

# Особенности реакции на пилокарпин у пациентов с глаукомой низкого давления

СТЕПАНОВА Е.А., к.м.н., доцент кафедры офтальмологии;

ЛЕБЕДЕВ О.И., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии.

ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, 644099, Российская Федерация, Омск, ул. Ленина, 12.

**Финансирование:** авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.  
**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Для цитирования:** Степанова Е.А., Лебедев О.И. Особенности реакции на пилокарпин у пациентов с глаукомой низкого давления. *Национальный журнал глаукома.* 2022; 21(4):29-35.

## Резюме

**ЦЕЛЬ.** Определение типа реакции на пилокарпин у пациентов с глаукомой низкого давления (ГНД) и изучение характера оттока жидкости по основным путям при разных типах реакции на пилокарпин.

**МЕТОДЫ.** В группу наблюдения вошел 21 человек (42 глаза) с ГНД в возрасте от 51 до 80 лет (средний возраст  $68 \pm 9,8$  лет). Условиями включения в исследование были эметропия и отсутствие в анамнезе лазерных и хирургических вмешательств на исследуемом глазу. Степень открытия угла передней камеры соответствовала среднеширокому или широкому по классификации А.П. Нестерова. Начальная стадия ГНД была установлена на 16 глазах, развитая стадия — на 12 глазах, далеко зашедшая стадия — на 14 глазах.

Обследование проводилось как у больных с впервые выявленной глаукомой, так и у пациентов с ранее установленным диагнозом, получавших медикаментозную гипотензивную терапию. В последнем случае больным было рекомендовано отменить инстилляцию гипотензивных препаратов за 10–14 дней до проведения исследования.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Положительная пилокарпиновая проба была зарегистрирована на 5 глазах (12%), отрицательная — на 6 глазах (14%) и парадоксальная — на 31 глазу (74%) у больных ГНД.

Глубина передней камеры, толщина хрусталика и длина передне-задней оси глаза у пациентов с парадоксальной

и положительной реакциями на пилокарпин статистически значимо не различались. Следовательно, в исследуемых глазах отсутствуют анатомические предпосылки к развитию того или иного типа реакции на пилокарпиновую пробу.

При положительной реакции на пилокарпиновую пробу коэффициент легкости оттока по дренажному пути достоверно выше, а в абсолютных цифрах приближается к нормальным значениям. У этих пациентов сохранены резервы дренажного оттока.

При парадоксальной реакции на пилокарпин коэффициент легкости оттока по дренажному пути достоверно снижен и низок в абсолютных цифрах. Ухудшение оттока по увеосклеральному пути при инстилляциях пилокарпина приводит к повышению внутриглазного давления.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** У большинства пациентов с ГНД регистрируется парадоксальная реакция на пилокарпиновую пробу. Высокая чувствительность данной пробы позволяет рекомендовать ее в качестве диагностического теста при ГНД.

Различные типы реакции на пилокарпин у пациентов с ГНД ассоциированы с интенсивностью оттока внутриглазной жидкости по дренажному и увеосклеральному путям.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глаукома, дренажный отток, увеосклеральный отток, пилокарпин.

## Для контактов:

Степанова Екатерина Андреевна, e-mail: [ekat\\_andr55@mail.ru](mailto:ekat_andr55@mail.ru)

## ORIGINAL ARTICLE

## Types of reaction to pilocarpine in patients with low-tension glaucoma

STEPANOVA E.A., Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Academic Department of Ophthalmology;  
LEBEDEV O.I., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Academic Department of Ophthalmology.

Omsk State Medical University, 12 Lenina St., Omsk, Russian Federation, 644099.

*Funding:* the authors received no specific funding for this work.

*Conflicts of Interest:* none declared.

**For citations:** Stepanova E.A., Lebedev O.I. Types of reaction to pilocarpine in patients with low-tension glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2022; 21(4):29-35.

## Abstract

**PURPOSE.** To determine the types of reaction to pilocarpine in patients with low-tension glaucoma (LTG) and study the nature of fluid outflow along the main pathways in different types of reaction to pilocarpine.

**METHODS.** The observation group included 21 people (42 eyes) with LTG aged 51 to 80 years (average age  $68 \pm 9.8$  years). The criteria for inclusion in the study were emmetropic refraction and no previous laser and surgical interventions on the examined eye. The anterior chamber angle corresponded to medium-wide or wide according to the classification by A.P. Nesterov. The initial stage of LTG was established in 16 eyes, developed stage — 12 eyes, advanced stage — 14 eyes.

The examination was carried out both in patients with newly diagnosed glaucoma and in patients with previously established diagnosis who received hypotensive drug therapy; in the latter case the patients were recommended to cease instillations of hypotensive drugs 10–14 days prior to the examination.

**RESULTS.** Among the studied LTG patients, positive pilocarpine test was registered in 5 eyes (12%), negative — in 6 eyes (14%), and paradoxical — in 31 eyes (74%).

