DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-3-153-158

Нагрузочные и разгрузочные пробы в современной глаукоматологии: их возможности и информативность

О.С. Мяконькая[1], А.С. Саркисян[1], А.В. Селезнев[2], А.В. Куроедов[3,4], И.Р. Газизова[5]

[1]ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия
[2]ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России, Иваново, Россия
[3]ФКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка» Минобороны России, Москва, Россия
[4]ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия
[5]ФГБУН ИМЧ РАН, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Профилактика слепоты и слабовидения, развивающихся в результате прогрессирования глаукомной оптической нейропатии, во многом зависит от ранней диагностики глаукомы. Большую роль в этом играют диагностические нагрузочные и разгрузочные пробы, которые основаны на создании условий, способствующих возникновению колебаний офтальмотонуса. Нагрузочные пробы приводят к кратковременному повышению ВГД и помогают выявить симптомы заболевания, сомнительные в обычных условиях. В зависимости от вида нагрузки выделяют: водно-питьевые, позиционные, темновые, компрессионные пробы, медикаментозный мидриаз, стероидный тест. Применение разгрузочных проб оправдано в том случае, когда офтальмотонус или другие показатели находятся на верхней границе нормы или несколько ее превышают. В зависимости от средства разгрузки выделяют: глицероаскорбатный тест, пробы с ацетазоламидом, инстилляции различных гипотензивных препаратов (например, м-холиномиметик или аналог простагландина). Для регистрации изменений зрительных функций, возникающих при проведении проб, применяют следующие виды контроля: визометрический, тонометрический, тонографический, периметрический (кампиметрический, ангиоскотометрический), адаптометрический, ретинотонометрический (ретинотомографический), электрофизиологический (с контролем зрительных вызванных корковых потенциалов). В настоящее время продолжают разрабатываться новые модификации диагностических проб с использованием современных, высокотехнологических видов контроля, что повышает возможности и информативность этих методик, а также свидетельствует об их востребованности не только для ранней диагностики глаукомы, но и для оценки стабилизации глаукомного процесса. Данный обзор представляет собой анализ современной литературы, отражающий возможности и информативность нагрузочных и разгрузочных проб.

Ключевые слова: *глаукома, внутриглазное давление, нагрузочные пробы, разгрузочные пробы, ранняя диагностика глаукомы.*
Для цитирования: *Мяконькая О.С., Саркисян А.С., Селезнев А.В. и др. Нагрузочные и разгрузочные пробы в современной глаукоматологии: их возможности и информативность. Клиническая офтальмология. 2021;21(3):153–158. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-3-153-158.*

State-of-the-art of loading and unloading tests for glaucoma: potentialities and informative value

O.S. Myakonkaya[1], A.S. Sarkisyan[1], A.V. Seleznev[2], A.V. Kuroyedov[3,4], I.R. Gazizova[5]

[1]Volgograd Branch of the S.N. Fedorov NMRC "MNTK "Eye Microsurgery", Volgograd, Russian Federation
[2]Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, Russian Federation
[3]P.V. Mandryka Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation
[4]Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
[5]N.P. Bekhtereva Institute of the Human Brain, St. Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Prevention of blindness and low vision resulting from the progression of glaucomatous optic neuropathy (GON) depends mainly on the early diagnosis of glaucoma. Loading and unloading tests which create conditions for intraocular pressure (IOP) fluctuations are important for the early diagnosis of glaucoma. Stress tests for glaucoma lead to a short-term IOP rise and help identify symptoms that are questionable under normal conditions. Stress tests include water-drinking test, position test, dark room test, dentation test, pharmacological mydriasis, corticosteroid provocative test, etc. Unloading tests are reasonable if the IOP level is the upper normal limit or slightly higher. Unloading tests include glyceryl ascorbate test, test with acetazolamide, and instillations of IOP-lowering medications (e.g., M-cholinomimetic or prostaglandin analog). Visual changes accompanying loading and unloading tests are recorded by visual acuity measurement, IOP measurement (tonometry and tonography, visual field testing (campimetry, angioscotometry), adaptometry, retinal tomography, and electrophysiology (visually evoked potentials). Studies are currently underway to develop novel modifications of diagnostic tests using modern high-tech controlling tools. These advances increase the informative value of these tests which are relevant for both early diagnosis and stabilization of glaucoma course. This review article summarizes currently available data on the informative value of loading and unloading tests.

Keywords: *glaucoma, intraocular pressure, loading tests, unloading tests, early diagnosis of glaucoma.*
For citation: *Myakonkaya O.S., Sarkisyan A.S., Seleznev A.V. et al. State-of-the-art of loading and unloading tests for glaucoma: potentialities and informative value. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2021;21(3):153–158 (in Russ.). DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-3-153-158.*

