

Динамика объемных показателей внутриглазного кровотока при снижении ВГД с применением травопроста 0,004% у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой

В.В. Страхов, В.В. Алексеев, Н.В. Корчагин

Ярославская государственная медицинская академия

Dynamics of volume indices of intraocular blood flow in patients with POAG and IOP decrease caused by Travatan

V.V. Strahov, V.V. Alexeev, N.V. Korchagin

Yaroslavl State Medical Academy

Purpose: to evaluate dynamics of volume indices of intraocular blood flow in patients with POAG and IOP decrease caused by Travatan.

Materials and methods: 38 patients (67 eyes) with POAG of 20–83 years were examined. In 28 eyes I stage of POAG was diagnosed, in 25 eyes – II stages of POAG, and in 14 eyes – III stage of POAG. Pneunotometry, static perimetry were performed before Travatan instillation and in 24 hours after usage (maximum of hypotensive effect). Ophthalmopletismography was performed for evaluation of intraocular hemodynamics.

Results: Average decrease of IOP level was almost equal in all groups (5.2–6.4 mm Hg). It was accompanied by significant increase of intraocular blood flow indices. IOP level less then 11 mm Hg was followed by decrease of hemodynamic indices of ophthalmopletismography.

Изучение патогенеза первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) невозможно без исследования комплекса гемодинамических сдвигов, неизменно сопровождающих заболевание. Первые сообщения о нарушениях в системе микроциркуляции глаза появились более 100 лет назад, когда Wagemann и Salzmann обнаружили и описали морфологическую картину редукции микроциркуляторного русла глаза в виде сосудистого склероза и дегенерации капиллярного ложа [6]. Спустя десятилетия, с появлением таких методов регист-

рации объемного внутриглазного кровотока, как плетизмография и сфигмография, появилась возможность количественной оценки гемодинамических нарушений. Результаты многочисленных исследований внутриглазного кровотока выявили существенное снижение объемных параметров кровоснабжения глаза у пациентов с ПОУГ, анализ полученных данных показал зависимость дефицита кровотока от стадии заболевания и уровня ВГД [1,3–5]. Но если стадия заболевания является необратимым компонентом статуса пациента с ПОУГ, то уровень ВГД – величина лабильная и представляет собой основную точку приложения в терапии и хирургии ПОУГ. Потому вполне закономерен научный интерес в отношении динамики гемодинамических нарушений при снижении ВГД, например, медикаментозным путем.

Цель работы

Исследование динамики объемных показателей внутриглазного кровотока у пациентов с ПОУГ при снижении ВГД медикаментозным путем.

Материалы и методы

Нами было обследовано 38 пациентов (67 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой в возрасте от 20 до 83 лет (средний возраст – $61 \pm 11,3$ года). Среди них 28 женщин и 12 мужчин. Глаукома была подтверждена стандартными методами исследования. Для оценки ВГД использовался бесконтактный пневмотонометр – Reichert xpert non-contact advanced logic tonometer (Reichert, США), ста-

тическая периметрия выполнялась на аппарате «Периком» (СКТБ «Оптимед», Россия). Функциональные нарушения 28 глаз соответствовали первой стадии ПОУГ, 25 глаз – второй стадии и 14 глаз – третьей стадии ПОУГ.

При исследовании нами учитывались следующие тонометрические показатели:

- ВГД начальное (ВГДн), mm Hg – показатель истинного ВГД при первичном обследовании (при отсутствии гипотензивной терапии простагландинами);
- ВГД конечное (ВГДк), mm Hg – показатель истинного ВГД при повторном обследовании (в условиях закапывания траватана);
- Динамика ВГД (Δ ВГД), mm Hg – показатель, отражающий характер и степень изменения ВГД, который рассчитывается по формуле: Δ ВГД = ВГДк – ВГДн.

