

# Диагностическая ценность нагрузочных и разгрузочных проб при закрытоугольной глаукоме (литературный обзор)

ХДЕРИ Х., аспирант.

ФГБНУ «НИИ глазных болезней», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11А.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.  
Конфликт интересов: отсутствует.

**Для цитирования:** Хдери Х. Диагностическая ценность нагрузочных и разгрузочных проб при закрытоугольной глаукоме (литературный обзор). *Национальный журнал глаукома*. 2019; 18(3):61-66.

## Резюме

В обзоре литературы представлены нагрузочные и разгрузочные пробы, представляющие практический интерес для ранней диагностики глаукомы при отсутствии характерных клинических признаков. Сделан акцент на механизм действия проб для диагностики первичной закрытоугольной глаукомы (ПЗУГ) и риска повышения внутриглазного давления (ВГД) при закрытии угла передней камеры. Приведена история их разработки и внедрения в клиническую практику. Учитывая волнообразный характер повышения ВГД при ПЗУГ, крайне важны диагностические пробы для выявления заболевания, находящегося в латентном состоянии. Это дает возможность своевременно выявить риск развития глаукомной оптической нейропатии и принять

необходимые меры (в первую очередь, своевременно выполнить лазерную иридэктомию).

Рассмотрены особенности и механизм наиболее распространенных нагрузочных проб, включая позиционный нагрузочный тест Хеймса (Nyams), основанный на провокации развития зрачкового и ангулярного гидродинамических блоков и подъема ВГД в ситуации, когда пациент находится под контролем врача. Рассказано о разгрузочных пробах с использованием пилокарпина, диакарба и глицероаскорбата, которые основаны на обратном принципе и применяются при потенциальной опасности нагрузочных проб.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глаукома, внутриглазное давление, разгрузочные и нагрузочные пробы.

## ENGLISH

# The diagnostic value of loading and unloading glaucoma stress tests

HADIRI K.H., postgraduate.

Scientific Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo st., Moscow, Russian Federation, 119021.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

**For citations:** Hadiri K.H. The diagnostic value of loading and unloading glaucoma stress tests. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2019; 18(3):61-66.

## Для контактов:

Хдери Халед, e-mail: khaled.russia@hotmail.com

## Abstract

The literature review provides the information on loading and unloading stress tests, which could be useful for early glaucoma diagnosis in absence of its regular clinical signs. The mechanism of tests for primary angle closure glaucoma diagnosis and risk of intraocular pressure (IOP) elevation in anterior chamber angle closure diagnosis is emphasized. The development history and clinical acceptance is described. Considering the undulating way of IOP elevation in primary angle closure glaucoma, the stress tests for latent disease diagnosis are of high importance. This enables us to discover the risk of glaucomatous optic

nerve progression early and prevent it (at first, to perform the laser iridectomy).

The features and mechanisms of most common loading stress tests are given, including the Hyams prone test, based on provocation of pupillary and angular block development and IOP elevation while supervised by physician. The unloading tests, based on pilocarpine, acetazolamide and glycerascorbate, based on the opposite mechanism and utilized when loading stress tests are considered dangerous, are also described.

**KEYWORDS:** Glaucoma, intraocular pressure, loading and unloading stress tests.

Глаукома — тяжелое заболевание, являющееся одной из основных причин необратимой слепоты и инвалидности по зрению [1, 2]. Ранняя диагностика глаукомы позволяет своевременно начать адекватное лечение, что дает шанс создать условия для сохранения зрения [3, 4]. Диагностика глаукомы опирается на такие основные признаки, как повышение внутриглазного давления (ВГД), изменения в поле зрения и диске зрительного нерва (ДЗН). Важны также и другие, в том числе биомикроскопические признаки.

За последние годы все большее применение находят высокотехнологичные диагностические методы, позволяющие напрямую исследовать толщину нервных волокон сетчатки, структуру зрительного нерва [5, 6]. Существует мнение, что, благодаря высоким адаптивным свойствам организма, в ряде случаев потеря волокон зрительного нерва, иногда доходящая до 40%, может не сопровождаться значительными функциональными нарушениями.

Применение новых приборов и аппаратов, несмотря на их высокие диагностические возможности, не решает вопросов ранней диагностики в практической медицине вследствие ряда парамедицинских проблем. По этой причине остаются актуальными и востребованными нагрузочные и разгрузочные пробы, позволяющие верифицировать диагноз глаукомы даже на ее ранних стадиях. Особенно это важно при первичной закрытоугольной глаукоме (ПЗУГ), характеризующейся волнообразными подъемами ВГД и отсутствием дистрофических тканевых изменений при ранней стадии заболевания. Вышеназванные причины нередко создают трудности для исследователя, поскольку, несмотря на нормальные показатели офтальмотонуса и отсутствие видимых признаков специфических изменений, у пациента происходит снижение зрительных функций.

