

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj79240>

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



Сравнительная оценка методов биометрии глаза у детей раннего возраста с врождённой катарактой

Т.Б. Круглова, Т.Н. Киселева, Л.А. Катаргина, Н.С. Егиян, А.С. Мамыкина,
Р.В. Калиниченко, К.В. Луговкина, А.Н. Бедретдинов, М.С. Зайцев, К.А. Рамазанова

НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Для расчёта силы интраокулярной линзы необходимо наличие релевантных кератометрических и биометрических показателей глазного яблока, получение которых у детей раннего возраста представляется трудной задачей.

Цель. Оценка точности различных методов ультразвуковой и оптической биометрии для измерения длины передне-задней оси глаза у детей раннего возраста с врождённой катарактой.

Материал и методы. Обследовано 46 детей (74 глаза) с врождённой катарактой (43 глаза) и артификацией (31 глаз) в возрасте от 6 месяцев до 4 лет, которым выполнялось измерение длины передне-задней оси глаза (ПЗО) различными методами. А-сканирование глаза выполняли в состоянии медикаментозного сна на аппарате US-4000, В-сканирование глаза проводили без применения наркоза на аппарате Voluson E8. Оптическую биометрию выполняли при отсутствии выраженного помутнения сред глаза с использованием аппарата AL-Scan.

Результаты. Установлено, что при измерении длины ПЗО у детей с врождённой катарактой наблюдается большая разница между А-сканированием и оптической биометрией (меньше на 0,78 мм), чем при сравнении В-сканирования и оптической биометрии (больше на 0,27 мм). При этом медиана разницы длины ПЗО, измеренной методом ультразвуковой А- и В-биометрии, при врождённой катаракте не зависела от возраста ребенка и составила 0,525 мм для детей младше года и 0,535 мм для детей старше года.

Заключение. При обследовании детей раннего возраста для получения более точных биометрических показателей при расчёте силы ИОЛ необходимо проводить измерение длины ПЗО различными методами и в дальнейшем их сопоставлять. Данный подход объясняется тем, что при обследовании А-сканированием встречается ошибка в 1–2 мм в сторону уменьшения длины ПЗО. Такая неточность может привести к ошибкам в расчете ИОЛ в 3–6 дптр в сторону увеличения силы имплантируемой ИОЛ и получения в отдалённом периоде незапланированных показателей рефракции.

Ключевые слова: врождённая катаракта; артификация; А-сканирование; В-сканирование; оптическая биометрия.

Как цитировать:

Круглова Т.Б., Киселева Т.Н., Катаргина Л.А., и др. Сравнительная оценка методов биометрии глаза у детей раннего возраста с врождённой катарактой // *Российская педиатрическая офтальмология*. 2021. Т.16, №3. С. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj79240>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj79240>

ORIGINAL STUDY ARTICLE

Comparison of biometric methods in young children with congenital cataracts in their eyes

Tatiana B. Kruglova, Tatiana N. Kiseleva, Lyudmila A. Katargina, Naira S. Egiyan, Aleksandra S. Mamykina, Roman V. Kalinichenko, Kseniya V. Lugovkina, Aleksey N. Bedretdinov, Maksim S. Zajtsev, Kamilla A. Ramazanova

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Relevant keratometric and biometric indicators are necessary for intraocular lens (IOL) power calculation, which is difficult to verify in young children.

AIM: Evaluation of the accuracy of various ultrasound methods and optical biometry for axial length measurement in young children with congenital cataracts.

MATERIAL AND METHODS: Forty-six children (74 eyes) with congenital cataracts (43 eyes) and pseudophakia (31 eyes) at the age of 6 months to 4 years were examined. Various methods measured the axial length: ultrasound A-scan under general anesthesia by US-4000, ultrasound B-scan without general anesthesia by Voluson E8, and optical biometry by AL-Scan in cases of transparent optics.

RESULTS: The greater axial length difference was observed between A-scan and optical biometry (less by 0,78 mm) than between B-scan and optical biometry (more by 0,27 mm). The median axial length difference between A-scan and B-scan was equal for infants and young children with congenital cataracts (0,525 mm and 0,535 mm, respectively).

