**Содержание**

Введение

1. Анатомическое строение зрительной системы

.1 Строение глаза

.2 Строение аппаратов регулирования ВГД

1.3 Функции и их патологии, аппаратов регулирования ВГД

.4 Заболевание глаз при нарушении ВГД

2. История развития методов исследования ВГД

3. Современные методы исследования ВГД

4. Анализ имеющихся рекомендаций по выбору метода измерения ВГД

5. Статистика по методам исследования ВГД в оптических салонах и медицинских центрах

6. Измерение ВГД разными методами

7. Сравнительный анализ результатов

8. Рекомендации по выбору метода и прибора

Вывод

Приложение

**Введение**

В связи с распространением в России такой профессии как оптометрист и кабинетов оптометрии; как в поликлиниках, так и в салонах оптике. Возникает актуальный вопрос в современном подходе к выбору метода измерения ВГД.

Измерение ВГД в оптике это один из важных этапов в предупреждении такого заболевания как глаукома и её серьёзные последствия. А зачастую пациенты, посетившие оптометриста в салоне оптике, не считают нужным больше посещать врача офтальмолога по месту жительства

На данный момент не все оптики снабжены высокоточными приборами для измерения ВГД, а обходятся транспальпебральным или пневматонометрами которые встречаются редко и только в элитных оптиках. Это и приводит к тому, что оптометристы просто не замечаю повышенного ВГД. Хотя к сегодняшнему дню разработаны точные и не дорогие тонометры.

Для решения этой задачи рассмотрим такие вопросы, как и из - за чего, возникает ВГД. Что даст нам общие понятия о том, как происходит регуляция гидродинамики в глазном яблоке. Каковы функции гидродинамики и её патологии.

Что изначально преследовало измерение ВГД, какие методы были разработаны для этого, а что используется сегодня с того времени по сегодняшний день. Анализ имеющихся рекомендаций должен дать нам условные понятия, какие методы считаются оптимальными. Параллельно проведем анкетирование врачей и оптометристов. Измерим ВГД разными методами и сравним результаты.

Вся проведенная выше работа даст нам точный ответ, каков современный подход к выбору методов измерения ВГД. А также ответим на вопрос, какой метод оптимальный для оптометристов ведущих прием в салонах оптике.

**1. Анатомическое строение зрительной системы**

**1.1 Строение глаза**

внутриглазное давление офтальмолог

**Глазное яблоко**, или глаз (лат. bulbus oculi), - парное образование неправильной шарообразной формы, расположенное в каждой из костной глазницы, или орбит черепа.

Глаз тесно связан со всеми органами и системами, особенно с центральной нервной системой.

Глазное яблоко - это часть головного мозга вынесенного на периферию, т.к. в сетчатке содержаться клетки головного мозга.

Зрительный процесс - это сложная химическая реакция, которая возникает и проходит в сетчатке, где световая энергия превращается в нервный импульс и передается непосредственно в затылочные доли коры больших полушарий головного мозга

Орган зрения (зрительный анализатор) состоит из 4-х частей:

1) Периферической, или воспринимающей части - глазное яблоко с придатками;

2) Проводящих путей - зрительный нерв, состоящий из аксонов ганглиозных клеток, хиазма, зрительный тракт;

) Подкорковых центров - наружных коленчатые тела, зрительная лучистость, или лучистый пучок Грациоле;

) Высших зрительных центров в затылочных долях коры больших полушарий.

**Орбита** - это парное образование, углубление в передней части черепа в форме четырехгранной пирамиды вершины, которых идут к сзади и к нутри.

Само глазное яблоко расположено в глазнице. Глазница представляет собой четырехгранную пирамиду с гладкими не острыми краями. Она образована из 7 костей: лобной, основной, решетчатой, небной, слезной, скуловой и верхней челюстью. Глазница имеет 4-е стенки: верхнюю нижнюю, внутреннюю и наружную.

«Глазное яблоко - это Глаз (лат. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA> *oculus*) - сенсорный орган <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%8B\_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BA%D0%B0> (орган Зрительной системы <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F\_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0>) человека, обладающий способностью воспринимать электромагнитное излучение <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5\_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5> в световом <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%82> диапазоне длин волн и обеспечивающий функцию зрения <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5>. Через глаз поступает ≈ 90 % информации из окружающего мира»3

*Глазное яблоко, оболочки глаза.*

***1. Наружная оболочка***, состоит из 3-х частей

) Роговая оболочка (лат. *cornea*)

2) Зона перехода роговицы в склеру лимб (лат. *limbus*)

) Склера (от греч. *skleros* - твёрдый)

***2. Внутренняя оболочка***

Сетчатка (лат. *retina*) - это внутренняя оболочка глаза, которая имеет сетчатое строение, поэтому называется сетчатка, она состоит из 10 слоев.

Сетчатка - это первая оболочка глазного яблока она является самой внутренней частью оболочки глазного яблока. Это начальный периферический отдел зрительного анализатора, где проходят процессы нервного возбуждения от попадания энергии солнечного света на раздражители колбочек и палочек.

В центральной ямке располагаются только колбочки, причем на каждую одну колбочку приходиться одна биполярная клетка и одна ганглеозная так обеспечивается прямая связь между фоторецепторами и зрительными нервами

На периферии сетчатки на несколько палочек приходиться одна биполярная клетка на несколько биполярных одна ганглиозная которая суммируют раздражение от определенного участка сетчатки. Такая суммация раздражения и обеспечивает периферические части сетчатки очень высокую чувствительность к минимальному количеству света попадающих в глаз человека.

***3. Средняя оболочка***

Внутренняя оболочка (2-я оболочка глаза) имеет ряд особенностей строения, состоит из 3-х частей:

1) Радужная оболочка (лат. *Iris*)

) Цилярное тело (лат *corpus ciliare*)

) Собственно сосудистая оболочка (лат*. tunica vasculosa buibi oculi*)

**1.2 Строение аппарата регулирования ВГД**

Гидродинамика глаза регулируется при помощи цилиарного тела. Полоска цилирного тела располагается позади склеральной шпоры и бывает по цвету от светло - розовой до темно коричневой, но она всегда более пигментирована, чем зона корнео - склеральной трабекулы. Интенсивность окраски, как правило, связано с цветом радужки. При темной радужке полоска цилиарного тела имеет насыщенную коричневую окраску, а при светлой имеет песочный оттенок.

«На вертикальном срезе глаза ресничное (цилиарное) тело имеет форму кольца шириной, в среднем, 5-6 мм (в носовой половине и вверху 4,6-5,2 мм, в височной и внизу - 5,6-6,3 мм), на меридиональном - треугольника, выступающего в его полость.

