

Применение транспальпебрального индикатора ИГД-02 для измерения внутриглазного давления у больных с послеожоговыми грубыми рубцовыми изменениями переднего отдела.

ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова АМН Украины»

Проведен сравнительный анализ данных уровней ВГД, полученных с помощью транспальпебрального индикатора ИГД-02, с результатами измерений пальпаторным методом, тонометрией по Маклакову и электронной тонографией (в тех случаях, где была возможность провести такие исследования), который показал возможность и целесообразность применения индикатора ИГД-02 для клинических целей, как такового, который не имеет аналогов для контроля ВГД у больных с грубыми рубцовыми изменениями переднего отдела после тяжелых ожогов глаз (грубое васкуляризованное бельмо, наличие частичного или тотального симблефарона, анкилосимблефарона) и показывает достоверные данные уровня ВГД на таких глазах.

Ключевые слова: вторичная послеожоговая глаукома, внутриглазное давление, методы диагностики, ИГД-02

Введение. Ожоги глаз являются одним из сложных и прогностически неблагоприятных поражений органа зрения. Тяжелым последствием таких ожогов является формирование бельм IV-V категории, нередко осложненных вторичной глаукомой. По данным литературы, вторичная глаукома на таких глазах была диагностирована в 15–46,1% случаев, которая у 8–57,4% пострадавших стала причиной полной и необратимой слепоты, из-за наступившей полной атрофии зрительного нерва. В патогенезе глаукомной атрофии зрительного нерва при послеожоговой глаукоме ведущим фактором способствующему прогрессированию глаукомной оптиконейропатии является повышение уровня внутриглазного давления (ВГД). Поэтому возможность точного измерения уровня ВГД на глазах с груборубцовыми послеожоговыми изменениями переднего отдела глаза (груборубцовое бельмо, нарастание на роговицу рубцовой ткани, наличие симблефарона или анкилосимблефарона) имеет очень большое значение для качественной и своевременной диагностики, а также контроля проводимого лечения больных с этой глаукомой.

В настоящее время существует множество устройств и методик [измерения внутриглазного давления](#) – от тонометрии по Маклакову до миниатюрных датчиков давления, крепящихся к радужной оболочке глаза или интраокулярной линзе. Но все эти методики на глазах с грубыми рубцовыми изменениями переднего отдела значительно затруднены и обладают высокой погрешностью или неприменимы вообще. Например, анализ расчетных и экспериментальных данных показывает, что значения внутриглазного давления, измеренные аппланационным тонометром Гольдмана, увеличиваются по мере увеличения толщины роговицы – увеличение срединной толщины роговой оболочки на 10 мкм вызывает повышение измеряемого внутриглазного давления на 0,63 мм рт. ст. В большинстве случаев единственно возможным способом измерения ВГД на глазах с груборубцовыми последствиями тяжелых ожогов является пальпаторное измерение. Возможность определения офтальмотонуса через веко известна давно, и в настоящее время пальпаторный метод широко используется в клинической практике, когда непосредственный инструментальный контакт с глазным яблоком невозможен, нежелателен или имеется высокая вероятность недостоверного измерения. При помощи пальпации опытный офтальмолог может ориентировочно оценить: находится ли ВГД в пределах нормальных значений (Т_n), повышено (Т₊₁, Т₊₂, Т₊₃) или понижено (Т₋₁, Т₋₂, Т₋₃), а также отличить нормотензию от гипер- или гипотензии. Вместе с этим пальпаторный метод является очень субъективным, с большой неопределенностью результатов, особенно при пограничных изменениях офтальмотонуса, например – верхняя норма или +1.