CONCLUSION: Axial length should be measured by different methods in young children with their further comparison to obtaining more accurate biometric indicators for IOL power calculation. The decrease of 1–2 mm in axial length, which occurs during the A-scan, can lead to errors in the IOL calculation of 3–6 diopters and unplanned refraction in the long-term period.

Keywords: congenital cataract; pseudophakia; A-scan; B-scan; optical biometry.

To cite this article

Kruglova TB, Kiseleva TN, Katargina LA, et al. Comparison of biometric methods in young children with congenital cataracts in their eyes. *Russian pediatric ophthalmology*. 2021;16(3):11–18. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj79240>

ВВЕДЕНИЕ

Проблема полноценной медицинской и социальной реабилитации детей с врождёнными катарактами (ВК) остаётся одной из наиболее актуальных, учитывая высокую распространённость данной патологии в структуре слепоты и слабовидения. Большое значение в её решении имеет своевременное хирургическое вмешательство по удалению ВК с одновременной коррекцией афакии. Операция должна быть проведена в критический, сенситивный период жизни ребёнка, то есть до 6 месяцев, с учётом функциональных и анатомических особенностей зрительного анализатора детей грудного возраста [1–4].

Оптимальным методом коррекции послеоперационной афакии является имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ). В сравнении с контактной и очковой коррекцией имплантация ИОЛ создаёт условия для наиболее физиологичного развития зрительного анализатора вследствие наиболее полной и постоянной оптической коррекции афакии [5–8].

Для расчёта оптической силы ИОЛ необходимо наличие релевантных кератометрических и биометрических показателей глазного яблока. Измерение данных параметров у взрослых и детей старшего возраста не представляет трудностей. Однако у пациентов грудного и раннего детского возраста (до 4 лет) возникают определённые сложности, связанные, прежде всего, с ошибками в измерении длины передне-задней оси глаза (ПЗО). Длина ПЗО глаза является одним из основных параметров, от точного определения которого зависит точность расчёта оптической силы ИОЛ относительно предполагаемой послеоперационной рефракции, имплантируемой в растущий глаз ребёнка. Так, ошибка в измерении длины ПЗО глаза на 1 мм в дальнейшем приводит к оптической ошибке в 3,0 дптр. У детей ошибки определения исходной длины ПЗО глаза могут привести к развитию миопии средней и высокой степени, поскольку данный показатель не только учитывается при расчёте оптической силы ИОЛ, но и влияет на степень гипокоррекции [9–15].

На сегодняшний день существует несколько методов биометрии глаза: ультразвуковые методы с применением А- и В-режимов и метод оптической биометрии [11]. Последний метод является наиболее точным и в настоящее время считается «золотым стандартом» в оценке параметров глаза, используемых при расчете ИОЛ [16]. Однако его применение ограничено при снижении прозрачности оптических сред глаза, а также при отсутствии возможности фиксации взгляда и/или неподвижности глазного яблока во время проведения исследования, что часто встречается при обследовании детей раннего возраста.

Метод ультразвуковой А-биометрии является наиболее старым, но при этом не уступает по своей информативности другим методикам. Он широко применяется

в детской офтальмологии для оценки передне-заднего размера глаза. Однако для получения точных результатов важно выполнять сканирование глазного яблока строго по зрительной оси и избегать аппланации роговицы, что сложно обеспечить при осмотре детей раннего возраста в условиях наркоза. Отсутствие чёткой фиксации взгляда у ребёнка в таком состоянии, возможное уплощение роговицы при выполнении исследования может привести к уменьшению глубины передней камеры и искажению истинных показателей длины ПЗО.

Другим методом, который также часто применяется у детей, является метод ультразвукового В-сканирования глаза. Отсутствие абсолютных противопоказаний и транспальпебральная методика выполнения сканирования позволяют максимально быстро выполнить исследование без использования наркоза [16]. Поскольку во время измерения ПЗО в В-режиме установка датчика, фиксация изображения и локализация меток проводятся субъективно, возможна погрешность полученных данных в 0,15–0,2 мм.

В предыдущих исследованиях мы установили, что после экстракции ВК с имплантацией ИОЛ в грудном возрасте в отдалённые сроки после операции в 1/2 случаев при двусторонних ВК и в 1/3 случаев при односторонних ВК была получена незапланированная рефракция (миопия средней и высокой степени, гиперметропия). Такой исход лечения мог быть связан с методикой определения исходных анатомических параметров глаза, прежде всего, ПЗО [17,18].