The obtained data revealed no statistically significant differences in the initial values of anterior chamber depth, lens thickness and axial eye length between patients with

paradoxical and positive reactions to pilocarpine. Therefore, there are no anatomical prerequisites for the development of a particular type of reaction to the pilocarpine test in the studied eyes.

The ease of outflow coefficient (EOC) for the drainage pathway is significantly reduced in patients with positive reaction to pilocarpine, which in absolute numbers approaches normal values. In these patients the drainage outflow reserves are preserved.

In persons with paradoxical reaction to pilocarpine, EOC for the drainage pathway is significantly reduced and is low in absolute numbers. Deterioration of the outflow along the uveoscleral pathway in pilocarpine instillations leads to elevated intraocular pressure.

**CONCLUSION.** The majority of patients with low-tension glaucoma have a paradoxical reaction to the pilocarpine test. The sufficiently high sensitivity of the sample allows recommending it as a diagnostic test for this type of glaucoma.

Different types of reaction to pilocarpine in patients with low-tension glaucoma are associated with the intensity of intraocular fluid outflow over the drainage and uveoscleral pathways.

**KEYWORDS:** glaucoma, drainage outflow, uveoscleral outflow, pilocarpine.

Несмотря на успехи науки в раскрытии механизмов патогенеза глаукомы и всё возрастающее многообразие медикаментозных, лазерных и хирургических методов лечения, глаукома остаётся одной из главных причин слабости зрения и слепоты в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, количество глаукомных больных в мире колеблется от 60,5 до 105 миллионов человек, в ближайшие 10 лет оно увеличится на 10 миллионов. В России, по оценкам некоторых авторов, насчитывается около 1 180 708 больных глаукомой, однако, это только подтвержденные случаи, реальные же цифры могут быть значительно выше [1].

Глаукома с низким давлением (ГНД) считается разновидностью первичной открытоугольной глаукомы, доля ГНД в ее структуре составляет, по данным разных авторов, 11%...92% [2–6]. Такой разброс данных о частоте ГНД авторы объясняют вариабельностью распространения болезни в разных регионах мира и отличающимися подходами к диагностике.

В целом клиническая картина ГНД изучена недостаточно. Детально описаны лишь отдельные клинические симптомы: экскавация диска зрительного нерва и дефекты поля зрения [7–17]. Имеются единичные работы, посвященные характеру изменения внутриглазного давления (ВГД) при суточной

тонометрии [18–20], динамике тонографических показателей [21, 22], оценке результатов разгрузочных проб [23, 24].

Так, некоторые авторы исследовали характер тонографической кривой при ГНД [18–20]. Максимальные показатели ВГД наблюдались в интервале 8–12 часов, а минимальные — при отходе ко сну и в первой половине ночи. Суточные колебания ВГД при ГНД менее выражены, чем при типичной глаукоме (в среднем 3,2 мм рт.ст.) [25]. Поэтому Волков В.В. (2001) рекомендовал наряду с офтальмотонусом проследивать и суточные колебания артериального давления. Самыми неблагоприятными, по мнению автора, должны рассматриваться те периоды, когда одновременно с подъемом ВГД отмечается снижение артериального давления. Кроме того, автор указывает на то, что асимметрия показателей ВГД парных глаз является важным критерием в диагностике ГНД [7].

По данным Супрун А.В. и соавт. (1989), по мере прогрессирования ГНД отмечается нарастание сопротивления оттоку внутриглазной жидкости, что, несмотря на сниженную секрецию, приводит к повышению ВГД в терминальной стадии до 35 мм рт.ст. Авторы оценивали изменения общего коэффициента легкости оттока и секреции водянистой влаги [21].

Проведённые нами исследования показали, что при ГНД общий коэффициент легкости оттока и коэффициент легкости оттока по дренажному пути ниже нормы и имеет тенденцию к уменьшению по мере развития заболевания; коэффициент легкости оттока по увеосклеральному пути увеличивается в начальной и развитой стадиях заболевания, а в далеко зашедшей стадии уменьшается. Увеосклеральный коэффициент, характеризующий долю увеосклерального оттока в общем, увеличивался по мере прогрессирования заболевания, начиная с начальной стадии [22].

Юсупов А.Ю. с соавт. (1988) указывают на высокую чувствительность пробы по Водовозову с глицероаскорбатом у больных с ГНД. Диагностическая эффективность пробы составила 77,5%. Пилокарпиновая проба, по данным тех же авторов, оказалась положительной лишь у 28% обследованных, а у остальных 72% отмечалась парадоксальная реакция на пилокарпин. Авторы объясняли это явление появлением зрачкового блока в результате резкого миоза [23].

Тарасова Л.Н. с соавт. (2003) зарегистрировали положительную пилокарпиновую пробу у 29% пациентов с ГНД с относительно низким офтальмотонусом и у 89% больных ГНД с относительно высоким ВГД. О наличии парадоксальной реакции на пилокарпин авторы не упоминают [24].

