

## ПНЕВМОТОНОМЕТРИЯ В ЗДОРОВЫХ ГЛАЗАХ И ПРИ ГЛАУКОМЕ (РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛИТЕЛЬНЫХ, МНОГОКРАТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ)

Проведен ретроспективный анализ амбулаторных карточек 31 пациента (62 глаза) с глаукомой в возрасте 52-82 года (в среднем 68,6 лет), которым была проведена пневмотонометрия на приборе Reichert 7сr. Всего было сделано 326 измерений, из них 203 измерения были сделаны на глазах с различной стадией первичной открытоугольной глаукомы и 123 – на здоровых парных глазах тех же пациентов. Сроки наблюдения составили в среднем 6,9 месяцев. В большинстве случаев одновременно на тех же глазах была проведена аппланационная тонометрия по Маклакову с пересчетом на истинное внутриглазное давление.

**Ключевые слова:** глаукома, пневмотонометрия, истинное ВГД.

### Актуальность

Измерение внутриглазного давления (ВГД) является обязательным методом исследования у всех пациентов, обращающихся к офтальмологу по любому поводу, особенно у лиц в возрасте 40 лет и старше. Это является важным условием для раннего выявления глаукомы и профилактики слепоты от глаукомы. И хотя обнаружение повышенного ВГД еще не дает офтальмологу право ставить диагноз глаукомы, что нередко имеет место в практической деятельности, однако является первым предзнаменованием глаукомы (фактором риска глаукомы). Это требует тщательного обследования таких пациентов с проведением суточной почасовой тонометрии и использованием таких современных методов диагностики, как статическую компьютерную периметрию центрального поля зрения и ретинотомографические исследования диска зрительного нерва (ДЗН).

Среди методов измерения ВГД наибольшее распространение получили аппланационная тонометрия по Маклакову, имеющаяся в арсенале Российских офтальмологов, и аппланационная тонометрия по Гольдману, считающаяся «золотым стандартом» в зарубежной офтальмологии. Вместе с тем, в последние десятилетия разработано и используется много других портативных и стационарных приборов для измерения ВГД, среди которых наибольшего внимания заслуживает пневмотонометрия. В последние годы мы используем пневмотонометр Reichert 7сr, учитывающий биомеханические свойства роговицы и калиброванный в соответствии с данными аппланационной тонометрии по Гольдману. Этот метод привлекает тем, что он бесконтактный, позволяет получить моментальный печатный

отчет в течение 30-40 секунд на оба глаза и не требует использования анестезии, краски и других принадлежностей.

Наши предыдущие исследования, в которых проводилось сравнение показателей истинного ВГД по данным пневмотонометрии с данными аппланационной тонометрии по Маклакову грузиком 5 гр., которое считают соответствующим данным тонометрии по Гольдману, и грузиком 10 гр. с использованием переводной линейки истинного ВГД по Нестерову-Егорову, показали во многих случаях близкие результаты. Однако эти исследования показали и несоответствие, когда результаты истинного внутриглазного давления по данным пневмотонометрии (IOPg) показывали более высокие цифры по сравнению с данными истинного ВГД по Маклакову (Po). Именно это обстоятельство вызывает негативное отношение офтальмологов к данным пневмотонометрии и требует дальнейшего изучения.

### Цель работы

Провести ретроспективный анализ результатов пневмотонометрии в динамике у одних и тех же пациентов с нормальными глазами и в глазах с различными стадиями глаукомы.

### Материал и методы исследования

Изучены амбулаторные карточки 31 пациента (62 глаза) в возрасте от 52 до 82 лет (в среднем 68,6 лет). Мужчин было 12 человек, женщин – 19. Глаза пациентов были разделены на 2 группы: 1-я группа (21 глаз) – парные глаза тех же пациентов, не имеющие никаких признаков глаукомы, включая данные компьютерной периметрии и морфометрические исследования ДЗН; 2-я группа – пациенты с различными ста-

диями глаукомы (41 глаз), находившиеся на амбулаторном лечении. Сроки наблюдения составили от 3 до 22 месяцев (в среднем 6,9 месяцев), количество проведенных пневмотонометрических исследований – 326.