В последние годы в офтальмологии широкое распространение получил транспальпебральный метод измерения ВГД при первичной глаукоме с помощью индикатора ИГД-02 "ПРА", выпускаемого Рязанским приборным заводом. Имеется ряд работ о сравнении результатов измерения уровня ВГД по методу Маклакова и при помощи ИГД-02, в которых выявлено высокое совпадение показаний офтальмотонуса при использовании этих двух методик, как в норме, так и у пациентов с разными стадиями первичной глаукомы. Многочисленные исследования показали высокую достоверность измерения ВГД индикатором ИГД-02 (тонометрическое ВГД по Маклакову, 10 г) и другой моделью транспальпебрального прибора - [тонометром ТГДц-01 \(измеряет истинное ВГД\)](#). Расхождения результатов, полученных с помощью тонометра ТГДц-01 и тонометра Гольдмана, а также индикатора ИГД-02 и тонометра Маклакова по данным литературы, не имели системного характера и не превышали 4 мм рт.ст.. При повторных измерениях ВГД на здоровых глазах колебания показателей были в пределах 2-4 мм рт.ст., в то же время разброс результатов при повторных измерениях одним и тем же тонометром Гольдмана на здоровых глазах составляет 2-3 мм рт.ст.

Нами индикатор внутриглазного давления ИГД-02 впервые применен для измерения ВГД на глазах с грубыми рубцовыми изменениями переднего отдела при тяжелых последствиях ожогов глаз – несмотря на то, что рекомендация изготовителя портативного индикатора ИГД-02 исключают использование прибора у пациентов с патологией склеры и/или конъюнктивы в области измерения.

Цель работы. Изучить достоверность данных измерения ВГД, полученных с помощью транспальпебрального индикатора ИГД-02 у больных с грубыми рубцовыми изменениями переднего отдела после тяжелых ожогов глаз (грубое васкуляризованное бельмо, наличие частичного или тотального симблефарона, анкилосимблефарона).

Материал и методы. Для измерения ВГД в до- и послеоперационном периоде у больных с грубыми рубцовыми изменениями переднего отдела, мы использовали транспальпебральный прибор ИГД-02 («ПРА» Рязанского приборного завода), сочетающий в себе удобство применения и достоверность получаемых данных в сравнении с другими методиками измерения уровня ВГД при первичной глаукоме. Принцип действия прибора основан на обработке функции движения штока в результате его свободного падения и взаимодействия с упругой поверхностью верхнего века. При измерении ВГД в момент падения штока создается кратковременная компрессия глаза за счет его деформации через веко в области склеры. При обработке микропроцессором функции движения штока используется тот ее участок, в котором веко под основанием штока за счет оптимально выбранных размеров, массы и высоты падения штока сжимается полностью и действует как жесткое передаточное звено. Таким образом, компенсируется влияние демпфирующих свойств различного типа век на оценку ВГД. Преимущества транспальпебрального прибора следующие: безболезненная диагностика без применения каких-либо анестезирующих средств, исключение риска занесения инфекции, возможность использования при некоторой патологии роговицы и после любых операций, высвечивание величины ВГД на дисплее и отсутствие дискомфорта при измерении. Процесс оценки ВГД занимает 4-6 секунд. На дисплее индикатора ИГД-02 «ПРА» высвечиваются значения ВГД по Маклакову при нагрузке 10 г.

Для оценки диагностической ценности данных уровня ВГД, полученных с помощью транспальпебрального индикатора ИГД-02, нами сравнивались результаты измерения уровня ВГД, полученные с помощью ИГД-02, пальпаторным методом и (в тех случаях, где была возможность провести такие исследования) - тонометрией по Маклакову или электронной тонографией (использовался тонометр-тонограф глазной цифровой типа ТНЦ-100). Исследования проведены на 117 глазах у 70 больных (368 исследований) – табл.1. Уровень получаемого ВГД представлен в двух величинах – мм рт.ст. и приравненных к ним условных единицах (-2, -1, нижняя норма – N↓, норма – N, верхняя норма – N↑, +1, +2, +3), полученных пальпаторным методом.