Введение

Повышение ВГД выше индивидуального уровня продолжает оставаться основным фактором риска развития и прогрессирования глаукомы. Профилактика слепоты и слабовидения, развивающихся в результате этого, во многом зависит от ранней диагностики. Уровень ВГД чаще всего определяется серией единичных измерений, выполненных в рабочее время. Однако прогрессирование глаукомной оптической нейропатии нередко наблюдается у пациентов с компенсированным офтальмотонусом, что чаще всего объясняется воздействием других факторов, не связанных с ВГД. Другое объяснение может состоять в том, что у таких пациентов происходит повышение офтальмотонуса, не выявляемое во время обычных осмотров. Большую роль в ранней диагностике глаукомы играют нагрузочные и разгрузочные пробы, которые основаны на создании условий, способствующих возникновению колебаний ВГД. В здоровом глазу эти колебания не должны превышать 5 мм рт. ст. [1–4]. Известно, что у пациентов, страдающих первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ), процессы, регулирующие гемо- и гидродинамику глаза, а также ВГД, находятся в постоянном напряжении. Повышенная нагрузка в таких условиях рано или поздно приводит к сбою состояния компенсации. Нагрузочные пробы путем провокации кратковременного повышения офтальмотонуса дают возможность четче выявить симптомы, недостаточно ясные в обычных условиях. При разгрузочных пробах, напротив, создаются условия, в той или иной степени улучшающие состояние пациентов, что необходимо в тех случаях, когда данные тонометрии, тонографии, периметрии и другие показатели соответствуют или несколько превышают верхнюю границу среднестатистической нормы [2, 5]. Для регистрации изменений зрительных функций, возникающих при проведении диагностических нагрузочных или разгрузочных проб, применяют следующие виды контроля: визометрический, тонометрический, тонографический, периметрический (кампиметрический, ангиоскотометрический), адаптометрический, ретинотонометрический (ретинотомографический), электрофизиологический (с контролем зрительных вызванных корковых потенциалов (ЗВКП)) [2].

Нагрузочные пробы

Российскими исследователями разработано более 40 видов нагрузочных проб и их модификаций, у зарубежных авторов их использование получило менее широкое распространение. В подавляющем большинстве нагрузочные пробы безопасны и не оказывают значимого отрицательного воздействия на гемодинамику глазного яблока. В зависимости от вида нагрузки выделяют: водно-питьевые, позиционные, темновые, компрессионные пробы, медикаментозный мидриаз, стероидный тест [1, 2, 6–8].

Водно-питьевая

M. Schmidt в 1928 г. предложил водно-питьевую пробу, при которой создается дополнительная нагрузка за счет введения *per os* определенного объема жидкости с последующим контролем ВГД каждые 15 мин в течение 1 ч. В современных условиях проба не утратила своей актуальности, а многими авторами были предложены различные ее модификации. Рекомендуется до проведения пробы измерить ВГД, провести тонографию и кампиметрию. Затем пациенту нужно выпить 1–1,5 л жидкости, после чего повторить указанные исследования. Результат расценивается как положительный в том случае, если разница в показателях уровня офтальмотонуса составляет 5 мм рт. ст. или более, площадь слепого пятна увеличивается на 1/3 (на 5° и более), а при тонографии происходит изменение показателя легкости оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) и коэффициента Беккера (P_o/C) на 30% [2, 8–10].

В современной зарубежной литературе отмечается рост интереса к водно-питьевой пробе, используемой для определения резервной легкости оттока при выявлении нестабильного офтальмотонуса и пиковых его значений. Исследователи из Бразилии выявили значительную корреляцию между пиками ВГД, зафиксированными во время водно-питьевой пробы, и суточной кривой ВГД у пациентов с ПОУГ, отметив при этом, что в 82% случаев подъем офтальмотонуса во время водной нагрузки был на 2 мм рт. ст. выше, чем максимальный пик при суточном измерении ВГД. Авторы подтвердили клиническую эффективность водно-питьевой пробы для оценки как состояния оттока ВГЖ, так и вероятности развития и прогрессирования глаукомы [3, 11]. Группой авторов показано, что при проведении этой пробы объем хориоидеи увеличился почти на 20% [12].

Мидриатическая

Мидриатическую пробу описал впервые V. Gronhol в 1910 г. Суть пробы состоит в том, что инстилляция мидриатика в конъюнктивальную полость вызывает подъем ВГД в глазах, имеющих узкий угол передней камеры (УПК) и предрасположенность к развитию первичной закрытоугольной глаукомы (ПЗУГ). Применять мидриатическую пробу следует с осторожностью в связи с вероятностью развития острого закрытоугольного приступа. Рекомендуется воздержаться от проведения пробы при закрытом или очень узком УПК и использовать мидриатики короткого действия. Следует детально контролировать офтальмостатус пациента в ходе пробы и некоторое время после нее. После окончания исследования целесообразно инстиллировать раствор пилокарпина [8].

С медикаментозной стимуляцией продукции внутриглазной жидкости

Тот факт, что увеличение продукции ВГЖ является одним из способов повышения ВГД, лег в основу разработки нагрузочных проб с использованием кофеина. В современной литературе описан ряд модификаций пробы с кофеином. Различия состоят преимущественно в способе введения препарата (пероральное, подкожное, внутривенное). Измерение ВГД осуществляют каждые 15 мин в течение 1 ч. Увеличение уровня офтальмотонуса на 6–8 мм рт. ст. расценивается как патологическое [8, 9].

В современной зарубежной литературе встречается немало публикаций, посвященных применению для проведения нагрузочных проб ибопамина — агониста альфа-адре-

норецепторов и дофаминовых рецепторов D1. В течение короткого времени этот препарат метаболизируется до активного вещества — эпинина (деоксиэпинефрин, N-метилдофамин), вызывает нециклоплегический мидриаз и увеличение продукции водянистой влаги. При проведении пробы ВГД измеряли до нагрузки и через 30, 60 и 180 мин после инстилляции 2% раствора ибопамина. При увеличении уровня офтальмотонуса более чем на 3 мм рт. ст. тест оценивался как положительный. Чувствительность пробы с ибопамином для выявления пациентов с ранней стадией глаукомы, по данным исследований, составила 78,7%, а специфичность — 71,6%. Авторы указывают, что в здоровых глазах с неповрежденной трабекулярной сетью инстилляции ибопамина не вызывают значительных колебаний офтальмотонуса, в то время как в глазах с начальной стадией глаукомы происходит повышение ВГД. Стоит отметить, что чувствительность пробы с ибопамином снижается при инстилляционной терапии аналогами простагландинов. Кроме того, учитывая способность ибопамина повышать продукцию ВГЖ, авторы рекомендуют использовать 1% раствор этого препарата для лечения глазной гипотонии [13–19].

