

# ТОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВЕТЕРИНАРНОЙ ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Перепечаев К.А. ветеринарный офтальмолог, к.б.н.

## 3. ТОНОМЕТРИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ

На сегодняшний день в ветеринарной офтальмологии наиболее часто применяют три модели тонометров: в зарубежной ветеринарной практике наиболее распространенным является механический импрессионный тонометр Шиотца и электронный аппланационный тонометр Топорен; в российской ветеринарной практике наиболее часто применяют механический аппланационный тонометр Маклакова. Огромный интерес вызывает появление на рынке офтальмотонометров нового прибора – тонометра Icare, Tiolat/Tonovet/Tonolab, Финляндия.

### 3.1. Тонометр Шиотца

Относится к контактным механическим импрессионным тонометрам; разработан в 1905 году. Тонометр Шиотца состоит из трех частей: плунжера, стрелки с измерительной шкалой и ручек. Прибор усовершенствован: вес прилагаемый к глазу через металлический плунжер можно изменять с помощью разновесов (5,5г, 7,5г, 10г или 15г) (Рис. 17, 18).

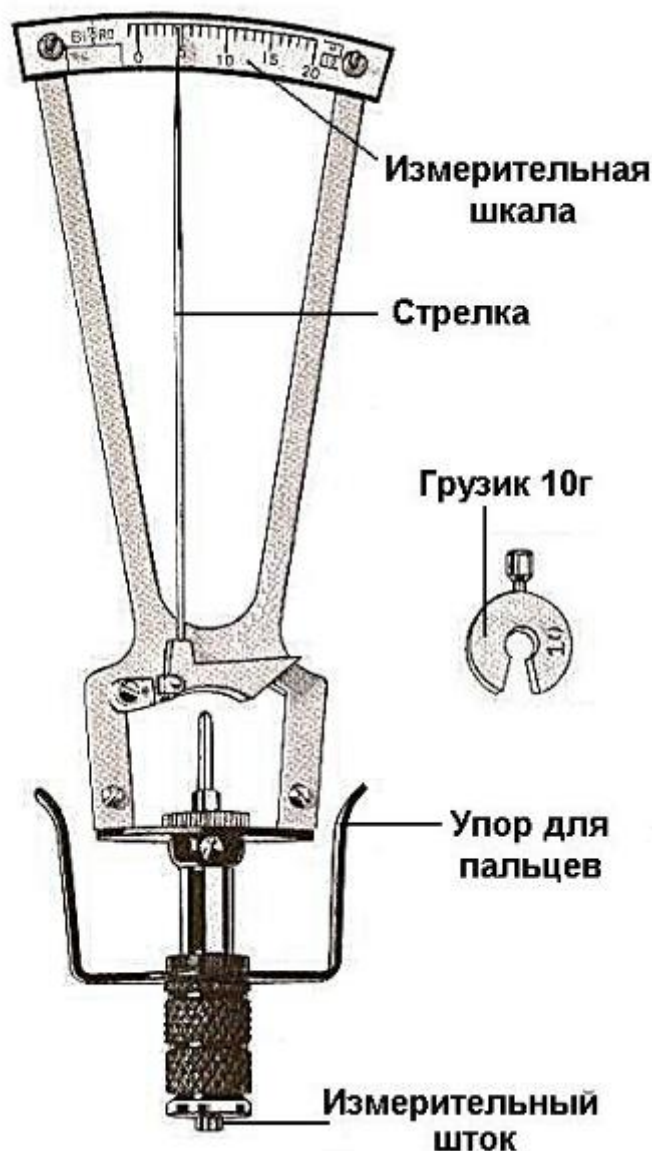


Рисунок 17. Механический контактный импрессионный тонометр Шиотца.



Рисунок 18. Тонометр Шиотца с разновесами и сертификатом точности в упаковке.

Измерение внутриглазного давления тонометром Шиотца у собак и кошек (Рис. 19):



Рисунок 19. Измерение ВГД тонометром Шиотца у собаки.

1. В каждый глаз закапывают трехкратно с интервалом в 1 минуту 1-2 капли анестетика. Пациента при необходимости фиксируют и осторожно раскрывают веки, *не надавливая на глазное яблоко*. Голову приподнимают таким образом, чтобы поверхность роговицы располагалась горизонтально.

2. Тонometr прикладывают к поверхности роговицы или без грузика (вес плунжера 5,5г) или с грузиком 7,5г. Регистрируют показания шкалы. Чем *больше* показатель шкалы, тем *меньше* ВГД.
3. К инструменту прилагают калибровочную таблицу. В ней находят показатели шкалы и в соответствующем столбце – вес грузика; таким образом, находят показатель ВГД. Результаты записывают в следующем виде: показатели шкалы /вес грузика/ ВГД (например: 5ЕД/ 5,5г/ 21 мм рт. ст.).

Нормальные показатели ВГД для тонометра Шиотца приведены в **Таблице 1**.

**Таблица 1. Нормальные показатели ВГД у животных для тонометра Шиотца.**

Виды животных	Показатели (в мм рт. ст)	Авторы
Собака	20-25	Magrane (1971)
	15-22	Vainisi (1970)
	14-24	Severin (1995)
	16-30	Startup (1969)
	10-31	Heywood (1971)
	21± 2,1	Gum (1991)
Кошка	12-26	Severin (1995)
	17,4-19,2	Bill (1966)
КРС	14-22	Severin (1995)
	16,5±5,5	Woefle (1964)
	20±5,5	Gum (1991)
Лошадь	14-22	Severin (1995)
	16,5-32,5	Cohen and Reinke (1970)
	28,6±4,8	McClure et al (1976)

### Уход за прибором

После использования тонометр Шиотца разбирают. Плунжер в сборе извлекают из тонометра; плунжер и его посадочное место и цилиндр, протирают ершиком, смоченным в эфире. Отложение слизи и слезы, остающиеся на трущихся поверхностях могут препятствовать свободному перемещению плунжера, давая неточный результат. Между пациентами, тонометр можно стерилизовать оксидом этилена для предотвращения заражения патогенными микроорганизмами или в разобранном состоянии протирать спиртом.

