

<https://doi.org/10.17116/oftalma202013603193>

## Факторы, влияющие на целевую рефракцию у детей при артифакции после экстракции врожденной катаракты

© Л.С. ХАМРАЕВА, Д.У. НАРЗУЛЛАЕВА

Кафедра офтальмологии, детской офтальмологии Ташкентского педиатрического медицинского института Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, ул. Богишамол, 223, Ташкент, 100140, Узбекистан

### РЕЗЮМЕ

В работе представлены факторы, влияющие на целевую рефракцию артифакционных глаз детей после экстракции врожденной катаракты. К ним относятся особенности эхиоиметрических параметров глазного яблока, рефракции, сочетание врожденной катаракты с сопутствующей глазной патологией, погрешности в подсчете силы интраокулярной линзы (ИОЛ), локализация и структура искусственного хрусталика, а также вопросы коррекции обскуриционной и рефракционной амблиопии при псевдофакции. В настоящее время остается актуальной разработка алгоритма коррекции остаточной рефракции псевдофактического детского глаза как до имплантации ИОЛ, так и после с учетом каждого фактора.

**Ключевые слова:** целевая рефракция, врожденная катаракта, афакция, артифакция, интраокулярная линза.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хамраева Л.С. — канд. мед. наук, доцент кафедры офтальмологии, детской офтальмологии; e-mail: lola251167@mail.ru;

<https://orcid.org/0000-0003-0221-702X>

Нарзуллаева Д.У. — соискатель базовой докторантуры кафедры офтальмологии, детской офтальмологии; e-mail: diladora@mail.ru;

<https://orcid.org/0000-0001-6485-5751>

Автор, ответственный за переписку: Нарзуллаева Дилдора Уктамовна — e-mail: diladora@mail.ru

## Factors influencing target refraction in children with pseudophakia after extraction of congenital cataract

© L.S. KHAMRAEVA, D.U. NARZULLAEVA

Tashkent Pediatric Medical Institute, Department of Ophthalmology and Pediatric Ophthalmology, 223 Bogishamol St., Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100140

### ABSTRACT

The article describes the factors affecting the target refraction of pseudophakic eyes of children after extraction of congenital cataracts. The factors include features of the echobiometric parameters of the eye, refraction, comorbidity of congenital cataracts and ocular pathologies, margins of error in calculating strength of the intraocular lens, localization and structure of the artificial lens, as well as correction of obscure or refractive amblyopia in pseudophakic eyes. Development of the algorithm for correction of residual refraction of pseudophakic eyes in children both before and after IOL implantation with consideration of each of those factors currently remains a relevant problem.

**Keywords:** target refraction, congenital cataract, aphakia, pseudophakia, intraocular lens.

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Khamraeva L.S. — <https://orcid.org/0000-0003-0221-702X>

Narzullaeva D.U. — <https://orcid.org/0000-0001-6485-5751>

Corresponding author: Narzullaeva D.U. — e-mail: diladora@mail.ru

На сегодняшний день в педиатрической офтальмологии произошел значительный прогресс в лечении врожденных катаракт (ВК): изменилась технология экстракции катаракты, имплантация искусственного хрусталика проводится с первых недель жизни ребенка, динамично совершенствуется качество интраокулярных линз (ИОЛ) и их оптических свойств, улучшается визуальная реабилитация маленьких пациентов с артифакцией [1–4]. Все это, несомненно, достижение совместной деятельности оф-

тальмологов, неонатологов, педиатров, анестезиологов, направленной на решение проблем медицинской и социальной реабилитации детей с ВК. Указанные проблемы сегодня являются наиболее значимыми, так как ВК занимает ведущие позиции в структуре слепоты и слабовидения детей. Ее распространенность варьирует от 1,2 до 6,0 случаев на 10 000 детей. ВК является причиной более 1 млн случаев детской слепоты в Азии, 7,4–15,3% — в Индии [5–7], 5–20% — во всем мире. Однако частота нарушений

зрения вследствие ВК может быть выше и в развивающихся странах [8]. После экстракции ВК для каждого ребенка важным является ранняя, полная и постоянная коррекция афакии, которая обеспечивает адекватное ретинальное изображение на сетчатке при отсутствии нативного хрусталика глаза и тем самым позволяет достигнуть в перспективе высоких зрительных функций [9–13].

