

ГЛАУКОМА

и л л ю с т р и р о в а н н о е р у к о в о д с т в о

Перевод с английского

Нил Т. Чоплин

Специалист по глаукоме,
Глазная клиника в Сан-Диего,
капитан в отставке
Медицинского военного корпуса
Военно-морского флота США,
бывший председатель и директор резидентуры
Военно-морского медицинского центра,
Сан-Диего, Калифорния, США

Диана С. Ланди

Капитан в отставке
Медицинского военного корпуса
Военно-морского флота США,
бывший директор глаукомного
подразделения и директор резидентуры
Военно-морского медицинского центра,
Сан-Диего, Калифорния, США



Москва
Логосфера
2011

4 Внутриглазное давление и его измерение

Neil T. Choplin

ВВЕДЕНИЕ

Внутриглазное давление поддерживается относительным балансом между продукцией и оттоком водянистой влаги (см. главу 3). Уровень внутриглазного давления среди здоровых людей широко варьируется, его распределение более или менее стандартно со сдвигом вправо (рис. 4.1). У лиц без глаукомы (диски зрительных нервов без изменений, отсутствие выпадений полей зрения) средний показатель внутриглазного давления составляет приблизительно 16 мм рт. ст. со стандартным отклонением в 2,5. Статистический показатель нормы — средний уровень ± 2 стандартных отклонения, что составляет приблизительно 11–21 мм рт. ст. У 2–3% здоровых людей давление выше статистических верхних границ; этим пациентам ставят диагноз «офтальмогипертензия».

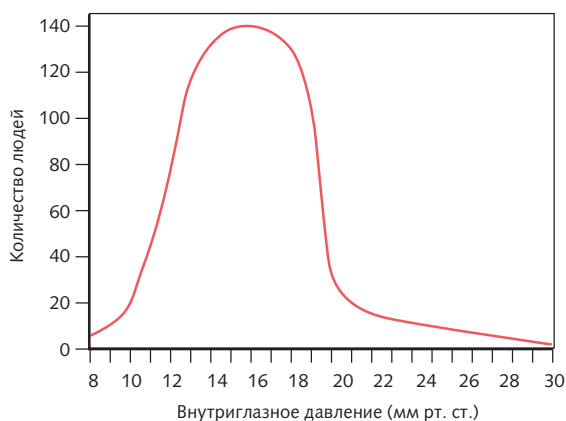


Рис. 4.1 Распределение значений ВГД у здоровых лиц. Средние показатели внутриглазного давления составляют приблизительно $16 \pm 2,5$ мм рт. ст. Кривая с правой стороны (выше 21 мм рт. ст.) представляет сегмент популяции с офтальмогипертензией

Внутриглазное давление изменяется в разное время суток по-разному. Эти суточные колебания ВГД у здоровых людей составляют не более 4 мм рт. ст., в большинстве случаев самые высокие показатели давления отмечают поздним утром. К тому же внутриглазное давление у пациента в горизонтальном положении в любое время суток выше, чем в вертикальном, поэтому у большинства пациентов самые высокие показатели давления отмечают в утренние часы во время сна. При наличии глаукомы разброс показателей в течение дня значительно шире; могут отмечаться пики очень высокого давления на фоне нормальных показателей, зафиксированных в другое время (рис. 4.2). Иногда данные колебания, как и другие изменения, приписывают кортизолу плазмы, который также обладает суточными колебаниями. Суточные колебания давления — один из факторов, из-за которых измерение ВГД становится не-

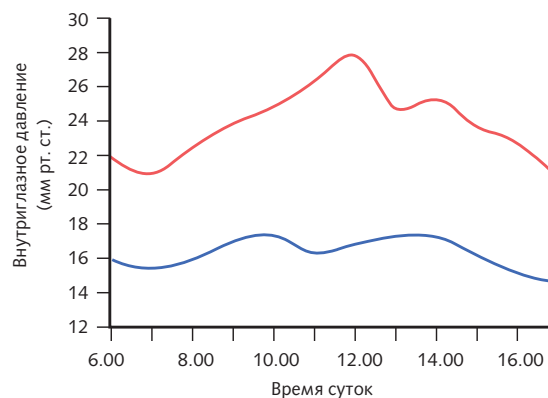


Рис. 4.2 Суточные колебания внутриглазного давления. При нормальном давлении суточные колебания ограничены (нижняя кривая), в глазах с глаукомой колебания значительно больше (верхняя кривая)