Данные ВГД были статистически обработаны после предварительного разделения исследуемых глаз – на четыре группы по уровню ВГД: I группа от нижней нормы N↓ (диапазон от 10 до 15мм рт.ст.) до нормы N (диапазон от 16 до 21мм рт.ст.) – куда попадает давление «цели» $</ = 21$ мм рт., снижение до которого обуславливает успешное сохранение зрительных функций глаза при глаукоме, что показано во многих исследованиях; II группа - от верхней нормы N↑ (диапазон от 22 до 26мм рт.ст.) до +1 (27-30мм рт.ст.); III группа – гипотония (диапазон от (-)1 (8-9мм рт.ст.) до (-)2(6-7мм рт.ст.); IV группа – гипертензия (диапазон от +2(31-35мм рт.ст.) до +3 (35>мм рт.ст.)).

Методы статистической обработки. Статистический анализ проводился с использованием электронных таблиц MS Excel. Вычислялся критерий χ^2 Пирсона для таблицы сопряженности 2x2 и достигнутый уровень значимости (с поправкой Йэйтса на непрерывность). Разница между уровнями ВГД считалась статистически значимой при уровне значимости (p) меньше 0,05. Для проверки надежности полученных данных, мы проводили анализ чувствительности.

Результаты исследований и их обсуждение. Данные измерений ВГД различными методами: индикатором ИГД-02, пальпаторным методом, тонометрией по Маклакову и электронной тонографией представлены в таблице 1.

Таблица.1 Уровни ВГД, измеренные различными способами, на глазах с послеожоговыми груборубцовыми изменениями переднего отдела

Способ измерения ВГД	Общее количество измерений	Уровень ВГД, количество измерений, в % к общему количеству измерений						
		-1-2 (6-9 мм рт.ст.)	N↓ (10-15 мм рт.ст.)	N (16-21 мм рт.ст.)	N↑ (22-26 мм рт.ст.)	+1 (27-30 мм рт.ст.)	+2(31-35 мм рт.ст.)	+3 (35> мм рт.ст.)
ИГД-02	160	9(5,6%)	35(21,9%)	52(32,5%)	37(23,1%)	20(12,5%)	6(3,8%)	1(0,6%)
Пальпаторный метод	162	7(4,3%)	9(5,6%)	93(57,4%)	31(19,1%)	17(10,5%)	5(3,1%)	-
Тонометрия по Маклакову	15	-	2(13,3%)	10(66,7%)	1(6,7%)	1(6,7%)	-	1(6,7%)
Электронная тонография	31	1(3,2%)	16(51,6%)	6(19,4%)	4(12,9%)	1(3,2%)	2(6,5%)	1(3,2%)

Обращает на себя внимание малое количество данных по уровню ВГД, измеренного с применением тонометрии по Маклакову и электронной тонографии. Это обусловлено невозможностью в подавляющем большинстве случаев применить эти методы на глазах с груборубцовыми изменениями переднего отдела.

Проведен анализ распределения разных уровней ВГД по диапазонам: -1-2 (6-9мм рт.ст.), N↓ (10-15мм рт.ст.), N (16-21мм рт.ст.), N↑ (22-26мм рт.ст.), +1 (27-30мм рт.ст.), +2(31-35мм рт.ст.), +3 (35>мм рт.ст.). Как видно из табл.1, количество полученных данных по уровням ВГД в зависимости от используемой методики определения ВГД – ИГД-02 или пальпаторно в выделенных диапазонах почти одинаково: 9(5,6%) и 7(4,3%) – при гипотонии (-1-2); 87(54,4%) и 102(63%) – при нижней норме и норме; 37(23,1%) и 31(19,1%) – при верхней норме; 20(12,5%) и 17(10,5%) – при небольшой гипертензии (+1);

6(3,8%) и 5(3,1%) – при умеренной гипертензии (+2); 1(0,6%) и 0 (ноль) – при высоко уровне ВГД(+3) – соответственно при измерении ВГД индикатором и пальпаторным методом. Значительную разницу между количеством измерений при нижней норме и норме можно объяснить, тем, что нижнюю норму врачи трактовали как норму.