Наряду с этим использование ИОЛ в педиатрической офтальмохирургии привело к возникновению новых вопросов, с которыми взрослые офтальмологи практически не сталкиваются. Эти вопросы касаются рефрактогенеза у детей. Как рассчитать целевую рефракцию при продолжающемся росте глаз в период формирования зрительного анализатора и всей соматической, психосенсорной сферы? Понимая, что выдвинутая проблема постоянно находится в поле зрения детских офтальмологов и многое делается для ее решения, надеемся, что проведенный нами анализ научной литературы в этом направлении будет полезным. Мы решили рассмотреть факторы, которые в той или иной степени влияют как на показатели целевой рефракции, так и на ее отклонения при астигматизме у детей. Условно их можно разделить на группы.

**К 1-й группе относятся особенности эхобиометрических параметров детских глаз.** У детей идет быстрый рост глазного яблока и стремительное развитие зри-

тельной системы. При рождении осевая длина глаза имеет в среднем 16,8 мм и достигает 23,6 мм во взрослой жизни. По данным большинства авторов, быстрый осевой рост происходит в течение первых 2 лет жизни [14, 15]. Прогнозирование роста осевой длины глаза и, следовательно, рефракционного результата является основной проблемой в детской хирургии катаракт. Осевая длина быстро увеличивается в первые 6 мес (0,62 мм/мес), затем имеет относительно более медленный (инфантильная фаза) рост (0,19 мм/мес) до 18 мес, после чего следует медленный (ювенильная фаза) рост (0,01 мм/мес) [14]. Даже этот рост отличается в разных этнических группах [15]. М.Д. Агатова (табл. 1) при ультразвуковой биометрии 825 здоровых глаз детей в возрасте от 1 мес до 15 лет выявила среднестатистические показатели переднезадней оси (ПЗО) глазного яблока. Взяв их за основу, нами была вычислена скорость роста ПЗО глаза в разные периоды жизни ребенка (по ВОЗ). Так, с 1 до 12 мес (грудной) скорость роста ПЗО составила 0,29 мм/мес, с 1 года до 3 лет (ранний детский) отмечается замедление роста (0,01 мм/мес), с 4 до 7 лет (дошкольный) скорость увеличивается до 0,03 мм/мес, от 8 до 15 лет (школьный) вновь отмечается замедление до 0,01 мм/мес. При этом в грудном постнатальном и дошкольном периодах наблюдаются «физиологические скачки», когда скорость роста ПЗО наиболее высока. Мы думаем, что этот факт может иметь значение при объяс-

Таблица 1. Размеры сагиттальной оси здоровых глаз у детей до 15 лет (ультразвуковая биометрия 825 глаз)

Table 1. The dimensions of sagittal axis of the healthy eyes in children under 15 years of age (ultrasound biometry of 825 eyes)

Возраст детей	Диапазон значений, мм	Среднее арифметическое значение, $M \pm m$	Среднее квадратическое отклонение
До 1 мес	17,1–17,6	17,36±0,06	0,187
От 1 до 2 мес	18,1–18,7	18,43±0,06	0,228
От 2 до 3 мес	17,9–20,2	19,4±0,2	0,685
От 3 до 4 мес	19,0–20,2	19,4±0,1	0,405
От 4 до 5 мес	18,2–20,2	19,4±0,2	0,638
От 5 до 6 мес	19,4–21,3	20,3±0,2	0,600
От 6 до 7 мес	20,0–20,5	20,23±0,06	0,183
От 7 до 8 мес	19,6–21,6	20,5±0,2	0,546
От 8 до 9 мес	19,3–21,6	20,6±0,3	0,745
От 9 до 10 мес	19,1–21,7	20,6±0,3	0,822
От 10 до 11 мес	19,8–21,7	20,9±0,2	0,657
От 11 до 12 мес	19,2–21,8	20,9±0,3	0,889
От 1 года до 2 лет	18,6–23,8	21,15±0,09	0,918
От 2 до 3 лет	19,1–23,5	21,32±0,09	0,929
От 3 до 4 лет	19,6–23,6	21,8±0,1	0,925
От 4 до 5 лет	20,3–24,4	22,2±0,1	0,909
От 5 до 6 лет	20,4–24,5	22,4±0,1	0,998
От 6 до 7 лет	21,0–24,9	22,6±0,1	0,827
От 7 до 8 лет	21,1–25,1	22,8±0,1	0,906
От 8 до 9 лет	21,4–24,9	23,0±0,1	0,765
От 9 до 10 лет	20,9–25,4	23,2±0,2	1,102
От 10 до 11 лет	20,3–25,5	23,4±0,2	1,119
От 11 до 12 лет	21,3–27,4	23,5±0,4	1,589
От 12 до 13 лет	21,9–26,7	23,5±0,2	0,865
От 13 до 15 лет	21,6–25,7	23,6±0,3	1,082

нении усиленного роста ПЗО глаз в дальнейшем у детей с артифакцией, перенесших имплантацию ИОЛ в период «физиологических скачков», а также при прогнозировании целевой рефракции. У детей с артифакцией после ранней (до 1 года) хирургии ВК с имплантацией ИОЛ выявлена тенденция зависимости динамики ПЗО глаза от его исходных анатомических параметров. При нормальном исходном размере глаза средний показатель ПЗО составлял в дошкольном периоде (5—7 лет) 24,8 мм, что соответствует верхней границе возрастной нормы [16]. При этом указанный показатель превышал среднестатистические данные Д.М. Агатовой (см. табл. 1).