### Окулярная упругость

Если, под действием плунжера тонометра Шиотца, склера и роговица растягиваются, то результатом являются более высокие показатели шкалы, и, соответственно, более низкое ВГД. Окулярная упругость варьирует в значительной степени у собак. Быстрой проверкой для выяснения влияния окулярной упругости на точность измерений, является измерение с двумя разными грузиками тонометра (более легкий грузик используется первым). Если измеренное давление сходно, влияние окулярной упругости мало. Если давление, полученное с большим весом значительно ниже, окулярная упругость низкая и стенки глазного яблока растягиваются.

На аппланационную тонометрию окулярная упругость не влияет.

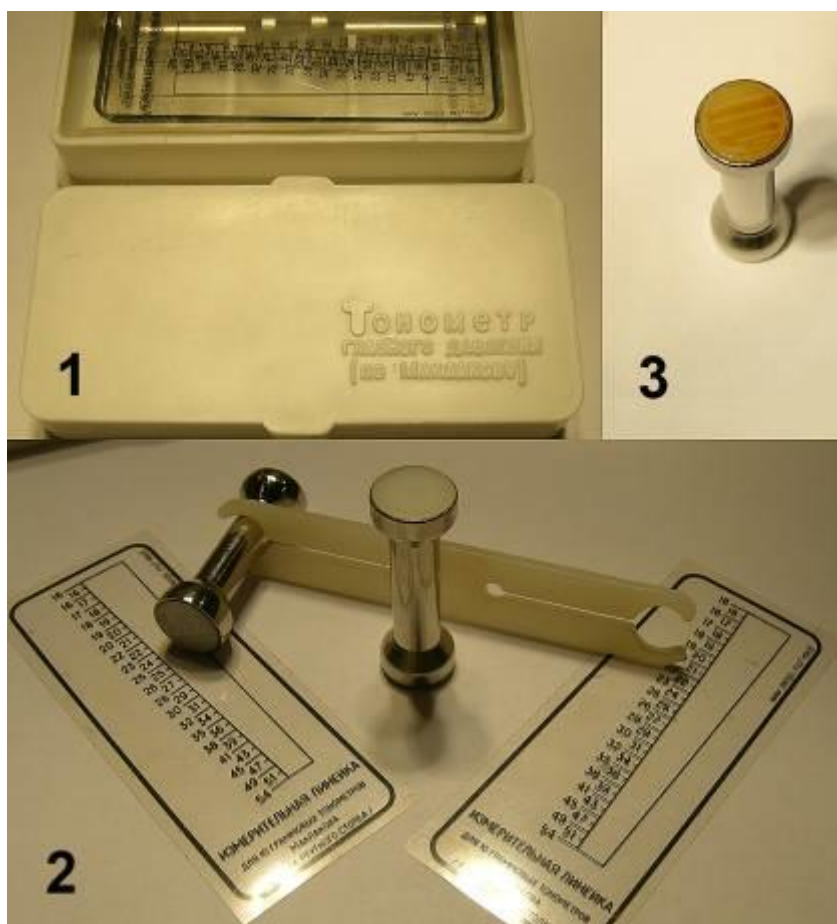
### Недостатки тонометра Шиотца

1. Из-за трудностей в фиксации головы в определенном положении и плохой управляемости, тонометр Шиотца не пригоден для измерения ВГД у крупных и диких животных (крс, лошади, экзотические животные).
2. Калибровочные таблицы для животных к прибору не прилагаются, однако стабильные результаты можно получать и с помощью таблиц для человека, прилагаемых к тонометру Шиотца.
3. Процедура измерения ВГД болезненна - требует анестезии роговицы, соответственно, существует вероятность возникновения аллергической реакции на анестетик.

4. Непосредственный контакт опорной площадки и плунжера тонометра с роговицей создает риск повреждения эпителия.
5. Между пациентами необходима тщательная стерилизация прибора, в противном случае, возникает риск инфицирования исследуемого глаза.
6. Для проведения измерения необходимо наличие как минимум двух помощников (один фиксирует голову собаки, другой раскрывает глазную щель). Измерение ВГД тонометром Шиотца невозможно произвести у агрессивных и беспокойных животных без применения общей анестезии.
7. Тонометр Шиотца неудобен для применения у животных с маленькой глазной щелью, а также у котят и щенков.
8. Тонометром Шиотца невозможно произвести измерение ВГД при наличии рубцовых изменений или деформации роговицы, а также при патологических процессах на роговице и после внутриглазных операций – когда необходимо избегать давления на роговицу.
9. Дрожание пальцев, удерживающих тонометр на поверхности роговицы (масса тонометра 25г) и минимальные движения глазного яблока и век в процессе измерения ВГД передаются на стрелку прибора, что во многих случаях делает НЕВОЗМОЖНЫМ точное считывание результатов (даже при измерении ВГД тонометром Шиотца у спокойных и хорошо зафиксированных животных).
10. Необходимость сборки-разборки и очистки прибора делают неудобным его эксплуатацию при значительном потоке пациентов (необходимости частого измерения ВГД).

