

УДК 62-1/9

ОБЗОР ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ

C. В. ПЕТЮКЕВИЧ, Н. В. КАРЛА
(Представлено: канд. техн. наук, доц. В. Ф. ЯНУШКЕВИЧ)

Представлены результаты теоретического анализа приборов для измерения внутриглазного давления. Исследованы функции и устройство различных приборов для измерения. Материалы статьи могут быть использованы для выбора конкретного устройства измерения внутриглазного давления.

Введение. Актуальность рассматриваемых в настоящей работе задач заключается в анализе разновидностей приборов, которые применяются для измерения внутриглазного давления с целью нахождения наиболее эффективного устройства, на основе которого можно спроектировать более эффективный и дешевый прибор. Внутриглазное давление (синоним офтальномус, тензия глаз) — давление, под которым находится содержимое глазного яблока в замкнутой полости его плотных оболочек — роговицы и склеры. Постоянный уровень внутриглазного давления играет важную роль в сохранении гомеостаза глаза [1]. Современные устройства, которые используются для измерения внутриглазного давления, во многом отличны от тех приборов изобретённых пару столетий назад. Исходя из многочисленных испытаний были выявлены различные методы измерений, контактные и бесконтактные и изобретены некоторые виды приборов.

Теоретический анализ. В данной работе проведен анализ приборов для измерения внутриглазного давления. Выявлены положительные и отрицательные качества использования приборов и возможные побочные эффекты.

История изобретения первого прибора глазного давления берёт начало во второй половине 19 века, когда в 1884 году профессор Московского университета представил первый в мире рабочий аппланационный тонометр, который в последствии был назван “Тонометр Маклакова”. Измерение происходило следующим образом: предварительно для устранения повышенной чувствительности, в глаз заливается местный анестетик. Затем, при установке прибора, происходило сплющивание роговицы, точный след которого обозначался кругообразным, белым пятном на закрашенной пластинке тонометра (см. рисунок 1). Изображение которого переводилось на бумагу. Далее диаметр круга измерялся линейкой, которая была также предложена Маклаковым. Данный метод основан на зависимости упругости глазного яблока от уровня внутриглазного давления. Плюсы заключаются в простоте и портативности, помимо этого данный метод бюджетный. Отрицательным моментом является то, что есть сильная зависимость от свойств роговицы, требует контакта с глазом и соответственно анестезии.

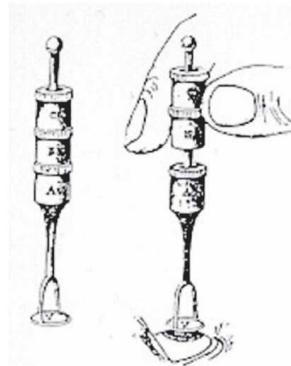


Рисунок 1. – Тонометр Маклакова

Далее не малозначимым в истории прибором является – тонометр Шиотца (см. рисунок 2), который был изобретён в 1905 году норвежским офтальмологом. Суть измерения заключалась в следующем: роговица вдавливается плунжером, нагруженным различными грузами. ВГД основывается на глубине вдавливания. Значение, которое указывалось на ручке, необходимо перевести в мм рт. ст. с помощью шкалы перевода, при этом следует учитывать коэффициент ригидности глаза, который может различаться [2]. Исходя из сути выделяется минус прибора в том, что высока вероятность неточности при проведении переводов и учёта коэффициента, сильной зависимости от ригидности глаза. Могут возникать также технические сложности, так как измерение требует строго вертикального положения прибора, что

также может доставить дискомфорт пациенту. Но следует заметить, что для своего времени прибор был востребован, так как считался точным, компактным и бюджетным.



Рисунок 2. – Тонометр Шиотца

Следующим и крайним прибором, метод которого принят за “золотой стандарт”, является тонометр Гольдмана, (см. рисунок 3). Предыдущие имеют применение и в наше время, но это скорее исключения. В основном применяется метод Гольдмана. Пациент сидит у щелевой лампы. Процедура заключается в следующем: в глаз закапывают анестетик и флюоресцеин, наконечник тонометра (прозрачный конус) подводят к центру роговицы и через синий кобальтовый свет щелевой лампы врач видит два зелёных полукольца. Затем регулируя силу, добиваются соприкосновения внутренних краёв колец, что означает достижение стандартной площади аппланации. После значение внутриглазного давления считывается со шкалы на приборе. Ключевым фактором остаётся то, что тонометр Гольдмана на данный момент является непревзойдённым по точности инструментом для измерения ВГД в условиях клиники. Несмотря на зависимость от толщины роговицы и необходимость навыка врача. Даже современные, контактные приборы дополняют, но не заменяют его.