Решить вопрос, есть или нет глаукома у таких пациентов, помогают диагностические пробы, которые при создании определенных условий позволяют обнаружить явные признаки глаукомы. Речь идет о так называемых нагрузочных и разгрузочных пробах.

Существующие нагрузочные и разгрузочные пробы для ранней диагностики глаукомы [7] дают важную информацию, но ни одна из них не может претендовать на абсолютную достоверность. Пробы влияют на механизмы, регулирующие уровень офтальмотонуса, гидро- и гемодинамику глаза. При наличии заболевания может происходить состояние гидродинамического баланса и нарушение состояния компенсации ВГД. Механизмы воздействия на гидродинамический баланс глаза могут быть весьма разнообразны: прием избыточного объема жидкости, изменения положения тела, использование миотиков и мидриатиков и т.д. [8, 9].

Наибольший интерес офтальмологов к нагрузочным пробам для уточнения диагноза при подозрении на глаукому отмечается с середины прошлого века [8, 10-13]. Широкое распространение получили нагрузочные пробы Б. Розенгрена - Л. Эриксона (1934, 1956), экспрессионная проба А.И. Дашевского (1944), компрессионно-тонометрическая проба М.Б. Вургафта (1952), ортоклино-статическая проба М.М. Краснова (1963), комбинированная водно-темновая кампиметрическая проба Е.И. Устиновой (1965), позиционный тест S. Nyams (1968), вакуум-периметрическая проба (ВПП) В.В. Волкова с соавт. (1973) и некоторые другие [8, 14]. В качестве критерия оценки использовали изменение размеров слепого пятна или результаты статической периметрии в зоне Бьеррума до и после нагрузки [8, 11, 15, 16, 23-28].

Компрессионно-тонометрическая проба М.Б. Вургафта (1950) основана на приложении дозированной компрессионной нагрузки на глазное яблоко, которую осуществляли в течение 3 мин [28-33]. Нагрузку производили при помощи динамометра Байера или специально предложенного склерокомпрессора со стандартизированной массой (50 г). В процессе исследования тонометром Маклакова осуществляли контроль динамики ВГД путем трехкратного его измерения: до компрессии, сразу после нее и спустя 5 мин после нагрузки. По данным сравнения результатов 1 и 2-го измерений можно составить представление об изменении объема водянистой влаги, покинувшей глаз в результате

компрессии. Данная информация позволяет судить о функциональной способности дренажной системы глаза и адекватности ее работы для поддержания сбалансированного ВГД. В случае уменьшения объема влаги менее чем на 7 мм можно говорить о недостаточных функциональных возможностях дренажной системы. О секреции внутриглазной жидкости (ВГЖ) судят по результатам 2 и 3-го измерений. Если за 5-минутный период после прекращения компрессии восстанавливается от 20 до 80% величины объема ВГЖ, утраченной при компрессии, можно говорить о ее нормальной продукции. В попытке модификации компрессионно-тонометрической пробы Вургафта было предложено уменьшить груз для склерокомпрессии до 30 г, а длительность нагрузки увеличить до 30 мин [28].

Ортоклиностатическая проба предложена М.М. Красновым в 1963 г. и основана на выявлении разницы ВГД при изменении положения тела испытуемого. При переходе из положения стоя в положение лежа создаются условия для повышения ВГД (клиностатический подъем) в среднем на 2,62 мм рт.ст. (с колебаниями до 4 мм рт.ст.). При глаукоме эта величина равняется (в среднем) 7,5 мм рт.ст. с колебаниями от 5 до 20 мм рт.ст. При возвращении в положение стоя возникают условия для понижения ВГД (ортостатическое снижение). Проба хорошо себя зарекомендовала для амбулаторного приема и по чувствительности не уступает суточной тонометрии [7, 34-36].