С использованием стероидов

B. Becker и W. Mills в 1963 г. разработали и описали нагрузочную пробу с использованием препаратов группы стероидного ряда для выявления генетической предрасположенности к ПОУГ. В ходе пробы инстиллируют 0,1% раствор дексаметазона 4–6 р/день в течение 3–4 нед. Это приводит к снижению легкости оттока ВГЖ и повышению уровня офтальмотонуса. Однако проба не нашла широкого применения в практике ввиду невысокой чувствительности и специфичности [5].

Позиционные

Широко известны в современной глаукоматологии нагрузочная позиционная проба Хеймса и темновая проба Зейделя. При проведении пробы Хеймса пациенту проводят тонометрию, после чего просят его в течение 1 ч лежать с закрытыми глазами лицом вниз. При этом иридохрусталиковая диафрагма может смещаться кпереди, что приводит к блокированию узкого УПК и повышению уровня офтальмотонуса при наличии ПЗУГ. Проба расценивается как положительная при увеличении офтальмотонуса на 5 мм рт. ст. и более и позволяет дифференцировать пациентов с ПЗУГ и субъектов из группы риска развития ПЗУГ. При выполнении темновой пробы Зейделя после проведения тонометрии, тонографии и кампиметрии пациент в течение 1 ч находится в темной комнате, после чего осуществляется контроль ВГД, тонографических и кампиметрических показателей. При увеличении уровня офтальмотонуса на 5 мм рт. ст. и более, площади слепого пятна на 1/3 (на 5° и более), показателя легкости оттока ВГЖ и коэффициента Беккера (Po/C) на 30% проба расценивается как положительная [2, 8–10].

Группой авторов предложена темновая модификация пробы Хеймса, при которой пациент сидит в темной комнате в течение 1 ч, а голова его при этом лежит на столе. Проба считается положительной при увеличении офтальмотонуса на 8 мм рт. ст. и более и закрытии УПК более чем на 180°. При повышении ВГД <5 мм рт. ст. и закрытии УПК <180° тест расценивается как отрицательный, а при увеличении офтальмотонуса на 6–7 мм рт. ст. и закрытии УПК на 180° тест считается пограничным [20]. Однако при сравнении проб с медикаментозным мидриазом и темной комнатой, проведенных группой авторов в ходе исследования 70 глаз у 70 пациентов, было выявлено, что результаты пробы с медикаментозным мидриазом более информативны [21].

Коллектив авторов разработал новую нагрузочную пробу, при которой пациента укладывают на 5 мин на спину на кушетку с опущенным головным концом на 30°. ВГД измеряли аппланационным тонометром Perkins. У пациентов с диагнозом ПОУГ происходило более значимое повышение уровня офтальмотонуса, чем в группе контроля. Выявляемость пикового уровня ВГД при проведении этой пробы была сравнима с водно-питьевой пробой, в связи с чем авторы делают вывод о лучшем состоянии гемодинамики глаз без глаукомы, что приводит к более стабильному уровню офтальмотонуса [22].

Компрессионные

В основе компрессионных нагрузочных проб лежит давно известный факт повышения ВГД в ответ на внешнюю окулокомпрессию. При этом включаются компенсаторные механизмы, которые в здоровом глазу ведут к снижению ВГД до нормальных значений. При ПОУГ в той или иной степени отмечается нарушение данного процесса. Степень уменьшения офтальмотонуса в ответ на окулокомпрессию позволяет судить о состоянии гемодинамики и дренажной системы глаза. Большое количество модификаций компрессионных нагрузочных проб можно разделить на 2 группы. В первую группу включают пробы, при которых осуществляется кратковременная, но при этом значительная по силе (свыше 50 г) компрессия офтальмодинамометром. Она вызывает временное обратимое нарушение гемодинамики глаза и снижение зрительных функций не только у больных ПОУГ, но и у здоровых субъектов, и у лиц с офтальмогипертензией. При этом уровень офтальмотонуса превышает 40 мм рт. ст. на период от нескольких секунд до 3 мин, что не позволяет детально провести периметрию в ходе нагрузки. Ко второй группе относят пробы, основанные на незначительной по силе и более длительной (5–6 мин) окулокомпрессии. В ходе нагрузки происходит умеренное увеличение ВГД, но при этом показатели глазной гемодинамики не ухудшаются, что позволяет выявить характерные изменения в результатах периметрии у пациентов с ПОУГ. Стоит отметить более высокую информативность и безопасность второй группы проб [1, 5].

Впервые компрессионно-тонометрическая проба была предложена М.Б. Вургафтом (1950). В ходе нее после тонометрии по Маклакову осуществляли дозированную трехминутную окулокомпрессию динамометром Байяра или специальным склерокомпрессором массой 50 г. Тонометрию повторяли сразу после компрессии и еще через 5 мин. При сравнении результатов измерений делали вывод о состоянии дренажной системы глаза и продукции ВГЖ.

Широко известны компрессионно-периметрическая проба В.В. Волкова (1972) и вакуум-периметрическая проба (ВПП) В.В. Волкова, Л.Б. Сухининой и Э.Л. Тер-Андриасова (1980, 1981). В ходе этих проб авторы добивались искусственного повышения ВГД путем создания компрессионной или вакуумной нагрузки на глазное яблоко и выполняли статическую автоматическую периметрию (САП) до, во время и сразу после нагрузки. Компрессию осуществляли при помощи нагнетания под давлением воздуха, а вакуумную нагрузку — путем создания вакуума в подочковом пространстве при помощи прибора глаукотестера. При этом исследовали состояние зрительных функций, определяя световую чувствительность сетчатки в 6 наибо-

лее чувствительных, по мнению авторов, точках центрального поля зрения (ЦПЗ) [2, 5, 6, 8].