### 3.2. Тонометр Маклакова

Механический аппланационный тонометр Маклакова разработан в 1884 году. Тонометр глазного давления (по Маклакову) – это набор из двух металлических грузиков (масса грузиков-10г), металлической или пластиковой держалки и измерительных линеек (**Рис 20**).



**Рисунок 20. Внешний вид современной модели тонометра Маклакова.**

- 1 – тонометр в упаковке; 2 – измерительные грузики с держалкой и измерительными линейками; 3 – грузик с нанесенной краской.

## Измерение внутриглазного давления тонометром Маклакова у собак и кошек (Рис. 21)



**Рисунок 21. Измерение ВГД тонометром Маклакова у собаки.**

- Площадки тонометра Маклакова протирают спиртом, насухо вытирают сухим стерильным тампоном
- На измерительные площадки тонометра наносят тонким слоем специально приготовленную краску (смесь колларгола с глицерином). Трижды с интервалом в 1 минуту в глаз закапывают по 2 капли 2% раствора лидокаина.
- Крупных собак фиксируют в положении сидя; корпус собаки владелец фиксирует коленями, шею и голову придерживает руками. Мелких собак и кошек владельцы фиксируют на коленях, придерживая корпус и шею собаки руками. Ассистент руками поворачивает голову собаки вбок и вверх, таким образом, чтобы глаз животного был направлен вверх, а поверхность роговицы была строго параллельно полу. Спокойных собак мелких и средних пород можно фиксировать на столе в положении «на спине» (животное должно лежать на мягкой подстилке, под голову подкладывается мягкая подушка толщиной 3-4см). В процессе измерения давления животное должно вести себя спокойно, дыхание должно быть ровным. **НЕЛЬЗЯ** в процессе измерения сдавливать шею животного!
- Одной рукой исследователь раздвигает веки, пальцами расширяя глазную щель исследуемого глаза, а другой с помощью поддерживающей ручки устанавливает тонометр на центр роговицы, которая должна быть расположена строго горизонтально. При расширении глазной щели **НЕЛЬЗЯ** оказывать давление на глазное яблоко.
- Осторожно опускают держалку грузика, чтобы тот оказал давление на роговицу, затем быстро поднимают держалку и убирают грузик. В процессе измерения третье веко (мигательная перепонка) **НЕ ДОЛЖНА** закрывать поверхность роговицы.
- Под действием груза роговица уплощается. На месте соприкосновения площадки с роговицей краска смывается слезой
- В месте соприкосновения площадки с роговицей остается светлый кружок, который отпечатывают, приставляя площадку тонометра к бумаге, смоченной спиртом или смесью спирта с эфиром.
- Критерием правильного измерения является светлый кружок с четкими, ровными краями в центре измерительной площадки тонометра. Если края кружка размыты или он имеет неправильную форму - необходимо провести повторное измерение.
- Специальной линейкой с делениями, обозначающими миллиметры ртутного столба, измеряют диаметр отпечатка. По величине диаметра диска судят об уровне внутриглазного давления. Чем меньше диск, тем выше давление, и, наоборот, чем больше диаметр диска, тем ниже давление.

- Для перевода линейных величин в миллиметры ртутного столба существует измерительная линейка, которая позволяет сразу получить ответ в миллиметрах ртутного столба. В норме внутриглазное давление у собак и кошек находится в пределах 15-25 мм рт. ст.
- Рекомендуется провести 2-3 измерения подряд; за результат принимают среднее арифметическое. Разница в показателях ВГД для каждого измерения не должна составлять более 2 мм рт.ст.

Нормальные показатели ВГД тонометра Маклакова приведены в Таблице 2.

**Таблица 2. Нормальные показатели ВГД у собак для тонометра Маклакова\*.**

\*Примечание: Показатели нормального ВГД у собак от 1 года до 10 лет приведены на основании результатов сертификационных обследований по программе: Борьбы с наследственными заболеваниями глаз у собак (данные за 2004-2008гг). Исследования проводились в ветеринарной клинике «Мовет» (ООО Ветеринарная клиника «МОВЕТ», 121096, Россия, Москва, ул. Василисы Кожиной д. 23). Программа сертификации разработана и соответствует международным требованиям по сертификации наследственных заболеваний глаз у собак, проводится под эгидой Российской ассоциации практикующих ветеринарных врачей (РАПВВ) членом Всемирной ветеринарной ассоциации мелких домашних животных (WSAVA). Исследования проводил ветеринарный офтальмолог к.б.н. Перепечаев К.А.

Порода собак/количество особей	Показатели ВГД (в мм рт. ст)		
	Минимальное - максимальное	Среднее	Максимальный разброс значений между двумя глазами у одного животного
Пудель / 25	18-24	20	1
Ризен-шнауцер / 2	20-22	21	0
Цверг-шнауцер / 8	18-22	20	2
Такса / 5	18-21	19	0
Американский кокер-спаниель / 24	17-22	20	2
Папильон / 5	16-22	18	0
Басенджи / 5	19-22	20	1
Лабрадор / 4	18-22	20	1
Карликовый пинчер / 7	18-20	19	1
Золотистый ретривер / 2	18-20	18	0
Стаффордширский бультерьер / 4	18-20	20	1
Бородатая колли / 1	18-19	—	1
Бобтейл / 3	19-20	20	1
Китайская хохлатая / 7	18-20	19	2
Вельш корги / 1	19-19	19	0
Брюссельский грифон / 1	21-22	—	1
Аляскинский маламут / 3	18-21	19	1
Самоедская собака / 1	18-18	18	0
<b>Всего собак: 108 (18 пород)</b>	<b>17-24</b>	<b>19</b>	<b>2</b>

