

Тугеева Э.Э.¹, Воронцова Т.Н.², Бржеский В.В.¹, Зайцева М.В.³

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФИБРОЗНОЙ КАПСУЛЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОФТАЛЬМОТОНОМЕТРИИ У ДЕТЕЙ

¹ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, 194100, Санкт-Петербург, РФ; ²ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова», 195112, Санкт-Петербург, РФ; ³СПб ГБУЗ «Диагностический центр № 7(глазной) для взрослого и детского населения» 191028, Санкт-Петербург, РФ

Проведено сравнение результатов офтальмотонометрии, выполненной разными способами: с помощью тонометра Icare, транспальпебрального тонометра ТВГД-01, пневмотонометра и тонометра Маклакова у здоровых детей и пациентов с врожденной глаукомой. Обследованы 20 детей (40 глаз) с компенсированной врожденной глаукомой в возрасте 5–17 лет, контрольную группу составили 43 ребенка (86 глаз) – здоровых детей и детей с миопией слабой степени. Радиус кривизны роговицы у детей с врожденной глаукомой составлял $8,24 \pm 0,08$ мм, у здоровых детей – $7,68 \pm 0,03$ мм. Центральная толщина роговицы у 52,5% пациентов с врожденной глаукомой была $599,20 \pm 8,07$ мкм, у 47,5% – $508,90 \pm 7,28$ мкм, в то время как у детей контрольной группы – $562,46 \pm 4,00$ мкм. Среднее внутриглазное давление, полученное при тонометрии с помощью Icare составило $15,3 \pm 1,04$ мм рт. ст. у детей с врожденной глаукомой, $18,26 \pm 0,46$ мм рт. ст. – у детей контрольной группы, при пневмотонометрии – $16,23 \pm 2,07$ мм рт. ст. и $17,48 \pm 0,34$ мм рт. ст. соответственно. Показатели транспальпебральной тонометрии у детей с врожденной глаукомой были $16,90 \pm 0,50$ мм рт. ст., у детей контрольной группы – $18,60 \pm 0,48$ мм рт. ст.; при тонометрии по Маклакову – $18,14 \pm 0,58$ мм рт. ст. и $18,98 \pm 0,24$ мм рт. ст. соответственно. Выявлена положительная прямая корреляция между тонометрией Icare и радиусом кривизны роговицы ($r = 0,79$), а также между значением центральной толщины роговицы и внутриглазным давлением по Маклакову ($r = 0,93$). Выявлена отрицательная корреляция между величиной переднезаднего размера глаза и результатами транспальпебральной тонометрии ($r = -0,47$). Трактовка результатов измерения внутриглазного давления у детей с врожденной глаукомой должна проводиться с учетом измененных свойств роговицы у таких пациентов.

Ключевые слова: врожденная глаукома; офтальмотонометрия у детей

Для цитирования: Рос. педиатр. офтальмол. 2015; 2: 38-40.

Tugeeva E.E.¹, Vorontsova T.N.², Brzheskiy V.V.¹, Zaytseva M.V.³

THE INFLUENCE OF THE FIBROUS CAPSULE MAIN PARAMETERS ON THE RESULTS OF DIFFERENT METHODS OF OPHTHALMOTONOMETRY IN CHILDREN

¹Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, 194100, Saint-Petersburg, Russia; ²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 195112, Saint-Petersburg, Russia; ³Diagnostic Center №7 (ophthalmological) for adults and children, 191028, Saint-Petersburg, Russia

The comparison of the results of ophthalmometry performed using the Icare tonometer, transpalpebral tonometer TVGD-01, pneumotonometer and Maklakov tonometer in healthy children and patients with congenital glaucoma. We examined 20 children (40 eyes) with compensated congenital glaucoma at the age of 5-17 years, the control group consisted of 43 patients (86 eyes) – healthy children and children with mild myopia. The cornea radius of curvature in children with congenital glaucoma was $8,24 \pm 0,08$ mm, in healthy children - of $7,68 \pm 0,03$ mm Hg. Central corneal thickness in 52,5% of patients was $599,20 \pm 8,07$ μ m, 47,5% of patients had $508,90 \pm 7,28$ μ m, while children in the control group had $562,46 \pm 4,00$ μ m. The average intraocular pressure (Po), obtained by tonometry using Icare was $15,3 \pm 1,04$ mm Hg in children with congenital glaucoma, $18,26 \pm 0,46$ mm Hg in children of the control group, pneumotonometer was $16,23 \pm 2,07$ mm Hg and $17,48 \pm 0,34$ mm Hg respectively. Indicators transpalpebral tonometry (PT) in children with congenital glaucoma - $16,90 \pm 0,50$ mm Hg, children in the control group - $18,60 \pm 0,48$ mm Hg, Maklakov tonometry - $18,14 \pm 0,58$ mm Hg and $18,98 \pm 0,24$ mm Hg respectively. Positive direct correlation between Icare tonometry and corneal curvature radius ($r=0,79$) and between central corneal thickness and IOP on Maklakov ($r=0,93$). A negative correlation between the value of the anteroposterior size of the eye and results transpalpebral tonometry ($r=-0,47$). Interpretation of intraocular pressure measurement results in children with congenital glaucoma should be based on the modified properties of the cornea in these patients.