Цель. Оценка точности различных методов ультразвуковой и оптической биометрии для измерения длины передне-задней оси глаза у детей раннего возраста с врождённой катарактой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 46 детей с врождённой катарактой (43 глаза) и артифакцией (31 глаз). Возраст пациентов варьировал от 6 месяцев до 4 лет (медиана 13,5 месяцев), при этом 37 детей обследовано в возрасте до года, а 37 детей — в возрасте от 1 года до 4 лет.

Всем пациентам, помимо стандартного офтальмологического обследования, выполнялось измерение длины ПЗО глаза методами ультразвуковой А- и В-биометрии, а также методом оптической биометрии.

Исследование проводилось на базе отделения патологии глаз у детей и отдела ультразвуковых методов исследования ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России. А-сканирование глаза выполняли на аппарате US-4000 (Nidek, Япония) в состоянии медикаментозного сна. Ультразвуковой датчик устанавливали транскорнеально под прямым углом к роговице с последующей регистрацией эхосигналов от структур глаза в виде линейного графика. В-сканирование глаза проводили без применения наркоза на аппарате

Voluson E8 (GE, Австрия). В этом случае ПЗО измеряли при одновременном выведении роговицы, передней и задней поверхности хрусталика или ИОЛ, заднего полюса и зрительного нерва. При этом измерительные метки устанавливались в центральном отделе роговицы и на расстоянии 3,0 мм латеральнее наружного края ДЗН [16]. Оптическую биометрию выполняли при отсутствии выраженного помутнения сред глаза (плотной катаракты) с использованием аппарата AL-Scan (Nidek, Япония). В случае невозможности проведения исследования у маленького ребёнка без наркоза его проводили в состоянии медикаментозного сна путём поддержания ребёнка под плечи и фиксации его головы на подставку биометра. Следует также подчеркнуть, что длина ПЗО при ультразвуковых методах исследования измеряется до внутренней пограничной мембраны сетчатки, а при использовании оптической биометрии — до ретинального пигментного эпителия [19].

Статистическая обработка выполнена с использованием программы IBM SPSS Statistics. Нормальность

распределения оценивалась при помощи критерия Шапиро-Уилка. При отсутствии нормального распределения данные указывались с помощью медианы и интерквартильного размаха.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Возраст, психоэмоциональное состояние ребёнка, степень прозрачности оптических сред глаза и возможность фиксации взгляда позволили выполнить измерение длины ПЗО с помощью всех исследуемых методик у 13 пациентов (13 глаз). Учитывая, что на сегодняшний день оптическая биометрия является «золотым стандартом» в определении длины передне-задней оси глаза, сравнение точности результатов ультразвуковых методик проводилось относительно неё. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных показал, что в большинстве случаев врождённой катаракты длина ПЗО, измеренная с помощью А-сканирования, меньше в среднем

Таблица 1. Длина передне-задней оси, измеренная с помощью А- и В-сканирования, методом оптической биометрии у детей с врождённой катарактой и артификацией

Table 1. Axial length measured by A- and B-scan, optical biometry in children with congenital cataract and pseudophakia

Случай/ Case	Диагноз/ Diagnosis	Возраст, мес./ Age, months	Длина передне-задней оси, мм/ Axial length, mm		
			А-скан/ A-scan	В-скан/ B-scan	Оптическая биометрия/ Optical biometry
1	ВК/ СС*	10	18,8	19,5	19,70
2	ВК/ СС	10	17,91	19,5	18,90
3	ВК/ СС	15	18,62	19,5	19,01
4	ВК/ СС	30	21,88	22,2	21,94
5	ВК/ СС	44	20,26	21,4	20,97
6	ВК/ СС	44	21,58	23,2	23,23
7	Артификация/ Pseudophakia	15	18,58	19,8	19,81
8	Артификация/ Pseudophakia	15	22,09	23,0	23,03
9	Артификация/ Pseudophakia	15	21,43	22,6	22,30
10	Артификация/ Pseudophakia	24	18,41	19,1	18,79
11	Артификация/ Pseudophakia	24	18,22	19,0	19,05
12	Артификация/ Pseudophakia	24	20,15	21,3	21,09
13	Артификация/ Pseudophakia	24	19,3	20,2	20,27

*ВК — врождённая катаракта; СС — congenital cataract

на 0,78 мм по сравнению с данными оптической биометрии. При этом результаты В-сканирования чаще характеризовались незначительным завышением длины ПЗО в среднем на 0,27 мм при сравнении с оптической биометрией, что укладывалось в стандартную погрешность для данной методики [16].