Водно-питьевая нагрузочная проба Шмидта [15] основана на временном увеличении объема циркулирующей крови, что оказывает активирующее влияние на секрецию ВГЖ. После приема жидкости (всего 0,5-1,0 литра, или 10 мл/кг) каждые 15 минут в течение часа проводят офтальмотонометрию. Результат водно-питьевой пробы считают положительным при повышении ВГД более чем на 6 мм рт.ст. от исходного спустя один час. По данным наблюдения за 5000 пациентами с глаукомой в течение 13 лет, положительная водно-питьевая проба наравне с возрастом, ВГД, легкостью оттока и уровнем экскавации была фактором риска прогрессирования ухудшения полей зрения [16]. Однако, учитывая, что при применении водно-питьевой пробы у больных с начальной стадией глаукомы или с подозрением на глаукому число положительных результатов оказывается меньшим, чем при развитой глаукоме, водно-питьевая проба Шмидта считается недостаточно чувствительным методом для ранней диагностики. Вместе с тем, несмотря на отказ от использования водно-питьевой пробы в диагностике, она может применяться для определения резервной легкости оттока при выявлении нестабильного ВГД и пиковых его значений [17].

Точный механизм работы этой пробы неизвестен. У здоровых добровольцев давление в эписклеральных венах повысилось более чем вдвое

в течение 10 минут после начала пробы и удерживалось на таком уровне на протяжении более полутора часов [18]; также при проведении пробы объем хориоидеи увеличился почти на 20% [19]. Известно, что атропин подавляет реакцию на водно-питьевую пробу [20].

Темновая тонометрическая проба Зейделя [7] предполагает пребывание пациента в темной комнате в течение 1 часа. Повышение ВГД больше чем на 5 мм рт.ст. от исходного рассматривается как возможный признак первичной закрытоугольной глаукомы. В качестве механизма рассматривается блокирование доступа жидкости корнем радужки к дренажной зоне на фоне темного мидриаза при наличии узкого угла передней камеры (УПК). Вариацией этой пробы, гораздо более легкой для врача и пациента и при этом обладающей сравнимой диагностической ценностью, является проведение оптической когерентной томографии переднего отрезка глаза через 3 минуты после нахождения в темноте. Авторы модификации в качестве критерия положительной пробы определили визуализацию контакта периферической радужки и склеральной шпоры в ходе томографии [21].

Нагрузочная мидриатическая проба была предложена в 1910 г. V. Gronhol и основана на том, что инстилляцией гоматропина при глаукоме могут приводить к повышению ВГД (цит. по Волкову В.В. с соавт., 1985) [14]. Данная проба является одной из старейших описанных нагрузочных проб. Методика мидриатической пробы состоит в однократном закапывании гоматропина и измерении офтальмотонуса до и через 15-30 мин после инстилляций. Эта проба чаще бывает положительной при узком УПК и при предрасположенности к ПЗУГ. Однако нужно иметь в виду, что кроме влияния на ширину зрачка мидриатик оказывает воздействие на тонус сосудов цилиарной мышцы, что может оказать влияние на региональную гемодинамику и, следовательно, на результат [37].

Для безопасности нагрузочной мидриатической пробы (для избежания развития острого приступа ПЗУГ) важно учитывать следующие факторы:

- при наличии визуально очень узкого или закрытого УПК лучше от пробы воздержаться;
- проба может проводиться только при тщательном контроле за состоянием пациента не только в момент пробы, но и в течение некоторого времени после нее, а после окончания пробы целесообразно закапать в глаз раствор миотика;
- нельзя использовать для пробы атропин и другие мидриатики длительного действия.

Следует учитывать также, что сужение зрачка непосредственно после окончания темнового теста (например, из-за освещения в ходе биомикроскопии), но до повторного измерения ВГД может привести к ложноотрицательному результату [38].

Вариацией мидриатической пробы является проба с ибопамином — агонистом альфа-адренорецепторов и дофаминовых рецепторов D1. В течение нескольких минут ибопамин метаболизируется до активного вещества — эпинина (деоксипинефрин, N-метилдофамин). Ибопамин вызывает транзиторное повышение ВГД на 3-11 мм рт.ст. в глазах с глаукомой, но не в здоровых глазах. При попытке использовать ибопамин в ранней диагностике глаукомы тест был положительным в 78,7% случаев у всех испытуемых с глаукомой и отрицательным в 72% относительно здоровых глаз. Сравнительно большой уровень ложноположительных и ложноотрицательных результатов исследователи объясняют ранней стадией заболевания в группе больных глаукомой и неблагоприятной наследственностью в контрольной группе; при этом положительный результат пробы коррелировал с выраженным истончением слоя нервных волокон сетчатки в нижневисочном квадранте по данным оптической когерентной томографии [39]. Чувствительность пробы с ибопамином может быть снижена, если пациент принимает местные аналоги простагландинов [40].