Помимо традиционного офтальмологического обследования на глаукому всем пациентам проводилась пневмотонометрия на аппарате Reichert 7сr, аппланационная тонометрия грузиком 10 гр. с расчетом истинного внутриглазного давления (Po), с помощью переводной измерительной линейки Нестерова-Егорова (СКГБ офтальмологического приборостроения «Оптимед»). Морфометрические исследования ДЗН проводились на приборе HRT 3 немецкой фирмы Heidelberg Engineering Company, а исследование центрального поля зрения – по программе Humphry Field Analyser (HFA), стратегия 30-2 на приборах Carl Zeiss Meditec (США) и НЕР+HRT3 (Германия). Статистическая обработка материала проводилась с помощью компьютерной программы Excel-2007.

### Результаты и обсуждение

Анализ результатов исследования 21 здоровых парных глаз больных глаукомой представлен в таблице 1. Было проведено 123 пневмотонометрических исследования при сроках наблюдения от 3 до 8 месяцев (в среднем 4,9 мес.) или приблизительно одно исследование в год у каждого пациента.

Параметры, представленные в таблице обозначают следующее:

ИОРсс – роговично-компенсированное ВГД, которое принимает во внимание биомеханические свойства роговицы и показывает такое ВГД, на которое в меньшей степени влияют такие свойства роговицы, как виско-эластичность и толщина.

ИОРg – значение ВГД, соотнесенное с тонометрией по Гольдману, которое соответствует в среднем результатам, полученным при обследовании специалистами с помощью правильно откалиброванного аппланационного тонометра Гольдмана.

Score – показатель достоверности исследования, которые в норме имеет значение 3-10.

Po – истинное ВГД, рассчитанное по данным аппланационной тонометрии по Маклакову.

$\Sigma$  – суммарная чувствительность сетчатки в 16 точках центральной зоны поля зрения, нижняя граница нормы которой является 440 dB/

MD – среднее отклонение суммарной чувствительности сетчатки от нормы, нижняя граница нормы которой составляет по нашим данным – 4,0 D [ 3 ].

Представленные в таблице 1 показатели пневмотонометрии основаны на 123 измерениях, Po для сопоставления с данными ИОРg – только в 89 измерениях, а компьютерная периметрия центрального поля зрения проведена однократно только у 18 пациентов. Среднее значение ИОРg составило 15,9 мм рт.ст. с минимальным значением 7,8 мм рт.ст. и максимальным 21,7 мм рт.ст. Причем такое значение параметра в группе нормы имело место при одном измерении из 123, в остальных 122 измерениях величина параметра была менее 21 мм рт.ст. Средняя величина параметра Po составила 13,6 мм рт.ст. с колебаниями во всех измерениях от 7,2 до 19,0 мм рт.ст., т. е. прослеживается та же закономерность, которая наблюдалась нами в предыдущих исследованиях в нормальных глазах.

Показатель достоверности данных пневмотонометрии (Score) считается достоверным, если его величина составляет 3.0-10. В нашем исследовании он составил в среднем 6,0 с колебаниями от 2,2 до 9,2, при этом величина параметра менее 3,0 отмечена только в 4 исследованиях (2,2 – 2,4 – 2,5 – 2,9) из 123. Мы не стали их исключать, считая случайными погрешностями, которые всегда могут наблюдаться в практической деятельности, тем более что эта работа касается не определения границ нормы, а выявления закономерности при длительном наблюдении.

Компьютерная периметрия центрального поля зрения у пациентов этой группы также

Таблица 1. Результаты истинного ВГД по данным пневмотонометрии и аппланационной тонометрии в здоровых глазах

Параметры	ИОРсс	ИОРg	Score	Po	$\Sigma$	MD
Мср	17,3	15,9	6,0	13,6	465	-2,9
$\Omega$	3,2	2,4	1,6	2,7	26,7	2,5
Мин.	8,2	7,8	2,2	7,2	403	-11,4
Мах.	24,2	21,7	9,2	19,3	506	-0,27
Норма	-	21,0	3,0	21,0	440	4,0
Всего	123	123	123	89	18	18

подтвердила нормальное состояние. Среднее значение суммарной чувствительности сетчатки в 16 точках центральной зоны ( $\Sigma$ ) и отклонение средней чувствительности сетчатки от нормы (MD) составило соответственно 465 dB и -2,9 dB, что согласно нашим данным [4] является нормой. Что касается двух глаз из 18, в которых величины указанных параметров ( $\Sigma=403$  dB, MD= -11,0 dB в одном случае и  $\Sigma=429$  dB, MD= -5,12 dB в другом случае) оказались ниже нормальных границ, мы оставили их в группе нормальных глаз, поскольку никаких других данных за глаукому у них не было. Оба пациента имели возраст старше 70 лет (73 и 76 лет), небольшие помутнения в хрусталике и, возможно, наличие возрастной макулярной дегенерации – факторы, которые, как известно, сами по себе могут приводить к снижению чувствительности сетчатки независимо от глаукомы.