При сравнении показателей длины ПЗО у детей с артефакцией были получены аналогичные данные. Так, разница в длине ПЗО, измеренной А-методом и при выполнении оптической биометрии, составила в среднем на 0,88 мм в сторону её уменьшения. Разница в данных ПЗО, полученных при В-сканировании, в сравнении с оптическим методом почти отсутствовала и составила в среднем не более 0,06 мм.

Таким образом, у детей раннего возраста, как при врождённой катаракте, так и при артефакции, метод ультразвукового В-сканирования даёт результаты, более сопоставимые по точности с оптической биометрией, чем метод А-сканирования.

Вследствие снижения прозрачности оптических сред глаза в 60 случаях исследование ПЗО проводилось лишь с применением ультразвуковых методов биометрии. Дополнительно нами проведён анализ вариабельности показателей ПЗО в зависимости от возраста, как при врождённой катаракте, так и при артефакции (табл. 2, 3).

Полученные данные показали, что медиана разницы длины ПЗО, измеренной методом ультразвуковой А- и В-биометрии, при врождённой катаракте не зависела от возраста ребенка и составила 0,525 мм для детей младше года и 0,535 мм для детей старше года. На наш взгляд, это было связано с непрозрачностью оптических сред. Учитывая большую вариабельность данных, получаемых методом А-биометрии (см. табл. 1), и стандартную погрешность В-сканирования, независимо от возраста детей с врождённой катарактой при невозможности проведения оптической биометрии для расчёта оптической силы ИОЛ возможно комплексное применение методов ультразвуковой А- и В-биометрии.

Схожие данные были получены для детей с артефакцией (табл. 3).

Медиана разницы длины ПЗО, измеренной методом ультразвуковой А- и В-биометрии, при артефакции составила 0,57 мм для детей младше года и 0,91 мм для детей старше года.

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе имеются данные о сравнении различных способов измерения длины ПЗО у детей различного возраста [20, 21]. Hussin с соавт. проводили сравнение точности измерения длины ПЗО с помощью ультразвукового А-сканирования и методом оптической биометрии у детей без патологии [20]. При этом данные о длине ПЗО, полученные при применении обеих методик, не отличались [20]. Однако необходимо отметить, что возраст пациентов варьировал от 6 до 15 лет, что позволяло проводить более качественное исследование и получать более объективные данные. Rauscher с соавт. подчеркивают, что проведение оптической биометрии и получение точных данных возможно у детей старше 4 лет [21]. Младший возраст детей не позволяет проведение оптической биометрии для измерения длины ПЗО, необходимой для точного расчёта оптической силы ИОЛ и гипокоррекции у детей с врождённой катарактой.

Несмотря на то, что метод А-сканирования считается более точным методом определения длины ПЗО в сравнении с В-сканированием у детей старшего возраста и взрослых, ультразвуковое В-сканирование является наиболее распространённой скрининговой методикой для измерения длины ПЗО у детей раннего возраста. Однако данные, полученные таким образом, реже используется для расчёта оптической силы ИОЛ у детей с врождённой катарактой. В нашем исследовании показано, что длина ПЗО, измеренная с помощью А-сканирования, как правило, меньше, чем при использовании В-сканирования. Известно, что ошибка в 1 мм

Таблица 2. Длина ПЗО у детей с врождённой катарактой, измеренная с помощью А- и В-сканирования

Table 2. Axial length measured by A- and B-scan in children with congenital cataract

Возраст/Age	Число глаз/Number of cases	Длина ПЗО, мм/ Axial length, mm	
		А-скан/A-scan Me [Q1-Q3]	В-скан/B-scan Me [Q1-Q3]
Младше года / Under a year	32	17,99 [17,49-18,77]	18,50[18,00-19,25]
Старше года / Over a year	11	21,73 [19,91-22,38]	22,15 [20,85-22,90]

Таблица 3. Длина ПЗО у детей с артефакцией, измеренная с помощью А- и В-сканирования