Таким образом, высокий процент слепоты от глаукомы, данные о значительной распространенности ГНД и недостаточная изученность особенностей

течения заболевания позволяют считать исследования в данном направлении актуальными.

Целью нашей работы явилось определение типа реакции на пилокарпин у пациентов с ГНД и изучение характера оттока жидкости по основным путям при разных типах реакции на пилокарпин.

## Материалы и методы

В группу наблюдения вошел 21 человек (42 глаза) с ГНД в возрасте от 51 до 80 лет (в среднем  $68 \pm 9,8$  лет). Условиями включения в исследование были эметропическая рефракция и отсутствие в анамнезе лазерных и хирургических вмешательств на исследуемом глазу. Степень открытия угла передней камеры соответствовала среднеширокому или широкому по классификации А.П. Нестерова. Распределение по стадиям заболевания было следующим: начальная стадия ГНД была установлена на 16 глазах, развитая стадия — на 12 глазах, далеко зашедшая стадия — на 14 глазах.

Обследование проводилось как у больных с впервые выявленной глаукомой, так и у пациентов с ранее установленным диагнозом, получавших медикаментозную гипотензивную терапию. В последнем случае больным было рекомендовано отменить инстилляцию гипотензивных препаратов за 10–14 дней до проведения исследования.

Клиническое обследование пациентов включало в себя: сбор анамнеза, визометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, гониоскопию, тонометрию, периметрию, разгрузочную пилокарпиновую пробу, определение толерантного давления по Водовозову с кампиметрическим и периметрическим контролем, общеклинические исследования.

Критериями диагностики ГНД явились: типичные для глаукомы изменения диска зрительного нерва и поля зрения; уровень ВГД без лечения, находящийся в пределах среднестатистической нормы, но превышающий значение индивидуально-толерантного давления; открытый угол передней камеры при гониоскопии; отсутствие каких-либо причин для развития вторичной глаукомы.

Пилокарпиновую пробу проводили по стандартной методике. ВГД измеряли до и через 1,5 часа после трёхкратной инстилляции 1% раствора пилокарпина с интервалом в 5 минут. Пробу считали положительной, если ВГД снижалось на 5 мм рт.ст. и более, отрицательной, если ВГД не изменялось или снижалось менее чем на 5 мм рт.ст. и парадоксальной при повышении ВГД.

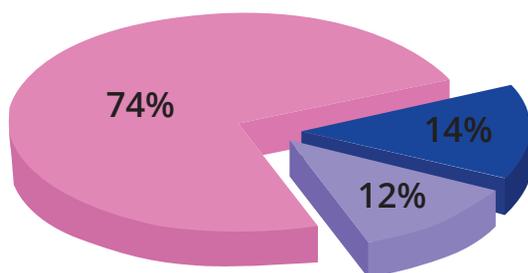
До проведения пилокарпиновой пробы всем пациентам делали ультразвуковую эхобиометрию с целью измерения исходной глубины передней камеры, толщины хрусталика и длины переднезадней оси глаза. Эхобиометрия глаз проводилась с помощью ультразвукового аппарата Nidec Echo-scan Model US-2500.

Таблица 1. Данные ультразвуковой эхобиометрии у больных ГНД с парадоксальной и положительной реакцией на пилокарпиновую пробу,  $M \pm m$ .

Table 1. Ultrasound biometry data of LTG patients with paradoxical and positive reactions to the pilocarpine test,  $M \pm m$ .

| Показатели, мм<br>Indicators, mm                  | У пациентов с парадоксальной реакцией (n=31)<br>Patients with paradoxical reaction (n=31) | У пациентов с положительной реакцией (n=5)<br>Patients with positive reaction (n=5) |
|---|---|---|
| Глубина передней камеры<br>Anterior chamber depth | 2,57±0,43   | 2,82±0,38   |
| Толщина хрусталика<br>Lens thickness              | 4,73±0,48   | 4,82±0,38   |
| Передне-задняя ось глаза<br>Axial eye length      | 23,01±1,13  | 23,35±0,57  |

**Примечание.** Достоверность различий рассчитана между группами сравнения по критерию Стьюдента.  
**Note.** The reliability of the differences was calculated between the comparison groups using Student's t-test.



**Рис. 1.** Характер распределения типов реакции на пилокарпиновую пробу у пациентов с ГНД: парадоксальная (■), отрицательная (■), положительная (■).

**Fig. 1.** Distribution profile for types of reaction to the pilocarpine test in patients with low-tension glaucoma: paradoxical (■), negative (■), positive (■).

Состояние гидродинамики глаз оценивали следующим образом. В первый день проводили электронную тонографию. Для тонографии использовался электронный тонограф ТНЦ-100-С с четырёхминутной записью кривой. Определяли общий коэффициент легкости оттока ( $C_{\text{общ}}$ ) по таблицам М.М. Краснова (1974). На следующий день выполняли тонографию с одновременной блокадой дренажного пути оттока с помощью перилимбального вакуум-компрессионного кольца по методике проф. Косых Н.В. [26].