Макроскопически в этом поясе собственно сосудистой оболочки можно выделить две части - плоскую (orbiculus ciliaris), шириной 4 мм, которая граничит с ora serrata сетчатки, и ресничную (corona ciliaris) с 70-80 беловатыми ресничными отростками (ргоcessus ciliares) при ширине 2 мм. Каждый ресничный отросток имеет вид валика или пластинки высотой около 0,8 мм и длиной (в меридиональном направлении) 2 мм. Поверхность межотростковых впадин также неровная и - покрыта мелкими выступами. На поверхность склеры ресничное тело проецируется в виде пояска указанной выше ширины (6 мм), начинающегося, а фактически заканчивающегося у склеральной шпоры, т. е. в 2 мм от лимба.

Гистологически в ресничном теле различают несколько слоев, которые в направлении снаружи кнутри располагаются в следу-ющем порядке: мышечный, сосудистый, базальная пластинка, пигментный и беспигментный эпителий (pars ciliaris retinae) и, наконец, membrana limitans interna, к которой крепятся волокна ресничного пояска.

Гладкая ресничная мышца начинается у экватора глаза от нежной пигментированной ткани супрахороидеи в виде мышечных звезд, число которых по мере приближения к заднему краю мышцы быстро увеличивается. В конечном итоге они сливаются между собой и образуют петли, дающие видимое начало уже самой ресничной мышцы. Происходит это на уровне зубчатой линии сетчатки.

В наружных слоях мышцы образующие ее волокна имеют строго меридиональное направление (fibrae meridionales) и носят название m. Brucci. Более глубоко лежащие мышечные волокна приобретают сначала радиальное направление (fibrae radiales, мышца Иванова, 1869), а затем циркулярное (fabrae circulares, m.Mulleri, 1857).

У места своего прикрепления к склеральной шпоре ресничная мышца заметно истончается. Две порции ее (радиальная и циркулярная) иннервируются глазодвигательным нервом, а продольные волокна - симпатическим. Чувствительная иннервация обеспечивается из plexus ciliaris, образованного длинными и короткими ветвями ресничных нервов.

Сосудистый слой цилиарного тела является непосредственным продолжением того же слоя хориоидеи и состоит, в основном, из вен различного калибра, так как основные артериальные сосуды этой анатомической области проходят в перихороидальном пространстве и сквозь ресничную мышцу. Имеющиеся здесь отдельные мелкие артерии идут в обратном направлении, т. е. в хориоидею. Что касается ресничных отростков, то они включают в себя конгломерат из широких капилляров и мелких вен. Спереди к каждому отростку подходит маленькая артерия, а в сторону orbiculus ciliaris отходит несколько вен.. basalis ресничного тела также служит продолжением аналогичной структуры хориоидея и покрыта изнутри двумя слоями эпителиальных клеток - пигментированными (в наружном слое) и беспигментными. Оба являются продолжением редуцированной сетчатки. От стекловидного тела беспигментный эпителий отграничен бесструктурной membrana limitans interna, которая аналогична такой же мембране сетчатки.

Внутренняя поверхность ресничного тела связана с хрусталиком посредством так называемого ресничного пояска (zonula ciliaris), состоящего из множества очень тонких стекловидных волоконец (fibrae zonulares). Этот поясок играет роль подвешивающей связки хрусталика и вместе с ним, а также с ресничной мышцей, составляет единый аккомодационный аппарат глаза. Различают передние и задние зонулярные волоконца. Первые отходят от основания ресничных отростков и прикрепляются к капсуле хрусталика в области экватора и позади него, вторые - гнутся от зубчатой линии сетчатки вдоль впадин между ресничными отростками и крепятся к передней капсуле хрусталика впереди экватора. Вследствие описанного выше перекреста передних и задних зонулярных волоконец, у экватора хрусталика образуется щелевидное пространство треугольной формы. Хотя это пространство не замкнуто, оно называется каналом.

Кровоснабжение ресничного тела осуществляется за счет двух длинных задних цилиарных артерий (ветви глазничной артерии), которые, проходя через склеру у заднего полюса глаза, идут затем в супрахориоидальном пространстве по меридиану 3 и 9 часов. Анастомозируют с разветвлениями передних и задних коротких ресничных артерий.

Функции ресничного тела: вырабатывает внутриглазную жидкость (ресничные отростки и эпителий) и участвует в аккомодации (мышечная часть с ресничным пояском и хрусталиком).»6

1.3 **Функции и их патологии аппарата регулирования**

«Секреция ВГЖ. ВГЖ вырабатывает цилиарное тело. Водянистая влага примерно на 75% формируется путем активной секреции и на 25% - путем пассивной ультрафильтрации. Водянистая влага циркулирует почти исключительно в переднем отрезке глаза. Она участвует в метаболизме хрусталика, роговицы, трабекулярного аппарата и поддерживает определенныйуровень ВГД.

Снижение секреции внутриглазной житкости наблюдается при иридоциклите, при травме и приводит к гипотонии глаза. Гипотония глаза (ВГД меньше 7-8 мм.рт.ст) может возникнуть под влиянием ацидоза (при диабетической коме), повышенного осмотического давления плазмы крови (при уремической коме), резкого падения артериального давления (при коллапсах). Повышенный отток, обусловленный фистулами, образующимися после прободных ранений глаза, антиглаукоматозных операций, также способен приводить к гипотонии. Гипотония может обуславливать субатрофию (глаз уменьшается, под действием прямых мышц становиться квадратными) и атрофию глазного яблока (уменьшается до размеров горошины), зрительные функции утрачиваются.

Повышение секреции может привести к повышению ВГД. ВГЖ вырабатывается цилиарным телом и сразу попадает в заднюю камеру глаза, находящуюся между хрусталиком и радужкой, через зрачок жидкость выходит в переднюю камеру. Передняя камера ограничена спереди роговицей, сзади радужкой и хрусталиком (иридохрусталиковой мембраной), у места смыкания роговицы и радужки находиться угол передней камеры. В передней камере жидкость делает круговорот под влиянием температурных перепадов и уходит в угол передней камеры, а оттуда через пути оттока в венозные сосуды.

Основной отток ВГЖ из глаза происходит через трабекулярную ткань в шлеммов канал, а затем в интерсклеральное венозное сплетение. Второй путь это увеосклеральный отток он происходит также через трабекулярную ткань в корнеосклеральные трабекуля и выходит в волокна ресничной мышцы. Непосредственно отток может происходить через радужку.

Сопротивление движению жидкости по дренажной системе весьма значительно и примерно в 100 000 раз превышает сопротивление движению крови по всей сосудистой системе человека. Столь большое сопротивление оттоку жидкости из глаза при небольшой скорости ее образования обеспечивает необходимый уровень ВГД.

В 95% случаях глаукома обусловлена затруднением оттока жидкости из глаза»5

**1.4 Заболевание глаз при нарушении ВГД**

Основным заболевание при нарушении ВГД является глаукома (свыше 27 мм.рт.ст.), которая влечет за собой необратимые последствия в виде сопутствующих заболеваний.