У детей с нормальными исходными параметрами глаза после имплантации ИОЛ в школьном периоде (когда не отмечаются «физиологические скачки») сравнение поперечных (вертикальный и горизонтальный), сагиттальных размеров глазного яблока с таковыми у детей с эметропической рефракцией на факических глазах различий не выявило [17]. По данным авторов, скорость роста осевой длины глаз у детей с артифакцией более высокая в односторонних случаях по сравнению с двусторонними [18] и варьирует у детей чаще, чем у взрослых [19]. В литературе недостаточно работ по изучению рефракции на псевдофакических глазах у детей с риском аномального рефрактогенеза до имплантации ИОЛ. Нами ведутся исследования в данном направлении.

**Ко 2-й группе относятся факторы, касающиеся рефракции.** Как известно, гиперметропия новорожденных является естественной биологической нормой для человека. У доношенных новорожденных она обусловлена коротким переднезадним размером (17,3 мм) глазного яблока [20]. По мере роста организма гиперметропия (средневзвешенное значение которой составляет примерно +3,0 дптр) снижается в первый год жизни до 2,5 дптр, во второй — до 1,75 дптр, к 7 годам — до 1,0 дптр, а к возрасту полного созревания организма превращается в эметропию. Такую динамику рефракции можно считать идеальной для человека. Н.Ю. Кушнаревич назвал ее «эметропической траекторией рефрактогенеза». Указанная траектория зависит от влияния конкретных внешних факторов, таких как зрительная нагрузка, общая активность, время, проводимое на открытом воздухе [21]. При артифакции указанные факторы будут оказывать влияние и можно предположить — более существенное, так как при псевдофакции отсутствуют естественные механизмы «зрительной защиты», такие как аккомодация. По данным Э.С. Аветисова, отклонения рефракции в общем подчиняются нормальному распределению с пиком в области возрастной нормы и плавным снижением частоты отклонений при возрастании ошибки рефракции. Наибольший разброс значений наблюдается у новорожденных; с увеличением возраста разброс уменьшается и достигает своего минимума к 12—15 годам [22].

**К 3-й группе факторов можно отнести одну из особенностей ВК** — это ее сочетание с другими видами глазной патологии, такими как косоглазие, нистагм, изменения сетчатки и зрительного нерва, микрофтальм, колобомы радужки и хориоидеи, поликория, аниридия, гипоплазия дилатора зрачка, мезодермальный дисгенез, удлинение отростков ресничного тела, персистирующая сосудистая сумка хрусталика. По данным А.В. Хватовой и Т.Б. Кругловой (2009), при наличии у ребенка хотя бы одной из перечисленных выше патологий существенно усложняется и снижается возможность достижения высоких послеоперационных результатов [23].

**В 4-ю группу включены формулы подсчета силы ИОЛ.** Многие хирурги предпочитают выбирать ИОЛ с расчетом на небольшую послеоперационную гиперметропию, чтобы потом по мере роста у глаз была эметропическая рефракция или небольшая миопическая [24—26].

Все современные методы расчета силы ИОЛ основаны на формулах, включающих ряд показателей и констант. Существуют две основные группы формул — теоретические и эмпирические — для расчета оптической силы ИОЛ, они подразделяются на несколько поколений по классификации Holladay. Первое поколение — точные оптические и линейные регрессионные формулы (Федоров—Ивашина—Коллинко, Binkhorst, Colebrander, Hoffer-Colebrander, Thijssen, SRKI и др.). Второе поколение — оптические формулы с уточняющими параметрами (Binkhorst I, Hoffer, SRKII, Donzis—Kastl—Gordon и др.) — регрессионные, их создавали на основе дооперационных и клинических результатов имплантаций. Третье поколение — смешанные формулы на базе точных оптических с расчетом некоторых коэффициентов по эмпирическим данным (Binkhorst II, SRK/T, Holladay, Haigis, Hoffer Q). Расчет ИОЛ производился с учетом персонифицированного фактора для конкретного типа. Holladay (1988), положив начало третьему поколению формул, ввел понятие SF-хирургический фактор, характеризующий расстояние между плоскостью радужки и главной плоскостью ИОЛ, которое вычисляется по статическим данным с известными результатами имплантаций. Четвертое поколение формул включает показатели толщины хрусталика, диаметра роговицы и ряд других факторов [27—30]. Также нужно отметить, что потенциальным источником рефракционных ошибок является использование для расчетов персонифицированных значений констант ИОЛ, рекомендованных производителями [31]. В педиатрии чаще используются формулы SRK II, SRK/T, учитывающие сагиттальный размер глазного яблока (ПЗО), преломляющую силу роговицы и индивидуальные константы выбранной модели ИОЛ, а также Hoffer Q и Holladay II в зависимости от возраста ребенка. При расчете оптической силы имплантируемой ИОЛ у детей 1-го года жизни