Обследуемого укладывали на кушетку лицом вверх. Производили инстилляционную анестезию 0,4% раствором инокаина. Пациент фиксировал взор на специальной метке над головой. На глаз устанавливали вакуум-компрессионное кольцо, следя, чтобы оно располагалось концентрично лимбу. На роговицу инстиллировали несколько капель дистиллированной воды и устанавливали датчик тонографа. В течение нескольких

секунд записывали исходный уровень офтальмотонуса, затем подключали вакуум. Исследование длилось 4 минуты. По истечении этого времени вакуум отключали и еще несколько секунд продолжали запись.

Расчеты увеосклерального коэффициента легкости оттока производили по таблицам Краснова М.М. (1974). Результат уменьшали на 12%, что необходимо для нейтрализации систематической ошибки, вызванной дополнительной компрессией глаза самим вакуум-компрессионным кольцом.

Коэффициент легкости оттока по дренажной системе глаза ( $C_{\text{др}}$ ) мы находили как разность между общим и увеосклеральными коэффициентами легкости оттока:  $C_{\text{др}} = C_{\text{общ}} - C_{\text{ув}}$ .

Еще одним показателем гидродинамики глаза, который можно рассчитать при помощи вышеуказанной методики, является увеосклеральный коэффициент ( $K_{\text{ув}}$ ), характеризующий долю увеосклерального оттока в общем. Увеосклеральный коэффициент вычисляли как частное от деления увеосклерального коэффициента легкости оттока на общий коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости:  $K_{\text{ув}} = C_{\text{ув}} / C_{\text{общ}}$ .

## Результаты и обсуждение

В результате исследования получены следующие данные (рис. 1). У больных ГНД положительная пилокарпиновая проба зарегистрирована на 5 глазах (12%), отрицательная — на 6 глазах (14%) и парадоксальная — на 31 глазу (74%).

Результаты анализа эхобиометрии у больных с парадоксальной и положительной реакцией приведены в табл. 1.

Полученные в ходе исследования данные не выявили статистически достоверных различий в исходных значениях глубины передней камеры,

Таблица 2. Показатели гидродинамики у больных ГНД с парадоксальной и положительной реакцией на пилокарпиновую пробу,  $M \pm m$ .

Table 2. Hydrodynamic parameters in LTG patients with paradoxical and positive reactions to the pilocarpine test,  $M \pm m$ .

| Показатели<br>Indicators   | У пациентов с парадоксальной реакцией (n=31)<br>Patients with paradoxical reaction (n=31) | У пациентов с положительной реакцией (n=5)<br>Patients with positive reaction (n=5) |
|--|---|---|
| $C_{\text{общ}}$ ( $\text{мм}^3/\text{мин}\cdot\text{мм рт.ст.}$ )<br>Overall EOC ( $\text{mm}^3/\text{min}\cdot\text{mm Hg}$ )            | $0,23 \pm 0,06$   | $0,22 \pm 0,06$   |
| $C_{\text{др}}$ ( $\text{мм}^3/\text{мин}\cdot\text{мм рт.ст.}$ )<br>Drainage pathway EOC ( $\text{mm}^3/\text{min}\cdot\text{mm Hg}$ )    | $0,06 \pm 0,03$   | $0,10 \pm 0,03^*$   |
| $C_{\text{ув}}$ ( $\text{мм}^3/\text{мин}\cdot\text{мм рт.ст.}$ )<br>Uveoscleral pathway EOC ( $\text{mm}^3/\text{min}\cdot\text{mm Hg}$ ) | $0,17 \pm 0,04$   | $0,11 \pm 0,03^{**}$  |
| Увеосклеральный коэффициент<br>Uveoscleral coefficient   | $0,76 \pm 0,11$   | $0,56 \pm 0,07^{**}$  |

**Примечание.** Достоверность различий выполнена между группами сравнения по критерию Стьюдента. Знаком \* отмечены достоверные отличия при  $p < 0,05$ ; знаком \*\* — при  $p < 0,01$ .

**Note.** The reliability of differences was calculated between the comparison groups using Student's t-test. The asterisk \* indicates significant differences at  $p < 0.05$ ; double asterisk \*\* — at  $p < 0.01$ .