«Глаукома - это хроническое заболевание глаза, при котором повышается (ВГД) и поражается зрительный нерв. При этом зрение снижается, вплоть до наступления слепоты. Слепота, порожденная глаукомой, носит необратимый характер, так как погибает зрительный нерв. Вернуть зрение ослепшему в этом случае больному уже невозможно»3

Основной симптоматикой глаукомы является повышение внутриглазного давления, сужение поля зрения, изменение зрительного нерва.

Глаукома бывает закрытоугольная (ЗУГ) и открытоугольная глаукома (ОУГ). При ОУГ пути оттока прикрыты трабекулой на уровне шлеммова канала, а при ЗУГ пути оттока закрыты внутренними структурами глаза, чаще корнем радужки.

В таблице 1 нам представлена классификация глаукомы её стадии, колебания ВГД и стабильность при различных формах.

*Таблица 1.*

**Классификация первичной глаукомы (А.П.Нестеров).**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Форма глаукомы | Стадия глаукомы | Внутриглазное давление | Стабильность глаукомы |
| Закрытоугольная | Начальная Развитая | Нормальное Нормальное | Стабильное Стабильное |
| Открытоугольная | Далеко зашедшая | Умеренно повышенное | Стабильное |
| Смешанная | Терминальная | Высокое | Нестабильное |

**2. История развития методов исследования ВГД**

«Тонометрическое измерение ВГД приобретало свою актуальность в клинической офтальмологии по мере того как стала выясняться роль повышения офтальмотонуса при глаукоме.

Начало разработки инструментального метода измерения ВГД было положено А.Грефе предложившим в 1863 году первый тонометр, построенный на принципе вдавливания (импрессии) склеры.

Вслед за Грефе было предложено большое количество тонометров, построенных на этом же принципе. Однако ни один из них не получил широкого распространения из за сложности конструкции и низкой точности. Так Вебер (1873) определил среднее ВГД равным в норме 30-40 мм.рт.ст., а колебания при глаукоме от 60 до 200 мм.рт.ст.

В это время в клинической практике главенствовал пальцевой метод Боумена (1826)

Действительное объективное точное клиническое изучение офтальмотонуса начинается с 1884 года, когда А.Н. Маклоковым был предложен собственный тонометр. Данный прибор отличали простота конструкции, воздействие на роговицу, а на склеру и принцип уплощения - более простой деформации, чем импрессия. Надо сказать, что тонометр Маклокова по сей день остается непревзойденным по соотношению простоты точности измерения ВГД.

Несмотря на подтвержденную исследованиями того времени точность тонометра Маклакова, он уступил место клинической практике за рубежом предложенному в 1905 году импрессионному тонометру Шиотца. Преимуществом этого прибора является простота манипуляций и быстрое получение результата.

С тех пор развитие методов тонометрии в России и за рубежом происходило разными путями. совершенствование апплатационной тонометрии нашим соотечествиником С.Я. Лившицем (1904)и А.И. Дашевским (1939-1949) привело к созданию приборов которые производили постоянную деформацию роговицы, определяя силу воздействия на глаз.

Работа С.Ф.Кельфа о тонометрическом давлении как результат сложного взаимодействия истинного ВГД, эластической и сосудистой рефлекторной реакции глаза на приставление к нему тонометра явились важной предпосылкой для создания и развития метода эластотонометрии.

Многолетние исследования под руководством В.П.Филатова способствовали широкому распространению тонометра Маклокова на всей территории России.

В 50-х годах ХХ века Г.Гольдман предлагает использовать для тонометрии стеклянную пластинку, связанную с чувствительным динамометром, под контролем лампы добиваясь сплющивания роговицы, равного площадке тонометра. Данный метод получил широкое распространение в мире и считается стандартом тонометрии.

Развитие новых электронных технологий позволило создать прибор для измерения ВГД, который непосредственно не касается оболочек глаза. Воздействие на роговицу кратковременным воздушным импульсом и регистрация её уплощения оптическим датчиком легли в основу бесконтактной тонометрии (пневмотонометрии), предложенной в 1971 году компанией Americal Optical.»1

**3. Современные методы исследования ВГД**

**Пальпаторный метод**

Пальпация является простейшим методом исследования ВГД. Этот метод применяются только в тех случаях, когда нельзя выполнить тонометрию одним из доступных способов, когда непосредственный инструментальный контакт с глазным яблоком нежелателен или высока вероятность недостоверного результата измерения - при ранениях роговицы, после глазных операций и т.п.

Имеются два варианта этого метода:

1) Непосредственная пальпация глазного яблока после его анестезии (пользуются чаще всего на операционном столе)

2) Транспальпебральная пальпация через веки

Методика измерения

Больной закрывает глаза и смотрит вниз

Исследующий кладет указательный палец левой руки на кожу века выше хряща и слегка прижимается к глазу. В это же время указательным пальцем правой руки надавливают через кожу на глазное яблоко с противоположной стороны.

Об уровне внутри глазного давления судят по податливости склеры. При нормальном давлении каждый палец ощущает толчки при надавливании с другой стороны. При высоком давлении требуется большее усилие, что бы надавить на склеру, а толчка почти не ощущается на противоположной стороне глазного яблока.

Производя это исследование на обоих глазах, устанавливаю разницу в давлении. Для регистрации полученных результатов издавна, еще по предложению Боумена, и принята трехбалльная система оценки офтальмотонуса. Результаты исследования записываются следующим образом:

Т - нормальное давление;

Т+1 - уплотнение глаза в сравнении с нормой

Т+2 - значительное увеличение плотности глаза, но такое, при котором пальцами еще производится вдавливание фиброзной оболочки и изменение формы глаза;

Т+3 - столь сильное увеличение плотности, что даже интенсивное надавливание не производит вдавливания глазного яблока, «глаз твердый как камень».

Сомнительное повышение ВГД обозначается Т+?.

При понижении внутриглазного давления различают три степени гипотензии:

Т-1 - глаз мягче нормы

Т-2 - глаз мягкий

Т-3 - глаз очень мягкий, палец почти не встречается сопротивления.

Конечно, метод пальпаторного исследования ВГД очень неточная, приблизителен, однако он всегда сохранит свое значение в офтальмологической практике для быстрой оценки офтальмотонуса.