## Недостатки тонометра Маклакова\*\*

1. Аналогично тонометру Шиотца.
2. Необходимость проведения нескольких манипуляций для получения результатов измерения ВГД (смазать площадку тонометра краской, провести измерение, получить отпечаток на бумаге, измерить его с помощью специальной линейки).
3. Аналогично тонометру Шиотца.
4. Стекло или фарфоровые плоскости тонометра часто и быстро выходят из строя, трескаются и разбиваются.
5. Аналогично тонометру Шиотца.
6. Для проведения измерения необходимо наличие помощника для фиксации головы животного. Измерение ВГД тонометром Маклакова невозможно произвести у агрессивных и беспокойных животных без применения общей анестезии.
7. Аналогично тонометру Шиотца.
8. Аналогично тонометру Шиотца.
9. Тонометр Маклакова не позволяет дифференцировать кольцо слезы от диаметра плоскости сплющивания роговицы (краска с опорной площадки тонометра может смываться слезой ДО соприкосновения с поверхностью роговицы).

\*\* Примечание: В 1994 г. А.П.Нестеровым с соавт. разработан вариант аппланационного тонометра, который получил название "аппланометр Маклакова-Нестерова". В этом "аппланометре":

- Возможен любой вид стерилизации.
- Имеется возможность стабилизировать вариации кольца слезы.
- Он небьющийся.

## Достоинства тонометра Маклакова

1. Тонометр широко распространен, доступен в продаже, имеет невысокую стоимость.
2. Несмотря на необходимость проведения нескольких манипуляций для получения результатов измерения ВГД (смазать площадку тонометра краской, провести измерение, получить отпечаток на бумаге, измерить его с помощью специальной линейки) достоинством тонометра является хорошая повторяемость результатов (небольшой разброс показателей).
3. Тонометр не требует специального обслуживания, всегда готов к работе.
4. Калибровка тонометр крайне проста – 1 раз в 6 месяцев необходимо взвесить грузик (отклонение не должно превышать 20 мг).

## 3.3. Тонометр Топо-пен



Рисунок 22. Портативный аппланационный тонометр TONO-PEN VET (Reichert, США).



Портативный аппланационный тонометр TONO-PEN XL, (Reichert, США) (**Рис. 22**) является контактным аппланационным тонометром для быстрого получения достоверных данных о состоянии внутриглазного давления. Электронный сенсор давления конвертирует ВГД в электрический импульсный сигнал. Выполненный в виде ручки тонометр легко касается роговицы и выдает среднее арифметическое результатов четырех независимых измерений и статистический коэффициент. Полученные данные отражаются на жидкокристаллическом дисплее. В тонометре Топо-Реп применена программа определения достоверной величины ВГД с использованием усреднения большого числа последовательных измерений. Минимальная зона аппланации (диаметр сенсора составляет 1,0-мм). Топо-Реп позволяет выполнять измерения даже при наличии рубцов на роговице и после проведенных ранее хирургических вмешательств (**Рис. 23**).



**Рисунок 23. Измерение ВГД тонометром TONO-PEN VET у собаки.**

#### **Краткие характеристики:**

**Принцип действия:** аппланационный тонометр, полностью сравним с тонометром Гольдмана.

**Вес:** 64г.

**Датчик:** тензодатчик.

**Диапазон измерений:** 5 – 80мм рт.ст.

**Источник питания:** 2 батарейки Осу-Cel XL.

#### **Достоинства тонометра Топо-Реп**

1. Точность исследований.
2. Простота в использовании.
3. Возможность выполнения исследования при наличии рубцов и неправильной формы поверхности роговицы, после рефракционных и витреоретинальных операций.
4. Отражение показаний результатов тонометрии на дисплее.
5. Уменьшение риска инфицирования пациентов (наличие съемного колпачка Осу-film).
6. Эргономичный дизайн.
7. Портативность и наличие встроенного источника питания.

## Недостатки тонометра Топо-Реп

1. Тонометр не выдает результат каждого отдельного измерения, а производит перерасчет данных с их экстраполяцией согласно установленной программе. Соответственно, чтобы быть уверенным в точности показаний необходимо регулярно производить проверку – калибровку прибора. Осуществление данной процедуры возможно только на заводе – производителе, что предполагает регулярную opravку прибора за границу. Это крайне неудобно для практикующего врача.
2. Тонометр Топо-Реп не нашел широкого применения в гуманной офтальмологии в России. Офтальмологические клиники (как государственные, так и частные) используют для контроля ВГД другие модели тонометров. Отзывы о результатах его применения в доступной литературе отсутствуют. Опыт применения Топо-Реп в Российской ветеринарной офтальмологии отсутствует. Фактором, сдерживающим широкое использование данного тонометра, является высокая цена данного прибора.