Таблица 4.1 Факторы, влияющие на внутриглазное давление

Место действия	Увеличение притока (повышение давления)	Уменьшение притока (снижение давления)	Уменьшение оттока (повышение давления)	Увеличение оттока (снижение давления)
Цилиарное тело	Увеличение поступления жидкости Увеличение кровотока Бета-агонисты	Снижение общей жидкости (дегидратация) Снижение кровотока Бета-блокаторы Дигиталис Циклит Возраст Ингибитор карбоангидразы Альфа ₂ -агонисты Уvealная эффузия из-за отслойки хориоидеи Хирургическая деструкция		
Стандартные пути оттока			Возраст ПГЕ ₁ Пигмент, остатки Антихолинергетики, например атропин Кортикостероиды	Холинергетики, например пилокарпин Лазерная трабекулопластика
Нестандартные пути оттока			Холинергетики, например пилокарпин	Антихолинергетики, например атропин Альфа ₂ -агонисты ПГФ _{2α} , например латанопрост
Барьер кровь–водянистая влага	Разрывы, например увеит Оsmотический градиент, например белок Холинергетики, например фосфолин йодид	Стабилизация, например противовоспалительные средства Антихолинергетики, например атропин		
Другое			Закрытый угол Повышенное эписклеральное венозное давление	Склеростомия Регматогенная отслойка сетчатки Отверстие после циклодиализа

информативным методом скрининга на предмет глаукомы. Определение суточной кривой с особым вниманием к пикам подъема давления необходимо проводить пациентам, у которых была обнаружена глаукомная оптическая нейропатия на фоне нормальных значений ВГД, или пациентам с прогрессирующей глаукомой, несмотря на нормальные значения ВГД.

Поскольку ВГД зависит от баланса между продукцией водянистой влаги и ее оттоком, любой фактор, увеличивающий продукцию и/или снижающий отток, вызывает повышение внутриглазного давления, а факторы, снижающие продукцию влаги и/или увеличивающие отток, снижают давление. Некоторые из этих факторов представлены в табл. 4.1.

ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ

Измерение внутриглазного давления обязательно должно входить в любое обследование глаза. Очевидно, что прямое измерение давления с помощью введения канюли в переднюю камеру и манометрической методики проводить нецелесообразно, поэтому используют непрямые методики. Они основаны на определении ответа глазного яблока на прилагаемую внешнюю силу. Тонометры, которые были разработаны с целью измерения внутриглазного давления, делят на две категории: импрессионные, которые определяют степень деформации роговицы или глазного яблока в ответ на при-

лагаемое внешнее усилие, и аппланационные, которые определяют силу, необходимую для уплощения определенной области поверхности роговицы. В обоих случаях именно внутриглазное давление противостоит внешней силе.

ОЦЕНКА ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ ПАЛЬПАЦИЕЙ

В отсутствие инструментов для измерения ВГД его оценку можно провести пальпаторно. Пальпация не является точным методом, но обычно несложно выявить очень высокое или очень низкое давление. Конечно, данный метод не подходит в случаях подозрений на разрыв глазного яблока. Эту методику используют в приемных кабинетах, когда перед врачом предстает пациент с красным болезненным глазом с подозрением на острый приступ глаукомы. Для того чтобы врач мог оценить внутриглазное давление пальпацией, пациент должен закрыть глаза и посмотреть вниз. Врач указательными пальцами обеих рук аккуратно по очереди нажимает на верхнюю часть глаза через закрытое веко, определяя силу, необходимую для продавливания стенки глаза (рис. 4.3). Обычно легко почувствовать твердый, как камень, глаз. Если пальпация осуществляется после определения ВГД другой методикой, врач вполне может оценить внутриглазное давление с точностью до 2–3 мм рт. ст.

ТОНОМЕТРИЯ ПО SCHIOTZ

Тонометр Schiottz — это импрессионный инструмент, который измеряет внутриглазное давление, регистрируя глубину вдавления роговицы при наложении тонометра с определенной массой на предварительно анестезированный глаз. Схема инструмента представлена на рис. 4.4.

Груз находится на поршне, который должен свободно двигаться вдоль держателя. Когда тонометр устанавливают на глаз, внутриглазное давление оказывает противоположно направленную силу, которая давит на поршень. В результате стрелка с помощью выгнутого молоточка отклоняется вдоль изогнутой шкалы. Каждое деление на шкале (от 1 до 20) соответствует вдавлению в роговицу на 1/20 мм. Высокое внутриглазное давление противостоит вдавлению, тогда стрелка отклоняется совсем немного, а при низком офтальмотонусе вдавление становится глубоким, и стрелка отклоняется значительно. В случаях повышенного внутриглазного давления (отклонение стрелки менее 4 делений при любом грузе) на стандарт-