Table 3. Axial length measured by A- and B-scan in pseudophakic children

Возраст/Age	Число глаз/Number of cases	Длина ПЗО, мм/ Axial length, mm	
		А-скан/A-scan Me [Q1-Q3]	В-скан/B-scan Me [Q1-Q3]
Младше года / Under a year	5	18,80[18,54-19,20]	19,00[18,90-21,30]
Старше года / Over a year	12	20,33[18,50-20,97]	21,25 [19,65-21,80]

приводит к разнице в 3,0 дптр при расчёте оптической силы ИОЛ. Однако у детей при расчёте гипокоррекции ошибка в 1 мм может дать ошибку в дополнительные 5,0 дптр, которые увеличивают силу линзы. Несмотря на отсутствие выраженной разницы между показателями длины ПЗО, измеренными у детей с врождённой катарактой с помощью А-сканирования и В-сканирования (медиана разницы 0,525 мм для детей младше года и 0,535 мм для детей старше года) на большой выборке пациентов, отдельные клинические случаи демонстрируют большую вариабельность данных.

Таким образом, при расчёте оптической силы ИОЛ «золотым стандартом» измерения длины ПЗО на сегодняшний день является оптическая биометрия. Однако в случае затруднений при проведении её у детей раннего возраста, а также при снижении прозрачности оптических сред, необходимо измерение длины ПЗО с помощью методов ультразвукового А- и В-сканирования и дальнейшее их сопоставление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в детской катарактальной хирургии до конца не разработанным остаётся вопрос расчёта оптической силы ИОЛ, имплантируемой детям грудного и раннего возраста с ВК, что связано с индивидуальными особенностями последующего развития глаз ребёнка. Динамика роста глаза, определяющая величину гипокоррекции имплантируемой ИОЛ, может быть непредсказуема, поэтому важно минимизировать погрешности расчёта уже на предоперационном этапе. Получение релевантных кератометрических данных является

ЛИТЕРАТУРА

1. Хватова А.В., Новикова Л.А., Фильчикова Л.И., и др. Созревание зрительной системы человека в условиях полной и частичной депривации // Сенсорные системы. 1987. № 1. С. 317–323.
2. Хватова А.В., Фильчикова Л.И., Новикова Л.А., и др. Вызванные потенциалы на пространственно-структурированные стимулы в раннем анализе // Физиология человека. 1988. № 14. С. 58–64.
3. Фильчикова Л.И., Хватова А.В., Новикова Л.А., и др. Нейрофизиологические механизмы амблиопии при различных формах двусторонних врожденных катаракт // Вестник офтальмологии. 1988. № 3. С. 43–47.
4. Хватова А.В., Круглова Т.Б., Фильчикова Л.И. Клинические особенности и патогенетические механизмы нарушения зрительных функций при врожденных катарактах. Руководство для врачей «Зрительные функции при патологических состояниях глаз у детей и способы их коррекции». Москва: Медицина, 2005.
5. Хватова А.В., Круглова Т.Б. Экстракция врожденных катаракт у детей первых месяцев жизни // Вестник офтальмологии. 1989. № 1. С. 45–48.
6. Хватова А.В., Круглова Т.Б. Интраокулярная коррекция в восстановительном лечении детей с врожденными и травма-

не столь трудной задачей, как точное измерение ПЗО глаза у детей. При обследовании ребёнка в состоянии медикаментозного сна имеются погрешности в измерении ПЗО за счёт неточной постановки ультразвукового датчика при А-сканировании. Закатывание глаз приводит к измерению ПЗО не по оптической оси и к ошибке в 1–2 мм в сторону её уменьшения по сравнению с методами В-сканирования и оптической биометрии. Это, в свою очередь, влечёт за собой ошибку при расчёте силы имплантируемой ИОЛ до 3,0–6,0 дптр в сторону увеличения, что приводит к незапланированным показателям рефракции в отдалённом периоде, в частности, к миопии средней или высокой степени. Таким образом, при проведении обследования детей раннего возраста необходимо измерение длины глаза (ПЗО) различными методами с сопоставлением их для получения более точных результатов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ADDITIONAL INFO