Величина параметра IOPcc, представленного в печатном отчете пневмотонометра, в большинстве случаев было больше IOPg, однако его практическое значение нам пока не понятно.

Далее приводится диаграмма 1 и таблица 2, наглядно иллюстрирующие повторяемость и достоверность полученных в нормальных глазах результатов при многократных в течение длительного периода исследований на одних и тех же глазах.

На диаграмме 1 представлены минимальные и максимальные значения IOPg (сплошная линия) и Po (прерывистая линия), кото-

рые наблюдались в здоровых глазах при наблюдении в течение нескольких месяцев. Абсолютное число измерений находится ниже границы нормы (21 мм рт.ст), но результаты по данным обоих методов заметно отличаются у различных пациентов. Например, у пациентов под номером 1, 3, 11, 13, 14 и 19 видно значительное различие данных, а у пациентов под номером 2, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 17, 20 и 21 полученные результаты практически идентичные. Следует помнить, что в данной работе представлены результаты не суточной тонометрии, при которой нормой считаются колебания ВГД в пределах до 5 мм рт.ст, а многомесячные наблюдения.

Таблица 2. Результаты пневмотонометрии в парном здоровом глазу пациентки П., 72 г. с открытоугольной П с глаукомой

Дата/параметры	IOPcc	IOPg	Score	Po
18.03.11	17,1	15,5	5,0	11,8
31.03.11	19,6	17,6	5,1	10,8
20.09.11	15,6	18,2	4,9	14,6
29.09.11	23,1	19,7	6,4	12,7
27.12.11	22,0	17,1	8,5	14,6
17.01.12	19,9	17,4	2,4	12,7
14.02.12	18,9	16,9	7,4	11,8
20.03.12	19,3	17,8	8,4	15,6
16.04.12	21,0	17,9	6,5	10,9
04.05.12	19,6	18,8	4,7	13,9
05.06.12	20,7	18,0	6,3	11,8
04.09.12	20,7	17,4	8,1	13,7

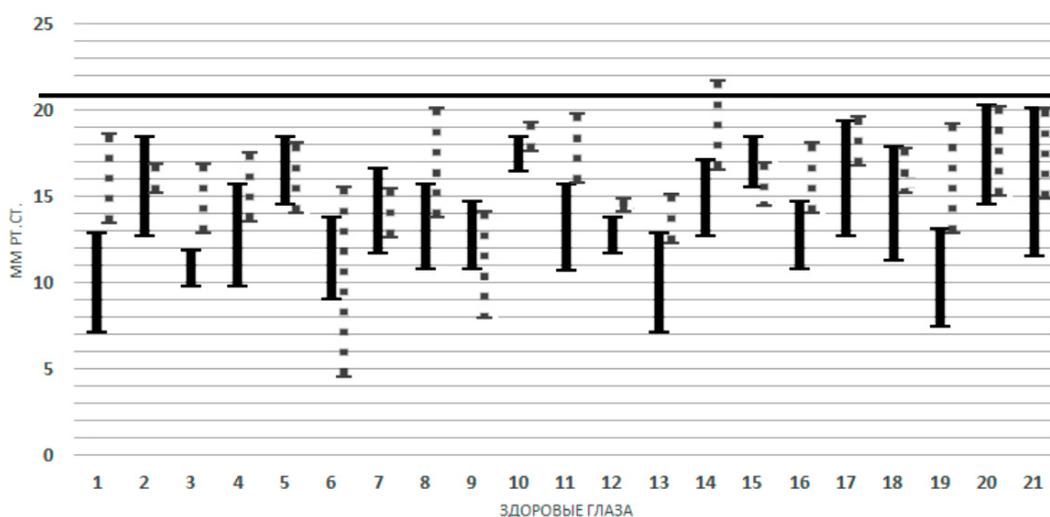


Диаграмма 1. Минимальные и максимальные значения IOPg (сплошная линия) и Po (прерывистая линия) в 21 здоровом глазу при длительном наблюдении