Сравнение данных ИГД-02 и данных тонометрии и тонографии, по различным диапазонам уровней ВГД будет представлено в следующих таблицах.

В табл.2 приведены результаты статистического анализа измерений уровня ВГД в диапазоне нижней нормы N↓(10-15мм рт.ст.) – нормы N(16-21мм рт.ст.). Сравнялся уровень ВГД, полученный с помощью индикатора ИГД-02, с данными полученными пальпаторным методом, тонометрией по Маклакову и электронной тонографией.

Таблица 2. Сравнительный анализ уровней ВГД в диапазоне N↓(10-15мм рт.ст.) – N(16-21мм рт.ст.), полученных с помощью индикатора ИГД-02, с данными измерений другими методами на глазах с послеожоговыми грубобубцовыми изменениями переднего отдела.

Методы сопоставляемые с данными ИГД-02	Рассчитанное значение критерия χ^2	Заданный уровень значимости (p)	Критическое значение критерия χ^2	Достигнутый уровень значимости (p)
Пальпаторный метод	2,11	0,05	3,84	0,147
Тонометрия по Маклакову	2,7	0,05	3,84	0,101
Электронная тонография	2,28	0,05	3,84	0,131

Как видно из табл.2, в диапазоне от 10 до 21мм рт.ст., достигнутый уровень значимости более чем в два раза превышал заданный уровень значимости (0,05>), что говорит об отсутствии статистически значимых различий между данными, полученными индикатором и контрольными методами. Наиболее полно корреляция с данными, полученными индикатором ИГД-02 наблюдалась при сравнении с данными пальпаторного метода (p=0,147) и электронной тонографии (p=0,131), и в меньшей степени проявлялась при сравнении с тонометрией по Маклакову (p=0,101).

В таблице 3 мы привели данные статистического анализа измерений уровня ВГД в диапазоне верхняя норма N↑ (22-26мм рт.ст.) – +1 (27-30мм рт.ст.).

Таблица 3. Сравнительный анализ уровней ВГД в диапазоне N↑ (22-26мм рт.ст.) – +1 (27-30мм рт.ст.), полученных с помощью индикатора ИГД-02, с данными измерений другими методами на глазах с послеожоговыми грубобубцовыми изменениями переднего отдела.

Методы сопоставляемые с данными ИГД-02	Рассчитанное значение критерия χ^2	Заданный уровень значимости (p)	Критическое значение критерия χ^2	Достигнутый уровень значимости (p)
Пальпаторный метод	1,06	0,05	3,84	0,304
Тонометрия по Маклакову	2,13	0,05	3,84	0,144
Электронная тонография	3,66	0,05	3,84	0,056

Как видно из таблицы 3, достигнутый уровень значимости в этом диапазоне уровней ВГД колебался от p=0,304 при сравнении с пальпаторным методом, достигая при сравнении с тонометрией по Маклакову p=0,144 и поднимался при сравнении с электронной тонографией до p=0,056. Из сравнения достигнутого уровня с заданным уровнем значимости (0,05>) видно, что, несмотря на то, что все контрольные методы показали отсутствие статистически значимых различий пальпаторный метод и тонометрия по Маклакову выделялись, как наиболее точно коррелирующие с данными ИГД-02, в отличие от электронной тонографии, достигнутый уровень значимости которой почти приближался к заданному уровню значимости (0,05>). Очень высокий уровень значимости при сравнении с электронной тонографией (p=0,056) обусловлен тем, что в анализируемом диапазоне было численно большее количество измерений с применением ИГД-02 и пальпаторного метода. Указанное явление, на наш взгляд, объясняется тем, что во время измерения ВГД у части глаз, попавших в этот диапазон, имелись более грубые изменения переднего отдела, что позволяло в гораздо меньшем проценте случаев применить электронную тонографию и тонометрию по Маклакову, в сравнении с другими группами. Кроме того, в этой группе, как правило, была нарушена регуляция ВГД со сдвигом его в сторону повышения (вторичная рефрактерная послеожоговая глаукома, транзиторная гипертензия).