Исследование внутриглазной гемодинамики проводилось на офтальмоплетизмографе ОП–А (СКТБ «Оптимед», Россия). Прибор регистрирует колебания объема глазного яблока, возникающие при изменении кровенаполнения внутриглазных сосудов. На основе этих колебаний рассчитываются количественные характеристики объемного кровотока.

«Офтальмоплетизмограф ОП–А» является прибором – индикатором для суждения об интенсивности кровенаполнения сосудов увеального тракта. Съём амплитудных колебаний производится с использованием глазных присосок типа Розенгрена, устанавливаемых на 20 секунд на каждом глазу. К несомненным преимуществам прибора относится выполнение исследования при компрессионной нагрузке на глазное яблоко в пределах 8–10 г, что позволяет определять пульсовый объем крови в сосудах малого калибра (артериально–капиллярной сети внутренних оболочек глаза) с невысоким уровнем внутрисосудистого давления.

Базовым параметром объемного кровотока является систолический прирост пульсового объема переднего сегмента (СППО, мм³). СППО – показатель, отражающий разницу между максимальным и минимальным объемом переднего сегмента глазного яблока в течение одного сердечного цикла. На его основе определяется минутный объем внутриглазного кровотока (МО, мм³). Он рассчитывается по формуле $МО = СППО \times K \times Ps$, где K – коэффициент пересчета величины СППО на площадь всего глазного яблока, Ps – частота пульса.

При исследовании нами учитывались следующие гемодинамические показатели:

- Динамика СППО (Δ СППО), мм³ – показатель, представляющий собой разницу между величиной СППО при втором обследовании и величиной СППО при первичном обследовании.
- Динамика МО (Δ МО), мм³ – показатель, который определялся по формуле: Δ МО = МОк – МОн, где МОн – величина МО при первичном обследовании, МОк – величина МО при повторном обследовании.

- Динамика пульса (Δ Ps) – разница величины частоты сердечных сокращений при повторном обследовании и величины пульса при первичном обследовании.

Тонометрия и офтальмоплетизмография проводились пациентам двукратно. Первое исследование проходило на фоне стандартного комплекса консервативного лечения, которое пациент получал до обследования, но без использования траватана. После контрольного исследования больному в оба глаза закапывалось по 1 капле траватана. Повторное обследование проходило через 24 часа (в момент достижения гипотензивного эффекта травопроста). Одним из условий для включения пациента в группу являлось то, что он никогда прежде не использовал аналоги простагландинов. Дополнительно пациентам проводилось измерение артериального давления. Анализу подвергались результаты исследований пациентов со стабильными показателями артериального давления.

Результаты и обсуждение

По результатам полученных нами данных было выделено четыре группы клинических наблюдений. Критериями для определения этих групп послужили различные варианты изменений показателей гемодинамики. В первую группу вошли пациенты, у которых и СППО, и минутный объем кровотока увеличивались. Во второй и третьей группах показатели кровотока изменялись разнонаправлено. Во вторую группу вошли наблюдения, при которых СППО повышался, а минутный объем снижался. Третья группа была представлена больными, у которых СППО снижался, а минутный объем кровотока увеличивался. Четвертая группа включала в себя наблюдения, при которых и СППО, и минутный кровоток уменьшались. Полученные результаты по указанным группам отражены в таблице 1.

Как видно из приведенных данных, во всех четырех группах величина среднего снижения ВГД оказалась приблизительно одинаковой (5,2–6,4 mm Hg). При этом показатели внутриглазного кровотока могли как повышаться, так и снижаться. Это дает основание исключить влияние степени снижения ВГД на направление реакции объемных показателей внутриглазного кровотока. Но поскольку изменение ВГД являлось основной переменной величиной, влияющей на региональный кровоток, направление гемодинамических показателей зависело не от степени снижения ВГД, а от уровня исходного ВГД (на начальном исследовании), а также его величины при повторном измерении. Именно начальная и конечная величина ВГД представляются нам основными факторами, определяющими, какое направление приобретет динамика показателей кровотока.