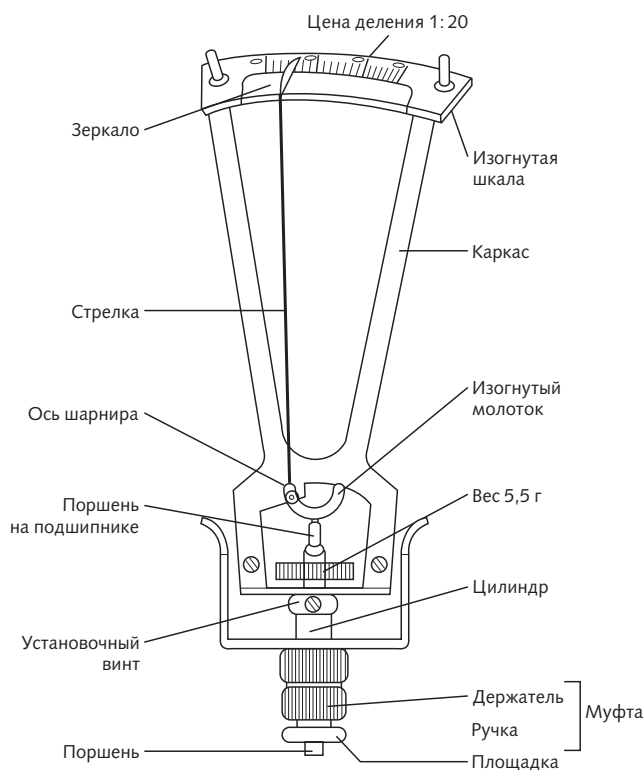
Рис. 4.3 Определение внутриглазного давления пальпацией. Пациента просят закрыть глаза и посмотреть вниз. Врач указательными пальцами обеих рук аккуратно по очереди нажимает на глаз через закрытое веко, определяя силу, необходимую для продавливания стенки глаза. Сопrotивление надавливанию является внутриглазным давлением. Сопоставляя напряжение в пальцах с результатами аппланационной тонометрии, проведенной до исследования, врач может научиться определять, силу какой величины необходимо применить, чтобы она соответствовала тому или иному уровню внутриглазного давления. Это позволяет оценить внутриглазное давление с точностью до 2–3 мм рт. ст.

ный груз 5,5 г следует помещать больший груз до тех пор, пока результат не будет больше 4 делений. Внутриглазное давление определяют с помощью калибровочных таблиц (рис. 4.5), сопоставляя значения шкалы с применяемым грузом.

Для проведения измерения пациент должен занять горизонтальное положение (рис. 4.6). Местно наносят анестетик. Проводят калибровку инструмента, поместив поршень на тестер; значение шкалы должно равняться нулю (для осуществления необходимых поправок на держателе есть установочный винт). Далее врач аккуратно раскрывает веки пациента (не оказывая при этом давления на глазное яблоко), просит пациента посмотреть прямо перед со-



(а)



(б)

Рис. 4.4 Тонометр Schiøtz. (а) Тонометр Schiøtz на калибровочном тестере. Поскольку тестер резистентен к вдавливанию, значения шкалы должны равняться нулю. (б) Схема тонометра Schiøtz

Показатель шкалы	Груз на поршне (в граммах)			
	5,5	7,5	10,0	15,0
0	41	59	82	127
0,5	38	54	75	118
1,0	35	50	70	109
1,5	32	46	64	101
2,0	29	42	59	94
2,5	27	39	55	88
3,0	24	36	51	82
3,5	22	33	47	76
4,0	21	30	43	71
4,5	19	28	40	66
5,0	17	26	37	62
5,5	16	24	34	58
6,0	15	22	32	54
6,5	13	20	29	50
7,0	12	19	27	46
7,5	11	17	25	43
8,0	10	16	23	40
8,5	9	14	21	38
9,0	9	13	20	35
9,5	8	12	18	32
10,0	7	11	16	30
10,5	6	10	15	27
11,0	6	9	14	25
11,5	5	8	13	23
12,0		8	11	21
12,5		7	10	20
13,0		6	10	18
13,5		6	9	17
14,0		5	8	15
14,5			7	14
15,0			6	13
15,5			6	11
16,0			5	10
16,5				9
17,0				8
17,5				8
18,0				7

Рис. 4.5 Калибровочная таблица для тонометра Schiøtz.

Значение вдавления роговицы находится в левой колонке (соответствует показателю шкалы). Значения внутриглазного давления перечислены под значением груза, который использовали при исследовании

бой и помещает инструмент на роговицу. Держатель немного опускается до половины цилиндра. Значение определяют по стрелке на изогнутой шкале, избегая возможных отклонений. Далее внутриглазное давление определяют по таблице.

Тонометрия Schiøtz является достаточно точным методом, но ее часто заменяют другими способами измерения ВГД по различным причинам. Во-первых, положение пациента, которое необходимо для проведения исследо-