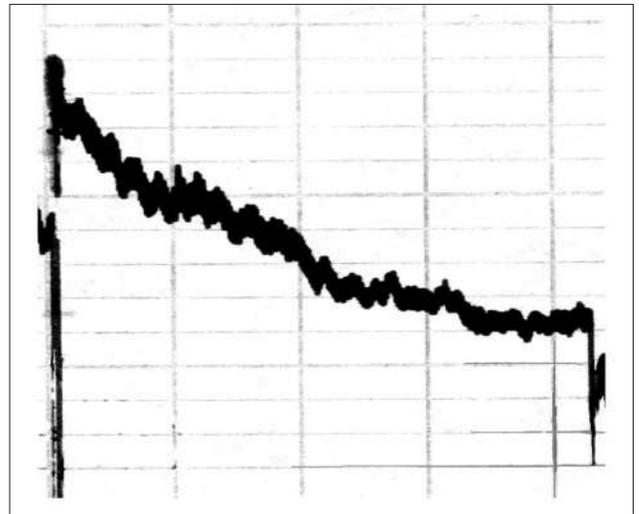
толщины хрусталика и длины переднезадней оси глаза у пациентов с парадоксальной и положительной реакциями на пилокарпин. Следовательно, в исследуемых глазах отсутствуют анатомические предпосылки к развитию того или иного типа реакции на пилокарпиновую пробу.

Как известно, пилокарпин неоднозначно влияет на отток жидкости из глаза, поскольку одновременно с активацией дренажного оттока вызывает затруднение пассажа по увеосклеральному пути [26]. При этом эффект, оказываемый миотиками на дренажный отток, в два раза превышает действие на увеосклеральный отток [27]. Однако усиление дренажного оттока возможно только при наличии резерва для такого оттока [28]. В связи с этим мы посчитали целесообразным рассмотреть исходный уровень гидродинамических показателей у пациентов с различными типами реакции на пилокарпин.

В табл. 2 представлены результаты исследования  $C_{\text{общ}}$ ,  $C_{\text{др}}$ ,  $C_{\text{ув}}$ ,  $K_{\text{ув}}$  у больных ГНД с парадоксальной и положительной реакцией на пилокарпиновую пробу.

Из анализа таблицы следует, что  $C_{\text{общ}}$  в группах сравнения не имеет достоверных различий.  $C_{\text{др}}$  достоверно ниже, а  $C_{\text{ув}}$  достоверно выше у пациентов с парадоксальной реакцией на пилокарпин в сравнении с группой больных, имеющих положительную пилокарпиновую пробу. Соответственно,  $K_{\text{ув}}$  в группе с парадоксальной реакцией достоверно выше.

На рис. 2 и рис. 3 представлены тонограммы оттока внутриглазной жидкости по увеосклеральному пути у больных ГНД с парадоксальной и положительной реакцией на пилокарпиновую пробу.

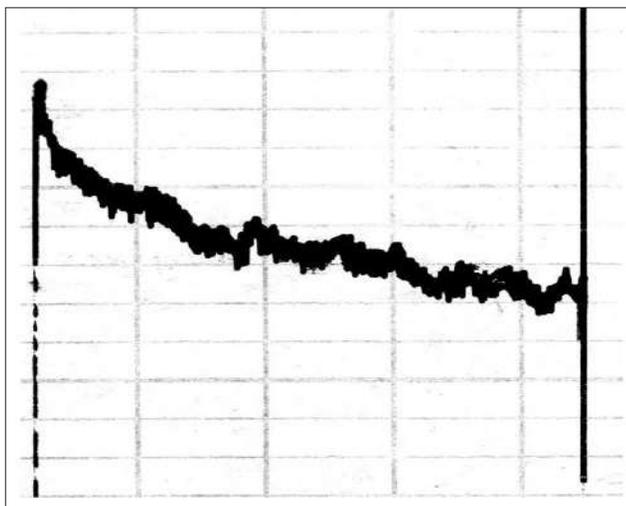


**Рис. 2.** Тоннограмма оттока внутриглазной жидкости по увеосклеральному пути у пациента с парадоксальной реакцией на пилокарпиновую пробу.

**Fig. 2.** Tonogram of the intraocular fluid outflow along the uveoscleral pathway in a patient with paradoxical reaction to the pilocarpine test.

В обоих случаях  $C_{\text{общ}}$  был равен  $0,25 \text{ мм}^3/\text{мин}\cdot\text{мм рт.ст.}$ . А  $C_{\text{ув}}$  составлял  $0,2$  и  $0,12 \text{ мм}^3/\text{мин}\cdot\text{мм рт.ст.}$ , соответственно.  $C_{\text{др}}$  в рассматриваемых случаях был равен  $0,05$  и  $0,13 \text{ мм}^3/\text{мин}\cdot\text{мм рт.ст.}$ , а  $K_{\text{ув}}$  — соответственно,  $0,8$  и  $0,48$ .

Учитывая выявленные особенности гидродинамики в группах сравнения, различные типы реакции на пилокарпин можно объяснить следующим образом. У больных с положительной реакцией



**Рис. 3.** Тонограмма оттока внутриглазной жидкости по увеосклеральному пути у пациента с положительной реакцией на пилокарпиновую пробу.

**Fig. 3.** Tonogram of the intraocular fluid outflow along the uveoscleral pathway in a patient with positive reaction to the pilocarpine test.