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

7. Круглова Т.Б., Егиян Н.С. Особенности хирургии врожденных катаракт с имплантацией складывающихся ИОЛ «Асгусоф» у детей // Вестник офтальмологии. 2005. Т. 121, № 2. С. 43–44.
8. Хватова А.В., Круглова Т.Б. Клиника, диагностика и лечение врожденных катаракт у детей. Избранные лекции по детской офтальмологии. Москва: ГОЭТАР-Медиа, 2009.
9. Круглова Т.Б., Кононов Л.Б. К вопросу расчета диоптрийности ИОЛ, имплантируемой детям первого года жизни с врожденными катарактами // Современная оптометрия. 2011. № 8. С. 18–21.
10. Круглова Т.Б., Катаргина Л.А., Егиян Н.С., и др. Роль ультразвуковой биомикроскопии в оценке состояния переднего отрезка глаза и результатов хирургического лечения детей с врожденными катарактами // Российский офтальмологический журнал. 2011. Т. 4, № 4. С. 34–37.
11. Киселева Т.Н., Гундорова Р.А., Романова Л.И. Возможности ультразвуковых методов исследования в расчете оптической силы интраокулярных линз // Катарактальная и рефракционная хирургия. 2012. Т. 12, № 2. С. 9–12.

12. Катаргина Л.А., Круглова Т.Б., Егиян Н.С., Трифонова О.Б. Динамика длины переднезадней оси глаза и рефракции у детей с артифакцией после ранней хирургии врожденных катаракт (предварительное сообщение) // Российская педиатрическая офтальмология. 2015. Т. 10, № 2. С. 15–20.
13. Федеральные клинические рекомендации (Национальный протокол) «Диагностика, мониторинг и лечение детей с врожденной катарактой» // Российская педиатрическая офтальмология. 2015. Т. 10, № 3. С. 50–56.
14. Катаргина Л.А., Круглова Т.Б., Егиян Н.С., и др. Диагностика, мониторинг и лечение детей с врожденной катарактой. Детская офтальмология. Федеральные клинические рекомендации. СПб: 2016.
15. Катаргина Л.А., Круглова Т.Б., Егиян Н.С., Трифонова О.Б. Динамика длины передне-задней оси глаз после экстракции одно-сторонних врожденных катаракт с имплантацией ИОЛ на первом году жизни детей // Российская педиатрическая офтальмология. 2017. Т. 1, № 12. С. 6–10. doi: 10.18821/1993-1859-2017-12-1-6-10
16. Нероев В.В., Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей. Москва: ИКАР, 2019.
17. Круглова Т.Б., Егиян Н.С., Мамыкина А.С., Катаргина Л.А. Анализ частоты развития миопии после экстракции врож-

- денной катаракты в грудном возрасте при различных кератометрических и биометрических показателях артифакционных глаз // Российская педиатрическая офтальмология. 2020. Т. 15, № 3. С. 11–16. doi: 10.17816/rpo2020-15-3-11-16
18. Круглова Т.Б., Катаргина Л.А., Трифонова О.Б., и др. Отдаленные функциональные результаты после экстракции врожденной катаракты с имплантацией интраокулярных линз детям первого года жизни // Вестник офтальмологии. 2020. Т. 136, № 6. С. 142–146. doi: 10.17116/oftalma202013606142
19. Киселева Т.Н., Оганесян О.Г., Романова Л.И., и др. Оптическая биометрия глаза: принцип и диагностические возможности метода // Российская педиатрическая офтальмология. 2017. Т. 12, № 1. С. 35–42. doi: 10.18821/1993-1859-2017-12-1-35-42
20. Hussin H.M., Spry P.G., Majid M.A., Gouws P. Reliability and validity of the partial coherence interferometry for measurement of ocular axial length in children // Eye (Lond). 2006. Vol. 20, N 9. P. 1021–1024. doi: 10.1038/sj.eye.6702069
21. Rauscher F.G., Hiemisch A., Kiess W., Michael R. Feasibility and repeatability of ocular biometry measured with Lenstar LS 900 in a large group of children and adolescents // Ophthalmic Physiol Opt. 2021. Vol. 41, N 3. P. 512–522. doi: 10.1111/opo.12807