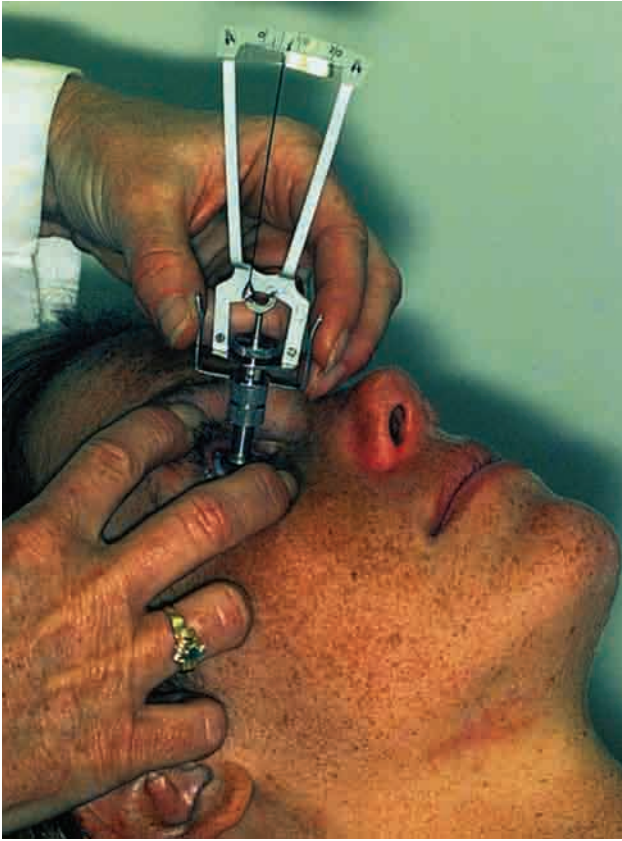


Рис. 4.6 Измерение внутриглазного давления с помощью тонометра Schiøtz. Пациент принимает горизонтальное положение, в глаза инстиллируют местный анестетик. Врач аккуратно раскрывает веки пациента свободной рукой, не оказывая при этом давления на глазное яблоко. Пациента просят посмотреть прямо перед собой или зафиксировать точку на потолке парным глазом. Инструмент берут за держатель другой рукой и аккуратно помещают перпендикулярно на роговицу, пока площадка не коснется роговицы. Обычно при правильном расположении инструмента отмечается небольшая пульсация стрелки, соответствующая пульсации глаза. Поршень с прикрепленным грузом давит на роговицу и образует на ней вдавление, насколько позволяет сопротивление внутриглазного давления. Это приводит к тому, что поршень на подшипнике толкает изогнутый молоток и стрелка отклоняется от нулевой отметки. Цена деления равна 1 : 20, следовательно значение одного деления соответствует вдавлению в роговицу $\times 0,05$ мм. После вычисления значения по шкале внутриглазное давление определяют по калибровочной таблице

вания, иногда может быть неудобным. Во-вторых, из-за ригидности склеры возможны большие погрешности. Например, глаза с миопией более эластичны по сравнению с другими. При использовании внешней силы (например, тонометра Schiøtz) некоторое усилие переходит на склеру (которая не очень резистентна к растяжению), что ведет к меньшей резистентности роговицы к вдавлению и недооценке внутриглазного давления. При гиперметропии фиброзная оболочка более ригидна.

АППЛАНАЦИОННАЯ ТОНОМЕТРИЯ

Аппланационная тонометрия во многих клинических исследованиях является методом выбора. Разработаны тонометры для использования вместе с щелевыми лампами, а также ручные тонометры для исследований вне смотровой комнаты. К данной категории устройств относятся тонометры Goldmann, Perkins, Mackay-Marg, Tonopen и пневмотонометр. Принцип работы этих аппаратов идентичен. Внутриглазное давление определяют, прилагая силу, необходимую для уплощения определенной области поверхности роговицы.

Полное описание и инструкции по использованию каждого из этих приборов можно найти в прилагаемой документации производителя.

ТОНОМЕТР GOLDMANN

Тонометр Goldmann (рис. 4.7) — возможно, самый распространенный тонометр, который представляет собой международный стандарт в измерении внутриглазного давления. Этот тонометр разрабатывался на основании ряда предположений. Человеческий глаз был принят за полностью эластичную и очень тонкую сферу.

Для измерения ВГД нужно приложить некую внешнюю силу, которой будет противостоять внутриглазное давление. Принято считать, что средняя центральная толщина роговицы составляет 520 мкм. Однако показатель толщины роговицы у людей чрезвычайно вариабелен, что влияет на точность тонометрии по Goldmann. Еще в 1975 г. при манометрическом измерении внутриглазного давления во время экстракции катаракты было доказано, что при толстой роговице показатели ВГД выше, а при тонкой — ниже истинного ВГД. Тот факт, что показатели внутриглазного давления после лазерной коррекции зрения ниже, чем перед операцией, теперь не без оснований связывают с истончением роговицы, вызванной лазерной аблацией.

Применяя данное наблюдение к офтальмогипертензии, выявили, что в таких глазах роговицы, как правило, толще средней величины, а в глазах с тонкой роговицей существует повышенный риск развития глаукомы при таком же уровне давления. Например, исследование Ocular Hypertension Treatment Study показало, что в глазах с давлением более 26 мм рт. ст. и центральной толщиной роговицы больше 588 мкм глаукома развивалась в течение 5 лет в 6% случаев, а при центральной толщине роговицы менее 555 мкм — в 36% случаев. Также во