Другой нагрузочной пробой, основанной на индуцировании секреции внутриглазной влаги, является кофеиновая проба. После подкожного введения 0,2 мл 10% кофеин-бензоата натрия ВГД измеряют каждые 15 минут в течение 1 часа. По анализу полученной кривой можно судить о степени поражения системы оттока внутриглазной жидкости, в том числе при псевдоэкзофтальмическом синдроме без установленного диагноза глаукомы. Нормальным значением является подъем ВГД не более 5 мм рт.ст. с возвратом к начальному значению спустя 60 минут [41].

При выявлении ПЗУГ необходимо упомянуть о нагрузочной позиционной пробе Хеймса для ранней диагностики закрытоугольной или узкоугольной глаукомы [42]. Позиционной она называется по той причине, что в процессе пробы изменяется положение пациента. Для проведения пробы после офтальмотонометрии пациента укладывают на кушетку лицом вниз с закрытыми глазами на 1 час. Важно, чтобы пациент не испытывал при этом эмоционального и физического напряжения. Хрусталик под влиянием собственного веса может немного смещаться кпереди, в сторону передней камеры. При наличии ПЗУГ это может приводить к смещению иридо-хрусталиковой мембраны, блокированию узкого УПК и нарушению доступа жидкости к дренажной зоне, что приводит к повышению ВГД. Проба считается положительной при повышении ВГД на 5 мм рт.ст. и более.

Однако у пациентов с неблагоприятной анатомической предрасположенностью к ПЗУГ (узкий угол передней камеры, короткая продольная зрительная ось, увеличенная толщина хрусталика и мелкая передняя камера) в тех случаях, когда имеется только предрасположенность к ПЗУГ, но само заболевание еще не реализовалось, положение иридо-

хрусталиковой мембраны останется стабильным, УПК не заблокируется и повышение ВГД не происходит. Таким образом, проба Хеймса позволяет дифференцировать глаза из группы риска развития ПЗУГ от глаз, в которых развитие ПЗУГ уже произошло.

Проба Хеймса также может быть модифицирована путем проведения ее в темноте [43].

Самой новой из нагрузочных проб является проба с положением тела больного лежа на спине на кушетке, опущенной головным концом на 30° в течение 5 минут. По данным авторов, выявляемость пикового ВГД при проведении этой пробы сравнима с таковой при водно-питьевой пробе [44].

Разгрузочные пробы проводят в тех случаях, когда ВГД повышено или находится в зоне верхней границы формальных цифр нормы. Распространены пробы с приемом различных мочегонных — глицериноаскорбата, диакарба, мочевины [45-47], при которых измерение ВГД производят до и через некоторое время после приема препарата.

При ПЗУГ возможно проведение разгрузочной пробы с миотиками (пилокарпин, антихолинэстеразные препараты). В 1885 г. С.С. Головин [45] показал, что инстиляции пилокарпина снижают ВГД в здоровом глазу на 2-4 мм на 3-6 час. Максимальное снижение ВГД после закапывания 1% пилокарпина наступает через 45-60 мин. У больных глаукомой этот эффект более выражен (от 5 до 20 мм рт.ст.).

Разновидностью пилокарпиновой пробы можно считать исследование суточных колебаний ВГД до и на фоне применения пилокарпина в течение 3-4 дней [48].

Разгрузочные пробы с контролем зрительных функций предполагают улучшение функциональных показателей глаза (в частности, состояния поля зрения) на фоне снижения ВГД. Например, при закапывании 1% раствора пилокарпина, на фоне улучшения гидродинамического баланса, при кампиметрии через 30-60 мин может наблюдаться расширение слепого пятна [49]. Однако необходимо учесть, что эта проба применима только при выявленном ранее увеличенном слепом пятне, что делает ее более приемлемой для исключения глаукомы, а не для выявления ранней стадии глаукомы.

## Заключение

Несмотря на появление современных высокотехнологических диагностических методов, нагрузочные и разгрузочные пробы, применяемые при глаукоме, остаются востребованными вследствие доступности и информативности.

При проведении нагрузочных и разгрузочных проб крайне важно правильное методическое их выполнение, поскольку отклонение от методики может стать причиной неправильных результатов и их ошибочной трактовки.

Раннее выявление глаукомы позволяет своевременно начать лечебные мероприятия и дает больше шансов на сохранение зрения.