В современной литературе описывается большое количество модификаций ВПП с различными видами контроля.

Вакуум-компрессионный автоматизированный тест (ВКАТ), предложенный Ю.С. Астаховым и Н.Ю. Даль (2001), позволил контролировать уровень ВГД при помощи тонометрии по Гольдману и дозировать компрессионную нагрузку. В качестве контроля зрительных функций стали использовать автоматический статический периметр «Периком», при этом количество исследуемых точек ЦПЗ было увеличено до 32. Исследования показали, что ВКАТ является более информативной, чем ВПП [23].

Модификация вакуум-компрессионной пробы, описанная исследователями из Санкт-Петербурга (2002, 2003), в качестве контроля за зрительными функциями, изменяющимися вследствие окулокомпрессии, предполагает использование ЗВКП. Авторы считали пробу отрицательной (–) или сомнительной (±), если показатели ЗВКП оставались нормальными до и после нагрузки (латентность не менялась или незначительно возрастала — на 1–2 мс, амплитуда не менялась или снижалась на 1–2 мкВ). Такие результаты, по мнению разработчиков, исключали наличие заболевания у лиц с подозрением на глаукому либо свидетельствовали о стабилизации процесса у субъектов с установленным диагнозом ПОУГ. Пробу считали слабоположительной (+), если после нагрузки латентность несущественно возрастала (до 3 мс) или амплитуда снижалась (до 3 мкВ). В таком случае проводилось повторное исследование. Тест расценивали как положительный (++), если латентность значительно возрастала после нагрузки — на 4 мс или амплитуда уменьшалась на 4 мкВ. Пробу считали резкоположительной (+++), если латентность возрастала на 5 мс и более или амплитуда уменьшалась на 5 мкВ и более. В данном случае делали вывод об отсутствии стабилизации глаукомного процесса. При сравнении результатов предложенной пробы с ВПП она показала более высокую чувствительность и информативность, особым ее достоинством авторы считают объективность результатов, не зависящих от показаний пациента, и возможность проведения при низкой остроте зрения [2, 24, 25].

В.П. Фокин и С.В. Балалин (2008) предложили свою модификацию ВПП. Авторы осуществляли искусственное повышение офтальмотонуса путем создания дозированной окулокомпрессии, в ходе которой тестировали 64 точки ЦПЗ и выявляли парацентральные скотомы по данным разработанной компьютерной статической селективной периметрии. После прекращения нагрузки фиксировали время исчезновения скотом и рассчитывали показатель чувствительности зрительного нерва к интолерантному уровню ВГД по разработанной формуле. Авторы расценили разработанную пробу как высокоинформативную в случаях необходимости дифференциальной диагностики между офтальмогипертензией и начальной стадией ПОУГ, а также для уточнения диагноза глаукомы с нормальным давлением (ГНД) [1, 26].

Группой авторов (2013, 2015) разработана модификация ВПП, при которой осуществляли повышение офтальмотонуса на 10 мм рт. ст. при помощи системы для поддержания дозированного вакуума. Исследование световой чувствительности сетчатки выполняли при помощи автоматического статического периметра «Периком» в 28 точках ЦПЗ и его носовой половине, наиболее уязвимых при повышении ВГД. Для количественной оценки глазного кровотока авторы проводили офтальмоплетизмографию. Пробу считали положительной при выявлении в ходе нагрузки 3 и более скотом. При появлении 1–2 выпадений в поле зрения тест расценивали как слабоположительный, требующий повторного проведения. В случае отсутствия скотом пробу считали отрицательной. При выполнении данного теста у пациентов с начальной стадией глаукомы в 84,5% случаев снижался порог чувствительности сетчатки, появлялись от 7–8 до 21–23 скотом. При преглаукоме проба была положительной при нормальных исходных порогах. Результаты офтальмоплетизмографии свидетельствовали о нарушении гемодинамики глаза уже на начальных стадиях ПОУГ. Описанную методику авторы отнесли к эффективным методам ранней диагностики ПОУГ [7, 27].

Вакуум-частотноконтрастная проба (ВКЧП) предполагает использование дозированной вакуумной окулокомпрессии с повышением ВГД на 7–8 мм рт. ст. от его исходного уровня, а в качестве контроля за изменением зрительных функций — пороговую периметрию с удвоенной пространственной частотой (Frequency-Doubling Technology Perimetry, FDT), в которой исследуется световая чувствительность сетчатки в ЦПЗ в пределах 40°, разделенного на 16 равных квадрантов. Пробу считали отрицательной в случаях, если при нагрузке, по данным FDT-периметрии, отсутствовали патологические изменения или ухудшения уже имеющейся депрессии светочувствительности сетчатки в ЦПЗ. При снижении светочувствительности сетчатки в 2 и более квадрантах ЦПЗ из 16 тестируемых проба оценивалась как положительная, в 1 квадранте — как слабоположительная. По мнению авторов, при сравнении ВПП, ВКАТ и ВКЧП более информативной оказалась ВКЧП, что объясняется специфичностью стимула, используемого при выполнении ВКЧП, на который преимущественно реагируют ганглиозные клетки сетчатки (Му-клетки). Они при глаукоме страдают в числе первых, поскольку имеют более крупный размер. А в связи с тем, что этих клеток немного и они имеют реже перекрывающиеся рецептивные поля, то их поражение проявляется на начальных этапах развития глаукомы. Другим немаловажным достоинством пробы авторы отметили ее лучшую переносимость в связи с использованием глазного колпачка (а не специальных очков) и небольшую продолжительность (4 мин — один глаз) [6].