Key words: congenital glaucoma; ophthalmometry in children

Citation: Ros. pediatr. ophthal'mol. 2015; 2: 38-40. (in Russian)

Correspondence to: Tugeeva Elina El'darovna, e-mail: etugeeva@yandex.ru, Vorontsova Tat'yana Nikolaevna, tel: (812) 303-50-00
Received 12.02.15

Актуальность. Как известно, результаты офтальмотонометрии зависят не только от величины показателя внутриглазного давления (ВГД), но также и от радиуса кривизны, толщины роговицы и ее прочностных свойств [1–4]. В настоящее время существует множество работ, посвященных сравнительным исследованиям различных способов тонометрии при первичной открытоугольной глаукоме у взрослых. В то же время вопросы офтальмотонометрии в детском возрасте изучены в значительно меньшей степени. Особенно важен контроль ВГД на глазах с врожденной глаукомой. При этом результаты измерения ВГД зависят как от метода тонометрии, так и от биомеханических параметров фиброзной капсулы глаза [5–8]. Широкое многообразие различных методов офтальмотонометрии с одной стороны и значительная вариабельность механических характеристик глазного яблока у детей с врожденной глаукомой с другой обуславливают большие колебания значений офтальмотонуса у детей. В итоге снижается точность и, соответственно, диагностическая ценность офтальмотонометрии, значимость которой в диагностике и мониторинге глаукомного процесса неоспорима. Рассмотренные обстоятельства обосновывают целесообразность данного исследования.

Цель работы: сравнить результаты офтальмотонометрии, выполненной разными способами: с помощью тонометра Icare, транспальпаторного тонометра, пневмотонометра и тонометра Маклакова у здоровых детей и пациентов с врожденной глаукомой.

Материал и методы. Обследованы 20 детей (40 глаз) в возрасте 5–17 лет с врожденной глаукомой, компенсированной в пределах нормального офтальмотонуса. Контрольную группу составили 43 ребенка (86 глаз) с эмметропией или миопией слабой степени.

Всем детям разными способами: аппланационным тонометром Маклакова (грузиком массой 10г), транспальпаторным тонометром ТВГД-01 (Еламед, Россия), тонометром Icare (Tiolat, Финляндия) и бесконтактным пневмотонометром TOMEY (Tomey Corporation, Япония) измеряли ВГД, а также определяли толщину и радиус кривизны роговицы (Авторефкератометр Speedy-K, версия MF-1; пахиметр OcuScan RXP, Alcon).

Как известно, в основу действия тонометра ТВГД-01 заложен метод измерения периода свободных колебаний упругой системы, представляющей собой эластичную фиброзную капсулу глаза, прикрытую веком. Период этих свободных колебаний характеризует упругие свойства глазного яблока, которые зависят от величины ВГД.

Принцип действия прибора Icare основан на индуцированном методе оценки упругости фиброзной капсулы глазного яблока в ответ на мгновенный удар маленьким легким наконечником по центру роговицы. Современное программное обеспечение анализирует время торможения и контакта датчика с роговицей,

которое изменяется в зависимости от величины ВГД. Чем выше офтальмотонус, тем быстрее замедляется скорость движения наконечника и тем короче время его контакта с роговицей.

Бесконтактная тонометрия использует принцип деформации поверхности роговицы при воздействии импульсной струи воздуха в течение 13 мс. Струя воздуха, отраженная от роговицы, попадает на специальный сенсор давления прибора, после чего компьютер анализирует полученные данные и выводит их цифровые значения на экране.

Каждому ребенку была выполнена серия из трех измерений внутриглазного давления всеми сравниваемыми тонометрами в следующей последовательности: первоначально – тонометром Icare, затем – транспальпаторным тонометром (P₁), далее – пневмотонометром и, наконец, тонометром Маклакова, с вычислением среднего значения результатов каждого способа измерения.

Местная анестезия (оксибупрокаин 0,4%) была использована только при проведении тонометрии по Маклакову.

Результаты транспальпаторной тонометрии, пневмотонометрии и тонометрии прибором Icare сравнивали с данными тонометрии по Маклакову с учетом того обстоятельства, что аппланационная тонометрия по Маклакову все же является «золотым стандартом» измерения ВГД в России [1, 3]. Полученные результаты обработаны статистически с помощью программы «Statistica for Windows, версия 6.0».