## Литература

1. Киселева О.А., Робустова О.В., Бессмертный А.М., Захарова Е.К., Авдеев Р.В. Распространенность первичной глаукомы у представителей разных рас и этнических групп в мире. *Офтальмология*. 2013; 10(3):5-8.
2. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121(11):2081-2090. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013
3. Волков В.В. Глаукома открытоугольная. Москва: МИА; 2008. 348.
4. Еричев В.П. Патогенез, диагностика и лечение первичной открытоугольной глаукомы. *Российский медицинский журнал*. 1998; 4:35-38.
5. Geitzenauer W., Hitzinger C.K., Schmidt-Erfurth U.M. Retinal optical coherence tomography: past, present and future perspectives. *Br J Ophthalmol*. 2011; 95(2):171-177. doi:10.1136/bjo.2010.182170
6. Wollstein G., Garway-Heath D.F., Hitchings R.A. Identification of early glaucoma cases with the scanning laser ophthalmoscope. *Ophthalmology*. 1998; 105(8):1557-1563. doi:10.1016/S0161-6420(98)98047-2
7. Устинова Е.И. Методы ранней диагностики глаукомы. Москва: Медицина; 1966. 190 с.
8. Жулмурзин С.К., Сулеева Б.О. Позиционно-пилокарпиновый тест для раннего выявления закрытоугольной глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 1981; 4:12-13.
9. Краснов М.М. Клиностагностическая проба для ранней диагностики глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 1963; 1:26-30.
10. Водовозов А.М., Балалин С.В. Значение новой компрессионной пробы в диагностике преглаукомы и начальной глаукомы. *Офтальмологический журнал*. 1989; 2:81-84.
11. Водовозов А.М., Балалин С.В. Показатель чувствительности зрительного нерва к интолерантному внутриглазному давлению и его значение для ранней диагностики глаукомы. *Офтальмологический журнал*. 1991; 3:144-148.
12. Волков В.В., Сухинина Л.Б., Тер-Андриасов Э.Л. О применении вакуума в компрессионно-периметрической пробе при диагностике глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 1981; 2:22-25.
13. Устинова Е.И. Комбинированная водно-темновая кампиметрическая проба как метод ранней диагностики глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 1965; 4:14-17.
14. Волков В.В., Журавлев А.И. Диск зрительного нерва при глаукоме. *Офтальмологический журнал*. 1982; 5:272-276.
15. Астахов Ю.С., Даль Н.Ю. Вакуум-компрессионный автоматизированный тест в ранней диагностике глаукомы и первые результаты его применения. *Глаукома*. 2001; 1:17-20.
16. Armaly M.F., Krueger D.E., Maunder L., Becker B. et al. Biostatistical analysis of the collaborative glaucoma study. I. Summary report of the risk factors for glaucomatous visual-field defects. *Arch Ophthalmol*. 1980; 98(12):2163-2171.
17. 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. doi: 10.1111/ceo.12925
18. Diestelhorst M., Krieglstein G.K. The effect of the water-drinking test on aqueous humor dynamics in healthy volunteers. *Graefes Arch Clin Exper Ophthalmol*. 1994; 232(3):145-147.
19. De Moraes C.G., Reis A.S., Cavalcante A.F., Sano M.E., Susanna R., Jr. Choroidal expansion during the water drinking test. *Graefes Arch Clin Exper Ophthalmol*. 2009; 247(3):385-389.
20. Spaeth G.L., Vacharath N. Provocative tests and chronic simple glaucoma. I. Effect of atropine on the water-drinking test: intimations of central regulatory control. II. Fluorescein angiography provocative test: a new approach to separation of the normal from the pathological. *Brit J Ophthalmol*. 1972; 56(3):205-216.
21. Li D., Wang N., Wang B., Wang T., Jonas J.B. Modified dark room provocative test for primary angle closure. *J Glaucoma*. 2012; 21(3):155-159. doi: 10.1097/IJG.0b013e31820bd215
22. Волков В.В., Сухинина Л.Б., Устинова Е.И. Глаукома, преглаукома, офтальмогипертензия. Ленинград: Медицина; 1985. 216 с.
23. Астахов Ю.С., Акопов Е.Л., Даль Н.Ю., Потемкин В.В. Хронопериметрическая модификация вакуум-компрессионного автоматизированного теста. *Глаукома*. 2004; 1:15.
24. Морозова Н.В. Зрительные вызванные корковые потенциалы в диагностике и оценке стабилизации первичной открытоугольной глаукомы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2005. 15 с.
25. Морозова Н.В., Волков В.В., Астахов Ю.С. и др. Вакуум-компрессионная проба с контролем зрительных вызванных корковых потенциалов для оценки стабилизации глаукомы псевдонормального давления. *Клиническая офтальмология*. 2002; 3(2):56-58.