В настоящее время для измерения внутриглазного давления применяют инструментальные методы. Если при пальпации точность измерения зависит только от рук исследователя и его опыта, то при исследовании приборов вероятность ошибки возрастает

Возможные причины ошибок при тонометрии:

· Сжатие век;

· Задержка дыхания или симптом Вальсальвы

· Давление на глазное яблоко

· Действие экстраокулярных мышц

· Тугой воротничок или галстук

· Ожирение или стремление дотянуться при тонометрии сидя

· Нарушение калибровки тонометра

· Высокий роговичный астигматизм

· Слишком тонкая роговица (в том числе после кераторефракционных операций)

· Чрезвычайно толстая роговица

· Патология или отек роговицы

· Рубцы роговицы (в том числе после радиальной кератотомии)

· Технические ошибки

**Тонометрия по Маклокову**

Тонометр Маклокова наиболее распространен на территории России. Преимуществами данного прибора являются простота, низкая стоимость, высокая точность определения ВГД.

Недостатками принято считать необходимость использования красителя и анестетика, невозможность дифференцировать кольцо слезы от диаметра плоскости сплющивания роговицы, возможность распространения некоторых инфекционных заболеваний.

Для получения точного результата при тонометрии по Маклокову важно аккуратное соблюдение методики измерения.

Площадки тонометра Маклокова протирают спиртом, насухо вытирают сухим стерильным тампоном.

Перед началом тонометрии площадку тонометра смазывают тонким слоем краски. Избыток краски на площадке удаляют для получения равномерного тонкого слоя.

Для измерения внутриглазного давления исследуемого укладывают горизонтально со слегка запрокинутой назад головой.

Дважды с интервалом в 2 - 3 минуты в глаз закапывают раствор анестетики.

Врач указательным и большим пальцами фиксирует веки (у верхнего и нижнего края орбиты). Испытуемый фиксирует глазами свой палец так, что бы центр роговицы при тонометрии совпадал с центром площадки тонометра.

Тонометр вставляют в гнездо поддерживающей ручки.

Если в конъюнктивальном мешке имеется избыток слезной жидкости, его нужно удалить ватным шариком до наложения тонометра на роговицу.

Осторожно, без толчка, тонометр опускают на глаза до соприкосновения с центром роговицы. При этом тонометр должен находиться в вертикальном положении, всем своим весом давить на роговицу и сплющивать определенную её площадку. Это обеспечивают отдалением рукоятки от верхнего утолщения тонометра и смещением её книзу на 1/3 высоты тонометра. Площадь сплющивания роговицы будет зависеть от величины внутриглазного давления. На участке соприкосновения окрашенной площадки тонометра с роговицей краска смывается слезой, благодаря чему образуется обесцвеченный кружок.

Затем производят оттиск площадки тонометра на слегка смоченной спиртом гладкой бумаге. Отпечатки получаются более четкими, если дать спирту слегка подсохнуть на бумаге. Измерение диаметра кружка сплющивания производят измерительной линейкой. Её накладывают на тонограмму таким образом, чтобы светлый кружок поместился между расходящимся линиями шкалы и чтобы края кружка точно соприкасались с этими линиями. Число на шкале указывает величину внутриглазного давления в мм. ртутного столба.

Нечеткость границы кружка может зависеть от качества бумаги, на которой производиться оттиск. Кружок считается хорошим, если измерение его диаметра в двух разных направлениях не выводит кружок за пределы двух смежных делений шкалы. При этом условии линейная разница диаметра не превышает 0.1 мм. Если эта разница больше, нужно повторить исследование.

В тех случаях, когда это сделать не возможно, а кружок, несмотря на вытянутую форму, имеет достаточно четкие границы, следует пользоваться результатами измерения в меньшем диаметре.

Для получения более точных результатов исследований, рекомендуется тонометр накладывать на роговицу дважды, используя для этого обе его площадки.

**Эластотонометрия по Филатову - Кальфа**

Методика эластотонометрии состоит в последовательном измерении внутриглазного давления тонометрии Маклокова массой в 5 ; 7.5 : 10 и 15 грамм. Измерение каждым тонометром проводят 2 раза. Для анализа используют среднюю величину из двух измерений.

Результат тонометрии наносят на систему координат: по линии абсцисс - массу каждого тонометра, по линии ординат - соответствующие тонометрическое давление. Линия, соединяющая четыре точки называется кривой эластотонометрической кривой.

При анализе эластонометрической кривой учитываю: её начало (т.е. показания тонометра массой в 5 г): форму кривой и её размах или эластоподъем - разность показаний тонометров большей и меньшей массы (15 и 5 г).

Долгое время считалось, что эластокривая нормального глаза имеет восходящий характер, приближаясь по форме к прямой, а эластокривые глаукомного глаза часто бывают патологическими. Признаками патологической кривой являлись высокое начало, укорочение эластокривой изломанность, удлинение.

В настоящее время можно рассматривать эластотонометрию как ориентировочный, но доступный метод оценки биомеханических свойств роговицы. Выявлена зависимость величины эластоподъема от толщины роговицы.

**Тонометрия по Гольдману**

Тонометрия по Гольдману более 50 лет является «золотым стандартом» измерения ВГД в Европе.

Тонометрия Гольдмана основан на достижении фиксированного диаметра уплощения роговицы (3.06 мм) приложением груза различной массы. Преимуществом прибора является малая масса воздействия (1 г на 10 мм.рт.ст. ВГД) и, следовательно, небольшое вытеснение камерной влаги (около 0.5 мкл) и минимальное повышение давления в глазу.

Когда Ганс Гольдман конструировал тонометр, он понимал, что определенные свойства роговицы (например, сопротивление деформации) будут влиять на измерения ВГД. В своих вычислениях он использовал механические свойства «средней роговицы» толщиной 520 мкм и определить, что сопротивление деформации будет компенсировано поверхностным натяжением, связываемым прекорнеальной слезной пленкой, при диаметре апплантации 3.06 мм.

Методика измерения

Пациент садиться за щелевую лампу, лоб плотно прижат к упору.

В коньюктивальный мешок инстилируют местный анестетик и флюоресцеин. На призму, которую помещают напротив вершины роговицы, через кобальтовый голубой фильтр направляют самый яркий луч в косой проекции. На шкале устанавливают до тех пор, пока она не коснется вершины роговицы.

Врач смотрит в окуляры щелевой лампы, становятся видны 2 полукольца: одно - выше, другое - ниже горизонтальной линии. Они представляют собой слезную пленку, окрашенную флюоресцеином, которая образует эти полукольца при соприкосновения с верхней и нижней наружными частями призмы.

Шкалу тонометра устанавливают в такую позицию, при которой внутренние края полуколец только соприкасаются.

Показатель шкалы умножают на 10 что соответствует уровню ВГД в мм.рт.ст.

Неточный флюоресцеиновый рисунок получается при избыточном нанесении вещества; в этом случае полукольца получаются слишком толстые, а их радиус слишком маленьким, в то время как недостаточное количество флюоресцеина приводит к образованию слишком тонких полуколец с очень большим радиусом.

**Бесконтактная тонометрия**

Бесконтактная тонометрия была создана для измерения ВГД у широкого круга лиц без привлечения врача офтальмолога.