Результаты и обсуждение. Первый этап исследований был посвящен изучению особенностей анатомического состояния роговицы, способных оказать влияние на результаты офтальмотонометрии, у детей с врожденной глаукомой.

По данным кератометрии, у детей с врожденной глаукомой отмечено заметное уплощение роговицы, по сравнению с их сверстниками из контрольной группы (табл. 1).

По результатам пахиметрии, у 11 детей (21 глаз; 52,5%) с врожденной глаукомой отмечены достоверно более «толстые» роговицы, а у 10 (19 глаз; 47,5%) – значительно более тонкие, чем у детей в контрольной группе, что позволило разделить всех обследованных больных с врожденной глаукомой на 2 подгруппы – с «толстой» и «тонкой» роговицей (табл. 2).

Зависимости толщины роговицы в ее центральном отделе от пола, возраста, рефракции и радиуса кривизны роговицы нами не выявлено. У 1 пациента с синдромом Стердж-Вебера отмечена асимметрия центральной толщины роговицы: на интактном глазу она составила 532 мкм, а на парном глазу, на стороне гемангиомы, – 566 мкм.

Результаты офтальмотонометрии представлены в табл. 3. Величины внутриглазного давления, измерен-

Таблица 2

Результаты измерения толщины роговицы у пациентов с врожденной глаукомой и в контрольной группе

Группа обследованных	Количество больных (глаз)	Центральная толщина роговицы, мкм
Контрольная	43 (86)	562,46±4,00
Врожденная глаукома с «толстой» роговицей (1-я подгруппа)	10 (21)	599,20±8,07*
Врожденная глаукома с «тонкой» роговицей (2-я подгруппа)	10 (19)	508,90±7,28*

Таблица 1
Радиус кривизны роговицы у здоровых детей и пациентов с врожденной глаукомой

Группа обследованных	Число глаз	Радиус кривизны роговицы, мм
Контрольная группа (n = 43)	86	7,68±0,03
Врожденная глаукома (n = 20)	40	8,24±0,08*

Примечание. Здесь и в табл. 2: * – доверительная вероятность сравнения показателя с контрольной группой, p < 0,05

Результаты измерения ВГД: P_0 и P_t (мм рт. ст.) разными способами у пациентов исследуемых групп

Вид тонометрии	Врожденная глаукома		Контрольная группа	
	ВГД, мм рт. ст.	дисперсия внутри группы	ВГД, мм рт. ст.	дисперсия внутри группы
Icage, P_0	15,30±1,04	6,27	18,26±0,43	15,25
Пневмотонометр, P_0	16,23±2,07	24,87	17,48±0,34	10,56
Транспальпебральный тонометр, P_t	16,90±0,50	4,13	18,60±0,48	5,15
Тонометр Маклакова, P_t	18,14±0,58	6,6	18,98±0,24	6,35

ного разными способами, сравнивали с результатами тонометрии по Маклакову (P_t), традиционно являющейся общепризнанным эталоном исследования ВГД в нашей стране.

Среднее ВГД (P_0) при тонометрии с помощью прибора Icage составило 15,30±1,04 мм рт. ст. – у детей с врожденной глаукомой и 18,26±0,43 мм рт. ст. – у детей в контрольной группе. Показатели P_0 по пневмотонометрии в основной и контрольной группах составили 16,23±2,07 и 17,48±0,34 мм рт. ст. соответственно.

Истинное ВГД (P_0), определяемое как тонометром Icage, так и пневмотонометром, оказалось ниже тонометрического, однако при пневмотонометрии – лишь на 3,07±0,26 мм рт. ст., а при тонометрии Icage – на 3,27±0,30 мм рт. ст. При этом оба рассматриваемых метода измерения офтальмотонуса существенно завышали показатели «расчетного» тонометрического ВГД ($P_0 + 5$ мм рт. ст.).

При сравнении результатов транспальпебральной тонометрии и тонометрии по Маклакову выявленное отличие было минимальным и статистически недостоверным.

По результатам транспальпебральной тонометрии (P_t) как в исследуемой, так и в контрольной группе, средний показатель ВГД оказался несколько ниже, чем тонометрическое давление по Маклакову и составил соответственно 16,90±0,50 и 18,60±0,48 мм рт. ст. Однако различие оказалось статистически недостоверным ($p > 0,05$).

Примечательно, что при офтальмотонометрии в обеих группах обследованных наблюдался значительный разброс полученных результатов, особенно выраженный при использовании тонометра Icage и пневмотонометра, что может быть связано с негативным восприятием детьми этих исследований (блефароспазм, напряжение экстраокулярных мышц).