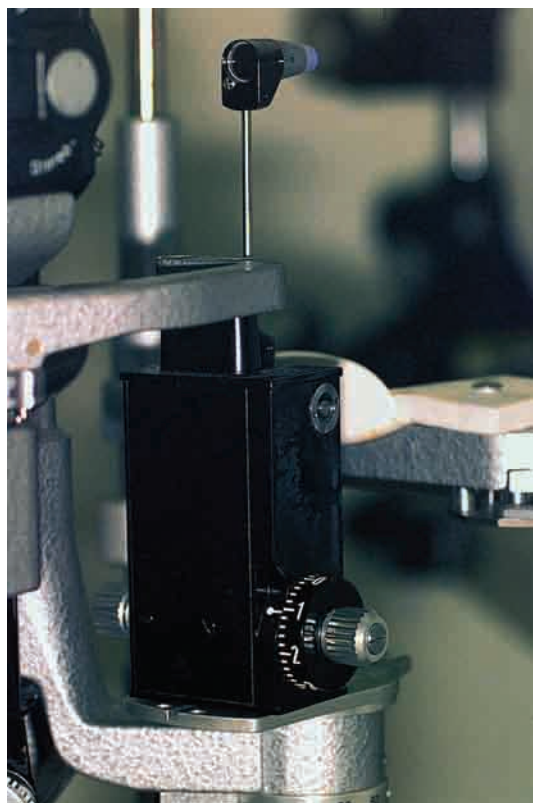


Рис. 4.7 Тонومتر Goldmann. Тонومتر Goldmann, размещенный на щелевой лампе, состоит из наконечника, прикрепленного с помощью стержня к цилиндрической пружине, находящейся в корпусе прибора. Напряжение в пружине, которое определяется положением калибровочного винта, обеспечивает силу, уплотняющую центральную зону роговицы диаметром 3,06 мм. Наконечник содержит призму, расщепляющую картинку круга уплотненной поверхности роговицы на два полукруга, один над другим

многих глазах с глаукомой нормального давления роговица оказывалась тоньше средней, а в глазах с тонкой роговицей риск развития прогрессирующей глаукомы был выше.

Для точной оценки риска развития глаукомы или ее прогрессирования важно сочетать измерение внутриглазного давления и центральной толщины роговицы. Хотя еще достоверно не известны отношения между истинным внутриглазным давлением, центральной толщиной роговицы и внутриглазным давлением, полученным в результате измерения аппланационным тонометром Goldmann, считают, что давление изменяется на 1 мм рт. ст. при каждом изменении на 20 мкм толщины роговицы выше или ниже значения 540 мкм. Эти данные представлены в табл. 4.2. Возможно, в ближайшем будущем будут разработаны новые тонометры, которые смогут точнее определять истинное внутриглазное давление, учитывая толщину центральной зоны роговицы, либо при измерении ВГД будут применять другие принципы.

Таблица 4.2 Поправочный коэффициент к уровню ВГД в зависимости от центральной толщины роговицы

Центральная толщина роговицы (мкм)	Коррекция (мм рт. ст.)
405	7
425	6
445	5
465	4
485	3
505	2
525	1
545	0
565	-1
585	-2
605	-3
625	-4
645	-5
665	-6
685	-7
705	-8

Один из таких тонометров — динамический контурный тонометр, который находится в разработке.

При использовании аппланационного тонометра Goldmann сила, уплотняющая роговицу, представлена цилиндрической пружиной в корпусе аппарата. Пружина контролируется вращением винта на основании корпуса. Прикосновение к анестезированному глазу осуществляется с помощью кончика расщепленной призмы, через который за щелевой лампой можно видеть роговицу. Область уплотнения роговицы составляет 3,06 мм в диаметре. В глаз инстиллируют анестетик и флуоресцеин, а слезную пленку подсвечивают на щелевой лампе через фильтр с синим кобальтом. Как только инструмент прикасается к глазу (рис. 4.8), аппланационная головка создает круговой отпечаток на мениске слезной пленки, который хорошо виден через щелевую лампу. Призма на аппланационной головке расщепляет круг на два полукруга, с помощью винта врач регулирует изображение до тех пор, пока внутренние края полукругов не будут слегка соприкасаться (рис. 4.9), на этом исследование заканчивается. Внутриглазное давление вычисляют, умножая показатель на шкале винта на 10.

