ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЛЕКЦИЯ 7. ТЕМА 1.7. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ

Внутриглазное давление (ВГД) — один из ключевых показателей функционального состояния глаза, имеющий важнейшее значение для диагностики глаукомы, мониторинга офтальмогипертензии и оценки риска прогрессирования патологических изменений зрительного нерва. Точная и воспроизводимая тонометрия является обязательным компонентом стандартного офтальмологического обследования. В клинической практике применяются различные методы и приборы для измерения ВГД, отличающиеся по принципу действия, точности, условиям применения и требованиям к квалификации оператора.

Классификация методов тонометрии

Методы измерения внутриглазного давления принято классифицировать по характеру взаимодействия с роговицей: контактные и бесконтактные. Контактные методы предполагают непосредственное соприкосновение измерительного элемента с роговицей, что обеспечивает высокую точность, но требует применения местной анестезии и соблюдения строгих правил асептики. Бесконтактные методы основаны на анализе реакции роговицы на воздушный импульс или оптические параметры, что позволяет избежать прямого контакта и снизить риск инфекционных осложнений.

Контактные методы и соответствующие приборы

Аппланационная тонометрия по Маклакову. Метод основан на принципе сплющивания (аппланации) роговицы грузиком известной массы. В отечественной практике традиционно используется тонометр Маклакова — комплект калиброванных грузиков (обычно массой 5 и 10 г) со шлифованными площадками. После нанесения красящего состава (колларгол с глицерином) и местной анестезии грузик опускают на роговицу; диаметр отпечатка, оставленного на бумаге, пропорционален площади аппланации и обратно пропорционален уровню ВГД. Расчёт производится по номограммам. Метод характеризуется высокой воспроизводимостью при соблюдении стандартизированной техники, однако чувствителен к толщине центральной зоны роговицы (ЦТР).

Тонометр Гольдмана. Является «золотым стандартом» аппланационной тонометрии в мировой клинической практике. Прибор интегрируется со щелевой лампой и использует призму для визуализации полукругов флуоресцеинового кольца. Давление определяется по силе, необходимой для аппланации роговицы до диаметра 3,06 мм. Метод отличается высокой точностью и малой вариабельностью результатов, однако также подвержен влиянию биомеханических свойств роговицы, прежде всего её толщины и жёсткости.

Динамическая контурная тонометрия (DCT). Реализована в тонометре Pascal. Метод основан на регистрации давления непосредственно в зоне контакта сенсора с роговицей с учётом её контурного соответствия. Технология позволяет минимизировать влияние биомеханики роговицы на результат измерения, обеспечивая более точную оценку истинного ВГД. Прибор особенно ценен при обследовании пациентов с изменённой биомеханикой роговицы (после рефракционных операций, при кератоконусе).

Импрессионная тонометрия. Метод вдавливания роговицы применяется в тонометрах Шиотца и его модификациях. Используется преимущественно в условиях, когда аппланационные методы затруднены (например, при неровной поверхности роговицы). Результат выражается в условных единицах и требует пересчёта по таблицам с учётом массы груза и глубины вдавливания. Метод менее чувствителен к ЦТР, но уступает по точности современным аппланационным и контурным технологиям.

Бесконтактные методы и соответствующие приборы

Пневмотонометрия. Принцип основан на измерении времени деформации роговицы под действием дозированного воздушного импульса. Современные пневмотонометры (например, Reichert, Topcon) обеспечивают быстрое и комфортное измерение без анестезии. Результаты коррелируют с данными аппланационной тонометрии, но могут быть менее точными у пациентов с выраженной аномалией рефракции или изменённой биомеханикой роговицы. Важным преимуществом метода является возможность массового скрининга и отсутствие риска передачи инфекции.

Оптическая когерентная тонометрия и высокоскоростная видеорегистрация. Новейшие технологии позволяют анализировать динамику деформации роговицы с субмиллисекундным разрешением. Такие системы интегрированы в комбинированные диагностические платформы (например, Corvis ST) и дают возможность одновременно оценивать ВГД и биомеханические параметры роговицы (жёсткость, гистерезис). Это существенно расширяет диагностические возможности при оценке риска глаукомы и мониторинге прогрессирования заболевания.

Особенности применения и факторы, влияющие на точность измерений

На результаты тонометрии оказывают влияние следующие факторы:

- **Толщина центральной зоны роговицы (ЦТР).** Утолщённая роговица может приводить к ложному завышению ВГД при аппланационных методах, а истончённая — к занижению. Коррекция результатов возможна с учётом данных пахиметрии.
- **Биомеханические свойства роговицы.** Жёсткость и вязкоэластичность ткани влияют на реакцию на нагрузку. Современные приборы (Corvis ST, Pascal) позволяют учитывать эти параметры.
- **Техника выполнения.** Положение пациента, сила и длительность контакта, калибровка прибора — критически важные условия для получения достоверных данных.
- **Временные колебания ВГД.** Суточные флуктуации ВГД могут достигать 3–6 мм рт. ст., поэтому однократное измерение не всегда отражает истинный уровень давления.

Сравнительная характеристика приборов

Прибор / метод	Принцип действия	Преимущества	Ограничения
Тонометр Маклакова	Аппланация грузиком	Высокая воспроизводимость, доступность, низкая стоимость	Чувствительность к ЦТР, необходимость анестезии и обработки
Тонометр Гольдмана	Аппланация призмой	«Золотой стандарт», высокая точность	Чувствительность к ЦТР, требует щелевой лампы и навыков
Pascal (DCT)	Контурное измерение	Минимальное влияние биомеханики роговицы	Высокая стоимость, ограниченная доступность
Пневмотонометр	Воздушный импульс	Бесконтактность, скорость, безопасность	Меньшая точность, зависимость от положения глаза
Corvis ST	Высокоскоростная видеорегистрация	Оценка ВГД + биомеханика роговицы	Сложность интерпретации, высокая стоимость

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Выбор метода и прибора для исследования внутриглазного давления должен основываться на клинической задаче, состоянии роговицы пациента и доступных ресурсах медицинского учреждения. Современные технологии позволяют не только точно измерять ВГД, но и учитывать влияние биомеханических факторов, что существенно повышает диагностическую ценность обследования. Соблюдение стандартов и протоколов обеспечивает надёжность и сопоставимость результатов, необходимых для своевременной диагностики и эффективного контроля заболеваний, связанных с нарушением офтальмотонуса.