Большой интерес вызывают зарубежные публикации, в которых отражены результаты исследований структурных изменений решетчатой пластинки и преламинарных тканей по данным ОКТ в ответ на кратковременное умеренное повышение ВГД при помощи офтальмодинамометра или при выполнении темновой пробы либо модификации пробы Хеймса. Авторы показали, что изменения структур зрительного нерва при умеренном повышении офтальмотонуса (на 10–15 мм рт. ст.) у пациентов с глаукомой и здоровых лиц представляют собой преимущественно смещение, уменьшение и сжатие преламинарных тканей, при этом смещение решетчатой пластинки выражено в меньшей степени. Исследователи отметили, что эти изменения зависят не только от уровня ВГД и стадии глаукомы, но и от расовой принадлежности и возраста пациента. При этом с повышением уровня ВГД в зависимости от стадии глаукомы по-разному изменяются корнеальный гистерезис и фактор резистентности роговицы [28–33].

Разгрузочные пробы

В зависимости от средства разгрузки выделяют: глицероаскорбатный тест, пробы с ацетазоламидом, инстил-

ляции различных гипотензивных препаратов (таких как пилокарпин, травопрост). Перед проведением глицероаскорбатного теста выполняется визометрия, периметрия, тонометрия, тонография, после чего пациент принимает глицероаскорбат (1,5 г глицерина и 0,1 г аскорбиновой кислоты на 1 кг массы тела). Вышеперечисленные исследования повторяют через 1,5–2 ч. При улучшении показателей проба расценивается как положительная [2].

Из современных разгрузочных проб стоит отметить пробу с 0,004% раствором травопроста, которая предложена авторами для уточнения диагноза ГНД. До и через 1 сут после инстилляции травопроста выполняли тонометрию, САП и оптическую когерентную томографию (ОКТ) ДЗН. Проба расценивалась как положительная при достоверном улучшении данных САП и ОКТ ДЗН на фоне снижения офтальмотонуса. Диагноз ГНД был подтвержден на основании положительного результата ВПП, в связи с чем авторы считают пробу высокодостоверной [1, 34].

Заключение

Нагрузочные и разгрузочные пробы остаются востребованными в современной офтальмологии. Они способствуют раннему выявлению глаукомы и помогают оценить наличие и стойкость компенсации, что позволяет своевременно начать лечение, внести в него необходимые коррективы и дает больше шансов на сохранение зрительных функций. Новые модификации безопасных и более информативных диагностических проб продолжают разрабатываться.