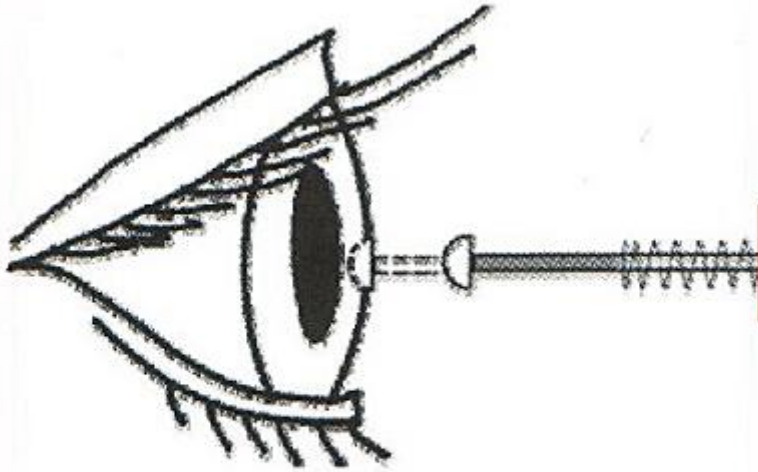
### 3.4. Тонометр Icare, Tiolat (Tonovet, Tonolab)

Тонометр Icare (Tiolat, Tonovet, Tonolab) (Финляндия) относится к группе ручных контактных аппланационных тонометров, измеряет истинное ВГД, калиброван по тонометру Гольдмана (**Рис. 24**).



**Рисунок 24. Аппланационный тонометр Icare, Tonovet (Финляндия).**

Принцип действия прибора заключается в мгновенном ударе маленького легкого наконечника по центру роговицы (**Рис. 25**).



**В момент проведения измерения, аппланационный наконечник легко и быстро касается роговицы.**

**Рисунок 25. Принцип действия тонометра Tonovet (схема).**

#### **Основные характеристики прибора:**

- Измерение занимает 0.1 секунды.
- Корнеальный рефлекс возникает через 0,2 секунды.
- Диапазон измерений: 1-99 мм рт.ст.
- Автоматическое сохранение данных десяти предыдущих измерений.
- Автоматический вывод данных измерений на экран.
- Двойной звуковой сигнал после неправильного измерения, одинарный после удачного измерения.
- Автономная работа от обычных батарей с продолжительным сроком действия (4 батареи типа AA).
- В комплекте поставляется 100 одноразовых наконечников.
- Вес прибора – 155 г (без батарей), 250 г (с батареями).
- Существуют три модификации прибора:

Тонометр Tiolat – для измерения ВГД у человека;

Тонометр Tonovet – для измерения ВГД у мелких домашних животных и лошадей в ветеринарной практике;

Тонометр Tonolab – для измерения ВГД у крыс и мышей в экспериментальных и научных лабораториях.

#### **Применение тонометра Icare, Tonovet в ветеринарной практике**

Тонометр Icare, Tonovet в течение 3-х недель проходил клинические испытания в ветеринарной клинике «Мовет». Тонометр был использован в качестве основного прибора для измерения ВГД при обследовании как здоровых пациентов (программа Борьбы с наследственными заболеваниями глаз у собак согласно \*Примечание – смотри выше п.3.2.) так и пациентов с патологиями глаз в периоды первичной диагностики, терапевтического и хирургического лечения.

**Измерение внутриглазного давления тонометром Icare, Tonovet у собак и кошек (Рис. 26 а, б; 27 а, б).**



**Рисунок 26 а, б. Измерение ВГД тонометром Tonovet у крупной собаки.**

**а** - животное фиксировано в положении сидя, врач контролирует положение тонометра, глядя сбоку.

**б** - (крупный план) – правильное положение тонометра.



**Рисунок 27 а, б. Измерение ВГД тонометром Topovet у мелкой собаки.**

**а** - животное сидит на руках у владельца; врач пальцами левой рукой придерживает голову и фиксирует веки.

**б** - (крупный план) – наконечник находится на расстоянии 4-5 мм от роговицы и направлен строго в ее центр.

- Новый измерительный наконечник извлекают из стерильного картриджа и помещают в измерительное устройство тонометра металлической иглой вниз.
- Тонометр со вставленным наконечником переводят в вертикальное «рабочее» положение и нажимают на кнопку проведения замера. Измерительный наконечник намагничивается, совершив несколько коротких быстрых перемещений вперед-назад. Прибор готов к проведению измерения, когда на дисплее появляется «00».
- Тонометр располагают строго вертикально, таким образом, чтобы центральный вырез на приборе был строго параллелен полу. Тонометр подносят с глазу животного; расстояние от измерительного наконечника до центра роговицы должно составлять 4-8мм.
- Измерения ВГД проводят БЕЗ применения местных анестетиков.
- Измерение проводят, легко нажимая на клавишу измерения. Наконечник легко и быстро ударяет по роговице и возвращается в измерительное устройство. После каждого правильного измерения прибор подает один короткий звуковой сигнал и показывает значение ВГД на дисплее прибора. Измерение необходимо проводить СТРОГО ПО ЦЕНТРУ РОГОВИЦЫ (Рис. 27 б).
- Необходимо провести последовательно шесть измерений подряд. После шести измерений прибор выдает рассчитанный результат ВГД и показатель отклонения (при расчете ВГД программа отбрасывает минимальное и максимальное значение и рассчитывает среднее арифметическое четырех измерений).
- При неудачном измерении, прибор подает двойной звуковой сигнал и показывает на дисплее код ошибки.
- При измерении ВГД животное может занять ЛЮБОЕ естественное, неподвижное положение (сидя, лежа или стоя). Крупных собак удобнее измерять ВГД в положении сидя; корпус собаки владелец фиксирует коленями, шею и голову придерживает руками. Мелких собак и кошек владельцы фиксируют на коленях, придерживая корпус и шею животного руками. В процессе измерения давления животное должно вести себя спокойно, дыхание должно быть ровным. НЕЛЬЗЯ в процессе измерения сдавливать шею животного!
- При проведении измерения исследователю необходимо свободной рукой фиксировать голову животного, обеспечивая ее правильное горизонтальное положение и удерживая веки от смыкания. Нет необходимости специально раскрывать глазную щель; НЕЛЬЗЯ оказывать давление на глазное яблоко.