## References

1. Kiseleva O.A., Robustova O.V., Bessmertny A.M., Zakharova E.K., Avdeev R.V. Prevalence of primary glaucoma in representatives of different races and ethnic groups in the world. *Ophthalmology*. 2013; 10(3):5-8. (In Russ.).
2. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121(11):2081-2090. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013
3. Volkov V.V. Glaukoma otkrytougol'naja. [Open-angle glaucoma]. Moscow: MIA Publ.; 2008. 348 p. (In Russ.).
4. Elichev V.P. The pathogenesis, diagnosis, and treatment of primary open-angle glaucoma. *Russian medical journal*. 1998; 4:35-38. (In Russ.).
5. Geitzenauer W., Hitzinger C.K., Schmidt-Erfurth U.M. Retinal optical coherence tomography: past, present and future perspectives. *Br J Ophthalmol*. 2011; 95(2):171-177. doi:10.1136/bjo.2010.182170
6. Wollstein G., Garway-Heath D.F., Hitchings R.A. Identification of early glaucoma cases with the scanning laser ophthalmoscope. *Ophthalmology*. 1998; 105(8):1557-1563. doi:10.1016/S0161-6420(98)98047-2
7. Ustinova E.I. Metody ranney diagnostiki glaukomy. [Methods for early glaucoma diagnostics]. Moscow: Medicine Publ.; 1966. 190 p. (In Russ.).
8. Zhulmurzin S.K., Suleyeva B.O. Positional pilocarpic test for early detection of angle-closure glaucoma. *Vestn Oftalmol*. 1981; 4:12-13. (In Russ.).
9. Krasnov M.M. Clynostatic probe for early glaucoma diagnostics. *Vestn Oftalmol*. 1963; 1:26-30. (In Russ.).
10. Vodovozov A.M., Balalin S.V. New compression test significance in glaucoma and preglaucoma diagnosis. *Ophthalmologicheskij zhurnal*. 1989; 2:81-84. (In Russ.).
11. Vodovozov A.M., Balalin S.V. Optic nerve sensitivity to the intolerant intraocular pressure and its significance for early glaucoma diagnosis. *Ophthalmologicheskij zhurnal*. 1991; 3:144-148. (In Russ.).
12. Volkov V.V., Sukhinina L.B., Ter-Andriasov E.L. On the use of vacuum in compression-perimetric test in glaucoma diagnosis. *Vestn oftalmol*. 1981; 2:22-25. (In Russ.).
13. Ustinova E.I. Combined water-darkness campimetric test as a method of early glaucoma diagnosis. *Vestn oftalmol*. 1965; 4:14-17. (In Russ.).
14. Volkov V.V., Zhuravlev A.I. Optic disc in glaucoma. *Ophthalmologicheskij zhurnal*. 1982; 5:272-276. (In Russ.).
15. Astakhov Yu.S., Dal' N.Yu. Vacuum-compression test in early glaucoma diagnosis and the first results of its use. *Glaucoma*. 2001; 1:17-20. (In Russ.).
16. Armaly M.F., Krueger D.E., Maunder L., Becker B. et al. Biostatistical analysis of the collaborative glaucoma study. I. Summary report of the risk factors for glaucomatous visual-field defects. *Arch Ophthalmol*. 1980; 98(12):2163-2171.
17. 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. doi: 10.1111/ceo.12925
18. Diestelhorst M., Krieglstein G.K. The effect of the water-drinking test on aqueous humor dynamics in healthy volunteers. *Graefes Arch Clin Exper Ophthalmol*. 1994; 232(3):145-147.
19. De Moraes C.G., Reis A.S., Cavalcante A.F., Sano M.E., Susanna R., Jr. Choroidal expansion during the water drinking test. *Graefes Arch Clin Exper Ophthalmol*. 2009; 247(3):385-389.
20. Spaeth G.L., Vacharath N. Provocative tests and chronic simple glaucoma. I. Effect of atropine on the water-drinking test: intimations of central regulatory control. II. Fluorescein angiography provocative test: a new approach to separation of the normal from the pathological. *Brit J Ophthalmol*. 1972; 56(3):205-216.
21. Li D., Wang N., Wang B., Wang T., Jonas J.B. Modified dark room provocative test for primary angle closure. *J Glaucoma*. 2012; 21(3):155-159. doi: 10.1097/IJG.0b013e31820bd215
22. Volkov V.V., Sukhinina L.B., Ustinova E.I. Glaucoma, preglaucoma, ophthalmopertension. Leningrad: Medicine Publ.; 1985. 216 p. (In Russ.).
23. Astakhov Yu.S., Akopov E.L., Dal' N.Yu., Potemkin V.V. Chronoperimetric modification of the vacuum-compression automatized test. *Glaukoma*. 2004; 1:15. (In Russ.).
24. Morozova N.V. Visual evoked cortex potentials in diagnosis and stability evaluation of primary open-angle glaucoma: PhD thesis. Saint Petersburg; 2005. 15 p. (In Russ.).
25. Morozova N.V., Volkov V.V., Astakhov Yu.S. et al. Vacuum-compression test with visual-evoked cortex potentials control for the stabilization evaluation of pseudonormal pressure glaucoma. *Clinical ophthalmology*. 2002; 3(2):56-58. (In Russ.).