на пилокарпиновую пробу  $C_{др}$  достоверно выше, а в абсолютных цифрах приближается к значениям нормы. У этих пациентов сохранены резервы дренажного оттока. Поэтому ухудшение оттока по увеосклеральному пути не приводит к повышению

## Литература

1. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей. Под ред. Егорова Е.А., Еричева В.П. 4-е издание, исправленное и дополненное. М: ГЭОТАР-Медиа 2019; 384. <https://doi.org/10.33029/9704-5442-8-GLA-2020-1-384>.
2. Бунин А.Я., Яковлев А.А. К проблеме патогенеза и лечения разновидностей первичной открытоугольной глаукомы. *Глаукома* 2003; 3:3-5.
3. Rotchford AP, Johnson GJ. Glaucoma in Zulus: a population-based cross-sectional survey in a rural district in South Africa. *Arch Ophthalmol* 2002; 120(4):471-478. <https://doi.org/10.1001/archophth.120.4.471>
4. Bonomi L, Marchini G, Marraffa M, Bernardi P, De Franco I, Perfetti S, et al. Prevalence of glaucoma and intraocular pressure distribution in a defined population. The Egna-Neumarkt Study. *Ophthalmology* 1998; 105(2):209-215. Comment in: *Ophthalmology* 2001; 108(9):1514. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(98\)92665-3](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(98)92665-3)
5. Klein BE, Klein R, Sponsel WE, Franke T, Cantor LB, Martone J, et al. Prevalence of glaucoma. The Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology* 1992; 99(10):1499-1504. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(92\)31774-9](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(92)31774-9)
6. Sommer A, Tielsch JM, Katz J, Quigley HA, Gottsch JD, Javitt J, et al. Relationship between intraocular pressure and primary open-angle glaucoma among white and black Americans. The Baltimore Eye Survey. *Arch Ophthalmol* 1991; 109(8):1090-1095. <https://doi.org/10.1001/archophth.1991.01080080050026>
7. Волков В.В. Глаукома при псевдонормальном давлении. М: Медицина 2001; 350.
8. Eid TE, Spaeth GL, Moster MR, Augsburger JJ. Quantitative differences between the optic nerve head and peripapillary retina in low-tension and high-tension primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1997; 124(6):805-13. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)71698-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)71698-8)

ВГД, а наоборот, сопровождается снижением ВГД вследствие активации дренажного оттока. У лиц с парадоксальной реакцией на пилокарпин  $C_{др}$  достоверно снижен и низок в абсолютных цифрах. Возможно, его компенсаторные резервы исчерпаны. Поэтому ухудшение оттока по увеосклеральному пути при инстилляциях пилокарпина приводит к повышению ВГД.

## Заключение

Следует констатировать, что у большинства пациентов с ГНД регистрируется парадоксальная реакция на пилокарпиновую пробу. Достаточно высокая чувствительность данной пробы дает возможность рекомендовать ее в качестве диагностического теста при данной разновидности глаукомы.

Различные типы реакции на пилокарпин у пациентов с ГНД ассоциированы с интенсивностью оттока внутриглазной жидкости по дренажному и увеосклеральному путям.

## Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Лебедев О.И.

Сбор и обработка материала: Лебедев О.И., Степанова Е.А.

Статистическая обработка: Степанова Е.А.

Написание статьи: Степанова Е.А.

Редактирование: Лебедев О.И.

## References

1. Natsional'noe rukovodstvo po glaukome: dlya praktikuyushchikh vrachei [National glaucoma guidelines for practitioners]. Edited by Egorov E.A., Erichev V.P. 4th edition, corrected and supplemented. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2019. 384 p. <https://doi.org/10.33029/9704-5442-8-GLA-2020-1-384>.
2. Bunin A.Ya., Yakovlev A.A. On the problem of pathogenesis and treatment of varieties of primary open-angle glaucoma. *Glaucoma* 2003; 3:3-5
3. Rotchford AP, Johnson GJ. Glaucoma in Zulus: a population-based cross-sectional survey in a rural district in South Africa. *Arch Ophthalmol* 2002; 120(4):471-478. <https://doi.org/10.1001/archophth.120.4.471>
4. Bonomi L, Marchini G, Marraffa M, Bernardi P, De Franco I, Perfetti S, et al. Prevalence of glaucoma and intraocular pressure distribution in a defined population. The Egna-Neumarkt Study. *Ophthalmology* 1998; 105(2):209-215. Comment in: *Ophthalmology* 2001; 108(9):1514. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(98\)92665-3](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(98)92665-3)
5. Klein BE, Klein R, Sponsel WE, Franke T, Cantor LB, Martone J, et al. Prevalence of glaucoma. The Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology* 1992; 99(10):1499-1504. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(92\)31774-9](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(92)31774-9)
6. Sommer A, Tielsch JM, Katz J, Quigley HA, Gottsch JD, Javitt J, et al. Relationship between intraocular pressure and primary open-angle glaucoma among white and black Americans. The Baltimore Eye Survey. *Arch Ophthalmol* 1991; 109(8):1090-1095. <https://doi.org/10.1001/archophth.1991.01080080050026>
7. Volkov V.V. Glaukoma psevdonormal'nogo davleniya [Glaucoma with pseudonormal pressure] Moscow, Meditsina Publ., 2001. 350 p
8. Eid TE, Spaeth GL, Moster MR, Augsburger JJ. Quantitative differences between the optic nerve head and peripapillary retina in low-tension and high-tension primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1997; 124(6):805-13. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)71698-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)71698-8)

