

УДК 62-1-9

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ

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

Представлены результаты теоретического анализа методов приборов для измерения внутриглазного давления. Исследованы различные методы для измерений давления, на каком основаны современные приборы. Материалы статьи могут быть использованы для выбора конкретного устройства измерения внутриглазного давления.

Введение. Актуальность рассматриваемых в настоящей работе задач заключается в анализе разновидностей методов, которые используются в приборах для измерения внутриглазного давления. Целью является нахождения наиболее эффективного и качественного метода измерения. Так как тонометрия - существует уже более I века вариантов измерения внутриглазного давления открыли не мало, порядка 10. Действительно качественного измерения, в общем насчитывается всего 2, но они имеют разную специфику измерения. Поэтому следует исследовать и определить, какой метод наиболее доработан в современной офтальмологической диагностике.

Теоретический анализ. В данной работе проведён анализ методов приборов для измерения внутриглазного давления. Исследованы положительные и отрицательные качества использования приборов и возможные побочные эффекты. Внутриглазное давление представляет собой уровень давления жидкости внутри глаза, на протяжении всей жизни человека оно является постоянным. Это один из показателей, позволяющий врачу установить точный диагноз и назначить пациенту эффективную терапию. Процедура носит название тонометрия внутриглазного давления [1]. Измеряется оно, как правила в миллиметрах ртутного столба - мм рт. ст. Этот показатель важен для диагностики глазных заболеваний, таких как глаукома, и отражает давление внутри глазного яблока, создаваемое внутриглазной жидкостью. Диапазон давления в целом определяют в целом от 10 до 22 мм р.ст. Если показатели ниже или выше, то диагностируют высокое или низкое давление внутри глаза. Часто патология появляется из-за избыточной внутриглазной жидкости, которая не выводится естественным путём, поэтому давление увеличивается [2]. Что бы результат был как можно верным и безошибочными стоит задуматься о разновидности методов в целом и каким методом проводится измерение и насколько он может быть точным.

Как упоминалось ранее, существует порядка 10 вариантов измерения внутриглазного давления. Контактные методы — аппланационный подвид, зависит от уплощения роговицы на фиксированной площади. И включает в себя измерения по Гольдману, который считается “золотым стандартом” и основан на принципе Имберта-Фика. Принцип Имберта-Фика, сила - F, необходимая для уплощения сферической оболочки, пропорциональна внутривесенному давлению. $F = P * S$, где S — площадь аппланации. Для тонометра Гольдмана эта площадь выбрана равной 3.06 мм. Это компенсирует капиллярные силы слёзной пленки. Также существует по Маклакову, основан на прицепе измерения площади контакта грузика с роговицой, ещё существует измерение с использованием портативного тонометра, основанный на запатентованной технологии отскока, чем выше внутриглазное давление, тем сильнее роговица сопротивляется вдавливанию грузика, тем меньше площадь контакта. Далее идёт импрессионный подвид, основан на вдавливании роговицы, его примером служит тонометр Шиотца. Крайним подвидом контактного метода, является динамическая контурная тонометрия, которая заключается в измерении давления без аппланации. Датчик повторяет контур роговицы, минимизирует её деформацию и влияние биомеханических свойств. Примером служит тонометр Pascal. Контактные аппланационные методы остаются “золотым стандартом” диагностики благодаря своей точности и воспроизводимой, однако их результаты требуют интерпретации с учётом центральной толщины роговицы. Но процедура требует контакта с роговицей, что связано с определёнными ограничениями и рисками.

Следующим методом является бесконтактное измерение, которое не требует контакта с глазом. Суть заключается в динамической аппланации роговицы контролируемой воздушным потоком. То есть, когда струя воздуха деформирует роговицу до состояния плоской аппланации; в этот момент датчик фиксирует отражённый свет от роговицы, и давление воздуха соответствует ВГД. В основном применяется для комплекса медицинских процедур для выявления заболеваний или их рисков у внешне здоровых людей, не имеющих симптомов [3]. Данный метод хорошо подходит для массового скрининга, ввиду своей скорости и безопасности, однако его значимая зависимость от свойств роговицы и меньшая, по сравнению с “золотым стандартом”, но его точность не позволяет использовать его для окончательной постановки диагноза и динамического наблюдения за пациентами с глаукомой.

Так же существует измерения через веко — метод транспальпебральный. Принцип действия метода основан на обработке функции движения штока в результате его свободного падения и взаимодействия с упругой поверхностью глаза в склеральной области через веко. Транспальпебральный метод измерения внутри глазного давления расширяет клинические возможности тонометрии в офтальмологии. Так, применение прибора возможно при проведении массовых профилактических осмотров населения, для измерения давления при наличии у пациентов патологии роговицы, хронического конъюнктивита, в послеоперационном периоде, с целью проведения суточного мониторинга офтальмотонуса в амбулаторных условиях, контроля ВГД при подборе лекарственных препаратов [4]. На данный момент классическим примером служит ТГДц-01. Данный метод занимает важную нишу в случаях, когда контакт с роговицей сложен или нежелателен. Однако его показания считаются ориентировочными из-за значительного влияния толщины и упругости века, что требует осторожной интерпретации результатов.

Конечно, при выборе метода важную роль играют и различные факторы, такие как: кривизна роговицы, наличие патологии роговицы, состояние слёзной плёнки и биохимические свойства.

Заключение. Проведённый анализ методов измерения внутриглазного давления показал, что наиболее подходящим методом точной диагностики и ведения пациентов с глаукомой был и остается метод аппланационной тонометрии по Гольдману. Даже современные методы, такие как бесконтактные и транспальпебральные эффективны для скрининга, и имеют перспективу, но тонометрия по Гольдману остается единственным методом, сочетающим точность, надежность и клиническую проверенность временем. Это делает его незаменимым инструментом для точной диагностики и контроля лечения глаукомы. Однако на данный момент современная офтальмология движется к комплексному подходу, когда данные тонометрии дополняются измерением толщины роговицы и анализом ее биомеханических свойств для формирования наиболее полной и точной диагностической картины.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://santa-med.ru/infos/sposoby-izmereniya-vnutriglaznogo-davleniya/> [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный. – Дата доступа: 27.09.2025.
2. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8456330/> [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный. – Дата доступа: 27.09.2025.
3. <https://happylook.ru/blog/zdorove-glaz/tonometriya/> [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный. – Дата доступа: 27.09.2025.
4. <https://health-ua.com/article/16331-primenenie-transpalpebralnoj-tonometrii-vnutriglaznogo-davleniya-v-obshej-v> [Электронный ресурс]. – Режим доступа, свободный. – Дата доступа: 27.09.2025.