26. Опенкова Е.Ю. Вакуум-периметрическая проба и офтальмоплетизмография в ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы. Вестник ЮурГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». 2013; 13(4):114-116.
27. 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.
28. Вургафт М.Б. Компрессионно-тонометрические исследования при глаукоме. *Офтальмологический журнал*. 1952; 2:124-128.
29. Вургафт М.Б. О механизме снижения внутриглазного давления при компрессионной пробе. *Офтальмологический журнал*. 1954; 3:185-190.
30. Вургафт М.Б. О состоянии оттока и секреции водянистой влаги при компенсированной глаукоме. *Офтальмологический журнал*. 1955; 6:358-364.
31. Вургафт М.Б. Актуальные и спорные вопросы диагностики и лечения глаукомы. Учебное пособие. Ленинград; 1985. 107 с.
32. Вургафт М.Б., Жукова В.Н. Влияние сдавления глаза на тензио нормальных и глаукомных глаз (к диагностической ценности компрессионно-тонометрической пробы). *Офтальмологический журнал*. 1953; 2:89-95.
33. Опенкова Е.Ю. Вакуум-периметрическая проба и офтальмоплетизмография в ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». 2013; 13(4):114-116.
34. Краснов М.М. Новая модель гониоскопа. Вестник офтальмологии. 1956; 2:24-28.
35. Краснов М.М. Клиностатическая проба для ранней диагностики глаукомы. Вестник офтальмологии. 1963; 1:26.
36. Краснов М.М. Офтальмосфигмография у здоровых и больных глаукомой. Вестник офтальмологии. 1963; 2:18-25.
37. Данчева Л.Д., Жукова Н.В. Значение ночного стационара в общем комплексе раннего выявления глаукомы. *Офтальмологический журнал*. 1978; 1:3-6.
48. Wang B.S., Wang N.L., Congdon N., Lei K., Mani B. Pupil constriction can alter the accuracy of dark room provocative test. *Chin Med J (Engl)*. 2009; 122(21):2620-2623.
39. Domínguez-Dueñas F., Plaza-Espinosa L., Mundo-Fernández E.E., Jiménez-Reynoso C.A. et al. Early glaucoma screening using the ibopamine provocative test. *J Glaucoma*. 2016; 25(5):e441-5. doi: 10.1097/IJG.0000000000000343
40. Magacho L., Costa M.L., Lima F.E., Magacho B., Avila M.P. [Prostaglandin analogues reduce the ibopamine provocative test specificity in glaucoma]. *Arq Bras Oftalmol*. 2006; 69(2):193-196.
41. 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 псевдоэкзофиативного синдрома. Вестник офтальмологии. 2015; 131(6):11-15. doi: 10.17116/oftalma2015131611-15
42. Hyams S.W., Friedman Z., Neumann E. Elevated intraocular pressure in the prone position. A new provocative test for angle-closure glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1968; 66(4):661-672.
43. 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):459-63. doi: 10.1097/OPX.0000000000000220
44. Kanadani F.N., Moreira T.C.A., Campos L.F., Vianello M.P., Corradi J., Dorairaj S.K., Freitas A.L.A., Ritch R. A new provocative test for glaucoma. *J Curr Glaucoma Pract*. 2016; 10(1):1-3.
45. Головин С.С. Клиническая офтальмология. Москва, Ленинград; 1923.
46. Galin A., Aizawa M., Mc Lean J. Oral urea as an osmotic ocular hypotensive agent. *Arch Ophthalmol*. 1959; 62:1099-1100.
47. Linnér E. Ocular hypertension. II. A carbonic anhydrase inhibitor test for early detection of glaucoma. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1978; 56(2):179-190.
48. Bietti G., Bucci M. Le sostanze ocular ad azione osmotica. *Boll Oculist*. 1967; 45(11):735-770.
49. Drance S.M., Saheb N.E., Schulzer M. Schulzer M. Response to topical epinephrine in chronic open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1978; 96(6):1001-1002.
26. Openkova E.Yu. Vacuum-perimetric test and ophthalmoplethysmography in the early diagnosis of primary open-angle glaucoma. Bulletin of the South Ural State University. Series "Education, healthcare, physical culture". 2013; 13(4):114-116. (In Russ.).