В таблице 4 приведены данные статистического анализа измерений уровня ВГД в диапазоне -2 (6-7мм рт.ст.) – -1 (8-9мм рт.ст.).

Таблица 4. Сравнительный анализ уровней ВГД в диапазоне -2 (6-7мм рт.ст.) – -1 (8-9мм рт.ст.), полученных с помощью индикатора ИГД-02, с данными измерений другими методами на глазах с послеожоговыми груборубцовыми изменениями переднего отдела.

Методы сопоставляемые с данными ИГД-02	Рассчитанное значение критерия χ^2	Заданный уровень значимости (p)	Критическое значение критерия χ^2	Достигнутый уровень значимости (p)
Пальпаторный метод	0,08	0,05	3,84	0,778
Тонометрия по Маклакову	-	-	-	-
Электронная тонография	0,01	0,05	3,84	0,914

Как видно из таблицы 4, достигнутый уровень значимости в этом диапазоне колебался от $p=0,778$ при сравнении с пальпаторным методом, достигая $p=0,91$ при сравнении с электронной тонографией. Такие низкие значения достигнутого уровня значимости показали отсутствие статистически значимых различий, но возможно, данные анализа обусловлены малым для достоверной статистической обработки числом измерений уровня ВГД в этом диапазоне. В то же время, необходимо подчеркнуть, что в подавляющем большинстве случаев определение гипотонии пальпаторным методом не вызывает трудностей, даже при наличии очень грубых изменений переднего отдела глаза.

В таблице 5 приведены данные статистического анализа измерений уровня ВГД в диапазоне +2 (31-35мм рт.ст.) – +3 (35>мм рт.ст.).

Таблица 5. Сравнительный анализ уровней ВГД в диапазоне +2 (31-35мм рт.ст.) - +3 (35>мм рт.ст.), полученных с помощью индикатора ИГД-02, с данными измерений другими методами на глазах с послеожоговыми груборубцовыми изменениями переднего отдела.

Методы сопоставляемые с данными ИГД-02	Рассчитанное значение критерия χ^2	Заданный уровень значимости (p)	Критическое значение критерия χ^2	Достигнутый уровень значимости (p)
Пальпаторный метод	0,1	0,05	3,84	0,752
Тонометрия по Маклакову	0,0005	0,05	3,84	1,0005
Электронная тонография	0,6	0,05	3,84	0,44

Как видно из таблицы 5, достигнутый уровень значимости колебался от $p=0,44$ при сравнении с электронной тонографией, достигая $p=0,75$ при сравнении с пальпаторным методом и $p=1,0005$ с тонометрией по Маклакову. Такие низкие значения достигнутого уровня значимости показали отсутствие статистически значимых различий, выделив пальпаторный метод и тонометрию по Маклакову как наиболее точно коррелирующие с данными ИГД-02. Возможно, низкий достигнутый уровень значимости, так же обусловлен недостаточным количеством измерений уровня ВГД в этом диапазоне вследствие невозможности в подавляющем большинстве случаев применить тонометрию по Маклакову и электронную тонографию на глазах с груборубцовыми изменениями переднего отдела. Но необходимо отметить, что определение гипертензии (+1+2) пальпаторным методом в подавляющем большинстве случаев также не вызывает трудностей, даже при наличии очень грубых изменений переднего отдела глаза.

Анализ приведенных данных показал высокую достоверность результатов, полученных с использованием транспальпебрального индикатора ИГД-02, особенно при определении пограничных значений ВГД. Это позволяет на качественно новом уровне вести контроль над колебаниями ВГД на глазах с груборубцовыми изменениями переднего отдела.

