E.A., Lebedeva O.I., Matnenko T.Y. Estimation of blood supply of ocular and orbital veins during various options of glaucoma course // Glaucoma. 2005. (1). 13–15.

6. *Бунин А.Я.* Гемодинамика глаза и методы ее исследования. М., 1971. 196 с.

Bunin A.J. Ocular hemodynamics and methods of the analysis. M., 1971. 196 p.

ANALYSIS OF OCULAR BLOOD SUPPLY WITH COLOR ULTRASOUND DOPPLEROGRAPHY

Vladimir Alexandrovich MACHEKHIN, Irina Nikolaevna VLAZNEVA

*Tambov Branch of FSI «ISC «Eye Microsurgery» named after S.N. Fyodorov, of Russian Medical Technologies»
1, Rasskazovskoye highway, Tambov, 392000*

Using color dopplerography, we performed an examination of the state of blood circulation (blood flow speed) of internal carotid artery, ophthalmic artery, short and long posterior ciliary arteries, and central retinal artery in 18 patients (34 eyes) with unilateral glaucoma. We revealed a considerable amount of decrease in maximum systolic and final diastolic speed of blood flow in the eye with pronounced stage of glaucoma in most patients.

Key words: ultrasound color dopplerography, blood flow speed, glaucoma.

Machekhin V.A. — doctor of Medicine, professor, director, e-mail: mntk@tmb.ru

Vlazneva I.N. — head of the diagnostic-rehabilitation center, e-mail: naukatmb@mail.ru