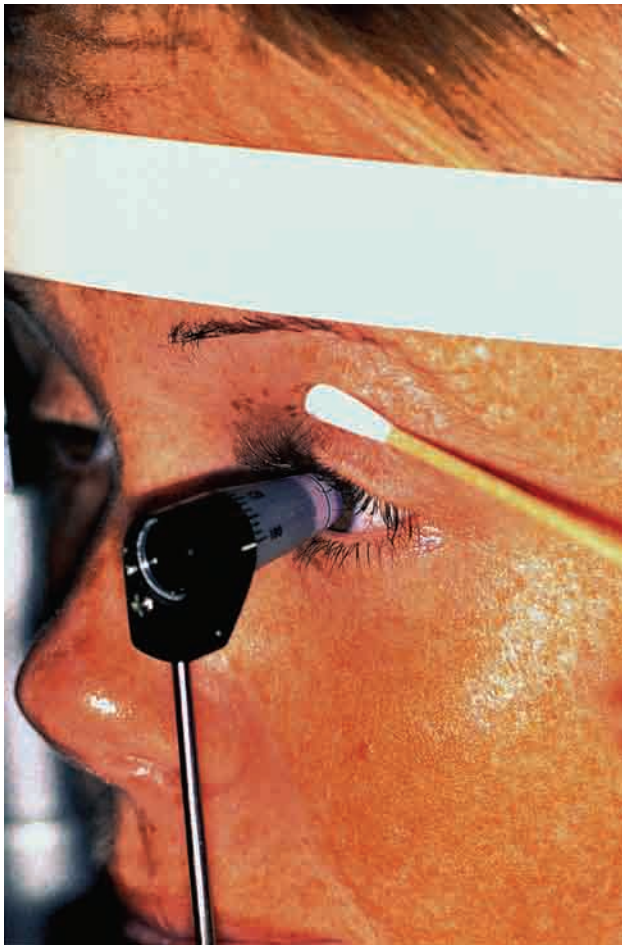


Рис. 4.8 Измерение внутриглазного давления с помощью тонометра Goldmann. Глаз анестезирован, слезная пленка окрашена флуоресцеином. Аппарат приводят в правильное положение, на щелевой лампе включают фильтр с синим кобальтом. Щелевая апертура должна иметь максимальную ширину. Наконечник прибора аккуратно помещают напротив роговицы и через биомикроскоп рассматривают картинку слезной пленки. Винт вращают до тех пор, пока внутренние края полуокружностей не будут слегка соприкасаться. Это свидетельствует о том, что достигнуто уплощение роговицы диаметром 3,06 мм, соответствующее внутриглазному давлению. Для определения давления показатель на шкале умножают на 10

РУЧНЫЕ ТОНОМЕТРЫ

Тонometr Perkins

Тонometr Perkins (рис. 4.10) — ручной аппланационный тонометр на батарейках, который функционально абсолютно идентичен тонометру Goldmann. Полукольца видны непосредственно через прибор, поэтому необходимость в щелевой лампе отпадает. Его можно использовать в разных положениях пациента.

Тонometr Маккау–Марг

Тонometr Маккау–Марг (рис. 4.11) был разработан для измерения внутриглазного давления в

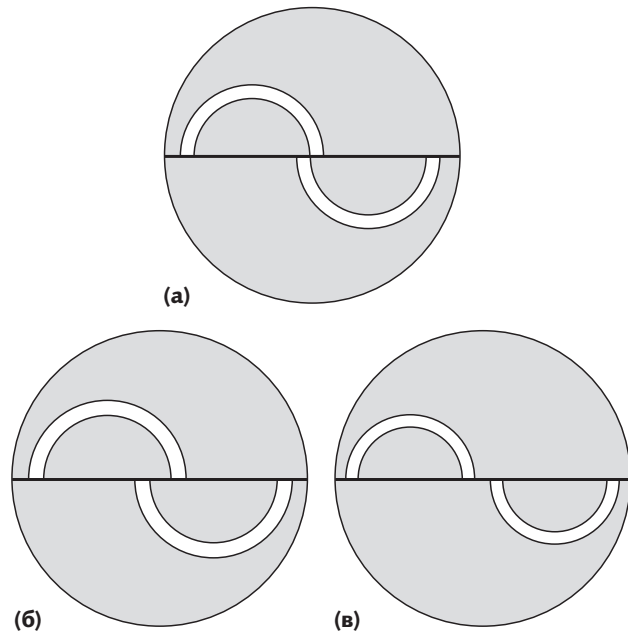


Рис. 4.9 Мениск слезной пленки. Во время аппланационной тонометрии внешний вид мениска слезной пленки рассматривают через тонометр Goldmann. (а) Правильный внешний вид полуколец; прилагаемая к роговице сила соответствует внутриглазному давлению. (б) Вид полуколец, когда прилагаемая к роговице сила больше внутриглазного давления или прибор слишком глубоко вдавлен в глаз, что ведет к чрезмерному уплощению роговицы. (в) Вид полуколец, когда прилагаемая к роговице сила меньше внутриглазного давления, что ведет к недостаточному уплощению роговицы

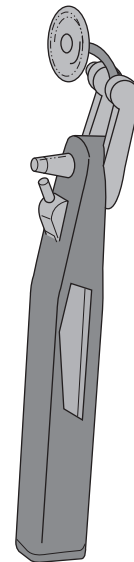


Рис. 4.10 Тонometr Perkins. Этот тонометр действует по тем же принципам, что и тонометр Goldmann. Призма помещена на уравновешивающую ее ручку, а изменения в прилагаемой силе достигаются вращением спиральной пружины. Диск, находящийся на вершине прибора, помещают напротив лба пациента как подпорку. Прибор не обязательно держать вертикально и можно использовать в разных положениях пациента