Это скрининговая методика, не требующая применения местных анестетиков.

Аппланация роговицы производиться кратковременным воздушным импульсом. Оптические датчики, расположенные по бокам от воздушной пушки, регистрируют перемещение роговицы.

При измерении сила воздушной струи увеличивается со временем. Сфокусированный пучок света отражается от роговицы и попадает в приемник. Яркость отраженного сигнала максимальна при уплощении роговицы в зоне диаметром 3.06мм (как при тонометрии по Гольдману) в этот момент выключается воздушная пушка и регистрируется показатель ВГД.

Поскольку воздушный тонометр является аппланационным, различие свойств роговицы у пациентов приводит к тем же погрешностям что и при тонометрии пло Гольдману.

Дополнительный источник погрешности при бесконтактной тонометрии - короткое время измерения (десятки милисекунд). ВГД измеряется в зависимости от кровенаполнения сосудистой оболочки в течение сердечного цикла (глазной пульс). Этот феномен можно наблюдать в виде пульсации мир при тонометрии по Гольдману или колебаний стрелки тонометра Шиотца. В некоторых случаях различие отдельных измерений может составлять 5 -6 мм.рт.ст. в течении одной секунды, в то время как сосудистая оболочка заполняется и пустеет. При пневмотонометрии невозможно определить, в какую фазу глазного пульса произведено измерение, поэтому для получения достоверного результата необходимо выполнять не менее трех измерений каждого глаза.

Методика измерения

Измерение проводят сидя. Пациент фиксирует подбородок и лоб. Высоту прибора подбирают таким образом, что бы воздействие воздушной струи на роговицу происходило в перпендикулярной плоскости.

Исследователь располагается с противоположной стороны прибора перед монитором.

Анестезию не применяют.

Пациента просят фиксировать взгляд. Контролируя правильность установки глаза по монитору, исследователь нажимает кнопку измерения, активируя воздушную пушку.

Как правило, пациенты реагируют на измерение морганием, однако измерение безболезненно.

Для получения достоверного результата необходимо не менее трех исследовательских измерений.

Аналогично измеряют ВГД другого глаза.

Результат измерения отображается на экране прибора и может быть распечатан.

**Тонометрия по Шиотцу**

Тонометрия по шиотцу измеряет ВГД по глубине вдавливания (импрессии) роговицы, возникающего при постановке прибора известной массы на глаз. Грузик тонометра установлен на плунжере, свободно перемещающимся внутри рукоятки.

Площадка тонометра, устанавливаемая на глаз, имеет вогнутую поверхность с кривизной, соответствующей кривизне роговицы. Перемещение плунжера, вдавливающего роговицу, через вогнутый молоточек передается на стрелку прибора.

Шкала прибора имеет 20 делений, соответствующих вдавлеванию роговицы на 0.05 мм - одна единица по шиотцу.

При высоком ВГД импрессия минимальная и, наоборот, при низком офтальмотонусе показания прибора увеличиваются.

Методика измерения

Измерение проводят в положении пациента лежа.

Проверяют калибровку прибора, устанавливая его на тестовую площадку, стрелка должна указывать на ноль. При необходимости проводят подстройку с помощью винта, расположенного на рукоятке тонометра.

После инстилляции анестетика исследователь берет тонометр за рукоять, аккуратно придерживает пальцами свободной руки веки пациента (избегая давления на газное яблоко). Просит его смотреть прямо или другим глазом на точку фиксации и ставит тонометр перпендикулярно на центр роговицы.

Необходимо опустить рукоять до середины цилиндра, по которому она перемещается. Если тонометр установлен правильно, часто наблюдаются небольшие колебания стрелки вследствие глазного пульса. Стрелка указывает на шкале внутриглазное давление в единицах по шиотцу. Перевод в мм.рт.ст. выполняется с помощью таблицы прилагаемой к прибору.

Если значение давления менее 4 единиц по шиотцу, следует установить дополнительный груз на плунжер поверх стандартного (5.5 г).

На точность измерения ВГД тонометром шиотца значимое влияние оказывают биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза, кривизна роговицы, что привело к вытеснению другими типами тонометров. Типично занижение показателей офтальмотонуса у миопов и завышение у гиперметропов.

Тонометр оказывает наибольшее механическое воздействие на глаз, минимальная масса прибора (без рукоятки) - 16.5 г (плунжер 5.5 г), максимальная - 21 г (плунжер 10 г).

**Транспальпебральная тонометрия**

Принцип действия приборов, измеряющих внутриглазное давление транспальпебрально, основан на регистрации свободного штока, осуществляющего компрессию глаза в области склеры через веко. При расчете ВГД используют тот участок движения штока в котором веко сжимается полностью и действует как жесткое передаточное звено. Таким образом, происходит крмпенсация влияния различных биомеханических свойств век на оценку ВГД.

Одиночное измерение ВГД происходит мгновенно, поэтому его результаты подвержены влиянию ритмичных колебаний офтальмотонуса.

Использование транспальпебральной склеральной тонометрии позволяет определять ВГД без контакта с роговицей, что может быть полезно при её патологии, после лазерных рефракционных операций, при измененной толщине роговицы.

Методика измерения

Оценку ВГД возможно проводить в положении пациента сидя или лежа. Обязательным условием является горизонтальное положение головы пациента без запрокидывания. Проводят дезинфекцию наконечника тонометра.

Исследователь располагается сбоку и сзади относительно пациента.

Приведя шток в рабочее положение. Включают тонометр. Устанавливают и фиксируют взгляд пациента с помощью тест объекта (например руки , пальца) так что бы линия взора была примерно под углом 45 градусов.

Необходимо расправить верхнее веко пальцем свободной руки, что бы край верхнего века совпадал с лимбом. Веко удерживают в таком положении. Не должно быть давления на глазное яблоко.

Руки с тонометром располагаются на лбу пациента. Устанавливают наконечник тонометра на веко так, чтобы передняя часть наконечника, не касаясь ресниц, находилась как можно ближе переднему ребру верхнего века.

Зона воздействия штока тонометра должна приходиться на участок склеры, соответствующих corona ciliaris в меридиане 12 часов. Важно добиться вертикального положения тонометра (звуковой сигнал отсутствует).

Корпус тонометра плавно опускают, сохраняя его вертикальное положение. До падения штока на веко, сопровождающегося коротки звуковым сигналом.

Ошибки измерения могут быть связаны со смещением тонометра вместе с веком на роговицу или от ресничного края века вверх. Также важны положение головы пациента, вертикальность тонометра и конечно опыт применения прибора.

**Портативный тонометр iCare**

Принцип действия прибора заключается в мгновенном ударе маленького легкого наконечника по центру роговицы. Регистрация измерения основан на индукционном методе оценки упругости. Для измерения используют одноразовые датчики. Применение местных анестетиков не требуется.