Литература

1. Фокин В.П., Балалин С.В., Борискина Л.Н. Толерантность и интолерантность зрительного нерва при первичной открытоугольной глаукоме. Волгоград: Изд-во ВолгМУ; 2016.
2. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей. Изд. 4-е, испр. и доп. / Под ред. Е.А. Егорова, В.П. Еричева. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019. https://doi.org/10.33029/9704-5442-8-GLA-2020-1-384.
3. Susanna R. Jr., Clement C., Goldberg I., Hatanaka M. Applications of the water drinking test in glaucoma management. Clin Exp Ophthalmol. 2017;45(6):625–631. https://doi.org/10.1111/ceo.12925.
4. Зубашева С.А., Мяконькая О.С., Газизова И.Р. и др. Современный взгляд на циклодеструктивные операции при глаукоме (обзор литературы). Офтальмохирургия. 2019;(4):67–72. https://doi.org/10.25276/0235-4160-2019-4-67-72.
5. Макашова Н.В., Гофан Ч. Методы тонометрии и роль различных проб в ранней диагностике глаукомы (часть 2). Национальный журнал глаукома. 2014;13(4):86–90.
6. Симакова И.Л., Сухинин М.В., Тихоновская И.А. и др. Новая нагрузочная проба для выявления и мониторинга глаукомы. Новости глаукомы. 2017;1(41):78–82.
7. Опенкова Е.Ю. Изучение некоторых сторон патогенеза и ранней диагностики первичной открытоугольной глаукомы: автореф. дис. … канд. мед. наук. СПб., 2015.
8. Хдери Х. Диагностическая ценность нагрузочных и разгрузочных проб при закрытоугольной глаукоме (литературный обзор). Национальный журнал глаукома. 2019;18(3):61–66. https://doi.org/10.25700/NJG.2019.03.07.
9. Франковска-Герлак М.З., Брижак П.Е., Меньшиков А.Ю. Функциональная нагрузочная проба с кофеином как метод выявления нарушений гидродинамики глаза у пациентов с катарактой на фоне псевдоэксфолиативного синдрома. Вестник офтальмологии. 2015;131(6):11–15. https://doi.org/10.17116/oftalma2015131611–15.
10. Рожко Ю.И. Глазное давление: тонометрические и тонографические методы исследования. Гомель: Изд-во ГомГМУ; 2013.
11. Vasconcelos-Moraes C.G., Susanna R. Jr. Correlation between the water drinking test and modified diurnal tension curve in untreated glaucomatous eyes. Clinics. 2008;4:63–67. https://doi.org/10.1590/S1807–59322008000400004.
12. De Moraes C.G., Reis A.S., Cavalcante A.F. et al. Choroidal expansion during the water drinking test. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2009;247(3):385–389. https://doi.org/10.1007/s00417-008-0969-2.
13. Domínguez-Dueñas F., Plaza-Espinosa L., Mundo-Fernández E.E. et al. Early glaucoma screening using the ibopamine provocative test. J Glaucoma. 2016;25(5):441–445. https://doi.org/10.1097/ IJG.0000000000000343.
14. Ullrich K., Craig J.E., Landers J. Ibopamine challenge test can be used to differentiate glaucoma suspects from glaucoma patients. Clin Exp Ophthalmol. 2014;42(4):342–364. https://doi.org/10.1111/ceo.12200.
15. Gregorio F.D., Giraldi J.P., Pannarale L. et al. Ibopamine in glaucoma diagnostics: a new pharmacological provocative test. Int Ophthalmol. 1996;1(20):151–155. https://doi.org/10.1007/BF00212962.
16. Magacho L., Costa M.L., Dessimoni A., de Avila M.P. Comparison between the 1% and 2% ibopamine provocative test in primary open-angle glaucoma patients: sensitivity, specificity and tolerability. Arq Bras Oftalmol. 2006;69(5):695–699. https://doi.org/10.1590/S0004–27492006000500015.
17. Magacho L., Lima F.E., Costa M.L. et al. Ibopamine provocative test and glaucoma: consideration of factors that may influence the examination. Curr Eye Res. 2004;28(3):189–193. https://doi.org/10.1076/ceyr.28.3.189.26252.
18. McLaren J.W., Herman D.C., Brubaker R.F. et al. Effect of ibopamine on aqueous humor production in normotensive humans. Invest Oftalmol Vis Sci. 2003;44(11):4853–4858. https://doi.org/10.1167/iovs.03-0204.
19. Magacho L., Costa M.L., Reis R. et al. Correlation Between the Ibopamine Provocative Test and the Diurnal Tension Curve in Glaucoma Patients. Arq Bras Oftalmol. 2006;69(4):477–480. https://doi.org/10.1590/s0004-27492006000400004.
20. Zahari M., Ong Y.M., Taharin R., Ramli N. Darkroom prone provocative test in primary angle closure glaucoma relatives. Optom Vis Sci. 2014;91(4):459–463. https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000220.
21. Yamada R., Hirose F., Matsuki T. et al. Comparison of Mydriatic Provocative and Dark Room Prone Provocative Tests for Anterior Chamber Angle Configuration. J Glaucoma. 2016;25(6):482–486. https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000310.
22. Kanadani F.N., Moreira T.C.A., Campos L.F. et al. A New Provocative Test for Glaucoma. J Curr Glaucoma Pract. 2016;10(1):1–3. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10008-1194.
23. Астахов Ю.С., Даль Н.Ю. Вакуум-компрессионный автоматизированный тест в ранней диагностике глаукомы и первые результаты его применения. Глаукома. 2001;(1):17–19.
24. Морозова Н.В., Волков В.В., Астахов Ю.С., Соколов В.О. Вакуум-компрессионная проба с контролем зрительных вызванных корковых потенциалов для оценки стабилизации глаукомы псевдонормального давления. Клиническая офтальмология. 2002;(2):56–59.
25. Астахов Ю.С., Морозова Н.В., Бутин Е.В. и др. Вакуум-компрессионная проба с контролем зрительных вызванных корковых потенциалов для оценки стабилизации первичной открытоугольной глаукомы I–III стадий при «нормализованном» ВГД. Глаукома. 2003;(3):6–10.
26. Фокин В.П., Балалин С.В. Исследование интолерантности зрительного нерва к компрессионной офтальмогипертензии по данным компьютерной надпороговой статической селективной периметрии у больных глаукомой, псевдоглаукомой и у лиц с глазной гипертензией. Глаукома. 2008;(2):2–9.
27. Опенкова Е.Ю. Вакуум-периметрическая проба и офтальмоплетизмография в ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы. Вестник ЮУрГУ. 2013;13(4):114–116.
28. Agoumi Y., Sharpe G.P., Hutchison D.M. et al. Laminar and prelaminar tissue displacement during intraocular pressure elevation in glaucoma patients and healthy controls. Ophthalmology. 2011;118(1):52–59. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.05.016.
29. Fazio M.A., Johnstone J.K., Smith B. et al. Displacement of the Lamina Cribrosa in Response to Acute Intraocular Pressure Elevation in Normal Individuals of African and European Descent. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016;57(7):3331–3339. https://doi.org/10.1167/iovs.15-17940.
30. Gizzi C., Cellini M., Campos E.C. In vivo assessment of changes in corneal hysteresis and lamina cribrosa position during acute intraocular pressure elevation in eyes with markedly asymmetrical glaucoma. Clin Ophthalmol. 2018;15(12):481–492. https://doi.org/10.2147/OPTH.S151532.
31. Lee J.Y., Lee Y.K., Moon J.I., Park M.H. Spectral domain optical coherence tomography cross-sectional image of optic nerve head during intraocular pressure elevation. Int J Ophthalmol. 2014;7(6):1022–1029. https://doi.org/10.3980/j.issn.2222–3959.2014.06.21.
32. Jiang R., Xu L., Liu X. et al. Optic nerve head changes after short-term intraocular pressure elevation in acute primary angle-closure suspects. Ophthalmology. 2015;122(4):730–737. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.11.008.
33. Lee E.J., Kim T.W., Lee K.M. et al. Factors Associated with the Retinal Nerve Fiber Layer Loss after Acute Primary Angle Closure: A Prospective EDI-OCT Study. PLOS One. 2017;12(1):e0168678. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168678.
34. Балалин С.В., Фокин В.П., Шункевич О.Н. Траватановая проба в диагностике глаукомы нормального давления. Клиническая офтальмология. 2013;2:58–60.