Рис. 4.11 Тонومتر Maskay–Marg. Аппланационный тонометр, в котором движения наконечника улавливаются датчиком, встроенным в рукоятку. Этим тонометром определяют давление, деформирующее роговицу, которому противостоит внутриглазное давление. Прибор используют для измерения внутриглазного давления в глазах с поврежденной, неровной или отечной роговицей

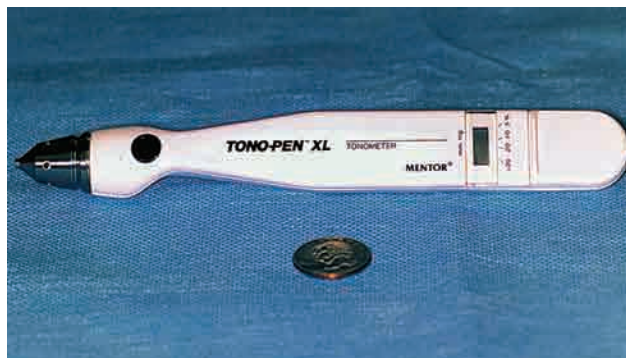


Рис. 4.13 Топореп™ — миниатюрный электронный аппланационный тонометр, который работает на батарейках и может быть использован в любом положении пациента. Тонومتر подходит для измерения внутриглазного давления у пациентов, которых нельзя осмотреть с помощью щелевой лампы. Также его используют для измерения давления у пациентов с неровной роговицей, т.к. контактная поверхность Топореп намного меньше, чем у тонометра Goldmann

глазах с поврежденной, неровной или отечной роговицей, диаметр его наконечника по сравнению с тонометром Goldmann почти в 2 раза меньше. Подвижная головка выступает над окружающей ее площадкой и поддерживается пружиной, прикрепленной к датчику. Датчик воспринимает напряжение пружины и трансформирует ее в числовое значение. При приближении наконечника к роговице измеряют давление, деформирующее роговицу. Полученные значения записываются на движущейся бумажной ленте.



Рис. 4.12 Пневматический тонометр. Прибор состоит из камеры, наполненной газом, и датчика, который воспринимает давление в этой камере. Как только прибор подносят к глазу, внутриглазное давление передается обратно на наконечник и повышает давление на газ, пока не будет достигнута конечная точка. Показатели записываются на движущуюся бумажную ленту либо отображаются на цифровом индикаторе. Этот прибор также можно использовать для тонографии



Рис. 4.14 Измерение внутриглазного давления с помощью Топореп™. В глаз инстиллируют анестетик, на кончик инструмента надевают латексный предохранитель. Врач придерживает верхнее веко пациента, а рукой с прибором опирается на щеку, аккуратно и быстро прикасается кончиком к центральной части роговицы, совершая быстрое движение инструментом по направлению к роговице и от нее. Когда измерение будет зафиксировано, тонометр издаст короткий гудок, а после 5 успешных замеров на дисплее появится значение офтальмотонуса

Пневматический тонометр

Пневматический тонометр — еще один прибор, используемый для измерения давления в глазах с поврежденной, неровной и/или отечной роговицей (рис. 4.12). Измерять ВГД также можно через бандажную контактную линзу.

Топореп™

Прогресс в электронике привел к созданию компактного ручного автономного аппланационного тонометра Топореп™ (рис. 4.13), который работает по тем же принципам, что и тонометр Maskay–Marg. Прибор аккуратно помещают на

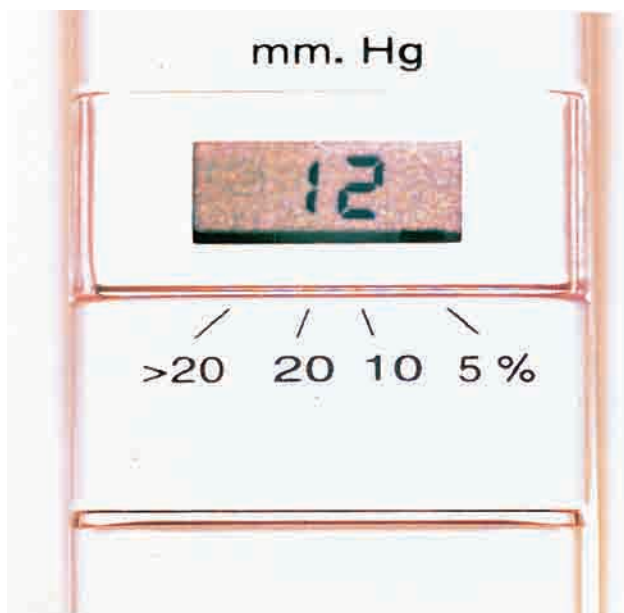


Рис. 4.15 Показатель внутриглазного давления (мм рт.ст.) на дисплее Топореп™ является усредненным значением ВГД после 5 замеров. Внизу распечатки появится прямая линия, которая соответствует разбросу данных в процентах (5, 10, 20 или > 20%)