определяют величину гипокоррекции (от 4,0 до 14,0 дптр) оптической силы ИОЛ, рассчитанной по формуле с учетом оптической силы роговицы, разницы исходной ПЗО и прогнозируемой ПЗО после завершения физиологического роста глаза [5]. Необходимо отметить, что в формулу SRK II введены коэффициенты поправки для «длинных» и «коротких» глаз. При ПЗО более 24,5 мм от значения эмметропии вычитают 0,5 дптр и прибавляют к значению эмметропии: 1 дптр при ПЗО 21—22 мм, 2 дптр при ПЗО 20—21 мм, 3 дптр при ПЗО 10—20 мм [32].

При расчете оптической силы ИОЛ для детских глаз мы более 10 лет используем формулу SRK II с возмостной гипокоррекцией по R. Trivedi (табл. 2) [33].

Исследования многих авторов и собственные результаты свидетельствуют о превалировании сильной рефракции при артифакции у детей [16, 34]. Для подсчета оптической силы ИОЛ необходимы данные биометрии и кератометрии, правильно полученные значения которых также влияют на целевую рефракцию после имплантации ИОЛ. По данным литературы, от 40 до 54% ошибок при расчете ИОЛ приходится на долю некорректного измерения ПЗО [35, 36]. Расчет силы искусственного хрусталика детей младше 1 года приводит к ошибкам в диапазоне от -4,06 до +3,86 дптр [37]. Неточное измерение ПЗО может составлять погрешность для каждого миллиметра — 3—4 дптр в силе ИОЛ у взрослых и более 14 дптр в детских глазах [38]. Измерение осевой длины глазного яблока лучше оценивать с помощью иммерсионного А-скана, чем контактными сканом, из-за сжатия передней поверхности роговицы [14]. При измерении осевой длины контактными методом показатели в среднем на 0,24—0,32 мм меньше, чем результаты, полученные методом погружения. Несмотря на этот недостаток, метод вдавливания используется чаще (82,4 против 17,6%). Следовательно, если иммерсионное сканирование невозможно, не-

обходимо выполнить считывание А-скана с максимальной глубиной передней камеры. Если во время расчета силы ИОЛ ПЗО измеряется контактной техникой, это приведет к использованию средней силы ИОЛ на 1 дптр более сильной, чем требуется фактически. Такие погрешности могут привести к индуцированной миопии [14]. Измерения осевой длины глаза под общей анестезией также не могут исключить погрешности полученных результатов, так как ребенок не фиксирует взор под наркозом. В этих случаях существует потребность в инструменте, облегчающем попадание луча от светового датчика в область фовеа. При этом 45% глаз имели отклонения послеоперационной рефракции от целевой в пределах 1,0 дптр, 41% — более 2,0 дптр; чаще указанные отклонения отмечались на глазах с ПЗО менее 18 мм [39, 40].

Кератометрию при подсчете оптической силы ИОЛ производят вручную или автоматизированным способом. Наиболее часто неточности измерения обусловлены отсутствием фиксации взора пациента на метке кератометра или кератотопографа. Происходит это по причине низкой остроты зрения, нистагма и невозможности фиксации взгляда из-за поведения ребенка. Было показано, что автоматическая кератометрия сравнима с ручной — у взрослых [41]. Ручную кератометрию у детей младшего возраста проводят под наркозом, у детей старшего возраста — в период бодрствования. Показатели кератометрии резко снижаются в первые 6 мес после рождения со скоростью 0,40 дптр/мес, затем скорость снижения становится плавной: с 6 мес до 2 лет она равна 0,14 дптр/мес, с 2 до 3 лет — 0,08 дптр/мес [42]. Кривизна роговицы достигает взрослого диапазона примерно в 3 года [43]. У девочек роговица круче, чем у мальчиков [44]. Осевая длина глаза имеет линейную связь с показателями кератометрии, так как при ее удлинении преломление роговой оболочки уменьшается [45]. Преломление роговицы в глазах с односторонними катарактами было сильнее, чем при двусторонних и на здоровых глазах [45]. Средние показатели кератометрии при ВК (47,78 дптр) отличаются от показателей при приобретенной (44,35 дптр) [46].