Рисунок 3. – Тонометр Гольдмана, современный вид

После анализа “основателей”, приборов того времени, требуют внимания и повсеместные приборы, которые используются в клиниках или же продаются в аптеках. Если рассматривать приборы, которые продаются в аптеках, то это скорее миниатюризованные приборы имеющие небольшой функционал, но для домашнего пользования пригодны. Примерами таких являются тонометр внутриглазного давления ИГД-03 [3] и ТВГД-02 [4]. Первый прибор - ИГД-03, прямой наследник тонометра Маклакова. Преимуществом которого является: его скорость получения результата 1-2 сек, более гигиеничен и имеет меньшую погрешность, так как все вычисления производятся в автономном режиме. Второй применяется в более редких случаях, так как прибор не является гарантом точности, но прост в использовании и не нуждается в контакте с роговицей, измерение проходит через веко.

В аптеках в данное время выбор несколько ограничен, что нельзя сказать о клиниках. Начиная от тех приборов, которые были описаны ранее продолжая теми, которые могут измерять давление уже не контактируя с глазом или же контактные линзы, в которых уже встроен измерительный датчик. В областных и центральных больницах можно встретить в основном три вида. Первый это аппационная тонометрия, которые работают по методу Гольдмана. Haag-Streit Goldmann – является наиболее точным прибором, который не требует калибровки и просто в использовании [6]. Отрицательным фактором

является его стационарность и существует малая доля вероятности, как и во всех контактных измерителях, занесения инфекции.

Следующий по точности является тонометр ICare TA01i [7], используется он чаще, потому как портативен и имеет закупочную стоимость ниже, чем у аналогов. Требует более чёткого контроля врача, так как требует специальных навыков, и после использования у 2% пациентов может возникать аллергия.

Третьим прибором, который всё больше начинает появляться в поликлиниках, это бесконтактный пневмотонометр, работает за счёт того, что пациент фиксирует взгляд на мишени внутри прибора, после прибор выпускает дозированную струю сжатого воздуха на центр роговицы. Роговица во время процесса прогибается внутрь и в этот момент оптическая система регистрирует момент, когда роговица становится плоской под действием струи. Сила воздушного потока, необходимая для достижения этого момента аппланации, прямо пропорциональна ВГД. Прибор вычисляет давление и выводит его на экран. Этот метод является самым безвредным и быстрым способом измерения внутриглазного давления, но не является сильно точным. Поэтому внедрение Reichert 7CR (прибор ВГД, который основывается на пневтометрии) [8], в поликлинике происходит постепенно, пока технологии максимально не приблизятся к “золотому стандарту”.

Заключение. Проведённый анализ приборов для измерения внутриглазного давления показал, что наиболее безвредным является бесконтактный пневмотонометр, его ценность так же заключается в скорости получения результата. Поскольку его показания недостаточно приближены к “золотому стандарту”, данный тип ещё только внедряется. На данный момент для наиболее точного получения результата следует использовать прибор, который основывается на методе Маклакова или же, что и лучше всего, на методе Гольдмана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федотов А.А. Развитие методов измерения внутриглазного давления / А.А Федотов, В.Ю. Азима // Рязань, 2015. – 3 с.
2. National library of Medicine. How to Measure Intraocular Pressure: An Updated Review of Various Tonometers [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://PMC8456330/>, свободный. – Дата доступа: 10.08.2025.
3. ИГД-03 [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://OKP 94 4130>, свободный. – Дата доступа: 11.08.2025.
4. Перспективы мониторинга внутриглазного давления с помощью транспальпебральной тонометрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://fsmj.ru/48015>, свободный. – Дата доступа: 11.08.2025.
5. Tiara Medical [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.tiaramed.ru/catalog/tonometry/reichert-7cr/>, свободный. – Дата доступа: 11.08.2025.
6. Аппланационный тонометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://haag-streit.com/en/products/categories/general-diagnostics/tonometers/goldmann-applanation-tonometer>, свободный. – Дата доступа: 11.08.2025.
7. Портативный тонометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://navaophthalmic.com/product/icare-ta01i/>, свободный. – Дата доступа: 11.08.2025.
8. Бесконтактный тонометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.reichert.com/en/products/reichert-7cr>, свободный. – Дата доступа: 11.08.2025.