В первой группе среднее ВГД на начальном исследовании соответствовало уровню гипертензии ($P_0 = 21,4 \pm 2,5$ mm Hg), значение ВГД после использования траватана входило в интервал среднестатистической нормы ($P_0 =$

Таблица 1. Динамика объемных показателей плетизмографии при снижении ВГД на фоне применения траватана

Показатель	Группа 1 (n = 20)	Группа 2 (n = 10)	Группа 3 (n = 11)	Группа 4 (n = 26)
ВГДн, mm Hg	21,4±2,5	19,3±3,1	18,9±2,7	15,5±1,5
ВГДк, mm Hg	14,9±1,7	13,4±3,2	13,7±2,5	9,8±1,0
Δ ВГД, mm Hg	Снижение на 6,4±1,9	Снижение на 5,9±2,4	Снижение на 5,2±2,3	Снижение на 5,7±1,0
Δ СППО, мм ³	Увеличение на 0,082±0,024	Увеличение на 0,043±0,014	Снижение на 0,026±0,013	Снижение на 0,076±0,027
Δ МО, мм ³	Увеличение на 58,0±14,4	Снижение на 58,4±21,7	Увеличение на 24,1±11,1	Снижение на 59,7±13,9
Δ Ps	Увеличение на 0,3±2,6	Снижение на 12,0±3,3	Увеличение на 6,1±2,2	Снижение на 1,6±1,9

14,9±1,7 мм Нг). Таким образом, первая группа пациентов отражает обратную зависимость объемных показателей гемодинамики от уровня ВГД. Подобная закономерность широко известна. Она была описана при анализе результатов плетизмографии и сфигмографии у пациентов с ПОУГ [1,4,5]. Механизм увеличения объемного кровотока в ответ на снижение ВГД связан с уменьшением бокового давления на стенку внутриглазных сосудов. Снижение компрессионного воздействия ВГД приводит к уменьшению давления крови в микроциркуляторном ложе глаза. В связи с этим увеличивается градиент давления между глазничной артерией и внутриглазными сосудами и уменьшается сопротивление притоку крови. Доступ крови в глазное яблоко облегчается, что приводит к нарастанию объемного кровотока. Таким образом, увеличение показателей внутриглазного кровотока характерно для снижения ВГД с уровня гипертензии до значений среднестатистической нормы.

Вторая и третья группы клинических наблюдений отличаются различным характером изменений минутного объема и СППО. Противоречивость гемодинамических показателей в этих группах затрудняет интерпретацию полученных результатов. Потому возникает необходимость выявления причин, вызывающих разнонаправленность изменений параметров кровотока. Минутный объем кровотока является производным от СППО с учетом частоты пульса. Поэтому основным фактором, обуславливающим различное направление изменений СППО и минутного объема, является нестабильность общей гемодинамики, в частности, лабильность пульса. И действительно, если в первой и четвертой группах частота сердечных сокращений менялась между двумя исследованиями незначительно (в среднем не более 1,6 ударов в минуту), то во второй группе эта величина составляет 12,0±3,3, а в третьей – 6,1±2,2 ударов в минуту. Причем прослеживается отчетливая зависимость между направлением изменения пульса и характером динамики минутного объема кровотока. Во второй группе с уменьшением частоты сердцебиения минутный объем кровотока снижается, в третьей – при увеличении частоты сердечных сокращений минутный кровоток возрастает. Причинами лабильности пульса могут быть нарушение режима приема гипотензивных препаратов при сопутствующей артериальной гипертензии, физическая нагрузка перед исследованием, стрессовая реакция на визит к врачу и постановку датчиков плетизмографа. Нивелирование этих факторов является важным условием для получения результатов, доступных для однозначной интерпретации. Таким образом, для оценки динамики объемных показателей внутриглазного кровотока необходима стабильность параметров общей гемодинамики как на момент исследования, так и при динамическом наблюдении.