Для проверки надежности полученных данных, мы проводили анализ чувствительности – была рассчитана чувствительность диагностического теста, направленного на выявление определённого уровня ВГД с применением ИГД-02 и его сравнение с контрольными методами (пальпаторным методом, тонометрией по Маклакову и электронной тонографией на глазах с послеожоговыми груборубцовыми изменениями переднего отдела) таблица 6.

Таблица 6. Чувствительность диагностики уровня ВГД ИГД-02 в сравнении с контрольными методами при послеожоговых грубобульбовых изменениях переднего отдела.

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ВГД	ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ДИАГНОСТИКИ УРОВНЯ ВГД ИГД-02 (НИЖНЯЯ ГРАНИЦА 95%-НОГО ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА – ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА 95%-НОГО ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА)						
	-1-2 (6-9мм рт.ст.)	N↓ (10-15мм рт.ст.)	N (16-21мм рт.ст.)	N↑ (22-26мм рт.ст.)	+1 (27-30мм рт.ст.)	+2 (31-35мм рт.ст.)	+3(35>мм рт.ст.)
Пальпаторный метод	56,3% (31,01-79,04%)	46,08%(41,33-50,92%)		54,33%(46,02-62,47%)		58,38%(28,96-83,4%)	
Тонометрия по Маклакову	–	87,92%(85,71-92,09%)		96,66%(89,8-99,44%)		87,55%(49,62-99,4%)	
Электронная тонография	90,05% (55,82-99,53%)	79,86%(75,97-84,88%)		91,98%(83,61-96,94%)		70,04%(36,69-91,82%)	

Из таблицы 6 следует, что достигнутый уровень чувствительности оказался достаточно высоким. Так при анализе данных в выделенных нами диапазонах он колебался от 96,66%[95% ДИ 89,8-99,44%] до 87,92%[95% ДИ 85,71-92,09%] при сравнении с тонометрией по Маклакову; от 70,04%[95% ДИ 36,69-91,82%] до 91,98%[95% ДИ 83,61-96,94%] при сравнении с электронной тонографией; от 46,08%[95% ДИ 41,33-50,92%] до 58,38%[95% ДИ 28,96-83,4%] в сравнении с пальпаторным методом. Полученный уровень чувствительности колебался в широких диапазонах и был наиболее низким при сравнении с пальпаторным методом.

Проведенный анализ свидетельствует о целесообразности на глазах с послеожоговыми грубобульбовыми изменениями переднего отдела применять в комплексе все возможные методы измерения ВГД, данные которых способны дополнять друг друга, обеспечивая высокую достоверность полученных значений.

Всё вышесказанное дает основание рекомендовать применение индикатора ИГД-02 у этой категории больных, так как он позволяет исключить субъективную оценку при мониторинге ВГД, особенно в его пограничных значениях. Необходимо также подчеркнуть, что методически правильное проведение транспальпебральной тонометрии является важным условием достоверности показателей ВГД.

Заключение. Измерение ВГД с помощью транспальпебрального индикатора ИГД-02 на глазах с грубобульбовыми изменениями переднего отдела является принципиально новой методикой. Сравнительный анализ уровней ВГД, полученных с помощью транспальпебрального прибора ИГД-02, с результатами измерений пальпаторным методом, тонометрией по Маклакову и электронной тонографией (в тех случаях, где была возможность провести такие исследования), убеждает в целесообразности применения индикатора ИГД-02 для клинических целей, как не имеющего аналогов для контроля ВГД и показывающего высокодостоверные данные у больных, имеющих грубые рубцовые изменения переднего отдела глаза (плотное васкуляризованное бельмо, частичный или тотальный симблефарон, анкилосимблефарон). Кроме того, прибор не требует использования анестетиков, не нуждается в стерилизации и использовании расходных материалов, исключает угрозу инфицирования, безопасен и прост в использовании.

(«Новое в офтальмологии», №2/2010, Москва)