27. Fokin V.P., Balalin S.V. Study of optic nerve intolerance to the compressive ophthalmohypertension by the over-threshold computer static perimetry in glaucoma and pseudoglaucoma patients and people with ophthalmohypertension. *Glaucoma*. 2008; 2:2-9. (In Russ.).
28. Vurgaft M.B. Compression tonometry in glaucoma. *Ophthalmology Journal*. 1952; 2:124-128. (In Russ.).
29. Vurgaft M.B. On the mechanism of intraocular pressure reduction in the compression probe. *Ophthalmology Journal*. 1954; 3:185-190. (In Russ.).
30. Vurgaft M.B. On the state of aqueous humor secretion and outflow in stable glaucoma process. *Ophthalmology Journal*. 1955; 6:358-364. (In Russ.).
31. Vurgaft M.B. Aktual'nye i spornye voprosy diagnostiki i lecheniya glaukomy [Current and controversial issues of glaucoma diagnostics and treatment]. Textbook. Leningrad; 1985. 107 p. (In Russ.).
32. Vurgaft M.B., Zhukov V.N. Effect of eye compression on the pressure in normal and glaucoma eyes (on the diagnostic value of compression-tonometric test). *Ophthalmology Journal*. 1953; 2:89-95. (In Russ.).
33. Openkova E.Yu. Vacuum-perimeter sample and ophthalmoplethysmography in the early diagnosis of primary open-angle glaucoma. Bulletin of the South Ural University. Series "Education, healthcare Service, Physical Education". 2013; 13(4):114-116. (In Russ.).
34. Krasnov M.M. The new gonioscope model. *Vestn Oftalmol*. 1956; 2:24-28. (In Russ.).
35. Krasnov M.M. Clinostatic test for early glaucoma diagnosis. *Vestn Oftalmol*. 1963; 1:26. (In Russ.).
36. Krasnov M.M. Ophthalmosphigmography in healthy people and patients with glaucoma. *Vestn Oftalmol*. 1963; 2:8-25. (In Russ.).
37. Dancheva L.D., Zhukova N.V. Night inpatient ward meaning in the common complex of glaucoma early diagnosis. *Ophthalmology journal*. 1978; 1:3-6. (In Russ.).
48. Wang B.S., Wang N.L., Congdon N., Lei K., Mani B. Pupil constriction can alter the accuracy of dark room provocative test. *Chin Med J (Engl)*. 2009; 122(21):2620-2623.
39. Domínguez-Dueñas F., Plaza-Espinosa L., Mundo-Fernández E.E., Jiménez-Reynoso C.A. et al. Early glaucoma screening using the ibopamine provocative test. *J Glaucoma*. 2016; 25(5):e441-5. doi: 10.1097/IJG.0000000000000343
40. Magacho L., Costa M.L., Lima F.E., Magacho B., Avila M.P. [Prostaglandin analogues reduce the ibopamine provocative test specificity in glaucoma]. *Arq Bras Oftalmol*. 2006; 69(2):193-196.
41. Frankovska-Gerlak M.Z., Brizhak P.E., Men'shikov A.Y. Functional loading test with caffeine as a detection method for hydrodynamic disturbances in patients with cataract and pseudoexfoliation syndrome. *Vestn Oftalmol*. 2015; 131(6):11-15. (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2015131611-15
42. Hyams S.W., Friedman Z., Neumann E. Elevated intraocular pressure in the prone position. A new provocative test for angle-closure glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1968; 66(4):661-672.
43. 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):459-63. doi: 10.1097/OPX.0000000000000220
44. Kanadani F.N., Moreira T.C.A., Campos L.F., Vianello M.P., Corradi J., Dorairaj S.K., Freitas A.L.A., Ritch R. A new provocative test for glaucoma. *J Curr Glaucoma Pract*. 2016; 10(1):1-3.
45. Golovin S.S. Clinical ophthalmology. Moscow, Leningrad, 1923. (In Russ.).
46. Galin A., Aizawa M., Mc Lean J. Oral urea as an osmotic ocular hypotensive agent. *Arch Ophthalmol*. 1959; 62:1099-1100.
47. Linnér E. Ocular hypertension. II. A carbonic anhydrase inhibitor test for early detection of glaucoma. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1978; 56(2):179-190.
48. Bietti G., Bucci M. Le sostanze ocular ad azione osmotica. *Boll Oculist*. 1967; 45(11):735-770.
49. Drance S.M., Saheb N.E., Schulzer M. Schulzer M. Response to topical epinephrine in chronic open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1978; 96(6):1001-1002.

Поступила / Received / 19.05.2019