References

1. Fokin V.P., Balalin S.V., Boriskina L.N. Tolerance and intolerance of the optic nerve in primary open-angle glaucoma Volgograd: VolgMU Publishing House; 2016:207 (in Russ.).
2. National Glaucoma Guide for practitioners. Ed. 4th, rev. and add. / Ed. E.A. Egorov, V.P. Yerichev. M.: GEOTAR-Media; 2019 (in Russ.). https://doi.org/10.33029/9704-5442-8-GLA-2020-1-384.
3. Susanna R.Jr., Clement C., Goldberg I., Hatanaka M. Applications of the water drinking test in glaucoma management. Clin Exp Ophthalmol. 2017;45(6):625–631. https://doi.org/10.1111/ceo.12925.
4. Zubasheva S.A., Myakonkaya O.S., Gazizova I.R. et al. A modern view of cyclodestructive surgery for glaucoma. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2019;4:67–72 (in Russ.). https://doi.org/10.25276/0235-4160-2019-4-67-72.
5. Makashova N.V., Guofang Ch., Vassilieva A.E. Tonometry methods and the role of different samples in the early diagnosis of glaucoma (part 2). National Journal glaucoma. 2014;13(4):86–90 (in Russ.).
6. Simakova I.L., Sukhinin M.V., Tikhonovskaya I.A. et al. A new load test for the detection and monitoring of glaucoma. Glaucoma News. 2017;1(41):78–82 (in Russ.).
7. Openkova E. Yu. The study of some aspects of the pathogenesis and early diagnosis of primary open-angle glaucoma. SPb., 2015 (in Russ.).

8. Hadiri Kh. The diagnostic value of loading and unloading glaucoma stress tests. National Journal glaucoma. 2019;18(3):61–66 (in Russ.). https://doi.org/10.25700/NJG.2019.03.07.
9. Frankovska-Gerlak M.Z., Brigak P.E., Menshikov A. Yu. Functional stress test with caffeine as a method for detecting eye hydrodynamics in patients with cataracts on the background of pseudoexfoliation syndrome. Bulletin of Ophthalmology. 2015;131(6):11–15 (in Russ.). https://doi.org/10.17116/oftalma2015131611-15.
10. Rozhko Yu.I. Eye pressure: tonometric and tonographic research methods. Gomel: Publishing House of the State Medical University; 2013 (in Russ.).
11. Vasconcelos-Moraes C.G., Susanna R. Jr. Correlation between the water drinking test and modified diurnal tension curve in untreated glaucomatous eyes. Clinics. 2008;4:63–67. https://doi.org/10.1590/S1807–59322008000400004.
12. De Moraes C.G., Reis A.S., Cavalcante A.F. et al. Choroidal expansion during the water drinking test. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2009;247(3):385–389. https://doi.org/10.1007/s00417-008-0969-2.
13. Domínguez-Dueñas F., Plaza-Espinosa L., Mundo-Fernández E.E. et al. Early glaucoma screening using the ibopamine provocative test. J Glaucoma. 2016;25(5):441–445. https://doi.org/10.1097/ IJG.0000000000000343.
14. Ullrich K., Craig J.E., Landers J. Ibopamine challenge test can be used to differentiate glaucoma suspects from glaucoma patients. Clin Exp Ophthalmol. 2014;42(4):342–364. https://doi.org/10.1111/ceo.12200.
15. Gregorio F.D., Giraldi J.P., Pannarale L. et al. Ibopamine in glaucoma diagnostics: a new pharmacological provocative test. Int Ophthalmol. 1996;1(20):151–155. https://doi.org/10.1007/BF00212962.
16. Magacho L., Costa M.L., Dessimoni A., de Avila M.P. Comparison between the 1% and 2% ibopamine provocative test in primary open-angle glaucoma patients: sensitivity, specificity and tolerability. Arq Bras Oftalmol. 2006;69(5):695–699. https://doi.org/10.1590/S0004–27492006000500015.
17. Magacho L., Lima F.E., Costa M.L. et al. Ibopamine provocative test and glaucoma: consideration of factors that may influence the examination. Curr Eye Res. 2004;28(3):189–193. https://doi.org/10.1076/ceyr.28.3.189.26252.
18. McLaren J.W., Herman D.C., Brubaker R.F. et al. Effect of ibopamine on aqueous humor production in normotensive humans. Invest Oftalmol Vis Sci. 2003;44(11):4853–4858. https://doi.org/10.1167/iovs.03–0204.
19. Magacho L., Costa M.L., Reis R. et al. Correlation Between the Ibopamine Provocative Test and the Diurnal Tension Curve in Glaucoma Patients. Arq Bras Oftalmol. 2006;69(4):477–480. https://doi.org/10.1590/s0004–27492006000400004.
20. Zahari M., Ong Y.M., Taharin R., Ramli N. Darkroom prone provocative test in primary angle closure glaucoma relatives. Optom Vis Sci. 2014;91(4):459–463. https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000220.
21. Yamada R., Hirose F., Matsuki T. et al. Comparison of Mydriatic Provocative and Dark Room Prone Provocative Tests for Anterior Chamber Angle Configuration. J Glaucoma. 2016;25(6):482–486. https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000310.
22. Kanadani F.N., Moreira T.C.A., Campos L.F. et al. A New Provocative Test for Glaucoma. J Curr Glaucoma Pract. 2016;10(1):1–3. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10008–1194.
23. Astakhov Yu.S., Dahl N.Yu. Vacuum compression automated test in the early diagnosis of glaucoma and the first results of its use. Glaucoma. 2001;(1):17–19 (in Russ.).
24. Morozova N.V., Volkov V.V., Astahov Yu.S., Sokolov V.O. Vacuum-pressure test with the registration of the visual evoked cortical potentials for the assessment the course of glaucoma with pseudonormal pressure. Clinical Ophthalmology. 2002;2:56–59 (in Russ.).
25. Astakhov Yu.S., Morozova N.V., Butin E.V. et al. Vacuum-compression test under VECP control for estimation of POAG stabilization in cases with «normalized» IOP. Glaucoma. 2003;3):6–10 (in Russ.).
26. Fokin V.P., Balalin S.V. The study of optic nerve intolerance to compression ophthalmic hypertension according to computer-assisted threshold static selective perimetry in patients with glaucoma, pseudoglaucoma and in patients with ocular hypertension. Glaucoma. 2008;2:2–9 (in Russ.).
27. Openkova E. Yu. Vacuum perimetric test and ophthalmoplethysmography in the early diagnosis of primary open-angle glaucoma. Bulletin of YuUrGU. 2013;13(4):114–116 (in Russ.).
28. Agoumi Y., Sharpe G.P., Hutchison D.M. et al. Laminar and prelaminar tissue displacement during intraocular pressure elevation in glaucoma patients and healthy controls. Ophthalmology. 2011;118(1):52–59. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.05.016.
29. Fazio M.A., Johnstone J.K., Smith B. et al. Displacement of the Lamina Cribrosa in Response to Acute Intraocular Pressure Elevation in Normal Individuals of African and European Descent. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016;57(7):3331–3339. https://doi.org/10.1167/iovs.15–17940.
30. Gizzi C., Cellini M., Campos E.C. In vivo assessment of changes in corneal hysteresis and lamina cribrosa position during acute intraocular pressure elevation in eyes with markedly asymmetrical glaucoma. Clin Ophthalmol. 2018;15(12):481–492. https://doi.org/10.2147/OPTH.S151532.
31. Lee J.Y., Lee Y.K., Moon J.I., Park M.H. Spectral domain optical coherence tomography cross-sectional image of optic nerve head during intraocular pressure elevation. Int J Ophthalmol. 2014;7(6):1022–1029. https://doi.org/10.3980/j.issn.2222–3959.2014.06.21.
32. Jiang R., Xu L., Liu X. et al. Optic nerve head changes after short-term intraocular pressure elevation in acute primary angle-closure suspects. Ophthalmology. 2015;122(4):730–737. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.11.008.
33. Lee E.J., Kim T.W., Lee K.M. et al. Factors Associated with the Retinal Nerve Fiber Layer Loss after Acute Primary Angle Closure: A Prospective EDI-OCT Study. PLOS One. 2017;12(1):e0168678. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168678.
34. Balalin S.V., Fokin V.P., Shunkevitch O.N. Travatan test in diagnostics of normal pressure glaucoma. Clinical Ophthalmology. 2013;2:58–60 (in Russ.).