Результаты исследований, вошедших в четвертую группу, оказались неожиданной находкой. Было выявлено уменьшение величины и СППО, и минутного объема в ответ на снижение ВГД со значений среднестатистической нормы ($P_0 = 15,5 \pm 1,5$ мм Нг) до уровня гипотонии ($P_0 = 9,8 \pm 1,0$ мм Нг). Можно было предположить, что снижение ВГД должно сопровождаться увеличением объемных показателей кровотока. Тем не менее мы обнаружили снижение СППО приблизительно на 10% от исходного уровня (на $0,076 \pm 0,027$ мм³), а также минутного объема крови приблизительно на 12% от исходного (на $59,7 \pm 13,9$ мм³). Полученные данные говорят о том, что обратная зависимость объемного кровотока от уровня ВГД проявляется не на всем протяжении континуума ВГД. Она характерна

лишь для уровня индивидуального ВГД в пределах нормативного диапазона и не характерна для снижения ВГД до уровня гипотонии. Вполне вероятно, что снижение ВГД до гипотонии начинает неблагоприятно сказываться на гемодинамике артериально-капиллярной сети внутренних оболочек глаза с невысоким уровнем внутрисосудистого давления.

Механизм снижения объемного кровотока может быть объяснен исходя из следующих рассуждений. Особенность анатомического строения микроциркуляторного русла хориоидеи состоит в препятствии спаданию сосудов вне зависимости от величины офтальмотонуса. Между капиллярными петлями располагаются пучки коллагеновых волокон, которые формируют так называемые межкапиллярные перегородки. Перегородки укреплены волокнами коллагенового слоя мембраны Бруха, и их волокна смешиваются с волокнами супрацилиарного слоя. Капилляры, таким образом, поддерживаются жесткой сетью коллагеновых волокон, которые предотвращают спадание сосудов [2]. Необходимо отметить, что кровоток в хориокапиллярах сосудистой оболочки постоянный, как и в сосудах сетчатки. Как известно, давление в венах хориоидеи на 2–3 мм Нг превышает уровень офтальмотонуса [4]. Снижение ВГД приводит к уменьшению давления крови в системе микроциркуляторного русла. Однако следствием этого является не только увеличение градиента давления между глазничной артерией и внутриглазными сосудами, но и снижение градиента давления между внутриглазными вортикозными и глазничными венами, находящимися вне глаза и не испытывающими влияния офтальмотонуса. Потому снижение ВГД неизменно сопровождается не только улучшением условий для притока крови, но и затруднением ее оттока. В условиях оптимального индивидуального ВГД создается такой уровень экстравазального давления, при котором гемодинамические условия для притока и оттока крови сбалансированы. При умеренном изменении ВГД эти факторы изменяются пропорционально и компенсируют друг друга, сохраняя физиологическое равновесие. При существенных сдвигах ВГД пропорциональность изменений оттока и притока крови утрачивается. Поэтому при снижении ВГД до уровня гипотонии сопротивление оттоку уже не преодолевается силой артериальной систолической волны. Приток крови в глаз становится избыточным, а отток недостаточным. Микроциркуляторное русло переполняется, создавая препятствие поступлению крови. Развивается состояние венозного застоя. В связи с этим интенсивность объемной гемодинамики падает. Таким образом, снижение ВГД до состояния гипотонии сопровождается падением объемного кровотока.

Выводы

1. Исследование динамики показателей внутриглазного кровотока требует учета изменений параметров общей гемодинамики, в частности, частоты сердечных сокращений.
2. Существенное увеличение показателей внутриглазного кровотока характерно для снижения ВГД с уровня гипертензии до значений среднестатистической нормы.
3. Снижение офтальмотонуса до значений гипотонии (ниже 11 мм Нг) характеризуется уменьшением гемодинамических показателей плетизмографии, отражающих падение объемного глазного кровотока.

Список литературы Вы можете найти на сайте <http://www.rmj.ru>