**К 5-й группе факторов можно отнести локализацию и структуру ИОЛ.** Большое значение для целевой рефракции имеет место расположения ИОЛ. Стандартным местом ее имплантации является капсульный мешок. При капсулорексисе большого диаметра возможно смещение линзы кпереди [47, 48]. Ошибки в правильном положении линзы, по данным W. Haigis (2013), возникают чаще при короткой осевой длине глаза, чем при длинной или нормальной. В случае расположения оптической части ИОЛ кпереди или кзади от ее запланированного места всего на 1 мм отклонение от целевой рефракции составляет 0,6 дптр в глазах с осевой длиной 27 мм, в то время как при осевой длине 21 мм отклонение составляет почти 2,0 дптр.

**Таблица 2. Возраст при хирургии катаракт и остаточная рефракция**  
**Table 2. The age at which cataract surgery is performed and residual refraction**

Возраст ребенка	Остаточная рефракция, дптр
1,9 мес	+10
2,9—3,9 мес	+9
4,0—5,9 мес	+8
6,0—11,9 мес	+7
1,0—1,9 лет	+6
2,0—3,9 лет	+5
4,0—4,9 лет	+4
5,0—5,9 лет	+3
6,0—6,9 лет	+2
7,0—7,9 лет	+1,5
8,0—9,9 лет	+1
10,0—13,9 лет	+0,5
Старше 14 лет	Plano

Анализ состояния глаз у детей после экстракции катаракты различной этиологии с имплантацией мягких моноблочных сферо-сферичных ИОЛ показал высокие клиничко-функциональные результаты [49]. По сравнению с гидрофильными акриловыми линзами гидрофобные акриловые линзы демонстрируют снижение риска помутнения задней капсулы [50]. ИОЛ с квадратными краями ингибирует миграцию эпителиальных клеток хрусталика и образование вторичной катаракты [51]. «Совершенная» ИОЛ должна иметь гидрофильную переднюю и гидрофобную заднюю поверхности. Мультифокальные ИОЛ обеспечивают хорошее зрение вблизи и на расстоянии, а также помогают в установлении стереопсиса в односторонних случаях, но яркость и контрастность изображений при этом нарушаются [52, 53]. Любая децентрация линзы приводит к бликам, ореолам и ухудшению качества изображения. Более того, мультифокальные линзы нельзя использовать при наличии астигматизма.

**К 6-й группе факторов относятся вопросы коррекции обскурационной и рефракционной амблиопии при артификации.** Практически очень часто встречаются отклонения от запланированной рефракции — так называемая остаточная аметропия. Остаточная аметропия, или рефракционная ошибка, является разницей между действительной послеоперационной и запланированной рефракцией. Нередко отсутствие адекватной коррекции остаточной аметропии артификационного глаза приводит к развитию рефракционной амблиопии [54]. Последняя обычно развивается в течение критического периода развития глаз, который длится до 9 лет. Хотя последние данные свидетельствуют о том, что пластичность коры может выходить далеко за пределы предполагаемого возраста [55]. Из этого следует, что лечение амблиопии должно быть продолжительным и упорным. Помимо базового лечения путем исправления первопричины, соответствующей оптической

коррекции, окклюзии и пенализации доминирующего глаза в критический период, появляются свидетельства использования перцептивного обучения, видеоигр, дихоптической тренировки, транскраниальной магнитной стимуляции и таких лекарств, как карбидоп, леводоп и цитиколин [56]. После экстракции катаракты обскурационный фактор развития амблиопии сменяется рефракционным, поскольку в силу особенностей анатомо-оптических элементов глаза у ребенка величина гиперметропии в афакическом глазу может достигать 32,0 дптр. В литературе описываются пути решения проблем остаточной аметропии у детей: экплантация неподходящей ИОЛ и замена ее на оптимальную по диоптрийности, эксимерлазерная коррекция, фоторефрактивная кератэктомия, лазерный интрастромальный кератомилез [54, 57]. При этом вопросы зрительной реабилитации непосредственно связаны с выбором способа коррекции, обеспечивающего оптимальные условия для развития зрительного анализатора [58]. Основополагающим звеном на пути достижения положительных результатов лечения ВК является совместная работа офтальмологов и родителей [59].