9. Adlina AR, Alisa-Victoria K, Shatriah I, Liz-Sharmini AT, Ahmada MS. Optic disc topography in Malay patients with normal-tension glaucoma and primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2014; 8:2533-2539. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S71136>
10. Kiriyaama N, Ando A, Fukui C, Nambu H, Nishikawa M, Terauchi H, Kuwahara A, et al. A comparison of optic disc topographic parameters in patients with primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2003; 241(7):541-545. <https://doi.org/10.1007/s00417-003-0702-0>
11. Thonginnetra O, Greenstein VC, Chu D, Liebmann JM, Ritch R, Hood DC. Normal versus high tension glaucoma: a comparison of functional and structural defects. *J Glaucoma* 2010; 19(3):151-157. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318193c45c>
12. Traynis I, De Moraes CG, Raza AS, Liebmann JM, Ritch R, Hood DC. Prevalence and nature of early glaucomatous defects in the central 10 degrees of the visual field. *JAMA Ophthalmol* 2014; 132(3):291-7. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2013.7656>
13. Cho H.K., Lee J., Lee M., Kee C. Initial central scotomas vs peripheral scotomas in normal-tension glaucoma: clinical characteristics and progression rates. *Eye (Lond)* 2014; 28(3):303-311. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.285>
14. Kim K.N., Jeoung J.W., Park K.H., Kim D.M., Ritch R. Relationship between preferred sleeping position and asymmetric visual field loss in open-angle glaucoma patients. *Am J Ophthalmol* 2014; 157(3): 739-745. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2013.12.016>
15. Lee J., Kong M., Kim J., Kee C. Comparison of visual field progression between relatively low and high intraocular pressure groups in normal tension glaucoma patients. *J Glaucoma* 2014; 23(8):553-560. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829484c6>
16. Ernest P.J., Schouten J.S., Beckers H.J., Hendrikse F., Prins M.H., Webers C.A. An evidence-based review of prognostic factors for glaucomatous visual field progression. *Ophthalmology* 2013; 120(3): 512-519. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.09.005>
17. De Moraes C.G., Liebmann J.M., Liebmann C.A., Susanna R. Jr., Tello C., Ritch R. Visual field progression outcomes in glaucoma subtypes. *Acta Ophthalmol* 2013; 91(3):288-293. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2011.02260.x>
18. De Vivero C., O'Brien C., Lanigan L., Hitchings R. Diurnal intraocular pressure variation in low-tension glaucoma. *Eye* 1994; 8(5):521-523. <https://doi.org/10.1038/eye.1994.129>
19. Yamagami J., Araie M., Aihara M., Yamamoto S. Diurnal variation in intraocular pressure of normal-tension glaucoma eyes. *Ophthalmology* 1993; 100(5):643-650. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(93\)31594-0](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(93)31594-0)
20. Sogano S., Yamamoto T., Kitazawa Y. IOP change over time in normal-tension glaucoma. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 1993; 97(1):65-70.
21. Супрун А.В., Гусев Е.В., Ефимова М.Н. Клиника и некоторые вопросы патогенеза глаукомы с низким давлением. *Офтальмологический журнал* 1989; 2:89-92.
22. Степанова Е.А. Клинические особенности глаукомы с нормальным давлением. Автореф. дисс. канд. мед. наук. Омск: 2006. 28.
23. Юсупов А.Ю., Салиев М.С., Закирова З.И., Василенко А.В. Некоторые особенности клинических проявлений глаукомы с относительно низким офтальмотонусом и различным уровнем артериального давления. *Вестник офтальмологии* 1988; 104(5):6-8.
24. Тарасова Л.Н., Григорьева Е.Г., Абаймов М.А., Сайфулина И.А. Некоторые аспекты патогенеза глаукомы нормального давления. *Вестник офтальмологии* 2003; 119(3):8-11.
25. Григорьева Е.Г. Клиника глаукомы нормального давления. *Вестник офтальмологии* 2003; 119(1):7-10.
26. Косых Н.В. Увеосклеральный отток внутриглазной жидкости при первичной глаукоме: автореф. дисс. канд. мед. наук. Омск: 1982. 24.
27. Логинова Н.Е. Возможности медикаментозной активации увеосклерального оттока у больных первичной открытоугольной глаукомой. Автореферат диссертации кандидата медицинских наук. Красноярск: 2002; 18.
28. Нестеров А.П., Банин В.В., Симонова С.В. Роль цилиарной мышцы в физиологии и патологии глаза. *Вестник офтальмологии* 1999; 115(2):13-15.