REFERENCES

1. Khvatova AV, Novikova LA, Fil'chikova LI, et al. Sozrevanie zritel'noi sistemy cheloveka v usloviyakh polnoi i chastichnoi deprivatsii. *Sensory Systems*. 1987;(1):317–323. (In Russ).
2. Khvatova AV, Fil'chikova LI, Novikova LA, et al. Vyzvannyye potentsialy na prostranstvenno-strukturirovannyye stimuly v rannem analize. *Fiziologiya cheloveka*. 1988;(14):58–64. (In Russ).
3. Fil'chikova LI, Khvatova AV, Novikova LA, et al. Neirofiziologicheskie mekhanizmy ambliopii pri razlichnykh formakh dvustoronnikh vrozhdennykh katarakt. *The Russian annals of ophthalmology*. 1988;(3):43–47. (In Russ).
4. Khvatova AV, Kруглова Т.Б., Fil'chikova LI. *Klinicheskie osobennosti i patogeneticheskie mekhanizmy narusheniya zritel'nykh funktsii pri vrozhdennykh kataraktakh. Rukovodstvo dlya vrachei «Zritel'nye funktsii pri patologicheskikh sostoyaniyakh glaz u detei i sposoby ikh korrektsii»*. Moscow: Meditsina; 2005 (In Russ).
5. Khvatova AV, Kруглова Т.Б. Ekstraktsiya vrozhdennykh katarakt u detei pervykh mesyatsev zhizni. *The Russian annals of ophthalmology*. 1989;(1):45–48. (In Russ).
6. Khvatova AV, Kруглова Т.Б. Intraokulyarnaya korrektsiya v vosstanovitel'nom lechenii detei s vrozhdennymi i travmaticheskimi kataraktami. *The Russian annals of ophthalmology*. 1992;108(1):18–21. (In Russ).
7. Kруглова Т.Б., Eгиян Н.С. The Specificity Of Surgery Of Congenital Cataract With Implantation Of Folding «Acrysof» Iol In Children. *The Russian annals of ophthalmology*. 2005;121(2):43–44. (In Russ).
8. Khvatova AV, Kруглова Т.Б. *Klinika, diagnostika i lechenie vrozhdennykh katarakt u detei. Izbrannyye lektsii po detskoj oftal'mologii*. Moscow: GOETAR-Media; 2009. (In Russ).
9. Kруглова Т.Б., Kononov L.B. Towards dioptrical calculation of IOL implanted in infans with congenital cataract. *Actual Optometry*. 2011;(8):18–21. (In Russ).
10. Kруглова Т.Б., Katargina LA Eгиян NS, et al. The role of ultrasound biomicroscopy in the assessment of anterior segment of the eye and the results of surgical treatment of children with congenital cataracts. *Russian ophthalmological journal*. 2011;4(4):34–37. (In Russ).
11. Kiseleva TN, Gundorova RA, Romanova LI. The possibilities of ultrasound methods in intraocular lens (IOL) power calculation. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2012;12(2):9–12. (In Russ).
12. Katargina LA, Kруглова Т.Б., Eгиян NS, Trifonova OB. The dynamics of the anterior-posterior axis of the eye and refraction in children with pseudophakia after early surgery of the congenital cataract (preliminary report). *Russian pediatric ophthalmology*. 2015;10(2):20–24. (In Russ).
13. Federal clinical recommendations «Diagnostics, monitoring and treatment of the children with congenital cataract». *Russian pediatric ophthalmology*. 2015;10(3):50–56. (In Russ).
14. Katargina LA, Kруглова Т.Б., Eгиян NS, et al. *Diagnostika, monitoring i lechenie detei s vrozhdennoi kataraktai. Detskaya oftal'mologiya. Federal'nye klinicheskie rekomendatsii*. Saint Petersburg: 2016. (In Russ).
15. Katargina LA, Kруглова Т.Б., Eгиян NS, Trifonova OB. The Dynamics of the Length of the Anterior-Posterior Eye Axis Following the Extraction of Unilateral Congenital Cataracts with the Implantation of Intraocular Lenses in the Children during the First Year of Life. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2017;12(1):6–10. (In Russ). doi: 10.18821/1993-1859-2017-12-1-6-10
16. Nероев В.В., Kiseleva TN. *Ul'trazvukovyye issledovaniya v oftal'mologii: Rukovodstvo dlya vrachei*. Moscow: IKAR; 2019. (In Russ).
17. Kруглова Т.Б., Eгиян NS, Mamykina AS, Katargina LA Frequency of myopia development after congenital cataract extraction in infancy with different keratometric and biometric parameters in pseudophakic eyes. *Russian pediatric ophthalmology*. 2020;15(3):11–16. doi: 10.17816/rpo2020-15-3-11-16. (In Russ).