## Заключение

На основании анализа данных литературы можно заключить, что все перечисленные факторы влияют на достижение целевой рефракции артификационного глаза у детей. При этом влияние оказывает не один фактор, а их совокупность. На наш взгляд, остается актуальной разработка алгоритма коррекции остаточной рефракции псевдофакического детского глаза как до имплантации ИОЛ, так и после с учетом каждого фактора.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. The authors declare no conflicts of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бикбов М.М., Ишбердина Л.Ш. Интраокулярная коррекция афакии у детей раннего возраста с врожденной катарактой. *ВЕСТНИК ОГУ*. 2010;12:35-37. Bikbov MM, Ishberdina LSh. Intraocular correction of aphakia in young children with congenital cataract. *VESTNIK OGU*. 2010;12:35-37. (In Russ.).
2. Lambert SR, Lynn M, Drews-Botsch C. A comparison of grating visual acuity, strabismus, and reoperation outcomes among children with aphakia and pseudophakia after unilateral cataract surgery during the first six months of life. *J AAPOS*. 2001;5(2):70-75. <https://doi.org/10.1067/mpa.2001.111015>
3. Wilson ME, Jr, Bartholomew LR, Trivedi RH. Pediatric cataract surgery and intraocular lens implantation: practice styles and preferences of the 2001 AS-CRS and AAPOS memberships. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(9):1811-1820. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(03\)00220-7](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(03)00220-7)
4. Chak M, Wade A, Rahi JS, British Congenital Cataract Interest Group. Long-term visual acuity and its predictors after surgery for congenital cataract: findings of the British Congenital Cataract Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47(10):4262-4269. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-1160>
5. Катаргина Л.А. *Детская офтальмология федеральное клинические рекомендации*. М.: SENTISS; 2016. Katargina LA. *Detskaya oftal'mologiya federal'noe klinicheskie rekomendatsii*. М.: SENTISS; 2016. (In Russ.).
6. Vasavada AR, Vasavada SA, Bobrova N. Outcomes of pediatric cataract surgery in anterior persistent fetal vasculature. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 38:849-857. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.11.045>
7. Dandona R, Dandona L. Review of findings of the Andhra Pradesh Eye Disease Study: policy implications for eye-care services. *Indian J Ophthalmol*. 2001;49:215-234.
8. Shamrani MA, Turkmani ShA. Update intraocular lens implantation in children. *Saudi J Ophthalmol*. 2012;26(3):271-275. <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2012.05.005>
9. Катаргина Л.А., Круглова Т.Б., Егиан Н.С. Федеральные клинические рекомендации: диагностика, мониторинг и лечение детей с врожденной катарактой. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2015;3:55-57. Katargina LA, Kruglova TB, Egiyan NS. Federal clinical guidelines diagnosis, monitoring and treatment of children with congenital cataract. *Rossiiskaya pediatricheskaya oftal'mologiya*. 2015;3:55-57. (In Russ.).