Измерение занимает доли секунды и производится с помощью устройства, которое удерживается в руках. Для получения точных результатов требуется провести несколько измерений, программное обеспечение прибора изначально настроено на выполнение серии из шести измерений.

Методика измерения

Вскрывают тубу датчика, повернув колпачок, и устанавливают датчик в держатель.

Активируют тонометр однократным нажатием кнопки запуска измерения: тонометр готов к работе, как только на дисплее отобразится 00.

Для получения точного результата измерение при правильном расстоянии необходимо получить жесткий упор прибора ко лбу пациента.

Просят пациента расслабиться и смотреть прямо вперед на указанную точку, подносят тонометр к глазу пациента. Центральный желоб должен находиться в горизонтальном положении, а расстояние от глаза до передней части муфты должно быть равным длине муфты. Иначе говоря, расстояние от кончика зонда до роговицы пациента должно быть от 4 до 8 мм.

Для выполнения измерения слегка нажимают кнопку пуска измерения стараясь избегать дрожания тонометра. Кончик датчика должен коснуться центральной часть роговицы. Выполняют серию из шести измерений.

После шестого измерения на дисплее появляется буква Р, за которой идет значение ВГД.

Основным преимуществом данного тонометра является портативность.

Считается, что короткое время измерения позволяет снизить влияние биомеханических свойств роговицы на точность определения ВГД.

**Динамическая контурная тонометрия (Pascal)**

Основу динамического контурного тонометра Pascal составляет наконечник из эластичного материала с вогнутой поверхностью, при контакте образующий единый контур с роговицей. Внутри наконечника находиться пьезодатчик, реагирующий на изменение давления.

Контактный наконечник прибора производит 100 измерений в секунду в течение всего сердечного цикла, а затем выдается среднее ВГД в диастолу и глазную амплитуду импульса или разницу между средним ВГД в систолу и диастолу

Тонометр представляет собой электронный прибор, который крепиться на щелевую лампу наподобие тонометра Гольдмана. Контактирующая с роговицей насадка имеет вогнутую форму, контур которой повторяет кривизну передней поверхности роговицы. В контур вмонтирован пьезоэлектрический датчик давления

Радиус кривизны контура составляет 10,4 мм (32,5 дптр) при пересчете на кератомические данные, что позволяет использовать прибор для роговиц с радиусом кривизны более 5-6 мм (55-65 дптр) и толщиной центральной зоны от 300 до 700 мкм. При этих условиях кривизна роговицы и кривизна контура в определенной зоне совпадают при минимальном давлении на глазное яблоко (менее 1 г) и датчик регистрирует ВГД «прямым транскорнеальным методом».

Принципиальное отличие от других тонометров заключается в отсутствие аппланции, поэтому свойства роговицы теоретически не влияют на показания прибора.

Принцип динамической тонометрии реализован благодаря тому, что ВГД регистрируется в течение 5-7 пульсовых волн и окончательная величина вычисляется как среднее из диастолических (минимальных) значений.

Прибор позволяет также регистрировать амплитуду глазного пульса в мм.рт.ст. что полезно определять как при глаукоме, так и при ряде сосудистых заболеваний.

Тонометр Pascal является полностью автоматизированным прибором для измерения ВГД. Результат каждого измерения отражается на ЖК экране с точностью до десятых долей мм.рт.ст.

Ошибки измерения учитываются автоматически, и регистрируется в виде показателей качества исследования Q который зависит от правильности центрации датчика стабильности центрации датчика стабильности фиксации взора наличия остаточной слезной пленки, сжимая век пациентом и ряда других факторов. Величина Qможет быть от 1 (очень хорошее качество) до 5 (неприемлемое качество).

Самотестирующаяся система динамического контурного тонометра не требует калибровки.

**4. Анализ имеющихся рекомендаций по выбору метода измерния ВГД**

Проведенный анализ рекомендаций не дал никаких результатов, так как таковых в средствах массовой информации и интернете не обнаружено. Были найдены сравнительные характеристики тех или иных приборов, но это частные случаи, проводимые независимой комиссией, которая пыталась выделить более точный прибор относительно других.

Можно отметить только то, что отечественные и зарубежные врачи офтальмологи склоняются к методике Гольдмана, как к самому точному прибору. Даже не смотря на то, что в России он не распространен и не используется массово как на данный момент тонометр по Маклокову.

В заключение этого хочется привести выдержку из журнала:

«Хочется отметить, что каждый из тонометров обладает своими достоинствами и своими недостатками. В данной работе проводился анализ характеристик как экономичность исследования, простота, возможность выполнения его средним мед. персоналом, возможность проведения суточной тонометрии, метод стерилизации и т.п. выбор метода тонометрии всегда зависит от задач, которые ставит перед собой исследователь, возможностей лечебного учреждения и опыта работы с прибором».

**5. Статистика по методам исследования ВГД в оптических салонах и медицинских центрах**

Проведя анкетирование, в оптиках и медицинских центрах результаты были занесены в таблицы.

*Таблица 2.*

Известные методы измерения ВГД.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Пальпаторный | 100% |
| 2 | По Маклакову | 100% |
| 3 | По Гольдману | 90% |
| 4 | По Шиотцу | 75% |
| 5 | Эластонометрия по Филатову - Кельфа | 70% |
| 6 | Транспальпебральный | 70% |
| 7 | Бесконтактный | 95% |
| 8 | iCARE | 50% |
| 9 | Динамическая контурная тонометрия (PASCAL) | 60% |

*Таблица 3.*

Используемые методы измерения ВГД.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1Пальпаторный80% |  |  |
| 2 | По Маклакову | 60% |
| 3 | По Гольдману | 10% |
| 4 | По Шиотцу | 0% |
| 5 | Эластонометрия по Филатову - Кельфа | 10% |
| 6 | Транспальпебральный | 70% |
| 7 | Бесконтактный | 90% |
| 8 | iCARE | 0% |
| 9 | Динамическая контурная тонометрия (PASCAL) | 0% |

*Таблица 4.*

Предпочли бы использовать методы по измерению ВГД.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1Пальпаторный45% |  |  |
| 2 | По Маклакову | 80% |
| 3 | По Гольдману | 80% |
| 4 | По Шиотцу | 25% |
| 5 | Эластонометрия по Филатову - Кельфа | 20% |
| 6 | Транспальпебральный | 10% |
| 7 | Бесконтактный | 95% |
| 8 | iCARE | 60% |
| 9 | Динамическая контурная тонометрия (PASCAL) | 65% |

*Таблица 5.*

Являются точными методы по измерению ВГД.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1Пальпаторный5% |  |  |
| 2 | По Маклакову | 90% |
| 3 | По Гольдману | 75% |
| 4 | По Шиотцу | 30% |
| 5 | Эластонометрия по Филатову - Кельфа | 50% |
| 6 | Транспальпебральный | 5% |
| 7 | Бесконтактный | 80% |
| 8 | iCARE | 35% |
| 9 | Динамическая контурная тонометрия (PASCAL) | 70% |