9. Adlina AR, Alisa-Victoria K, Shatriah I, Liz-Sharmini AT, Ahmada MS. Optic disc topography in Malay patients with normal-tension glaucoma and primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2014; 8:2533-2539. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S71136>
10. Kiriyaama N, Ando A, Fukui C, Nambu H, Nishikawa M, Terauchi H, Kuwahara A, et al. A comparison of optic disc topographic parameters in patients with primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2003; 241(7):541-545. <https://doi.org/10.1007/s00417-003-0702-0>
11. Thonginnetra O, Greenstein VC, Chu D, Liebmann JM, Ritch R, Hood DC. Normal versus high tension glaucoma: a comparison of functional and structural defects. *J Glaucoma* 2010; 19(3):151-157. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318193c45c>
12. Traynis I, De Moraes CG, Raza AS, Liebmann JM, Ritch R, Hood DC. Prevalence and nature of early glaucomatous defects in the central 10 degrees of the visual field. *JAMA Ophthalmol* 2014; 132(3):291-7. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2013.7656>
13. Cho H.K., Lee J., Lee M., Kee C. Initial central scotomas vs peripheral scotomas in normal-tension glaucoma: clinical characteristics and progression rates. *Eye (Lond)* 2014; 28(3):303-311. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.285>
14. Kim K.N., Jeoung J.W., Park K.H., Kim D.M., Ritch R. Relationship between preferred sleeping position and asymmetric visual field loss in open-angle glaucoma patients. *Am J Ophthalmol* 2014; 157(3): 739-745. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2013.12.016>
15. Lee J., Kong M., Kim J., Kee C. Comparison of visual field progression between relatively low and high intraocular pressure groups in normal tension glaucoma patients. *J Glaucoma* 2014; 23(8):553-560. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829484c6>
16. Ernest P.J., Schouten J.S., Beckers H.J., Hendrikse F., Prins M.H., Webers C.A. An evidence-based review of prognostic factors for glaucomatous visual field progression. *Ophthalmology* 2013; 120(3): 512-519. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.09.005>
17. De Moraes C.G., Liebmann J.M., Liebmann C.A., Susanna R. Jr., Tello C., Ritch R. Visual field progression outcomes in glaucoma subtypes. *Acta Ophthalmol* 2013; 91(3):288-293. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2011.02260.x>
18. De Vivero C., O'Brien C., Lanigan L., Hitchings R. Diurnal intraocular pressure variation in low-tension glaucoma. *Eye* 1994; 8(5):521-523. <https://doi.org/10.1038/eye.1994.129>
19. Yamagami J., Araie M., Aihara M., Yamamoto S. Diurnal variation in intraocular pressure of normal-tension glaucoma eyes. *Ophthalmology* 1993; 100(5):643-650. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(93\)31594-0](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(93)31594-0)
20. Sogano S., Yamamoto T., Kitazawa Y. IOP change over time in normal-tension glaucoma. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 1993; 97(1):65-70.
21. Супрун А.В., Гусев Е.В., Ефимова М.Н. Клиника и некоторые вопросы патогенеза глаукомы с низким давлением. *Офтальмологический журнал* 1989; 2:89-92.
22. Степанова Е.А. Клинические особенности глаукомы с нормальным давлением. Автореф. дисс. канд. мед. наук. Омск: 2006. 28 p.
23. Yusupov A.Yu., Saliev M.S., Zakirova Z.I., Vasilenko A.V. Some features of clinical manifestations of glaucoma with relatively low ophthalmotonus and different blood pressure levels. *Vestnik oftalmologii* 1988; 104(5):6-8.
24. Tarasova L.N., Grigor'eva E.G., Abaimov M.A., Saifulina I.A. Some aspects of the pathogenesis of normal pressure glaucoma. *Vestnik oftalmologii* 2003; 119(3):8-11.
25. Grigorieva, E.G. Clinic of normal pressure glaucoma. *Vestnik oftalmologii* 2003; 119(1):7-10.
26. Kosykh N.V. Uveoscleral outflow of intraocular fluid in primary glaucoma. Abstract of Cand. of Med. Sc. thesis. Omsk, 1982. 24 p.
27. Loginova N.E. Possibilities of drug activation of uveoscleral outflow in patients with primary open-angle glaucoma. Abstract of dissertation of candidate of medical sciences. Krasnoyarsk, 2002. 18 p.
28. Nesterov A.P., Banin V.V., Simonova S.V. Role of ciliary muscle in ocular physiology and disease. *Vestnik oftalmologii* 1999; 115(2):13-15.