10. Боброва Н.Ф. *Травмы глаза у детей*. М.: Медицина; 2003. Bobrova NF. *Glaznyie travmy u detey*. M.: Meditsina; 2003. (In Russ.).
11. Аветисов С.Э., Касьянов А.А., Ильякова Л.А. Коррекция афакии после ранней хирургии врожденных катаракт. *Вестник офтальмологии*. 1991;6:61-69. Avetisov SE, Kas'yanov AA, Ilyakova LA. Correction of aphakia after early surgery for congenital cataracts. *Vestnik oftal'mologii*. 1991;6:61-69. (In Russ.).
12. Круглова Т.Б. К вопросу расчета диоптричности ИОЛ, имплантируемой детям первого года жизни с врожденными катарактами. *Современная оптометрия*. 2011;8:18-21. Kruglova TB. On the issue of calculating the dioptricity of the IOL implanted in children of the first year of life with congenital cataracts. *Sovremennaya optometriya*. 2011;8:18-21. (In Russ.).
13. Круглова Т.Б. Особенности экстракции врожденной катаракты с имплантацией ИОЛ у детей первого года жизни с врожденными катарактами. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2008;4:32-35. Kruglova TB. Features of extraction of congenital cataract with IOL implantation in children of the first year of life with congenital cataracts. *Rossiiskaya pediatricheskaya oftal'mologiya*. 2008;4:32-35. (In Russ.).
14. Wilson ME, Trivedi RH. Axial length measurement techniques in pediatric eyes with cataract. *Saudi J Ophthalmol*. 2012;26 (1):13-17. <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2011.11.002>
15. Capozzi P, Morini C, Piga S, Cuttini M, Vadalá P. Corneal curvature and axial length values in children with congenital/infantile cataract in the first 42 months of life. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:4774-4778. <https://doi.org/10.1167/iovs.07-1564>
16. Катаргина Л.А., Круглова Т.Б., Егян Н.С. Динамика длины переднезадней оси глаза и рефракции у детей с артефакцией после ранней хирургии врожденных катаракт. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2015;2:20-24. Katargina LA, Kruglova TB, Egiyan NS. The dynamics of the length of the anterior-posterior axis of the eye and refraction in children with pseudophakia after early surgery of the congenital cataracts. *Rossiiskaya pediatricheskaya oftal'mologiya*. 2015;2:20-24. (In Russ.).
17. Хамраева Л.С., Бобоха Л.Ю., Абдурахманова Ч.К., Махмудова З.А. Сравнительный анализ анатомических параметров глазного яблока у детей при аметропии, врожденной глаукоме, афакии и артефакции. *Российский офтальмологический журнал*. 2019;12:38-42. Khamraeva LS, Bobokha LY, Abdurakhmanova ChK, Makhmudova ZA. Comparative analysis of the anatomical parameters of the eyeball in children with ametropia, congenital glaucoma, aphakia and artifacta. *Rossiiskii oftal'mologicheskii zhurnal*. 2019;12:38-42. (In Russ.). <https://doi.org/10.215116/2072-0076-2019-12-3-38-42>
18. Vasavada AR, Raj SM, Nihalani B. Rate of axial growth after congenital cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2004;138:915-924.
19. Vasavada V, Shah SK, Vasavada VA, Vasavada AR, Trivedi RH, Srivastava S, et al. Comparison of IOL power calculation formulae for pediatric eyes. *Eye (Lond)*. 2016;30(9):1242-1250. <https://doi.org/10.1038/eye.2016.171>
20. Сидоренко Е.Н. *Офтальмология. Учебник для вузов*. М.: ГЭОТАР-Медиа Сфера; 2007. Sidorenko EN. *Oftal'mologiya. Uchebnik dlya vuzov*. M.: Media Sfera; 2007. (In Russ.).
21. Кушнаревич Н.Ю. Агрессивный подход к управлению гиперметропией: метод максимального использования адаптационных резервов, заложенных природой в алгоритмы развития рефракции. *Российский офтальмологический журнал*. 2017;2:78-85. Kushnarevich NYu. An aggressive approach to hyperopia management: a method of maximum use of adaptive reserves intrinsic for the algorithms of natural refractive development. *Rossiiskii oftal'mologicheskii zhurnal*. 2017;2:78-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.215116/2072-0076-2017-10-2-78-85>
22. Аветисов Э.С. *Близорукость*. М.: Медицина; 1999. Avetisov ES. *Miopiya*. M.: Meditsina; 1999. (In Russ.).
23. Сомов Е.Е. *Избранные разделы детской клинической офтальмологии*. СПб.: Человек; 2016. Somov EE. *Izbrannyye razdeleniya detskoy klinicheskoy oftalmologii*. SPb.: Che-lovek; 2016. (In Russ.).
24. Dahan E, Drusedau Choice of lens and dioptric power in pediatric pseudophakia. *J Cataract Refract Sur*. 1997;23:618-623.
25. McClatchey SK, Parks MM. Theoretic refractive changes after lens implantation in childhood. *Ophthalmology*. 1997;104:1744-1751.
26. Hutchinson AK, Drews-Botsch C, Lambert S Myopic shift after intraocular lens implantation during childhood. *Ophthalmology*. 1997;104:1752-1757.
27. Collenbrander MC. Calculation of an iris clip lens for distance vision. *Br J Ophthalmol*. 1973;57:735-740.