*Таблица 6.*

Удобные методы измерения ВГД.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Пальпаторный | 4,6 |
| 2 | По Маклакову | 3,3 |
| 3 | По Гольдману | 3,4 |
| 4 | По Шиотцу | 2,3 |
| 5 | Эластонометрия по Филатову - Кельфа | 2 |
| 6 | Транспальпебральный | 3,65 |
| 7 | Бесконтактный | 4,75 |
| 8 | iCARE | 2,9 |
| 9 | Динамическая контурная тонометрия (PASCAL) | 3,2 |

*Таблица 7.*

Возможно заразить пациента инфекциями при измерении ВГД. (По 5-и бальной шкале)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Пальпаторный | 2,25 |
| 2 | По Маклакову | 3 |
| 3 | По Гольдману | 2,5 |
| 4 | По Шиотцу | 2,25 |
| 5 | Эластонометрия по Филатову - Кельфа | 2,6 |
| 6 | Транспальпебральный | 1,95 |
| 7 | Бесконтактный | 1,2 |
| 8 | iCARE | 1,5 |
| 9 | Динамическая контурная тонометрия (PASCAL) | 1,85 |

*Таблица 8.*

Факторы на которые следует обратить внимание при покупке.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Точность | 17 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | Безопасность | 1 | 15 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | Цена | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 15 |
| 4 | Простота в использовании | 2 | 2 | 4 | 6 | 5 | 1 |
| 5 | Быстрота | 0 | 1 | 8 | 6 | 4 | 0 |
| 6 | Портативность | 0 | 0 | 4 | 5 | 8 | 3 |
|  | **В процентном соотношении** |  | | | | | |
|  |  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 | Точность | 85 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 2 | Безопасность | 5 | 75 | 10 | 5 | 5 | 0 |
| 3 | Цена | 0 | 5 | 10 | 5 | 5 | 75 |
| 4 | Простота в использовании | 10 | 10 | 20 | 30 | 25 | 5 |
| 5 | Быстрота | 0 | 5 | 40 | 30 | 20 | 0 |
| 6 | Портативность | 0 | 0 | 20 | 25 | 40 | 15 |

*ПРИМЕЧАНИЕ. В связи с отказом некоторых врачей офтальмологов и оптометристов заполнять анкету собственноручно, анкеты были заполнены под их диктовку. После ответа на вопрос №1 все методики были разъеснены.*

Из проведенной работы мы видим, что известны все методы по измерению ВГД. Но используются при этом всего 4 метода как основные (см. табл.3).

Не смотря на это, многие врачи и оптометристы желают воспользоваться и другими методами измерения ВГД в особенности «по Гольдману» (см. табл.4).

В связи с тем, что новые приборы мало где известны и не используется они и получают не такие высокие оценки как хотелось бы (см. табл.5).

А вот по удобности, все методы находятся примерно в одом диапозоне (см. Табл.6) и ярко выраженные лидеры только бесконтактный и пальпаторный метод.

В таблице 7 мы видем как многие еще заблуждаются и думают, что не все методы безопастны. но если выполняеть обработку тонометров по инструкции, то заражения сводятся к нулю.

На данный момент для оптометристов и врачей самым важны, является точность и безопасность, а не цена прибора, что говорит об их высококвалифицированности (см.табл.8).

**6. Измерение ВГД разными методами**

В ходе данной работы были использованы результаты 30 пациентов (60 глаз).

Все исследования были произведены на оборудовании: Nidek, тонометр по Маклокову и тонометром iCARE

*Таблица 9.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | | Фамилия | | Метод измерения | | | | | | | | | | | |
|  | |  | | Nidek NT-2000 | | | | По Маклокову | | | | | iCARE | | |
|  | |  | | OD | | OS | | OD | | | OS | | OD | | OS |
| 1 | | Смирнова Ж.Е | | 26 | | 24 | | 24 | | 24 | | | 24 | | 24 |
| 2 | | Смирнова Г.В. | | 18 | | 20 | | 19 | | 20 | | | 19 | | 19 |
| 3 | | Сергеенко С.А. | | 25 | | 22 | | 22 | | 22 | | | 22 | | 22 |
| 4 | | Сергеева И.А. | | 23 | | 22 | | 24 | | 20 | | | 22 | | 20 |
| 5 | | Алексеев М.Н. | | 18 | | 18 | | 12 | | 12 | | | 21 | | 21 |
| 6 | | Армомаева Р.С. | | 25 | | 25 | | 25 | | 26 | | | 24 | | 24 |
| 7 | | Баранов А.А. | | 20 | | 22 | | 22 | | 24 | | | 21 | | 22 |
| 8 | | Богданов В.В. | | - | | 18 | | 49 | | 25 | | | 36 | | 22 |
| 9 | | Басханцева И.В. | | 22 | | 19 | | 20 | | 19 | | | 18 | | 19 |
| 10 | | Волкова И.М. | | 27 | | 22 | | 26 | | 23 | | | 26 | | 22 |
| 11 | | Воронцова Л.Г. | | 21 | | 21 | | 19 | | 20 | | | 20 | | 20 |
| 12 | | Востриков Н.М. | | 21 | | 20 | | 23 | | 23 | | | 21 | | 21 |
| 13 | | Гальков С.А. | | 19 | | 21 | | 19 | | 19 | | | 21 | | 21 |
| 14 | | Герасимова О.П. | | 20 | | 20 | | 20 | | 20 | | | 20 | | 20 |
| 15 | | Глебко Л.К. | | 18 | | 19 | | 20 | | 19 | | | 20 | | 21 |
| 16 | | Тлеумбетов Е. | | 9 | | 13 | | 17 | | 19 | | | 14 | | 20 |
| 17 | | Горбев Н.М. | | 20 | | 21 | | 21 | | 23 | | | 22 | | 22 |
| 18 | | Гультаев М.В. | | 16 | | 24 | | 20 | | 25 | | | 19 | | 24 |
| 19 | | Гусеинова Н. | | 22 | | 20 | | 23 | | 25 | | | 21 | | 24 |
| 20 | | Давыдов П.С. | | 18 | | 18 | | 20 | | 23 | | | 19 | | 20 |
| 21 | | Деменюк Т.В. | | 19 | | 18 | | 22 | | 22 | | | 22 | | 20 |
| 22 | | Еставьев В.Е.. | | 17 | | - | | 22 | | 36 | | | 20 | | 29 |
| 23 | | Попова И.М. | | 24 | | 22 | | 23 | | 23 | | | 23 | | 23 |
| 24 | | Найдович Е.Б. | | 12 | | 14 | | 20 | | 20 | | | 20 | | 21 |
| 25 | | Морозова М.М. | | 11 | | 12 | | 18 | | 18 | | | 19 | | 19 |
| 26 | | МирамобоваТ.П. | | 21 | | 20 | | 24 | | 24 | | | 22 | | 23 |
| 27 | Манторов М.А. | | 17 | | 13 | | 25 | | 23 | | | 22 | | 23 | |
| 28 | Лачанев О.А. | | 11 | | 15 | | 19 | | 23 | | | 20 | | 22 | |
| 29 | Лутцева А.Л. | | 24 | | 22 | | 24 | | 23 | | | 22 | | 21 | |
| 30 | Лукашева Т.Т. | | 25 | | 25 | | 23 | | 25 | | | 24 | | 26 | |

На основания проведенной работы составим графики сравнения (Рис. 1.).