При анализе влияния параметров роговицы на результаты тонометрии выявлена прямая связь между тонометрией Icage и радиусом кривизны роговицы: увеличение радиуса кривизны сопровождается большими значениями ВГД (коэффициент корреляции ($r = 0,79$), а также между значениями центральной толщины роговицы и ВГД по Маклакову ($r = 0,93$). Установлена отрицательная корреляция средней силы между величиной переднезаднего размера глазного яблока и результатами транспальпебральной тонометрии с помощью тонометра ТВГД-01 ($r = -0,47$).

Заключение

Результаты офтальмотонометрии у одних и тех же детей с врожденной глаукомой при использовании разных методов исследования внутриглазного давления различны, хотя эти различия недостаточно достоверны статистически ($p > 0,05$).

Разброс результатов измерения офтальмотонуса у обследованных обусловлен достоверным ($p < 0,05$) из-

менением биометрических параметров роговицы при врожденной глаукоме.

Трактовка результатов измерения внутриглазного давления у детей с врожденной глаукомой должна проводиться с учетом измененных свойств роговицы у таких пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В.В. Оценка влияния параметров роговой оболочки на результаты тонометрии в здоровой популяции. *Русский медицинский журнал*. 2008; 4: 24–7.
2. Маложен С.А., Белоусова Е.В. Сравнительная оценка тонометров при определении ВГД у пациентов с патологическими изменениями роговицы. *Глаукома*. 2010; 4: 25–8.
3. Романенко И.А., Куроедов А.В., Смирнова Т.Б. и др. Взаимотношение центральной толщины роговицы и методик исследования уровня ВГД. В кн.: *Сборник научных статей VII Международной конференции «Глаукома: теории, тенденции, технологии»*. М.; 2009: 513–9.
4. Muir K.W., Jin J., Freedman S.F. Central corneal thickness and its relationship to intraocular pressure in children. *Ophthalmology*. 2004; 111: 2220–3.
5. Воронцова Т.Н., Тугеева Э.Э., Болотникова И.В., Михайлова М.В. О некоторых анатомо-структурных особенностях роговицы у детей с врожденной глаукомой (предварительное сообщение). В кн.: *Материалы научной конференции офтальмологов «Невские горизонты – 2012»*. Санкт-Петербург; 2012: 70–3.
6. Сидоренко Е.И., Бондарь Н.О. Проблемы тонометрии в неонатальной офтальмологии. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2009; 2: 46–9.
7. Сидоров Э.Г., Мирзаянц М.Г. *Врожденная глаукома и ее лечение*. М.: Медицина; 1991.
8. Amini H., Fakhraie G., Abolmaali S. et al. Central corneal thickness in Iranian congenital glaucoma patients. *Middle East Afr. J. Ophthalmol.* 2012; 19: 194–8.

Поступила 12.02.15

REFERENCES

1. Alekseev V.V. Evaluation the influence of the cornea parameters on the tonometry results in healthy populations. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*. 2008; 4: 24–7. (in Russian)
2. Malozhen S.A., Belousova E.V. Comparative evaluation of tonometers in determining the IOP in patients with pathological changes of the cornea. *Glaukoma*. 2010; 4: 25–8. (in Russian)
3. Romanenko I.A., Kuroedov A.V., Smirnova T.B. The relationship of central corneal thickness and IOP level research methods. In: *Abstracts of the VII International Conference "Glaucoma: Theory, Trends, Technologies"*. [Sbornik nauchnykh statey VII Mezhdunarodnoy konferentsii "Glaukoma: teorii, tendentsii, tekhnologii"]. Moscow; 2009: 513–9. (in Russian)
4. Muir K.W., Jin J., Freedman S.F. Central corneal thickness and its relationship to intraocular pressure in children. *Ophthalmology*. 2004; 111: 2220–3.
5. Vorontsova T.N., Tugeeva E.E., Bolotnikova I.V., Mikhaylova M.V. Some anatomical and structural features of the cornea in children with congenital glaucoma (preliminary report). In: *Materials of Scientific Ophthalmology Conference "Nevskiy Horizons – 2012"*. [Materialy nauchnoy konferentsii oftal'mologov "Nevskie gorizonty – 2012"]. St. Petersburg; 2012: 70–3. (in Russian)
6. Sidorenko E.I., Bondar' N.O. Problems of tonometry in neonatal ophthalmology. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftal'mologiya*. 2009; 2: 46–9. (in Russian)
7. Sidorov E.G., Mirzayants M.G. *Congenital Glaucoma and its Treatment. [Vrozhdennaya glaukoma i ee lechenie]*. Moscow: Meditsina; 1991. (in Russian)
8. Amini H., Fakhraie G., Abolmaali S. et al. Central corneal thickness in Iranian congenital glaucoma patients. *Middle East Afr. J. Ophthalmol.* 2012; 19: 194–8.