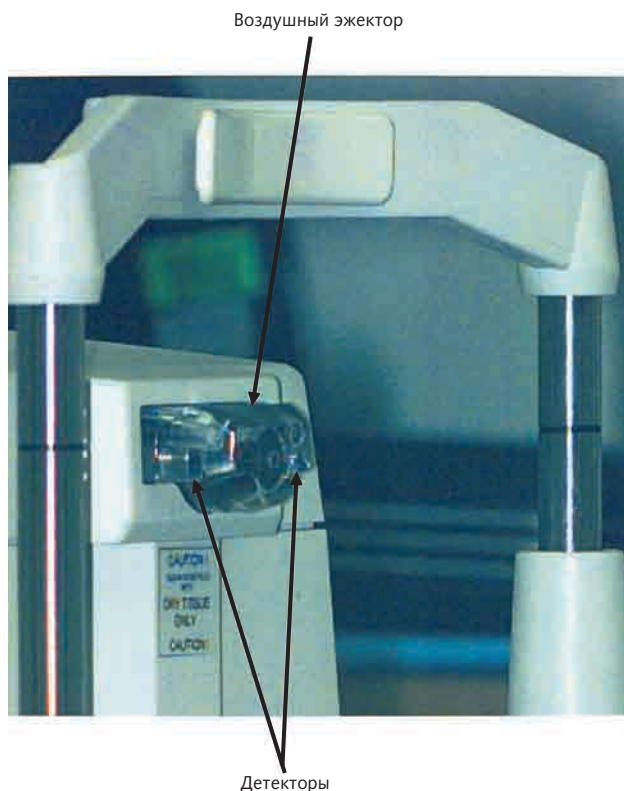


Рис. 4.17 Рабочие части бесконтактного тонометра. Воздушный эжектор располагается между двумя детекторами. При увеличении силы воздействия воздушной струи детекторы определяют, когда уплощение роговицы достигает конечной точки. Время, необходимое для достижения конечной точки, прямо пропорционально силе воздействия и обратно пропорционально степени уплощения, т.е. внутриглазному давлению



Рис. 4.16 Бесконтактный тонометр. Для измерения внутриглазного давления с помощью этого прибора пациента нужно усадить в правильное положение. Оператор занимает место слева. Анестезию не используют. Для выполнения измерений глаз должен быть виден на мониторе. Когда глаз занимает правильное положение, оператор нажимает на кнопку и выпускает струю воздуха. Световые детекторы, расположенные по обеим сторонам эжектора, определяют степень уплощения роговицы и момент достижения конечной точки. Обычно пациенты в ответ на поток воздуха вздрагивают, но в целом обследование дискомфорта не причиняет



Рис. 4.18 Дисплей бесконтактного тонометра. Глаз едва различим в центре монитора. Усредненные показатели давления для каждого глаза находятся в середине

анестезированную роговицу (рис. 4.14), и после пяти измерений значение внутриглазного давления отображается на цифровом индикаторе. Разброс показателей представлен на дисплее и в процентном эквиваленте (рис. 4.15).

БЕСКОНТАКТНАЯ ТОНОМЕТРИЯ

Бесконтактная (или пневматическая) тонометрия (рис. 4.16) изначально была разработана для измерения внутриглазного давления медицинскими работниками, т.к. она не требовала применения местной анестезии. Ни одна часть данного тонометра не прикасается к глазу. Для аппланации роговицы прибор исполь-

зует поток воздуха. На рис. 4.17 показан воздушный эжектор и датчики, которые с помощью отраженного света определяют уплощение роговицы. Во время работы струя воздуха направлена на роговицу, сила воздействия со временем возрастает. Роговица освещена параллельным пучком света, который отражается и улавливается датчиками. Они определяют максималь-

ное отражение света, соответствующее уплощению поверхности роговицы диаметром 3,06 мм. Время, необходимое для достижения максимального отражения, прямо пропорционально силе воздушного потока и обратно пропорционально внутриглазному давлению и интерпретируется в виде показателя внутриглазного давления (рис. 4.18).

Библиография

Brubaker RF. Tonometry. In: Duane's Clinical Ophthalmology, Vol 3. Philadelphia, PA: JB Lippincott, 1994.

Ehlers N, Bramen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol* 1975; 53: 34–43.

Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al., for the Ocular Hypertension Treatment Study Group. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120: 714–20.

Herndon LW. Rethinking pachymetry and intraocular pressure. *Rev Ophthalmol* 2002; 9.

Hitchings RA. Primary glaucoma. In: Slide Atlas of Ophthalmology, Vol 7. London: Gower Medical, 1984.

Hoskins HD Jr, Kass M, eds. *Becker-Shaffer's Diagnosis and Therapy of the Glaucomas*, 6th edn. St Louis, MO: Mosby, 1989: 67–88.

Mosaed S, Liu JH, Weinreb RN. Correlation between office and peak nocturnal intraocular pressures in healthy subjects and glaucoma patients. *Am J Ophthalmol* 2005; 139: 320–4.