Сведения об авторах:
[1]Мяконькая Олеся Сергеевна — заведующая офтальмологическим диагностическим отделением; ORCID iD 0000-0002-0345-9912.
[1]Саркисян Ануш Самвеловна — врач-офтальмолог офтальмологического отделения лазерной хирургии; ORCID iD 0000-0002-2504-9068.
[2]Селезнев Алексей Владимирович — к.м.н, доцент кафедры оториноларингологии и офтальмологии; ORCID iD 0000-0002-4583-6050.
[3,4]Куроедов Александр Владимирович — д.м.н., начальник отделения, профессор кафедры офтальмологии; ORCID iD 0000-0001-9606-0566.
[5]Газизова Ильмира Рифовна — д.м.н., заведующая отделением; ORCID iD 0000-0003-4611-9931.
[1]ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Волгоградский филиал. 400138, Россия, г. Волгоград, ул. Землячки, д.80.
[2]ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России. 153012, Россия, г. Иваново, пр. Шереметевский, д.8.
[3]ФКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка» Минобороны России. 107076, Россия, г. Москва, ул. Большая Оленья, вл. 8А.
[4]ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. 117321, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д.1.
[5]ФГБУН ИМЧ РАН им Н.П. Бехтеревой. 197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 12а.
Контактная информация: *Мяконькая Олеся Сергеевна, e-mail: medik-11@mail.ru.*
Прозрачность финансовой деятельности: *никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.*
Конфликт интересов *отсутствует.*
Статья поступила *14.09.2020.*

About the authors:
[1]Olesya S. Myakonkaya — Head of the Ophthalmological Department; ORCID iD 0000-0002-0345-9912.
[1]Anush S. Sarkisyan — ophthalmologist of the Ophthalmological Department of Laser Surgery; ORCID iD 0000-0002-2504-9068.
[2]Aleksey V. Seleznev — C. Sc. (Med.), associate professor of the Department of ENT Diseases & Ophthalmology; ORCID iD 0000-0002-4583-6050.
[3,4]Aleksandr V. Kuroyedov — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Ophthalmology, Head of the Division of Ophthalmology; ORCID iD 0000-0001-9606-0566.
[5]Il'mira R. Gazizova — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Ophthalmology, academic secretary; ORCID iD 0000-0003-4611-9931.
[1]Volgograd Branch of the S.N. Fedorov NMRC "MNTK "Eye Microsurgery". 80, Zemlyachki str., Volgograd, 400138, Russian Federation.
[2]Ivanovo State Medical Academy. 8, Sheremet'evskiy pass., Ivanovo, 153012, Russian Federation.
[3]P.V. Mandryka Military Clinical Hospital. 8A, Bolshaya Olenya str., Moscow, 107014, Russian Federation.
[4]Pirogov Russian National Research Medical University. 1, Ostrovityanov str., Moscow, 117437, Russian Federation.
[5]N.P. Bekhtereva Institute of the Human Brain. 12a, Academician Pavlov str., St. Petersburg, 197376, Russian Federation.
Contact information: *Olesya S. Myakonkaya, e-mail: medik-11@mail.ru.*
Financial Disclosure: *no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned.*
There is no **conflict of interests**.
Received *14.09.2020.*