**Рис.1** Кривая результатов

**7. Сравнительный анализ результатов**

Для оценки вариабельности результатов измерения ВГД от исследования к исследованию мы использовали показатель «коэффициент повторяймости». Данный коэффициент повторяймости представляет собой удвоенное отклонение разницы между последовательными измерениями, выполненными одним исследователем на трех тонометрах каждому пациенту в неизменных условиях.

Чем ниже коэффициент повторяймости, тем меньше вариабельность результатов от измерению к измерению.

Результат сравнения повторяймости в обследованной группе приведен на рисунке 1 при помощи таблицы 9.

Из проведенной работы видно, что наивысший коэффициент имеет бесконтактный тонометр Nidek NT-2000, несколько ниже тонометр по маклокову и iCARE. Тонометр Маклокова и iCARE отличаются существенно более низкой вариабельностью результатов от исследования к исследованию.

Средняя разница между показателями равна 2 мм.рт.ст. Это является не значительной погрешностью и озночает что все 3 метода являются достаточно точными.

Базы данных были созданы на основании анализа анкет опросов и амбулаторных карт, в программе «Microsoft Office Excel 2007»

**8. Рекомендации по выбору метода и прибора**

Проведя работу мы выяснили, что все 3 прибора на которых проводились испытания по своему удобны, и имеют свои преимущества и недостатки.

В лидеры выбился тонометр контактный iCare, т.к. он не завышает и не занижает результаты исследований. Безусловно, является безопасным, в тонометр входят одноразовые сменные датчики, которые после использования уничтожают. Самым привлекательным является то, что он портативен и не требует медикаментов. Цена такого тонометра в 2.5 раза ниже, чем бесконтактного. Не требует, каких либо подставок, столиков и кушеток как того требует бесконтактный пневмотонометр и тонометр по Маклокову.

Все методы требуют навыков. Самым быстрым в этом плане является бесконтактный тонометр. На экране видны все инструкции даваемые компьютером для правильного измерения, что очень помогает исследователю. К нему очень быстро приспособиться, но во время работы на нем нужно проинструктировать пациента о механизме действия прибора иначе, пациент начнет волноваться и ВГД сразу же вырастет, что отразится при снятии отчета.

Вторым по обучению стал iCare, т.к. рука исследователя находиться на весу это и является небольшим недостатком, но в тоже время это позволяет следить за движением глаза при потери фиксации (глаз уходит), не прерывая исследования. Еще один маленький недостаток это то, что результат высвечивается, а не фиксируется.

Самым сложным и долгим в обучении является тонометрия по Маклокову т.к. исследование зависит не только от навыка исследователя, но и от самого пациента, который может не давать раскрыть веки. Еще один недостаток этого метода в том, что нужно пользоваться медикаментами.

Исходя из этого, сделаем вывод.

Для общего обследования в таких учреждениях как МНТК им.С.Федорова можно пользоваться бесконтактным тонометром, как скрининг диагностика. Для более глубокого исследования и при подозрениях на глаукому можно пользоваться iCare, поскольку является быстрым и не требует медикаментов, а также на его результаты не влияет толщина роговицы.

В поликлиниках можно использовать тонометр Маклокова т.к. финансирование таких отделений очень низок, а замена датчиков в iCare довольно дорогостояще. Один датчик стоит 1 евро.

Кардинально меняется ситуация в оптиках, т.к. поток пациентов не настолько велик как в выше указанных учреждениях. Бесконтактный тонометр потребует дополнительное место и расходов т.к. цена на порядок выше, чем у iCare. тонометр Маклокова потребует не только отдельного места, но и времени, которое мы затратим на исследование.

Оценив все факторы, мы можем с уверенность сказать, что новый прибор iCare встает на одну ступень с такими тонометрами как Гольдмана, Маклокова и PASCAL.

**Выводы и заключение**

Сегодня данная тема является одной из важнейших тем, так как оптометристы являются те к кому первоначально идут люди, у которых нет времени посещать врача офтальмолога. Поэтому правильно измеренное ВГД это уже гарантия безопасности пациента от глаукомы на начальной стадии.

Для того что бы провести это измерение правильно нам нужно выбрать ту методику и тот прибор который будет точен удобен практичен и портативен. Эти факторы не так маловажны, как кажутся.

Зная строение органов, гидродинамики глазного яблока, можно предположить, какая произошла дисфункция и, что послужило повышение ВГД.

До нас дошли те методы, которые были разработаны еще в 1884 году и мы пользуемся ими до сих пор. Но на смену им приходят более новые усовершенствованные.

Проведя исследование 3-х приборов разного времени мы получили практически одинаковые значения измерения. Вот только простота и удобство становятся более выражены на новых приборах, нежели на старых. Это дает удобство и комфорт не только исследователю, но и пациенту, прежде всего. Новые методики не требуют капель, укладывать пациента на кушетку. А самое важное то, что при помощи таких приборов можно исследовать людей с ограничиными возможностями не причиняя им дискомфорт. Но самое главное что мы можем предупредить такую болезнь как глаукома и её необратимые последствия, которые могут привести к потери зрения безвозвратно.

**Список используемой литературы и источников**

1. Антонов А.А. Офтальмотонометрия: Пособие для врачей, интернов, клинических ординаторов / Под ред. В.П. Еричева. - М., 2009. - 30с., ил.

2. Астахов Ю.С., Даль Н.Ю. Гониоскопия: Пособие для врачей, интернов, клинических ординаторов. - М., 2009. - 32 с., ил.

. Офтальмология: учебник / под ред.Е.И. Сидоренко. - 2-е изд.,испр. - М.:ГЭОТАР-Медиа, 2007. - 408 с. :ил.

. Астахов Ю.С., Офтальмологические ведомости /Оригинальные статьи /ООО «Издательство Н-Л» -2010 №1 Том 1. - 95 с. :ил.

. http://ochki-sidorenko.ru/bolezni-glaz/glaukoma

. http://eyesun.narod.ru/anatomy/cor\_cil.htm