Показатели ВГД для собак и кошек клинически здоровых и с патологиями глаз приведены в **таблицах 3, 4, 5.**

**Таблица 3. Нормальные показатели ВГД у собак для тонометра Icare, Tonovet\*\*\***

\*\*\*Примечание: Результаты обследования клинически здоровых собак разных возрастов (от 3,5 месяцев до 13 лет)

<b>Порода собак</b>	<b>Показатели ВГД (в мм рт. ст)</b>
<b>Акита-ину</b>	<b>16-16</b>
<b>Папильон</b>	<b>19-19</b> <b>22-22</b> <b>23-24</b>
<b>Китайская хохлатая</b>	<b>14-16</b> <b>19</b>
<b>Пекинес</b>	<b>14</b> <b>18-20</b>
<b>Кане-корсо</b>	<b>20</b>
<b>Мопс</b>	<b>22</b> <b>19</b> <b>18</b>
<b>Боксер</b>	<b>22</b>
<b>Кокер-спаниель</b>	<b>12</b>
<b>Чи-хуа</b>	<b>21</b>
<b>Вест-хайленд-уайт терьер</b>	<b>20</b>

<b>Французский бульдог</b>	<b>15</b>
<b>Венгерский куvas</b>	<b>12-13</b>
<b>Далматин</b>	<b>13-14</b>
<b>Аляскинский маламут</b>	<b>16-17</b> <b>20-21</b>
<b>Карликовый шпиц</b>	<b>19</b>
<b>Всего собак: 22, порода 15.</b>	<b>Минимальное – максимальное: 12-24</b> <b>Среднее: 18</b> <b>Максимальный разброс значений между двумя глазами у одного животного: 2</b>

**Таблица 4. Показатели ВГД у собак с патологиями глаз для тонометра Icare, Tonovet.**

<b>Порода и возраст собаки</b>	<b>Левый глаз (O.S.) Клинический диагноз</b>	<b>ВГД(O.S.) мм рт. ст.</b>	<b>Правый глаз (O.D.) Клинический диагноз</b>	<b>ВГД (O.D.) мм рт. ст.</b>
Пекинес 8 лет	7 дней после проведения фактоэмульсификации с имплантацией ИОЛ	13	Прогрессирующая кортикальная катаракта	12
Мопс 2 года	6 месяцев после ушивания сквозной травмы роговицы; пигмент, липоидная дистрофия.	23	<b>Клинически здоров</b>	<b>22</b>
Американский бульдог 7 лет	Множественные кисты пигментного эпителия в передней камере и зрачковом отверстии. Подозрение на закрытоугольную глаукому	27	Множественные кисты пигментного эпителия в передней камере и зрачковом отверстии. Подозрение на закрытоугольную глаукому.	28
Боксер 13 лет	<b>Клинически здоров</b>	<b>22</b>	Пролапс третьего века нейрогенной природы. Тонус круговой мышцы глаза и лицевых мышц, мигательный рефлекс – нормальный.	21
Русский спаниель, 8 лет	Увеит	7	Увеит	9
Карликовый шпиц, 2 года	<b>Клинически здоров</b>	<b>19</b>	7 дней после тупой травмы глазного яблока. 7 дней интенсивной местной и системной противовоспалительной терапии.	16
Мопс 2 г 8 месяцев	<b>Клинически здоров</b>	<b>19</b>	10 день терапевтического лечения язвы роговицы. Клиническое выздоровление.	18
Русский спаниель, 9 лет	ПРА, люкxация хрусталика в переднюю камеру, тяжелый увеит.	5	ПРА сублюксация, зрачок на свет не реагирует, сосудистая реакция на роговице.	15
Мопс, 2 года	<b>Клинически здоров</b>	<b>18</b>	1 год назад травма склеры с частичным выпадением	21

			сосудистой оболочки.	
Французский бульдог, 7 лет	<b>Клинически здоров</b>	<b>15</b>	Центральная язва роговицы диаметром около 1 см глубиной на ½ роговицы. Сильный миоз, выраженная болезненность.	19
Кокер спаниель 12 лет	<b>Клинически здоров</b>	<b>12</b>	Иридоциклит - сосудистая реакция в области лимба, миоз, роговица мутная, отечная.	9
Мопс 3 месяца	Терминальная глаукома - буфтальм, кератоконус; хронический воспалительный процесс (в анамнезе – проникающее ранение роговицы).	37	Центральный сосудистый рубец роговицы, пигментозный кератит.	14
Такса 1,5 года	Кахексия, множественные покусы головы, вялотекущий увеит.	10	Кахексия, множественные покусы головы, вялотекущий увеит.	9
<b>ВСЕГО ГЛАЗ: 26</b>	<b>ПОКАЗАТЕЛИ ВГД ДЛЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ГЛАЗ: Минимальное – максимальное: 5-37 Максимальный разброс значений между двумя глазами у одного больного животного: 13</b>			