2-я группа состояла из 25 больных (41 глаз) с различными стадиями открытоугольной глаукомы, у которых лечение начиналось с медикаментозной гипотензивной терапии. Среди них с 1-й стадией было 9 глаз, со 2-й – 15 глаз, с 3-й – 17 глаз. Пневмотонометрия проводилась при поступлении, через месяц после начала лечения и через 3 и более месяцев от начала лечения. Всего проведено 203 измерения в сроки от 1 до 11 месяцев. Поскольку ВГД при первичном обращении больных было высоким, то обычно назначали один из  $\beta$ -блокаторов (арутимол, окупресс, тимолол, бетоптик) в сочетании с инстилляциями ингибиторов карбоангидразы (азопт, дорзопт, турсопт) и при необходимости – простагландины в чистом виде или в виде комбинированных препаратов.

Через месяц после начала лечения только в 23 глазах удалось нормализовать или заметно снизить ВГД, в 18 глазах результаты пневмотонометрии и апланационной тонометрии оставались практически теми же и эти больные были направлены на хирургическое лечение. Что касается оставшихся 23 глаз, то мы видим заметное снижение величины ВГД (параметры IOPg и Po), причем их среднее значение практически сравнялось (18,3 и 17,1 мм рт.ст.). Заметно уменьшилась и максимальная величина ВГД (IOPg – с 52,3 до 28,3 мм рт.ст., и Po – с 33,9 до 22,2 мм рт.ст.). Однако IOPg в 6 глазах оставалась выше нормы (21,3-21,6-22,5-22,7-27,3-28,3), в то время как Po было выше нормы только в 2-х глазах (21,4-22,2). Улучшился и показатель достоверности исследования (Score). Если перед лечением этот показатель в 8-

и глазах был ниже 3,0 и среди них в 4-х случаях составлял даже 0,1-0,5, то через месяц только в одном глазу он был ниже нормы (2,1), а через 3 месяца во всех глазах он был в норме. Несмотря на различие данных компьютерной периметрии в процессе наблюдения статистически достоверного различия между ними не установлено. Далее приводим

У больного К. после назначения медикаментозной терапии (косопт и траватан) через 5 дней полностью нормализовалось ВГД и он был отпущен под наблюдение окулиста по месту жительства. При обращении через 4 месяца 24.08.12 вновь выявлено значительное повышение ВГД (больной повидимому нарушал режим инстилляций), которое вновь удалось быстро нормализовать. Пациенту настоятельно была рекомендована антиглаукомная операция. Необходимо обратить внимание на то, что после нормализации ВГД значения IOPg и Po у него были совершенно одинаковыми. Данные компьютерной периметрии у пациента ( $\Sigma=414$  dB, MD= - 9,42 dB) соответствуют 2-й стадии глаукомы.

У пациентки П. после назначения фотила и траватана в правый глаз ВГД снизилось, но полностью его нормализовать не удалось, и была рекомендована антиглаукоматозная операция. Однако по каким-то причинам операция не была проведена и больная наблюдалась по месту жительства. При осмотре 29.09.11, несмотря на повышенное IOPg, истинное ВГД по Маклакову было совершенно нормальным (13,7 мм рт.ст.) и операция вновь была отложена, хотя

Таблица 3. Результаты пневмотонометрии при медикаментозном лечении глаукомы

Группы	IOPcc Mcp±Ω	IOPg Mcp±Ω	Score Mcp±Ω	Po Mcp±Ω	Σ Mcp±Ω	MD Mcp±Ω
До лечения Мин. Макс. n = 41	34,7±13,9	29,5±9,3	4,2±2,8	23,0±4,9	382±92	-8,2±5,8
Через 1 мес Мин. Макс. n = 23.	19,9±5,1	18,3±4,7	5,6±1,7	17,1±2,9	354±111	-9,2±6,0
Через 3 мес Мин. Макс. N = 17	22,5±10,3	21,1±4,7	5,5±1,5	18,2±4,3	401±96	-6,7±5,7
Границы нормы	–	21,0	3-10	21,0	440	-4,0

данные компьютерной периметрии показывали значительные изменения ( $\Sigma = 219$  dB, MD = -17,65 dB), что можно отнести к 3-й стадии глаукомы.