- 18.** Kasparova EA, Yang B, Bocharova YA, Novikov IA. Application of visible longwave radiation for inactivation of microorganisms. *Vestnik oftalmologii*. 2020;136(6):42. (In Russ). doi: 10.17116/oftalma202013606142
- 19.** Kiseleva TN, Oganessian OG, Romanova LI, et al. Optical Biometry of the Eye: The Principle and the Diagnostic Potential of the Method. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2017;12(1):35–42. (In Russ). doi: 10.18821/1993-1859-2017-12-1-35-42

- 20.** Hussin HM, Spry PG, Majid MA, Gouws P. Reliability and validity of the partial coherence interferometry for measurement of ocular axial length in children. *Eye (Lond)*. 2006;20(9):1021–1024. doi: 10.1038/sj.eye.6702069
- 21.** Rauscher FG, Hiemisch A, Kiess W, Michael R. Feasibility and repeatability of ocular biometry measured with Lenstar LS 900 in a large group of children and adolescents. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2021;41(3):512–522. doi: 10.1111/opo.12807

ОБ АВТОРАХ

***Круглова Татьяна Борисовна**, доктор медицинских наук; адрес: Россия, Москва, 105062, ул. Садовая-Черногрозская 14/19; e-mail: krugtb@yandex.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0003-4193-681X

Киселева Татьяна Николаевна, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: tkisseleva@yandex.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-9185-6407

Катаргина Людмила Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: katargina@igb.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-4857-0374

Егиян Наира Семеновна, кандидат медицинских наук; e-mail: nairadom@mail.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0001-9906-4706

Мамыкина Александра Сергеевна, аспирант; e-mail: alexandraugust1@gmail.com; ORCID ID – orcid.org/0000-0003-3521-6381

Калиниченко Роман Владимирович, кандидат медицинских наук; e-mail: romann2008@gmail.com; ORCID ID – orcid.org/0000-0003-1544-3560

Луговкина Ксения Вадимовна, кандидат медицинских наук; e-mail: ksushalyg@mail.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-3531-3846

Бедретдинов Алексей Наилевич, кандидат медицинских наук; e-mail: anbedretdinov@gmail.com; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-2947-1143

Зайцев Максим Сергеевич, младший научный сотрудник; e-mail: zaicev1549@yandex.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-4135-1128

Рамазанова Камилла Ахмедовна, кандидат медицинских наук; e-mail: ramazanovak@gmail.com; ORCID ID orcid.org/0000-0002-2635-4291

AUTHORS INFO

***Tatiana B. Kruglova**, MD, Dr. Med. Sciences; address: 14/19 Sadovaya-Chernogriazslaya str., Moscow, 105062, Russia; e-mail: krugtb@yandex.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0003-4193-681X

Tatiana N. Kiseleva, MD, Dr. Med. Sciences, Professor; e-mail: tkisseleva@yandex.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-9185-6407

Lyudmila A. Katargina, MD, Dr. Med. Sciences, Professor; e-mail: katargina@igb.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-4857-0374

Naira S. Egiyan, MD, PhD; E-mail: nairadom@mail.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0001-9906-4706

Aleksandra S. Mamykina, Researcher; e-mail: alexandraugust1@gmail.com; ORCID ID – orcid.org/0000-0003-3521-6381

Roman V. Kalinichenko, MD, PhD; e-mail: romann2008@gmail.com; ORCID ID – orcid.org /0000-0003-1544-3560

Kseniya V. Lugovkina, MD, PhD; e-mail: ksushalyg@mail.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-3531-3846

Aleksej N. Bedretdinov, MD, PhD; e-mail: anbedretdinov@gmail.com; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-2947-1143

Maksim S. Zajtsev, MD, Junior Researcher; e-mail: zaicev1549@yandex.ru; ORCID ID – orcid.org/0000-0002-4135-1128

Kamilla A. Ramazanova, MD, PhD; e-mail: ramazanovak@gmail.com; ORCID ID orcid.org/0000-0002-2635-4291

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author