**Таблица 5. Показатели ВГД у кошек с патологиями глаз и клинически здоровых, для тонометра Icare, Tonovet.**

<b>Порода и возраст кошки</b>	<b>Левый глаз (O.S.) Клинический диагноз</b>	<b>ВГД(O.S.) мм рт. ст.</b>	<b>Правый глаз (O.D.) Клинический диагноз</b>	<b>ВГД (O.D.) мм рт. ст.</b>
Кот беспородный, 11 лет	Признаки хронического иридоциклита + преципитат на внутренней поверхности роговицы + ЭЭД (проходил лечение кортикостероидами местно 2-3 раза в день).	23	<b>Клинически здоров</b>	<b>27</b>
Кот беспородный, 6 лет	Кровоизлияние из сосудов корня радужной оболочки 12 дней назад. Кровоизлияние в верхнем сегменте радужной оболочки.	18	Кровоизлияние из сосудов корня радужной оболочки 12 дней назад. Два кровоизлияния в нижнем сегменте радужной оболочки.	22
Дэвон-рекс, 7 месяцев	Вялотекущий иридоциклит	18	Иридоциклит, жидкость в передней камере мутная, зрачок сужен, преципитат на передней поверхности хрусталика.	18
Персидский кот 11 лет	<b>Клинически здоров</b>	<b>25</b>	Буфтальм, буллезное перерождение и деформация роговицы, гнойная язва	7



			роговицы.	
Канадский сфинкс, 6 месяцев	Острый иридоциклит, предположительно травматического характера	7	Условно здоров	19
Кошка беспородная 16 лет	Артериальная гипертензия, повышение артериального давления, кровоизлияние в переднюю и заднюю камеры (состояние левого глаза хуже).	15	Артериальная гипертензия, повышение артериального давления, кровоизлияние в переднюю и заднюю камеры.	16
Кошка британская, 1,5 года	<b>Клинически здорова</b>	<b>25</b>	<b>Клинически здорова</b>	<b>23</b>
Кошка беспородная, 13 лет	Артериальная гипертензия, субретинальные кровоизлияния, отслойка сетчатки, зрачковый рефлекс слабый.	14	Артериальная гипертензия, субретинальные кровоизлияния, отслойка сетчатки, зрачковый рефлекс слабый.	14
Кошка беспородная, 9 месяцев	Острый иридоциклит	22	<b>Клинически здоров</b>	<b>21</b>
Кошка беспородная, 4 года	<b>Клинически здоров</b>	<b>23-25</b>	<b>Клинически здоров</b>	<b>21</b>
<b>ВСЕГО ГЛАЗ: 20</b>	<b>ПОКАЗАТЕЛИ ВГД ДЛЯ ЗДОРОВЫХ ГЛАЗ:</b> Среднее значение для здоровых глаз: <b>24</b> Минимальное – максимальное для здоровых глаз: <b>21-27</b> <b>Максимальный разброс значений между двумя глазами у одного здорового животного животного: 3-4</b>  <b>ПОКАЗАТЕЛИ ВГД ДЛЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ГЛАЗ:</b> Минимальное – максимальное для патологических глаз: <b>7-27</b> <b>Максимальный разброс значений между двумя глазами у одного больного животного: 18</b>			

**Достоинства тонометра Icare, Tonovet** (подробно рассмотрены в сравнительном аспекте с другими тонометрами в п. 3.5.).

### **Недостатки тонометра Icare, Tonovet**

1. В нескольких случаях, по необъяснимым причинам, были отмечены значительные расхождения полученного значения ВГД от действительно существующего. В связи с этим рекомендовано **во всех случаях**, перед инструментальным определением ВГД проводить ориентировочное пальцевое определение офтальмотонуса и в сомнительных случаях проводить несколько – 2-3-4 инструментальных измерения подряд.
2. Выдвижной упор в верхней части тонометра, служащий для фиксации тонометра и выбора оптимального расстояния для измерения у человека (Icare, Tiolat) имеется также и на ветеринарной модели (Icare, Tonovet) хотя, ветеринарной модели он абсолютно бесполезен (в силу анатомических особенностей строения черепа у собак и кошек). При этом, поскольку точка опоры и фиксации тонометра отсутствует, измерение ВГД приходится делать «на весу», что мешает четко определять расстояние от измерительного наконечника до роговицы и вынуждает дополнительно фиксировать тонометр свободной рукой.

### 3.5. Обсуждение

#### *Универсальность и удобство применения*

С точки зрения универсальности и удобства применения, бесспорными преимуществами обладает тонометр **Icare, Tonovet**. Он позволяет измерять ВГД практически у любых видов домашних и экзотических животных. Измерение можно проводить в любом естественном положении животного, не требует местной анестезии, процедура измерения ВГД быстра и безболезненна. Тонкий измерительный наконечник позволяет проводить измерения на роговице любой площади; форма и размер глазной щели не влияют на процесс измерения; отсутствие давления на роговицу и веки позволяет использовать прибор для контроля ВГД даже после самых сложных глазных операций. Одноразовый измерительный наконечник исключает перенос инфекции, прибор имеет хорошую эргономику, для измерения ВГД не требуется помощников.

#### *Точность измерений и достоверность показателей тонометров*

Учитывая конструктивные особенности и технические характеристики приведенных выше тонометров наиболее точные и достоверные показатели должен давать тонометр Icare, Tonovet. Он проводит измерение быстро и безболезненно, соответственно, исключаются погрешности измерения, связанные с применением местных анестетиков, эмоциональным возбуждением пациента, давлением пальцев врача на глаз через веки. Принцип работы предлагает самостоятельное тестирование прибора на пациенте – тонометр показывает не только значение ВГД, но и отклонения / ошибки при каждом измерении. Важным преимуществом прибора является возможность в сомнительных случаях проведения большого числа контрольных измерений с небольшим интервалом времени. Программа расчета, отбрасывающая минимальное и максимальное значение ВГД и определяющая среднее арифметическое четырех оставшихся измерений позволяет повысить достоверность полученного результата.