**Заключение**

Пневмотонометрия на аппарате Reichert 7cr является бесконтактным, удобным для практической работы и достоверным методом измерения ВГД, о чем свидетельствует и данное исследование, и предыдущие наши работы. Статистический анализ показывает, что среднее значение IOP<sub>g</sub> постоянно немного превышает P<sub>o</sub>, измеренное с помощью апланационной тонометрии по Маклакову. Это не имеет принципиального значения, когда они находятся в области средней нормы или при значительном повышении ВГД, но наличие этого различия в пограничной зоне ВГД следует обязательно учитывать. Нам пока трудно понять, почему, например, у конкретных пациентов IOP<sub>g</sub> показывает 23-24 мм рт.ст, а истинное ВГД по Маклакову (P<sub>o</sub>) – 19-20 мм рт.ст. или IOP<sub>g</sub> имеет величину 19-20 мм рт.ст., а P<sub>o</sub> по Маклакову - 13-14 мм рт.ст. Возможно, что это может быть результатом индивидуальной реакции глаза на

Таблица 4. Наблюдение у 2-х больных с открытоугольной П с глаукомой

Дата	Б-й К., 72 г.	
	IOP <sub>g</sub>	P <sub>o</sub>
23.03.12	52,3	30,4
28.03.12	11,4	10,9
26.04.12	12,2	10,9
24.08.12	56,0	32,0
29.08.12	11,9	11,8
	Б-я П., 72 г.	
	IOP <sub>g</sub>	P <sub>o</sub>
18.03.11	46,8	25,8
31.03.11	29,8	23,0
29.09.11	26,0	13,7
27.12.11	42,3	26,7
17.01.12	32,1	23,0
14.02.12	40,5	27,0

воздействии мгновенного воздушного удара по роговице при пневмотонометрии или при наличии уплощенной и тонкой роговицы при тонометрии по Маклакову [1]. В таких случаях через 10-20 минут мы обязательно проводим повторную пневмотонометрию и перепроверяем отпечатки данных ВГД по Маклакову.

15.10.2012

**Список литературы:**

1. Копылов А.Е., Мачехин В.А. Причины снижения ВГД у пациентов с миопией после операции Lasic // Актуальные проблемы офтальмологии. VI Всероссийск. научн.конфер.молод. ученых. Сб. научн.раб.– М., 2011. – С.157-159.
2. Мачехин В.А. Сравнение данных пневмотонометрии (Reichert 7) и апланационной тонометрии по Маклакову в здоровых глазах и при глаукоме // Глаукома: теория, тенденции, технологии. НРТ Клуб Россия – 2010: Сб. научн. статей. – М., 2010. – С.285-291.
3. Мачехин В.А. Достоверность и воспроизводимость результатов измерения ВГД с помощью пневмотонометра Reichert 7cr // Глаукома: теория, тенденции, технологии. НРТ Клуб Россия – 2011. – Сб. научн. статей. – М., 2011. – С.196-200.
4. Мачехин В.А. Одновременное исследование поля зрения и параметров диска зрительного нерва у больных глаукомой на оборудовании НРТ+НЕР //Ерошевские чтения: Сб.научн. работ. – Самара, 2012. – С.195-198.

Сведения об авторе:

**Мачехин Владимир Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, главный научный консультант ФГБУ Тамбовский филиал МНТК Микрохирургия глаза им.акад. С.Н.Федорова

**UDC 617.7-007.681-072**

**Machekhin V.A.**

**PNEUMOTONOMETRY ON HEALTHY EYES AND IN CASE OF GLAUCOMA (THE RESULTS OF PROLONGED, REPEATED OBSERVATIONS)**

There was conducted a retrospective analysis of the clinical records of 31 outpatients (62 eyes) with glaucoma at the age of 52-82 years old (mean age – 68.6 years old), who underwent Reichert 7cr pneumotonometry. 326 measurements were obtained, 203 of which were made on the eyes with different stages of primary open-angle glaucoma and 123 – on the healthy fellow eyes of the same patients. Follow-up period averaged at 6.9 months. In most cases simultaneously the applanation tonometry by Maklakov was performed on the same eyes with conversion to the true intraocular pressure.

Key words: glaucoma, pneumotonometry, true IOP.