#### *Допустимые пределы нормы*

Нормальная величина ВГД примерно одинакова на обоих глазах одного и того же животного. Допустимая в норме разница не превышает 3-4 мм. Если разница ВГД двух глаз больше чем 4-5 мм рт.ст., то даже при нормальных величинах офтальмотонуса (напр. 18 и 24 мм рт.ст.) - это является основанием для подозрения на внутриглазной патологический процесс (глаукому или увеит).

Следует помнить, что диагностике глаукомы однократная тонометрия не является надёжным методом ранней диагностики. По результату однократной тонометрии, даже при получении величины ВГД, которая на 2-4 мм рт.ст. превышает верхнюю границу нормы, нельзя ставить диагноз глаукомы, если нет никаких других доказательств этого заболевания. По уровню ВГД выделяют три степени тензии глаза: офтальмонормотонию, офтальмогипотонию и офтальмогипертензию. Под термином "офтальмогипертензия" / «офтальмогипотонию» понимают лишь превышение / понижение нормативных показателей ВГД и НИЧЕГО БОЛЬШЕ.

Важным элементом исследования ВГД является установление верхней и нижней границы нормы. Данные литературы в этой области достаточно размыты и противоречивы. С одной стороны данные Magrane (1971), указывающего пределы ВГД в 20-25 мм рт.ст. не учитывают большую часть собак, абсолютно клинически здоровых, имеющих давление ниже 20мм; с другой стороны, данные Neuwold (1971), дающего диапазон нормального ВГД от 10 до 31 мм рт. ст. – явно абсурдны (давление 10 мм рт.ст. характерно для собак с выраженным воспалительным процессом сосудистой оболочки – увеитом, а давление 31 мм – явно клинически выраженная глаукома).

По результатам исследования ВГД у 130 клинически здоровых собак 29 пород (**Таблица 2, Таблица 3**), ни в одном случае показатель ВГД не был выше **24 мм рт.ст.** Интересно, что верхний предел нормы ВГД оказался одинаковым и для тонометра Маклакова, измеряющего *тонометрическое* и для тонометра Icare, Tonovet, измеряющего *истинное* ВГД. Нижняя уровень нормального ВГД по Маклакову составил 17 мм рт.ст, а для тонометра Icare, Tonovet – 12 мм рт.ст. Среднее ВГД для собак составило **18-19 мм рт.с.** Максимальный разброс значений ВГД между двумя глазами у клинически здоровой собаки составил **2 мм рт.ст.**

Данные по границам нормы ВГД у кошек более скудные. Механические тонометры (Шиотца и Маклакова) неудобны в применении у кошек. По результатам измерения ВГД тонометром Icare, Tonovet у клинически здоровых кошек (**Таблица 5**) разброс значений составил **21-27 мм рт.ст** со средним значением **24 мм рт.ст.** и максимальным разбросом значений ВГД между двумя глазами **3-4**

**мм рт.ст.** Даже по этим данным очевидно, что по сравнению с собаками, верхняя граница нормы ВГД у кошек достаточно сильно сдвинута вверх.

### **Факторы, влияющие на ВГД**

**Состояние инструмента.** Механические разборные тонометры (Шиотца) необходимо после каждого использования разбирать и очищать, поскольку, отложение слизи и слезы, остающиеся на трущихся поверхностях могут препятствовать свободному перемещению плунжера, давая неточный результат. Грузики тонометра Маклакова необходимо 1 раз в 6 месяцев взвешивать на контрольных весах. Электронные тонометры в процессе работы должны регулярно тестироваться.

**Применение лекарственных препаратов.** Большинство седатиков, транквилизаторов и анестетиков снижают ВГД. Кетамин вызывает повышение ВГД, возможно, за счет индуцирования спазма экстраокулярных мышц.

**Поведение пациентов.** Давление, оказываемое на область шеи (вокруг шеи), орбитальной области или при ретракции век, может повышать ВГД. Также, повышение артериального давления в момент эмоционального возбуждения повышает и ВГД.

**Внутриглазное воспаление.** Увеит, как первичный, так и вторичный, может вызывать снижение ВГД до уровня ниже 5 мм рт. ст. Сниженное давление – весьма чувствительный, но отнюдь не единственный признак увеита.

### **3.6. Заключение**

*Совершенствование конструкций и улучшение характеристик современных тонометров, безусловно, открывают новые возможности для контроля ВГД в процессе диагностики и лечения глазных заболеваний. Тем не менее, необходимо помнить, что показания даже самых точных тонометров следует рассматривать, опираясь на клинический опыт и результаты дополнительных (параллельных) офтальмологических исследований.*

## **4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ю. Бакбардин, Ю. Кондратенко. **Тонометрические, тонографические и гониоскопические методы исследования.** Киев 1997г.
2. Морозов В.И., Яковлев А.А. **Фармакотерапия глазных болезней: Справочник.** – Изд. 4-е. – М.: Медицина, 2001.
3. Нестеров А.П. **Глаукома** М.: Медицина, 1995.
4. Шкарлова С.И. **Глаукома и катаракта.** Серия «Медицина для вас». Ростов н/Д: Феникс, 2001.
5. Douglas Slatter. **Fundamentals of veterinary ophthalmology.** Third Edition. W.B.Saunders Company, 2001.
6. K.C. Barnett & S.M. Crispin. **Feline ophthalmology an Atlas and Text.** W.B.Saunders Company, 2002.
7. K.C. Barnett, J. Sansom & C. Heinrich. **Canine ophthalmology an Atlas and Text.** W.B.Saunders Company, 2002.