28. Binkhorst RD. The optical design of intraocular lens implants. *Ophthalmic Surg*. 1975;6:17-31.
29. Sanders D, Retzlaff J, Kraff M, et al. Comparison accuracy of the Binkhorst, Colenbrander and SRK implant power prediction formulas. *J Am Intraocul Implant Soc*. 1981;7:337-340.
30. Retzlaff J, Sanders D, Kraff M. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg*. 1990;16:333-340.
31. Демакова Л.В., Замиров А.А., Чупров А.Д., Кудрявцева Ю.В., Ивонин К.С. *Анализ причин рефракционных ошибок при имплантации интраокулярных линз*. Киров: Призма инф; 2016. Demakova LV, Zamyrov AA, Chuprov AD, Kudryavtseva YuV, Ivonin KS. *Analiz prichin refraktsionnykh oshibok pri implantatsii intraokulyarnykh linz*. Kirov: Prizma info; 2016. (In Russ.).
32. Хаппе В. *Офтальмология*. Пер. под общ. ред. Амирова А.Н. М.: МЕД-пресс-информ; 2005. Harpe V. *Oftal'mologiya*. Perevod pod obsh. red. A.N. Amirova. 2-e izd. M.: MEDpress-inform; 2005. (In Russ.).
33. Trivedi RH, Wilson ME, et al. Selecting Intraocular Lens Power in Children. *Ophthalmic Pearls Pediatrics*. 2006;35-36.
34. Катаргина Л.А., Круглова Т.Б., Трифонова О.Б., Егян Н.С., Коголева Л.В., Арестова Н.Н. Рефракция при артефакции после хирургического лечения врожденных катаракт. *Вестник офтальмологии*. 2019;135(1):36-41. Katargina LA, Kruglova TB, Trifonova OB, Egiyan NS, Kogoleva LV, Arestova NN. Artifact refraction after surgical treatment of congenital cataracts. *Vestnik oftal'mologii*. 2019;135(1):36-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/oftalma201913501136>
35. Einigamhammer J, Oltrup T, Bendi T, Jean B. Calculating intraocular lensometry by real ray tracing. *J Refract Surg*. 2007;23(4):393-404.
36. Olsen T. The accuracy of ultrasonic determination of axial length in pseudophakic eyes. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1990;67:141-144.
37. Neely DE, Plager DA, Borger SM, Golub RL. Accuracy of intraocular lens calculations in infants and children undergoing cataract surgery. *J AAPOS*. 2005;9(2):160-165. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2004.12.010>
38. Eibschitz-Tsimhoni M, Tsimhoni O, Archer SM, DelMonte MA. Effect of axial length and keratometry measurement error on intraocular lens implant power prediction formulas in pediatric patients. *J AAPOS*. 2008;12:173-176. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2007.10.012>
39. Trivedi RH, Lambert SR, Lynn MJ, Wilson ME. Role of preoperative biometry in selecting initial contact lens power in IATS. *J AAPOS*. 2014;18(3):251-254. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2014.01.012>
40. Vander Veen DK, Nizam A, Lynn MJ, Bothun ED, McClatchey SK, Weakley DR, DuBois LG, Lambert SR. Predictability of Intraocular Lens Calculation and Early Refractive Status: The Infant Aphakia Treatment Study. *Arch Ophthalmol*. 2012;130(3):293-299. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2011.358>
41. Manning CA, Kloess PM. Comparison of portable automated keratometry and manual keratometry for IOL calculation. *J Cataract Refract Surg*. 1997;23:1213-1216.
42. Capozzi P, Morini C, Piga S, Cuttini M, Vadalá P. Corneal curvature and axial length values in children with congenital/infantile cataract in the first 42 months of life. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:4774-4778. <https://doi.org/10.1167/iovs.07-1564>
43. Ehlers N, Sorensen T, Bramsen T, Poulsen EH. Central corneal thickness in newborns and children. *Acta Ophthalmol*. 1976;54:285-290.
44. Zadnik K, Manny RE, Yu JA, Mitchell GL, Cotter SA, Quiralte JC, et al. Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender. *Optom Vis Sci*. 2003;80:226-236.
45. Trivedi RH, Wilson ME. Keratometry in pediatric eyes with cataract. *Arch Ophthalmol*. 2008;126:38-42. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2007.22>
46. Flitcroft DI, Knight-Nanan D, Bowler R, Lanigan B, O'Keefe M. Intraocular lenses in children: Changes in axial length, corneal curvature, and refraction. *Br J Ophthalmol*. 1999;83:265-269.
47. Егорова Э.В., Малюгин Б.Э., Узунян Д.У., Полянская Е.Г. Закономерности измерений капсульной сумки после факэмульсификации с имплантацией ИОЛ при исследовании методом ультразвуковой биомикроскопии. *Бюллетень сибирского отделения РАН*. 2009;4:12-16. Egorova EV, Malugin BE, Uzunyan DU, Polyanskaya EG. Patterns of measurements of a capsule bag after phacoemulsification with IOL implantation during ultrasound biomicroscopy studies. *Byulleten' sibirskogo otdeleniya RAN*. 2009;4:12-16. (In Russ.).

48. Olsen T. Calculation of intraocular lens power calculation. *Acta Ophthalmol Scand.* 2007;472-485.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2007.00879.x>
49. Хамраева Л.С., Нарзуллаева Д.У. Клинико-функциональные результаты первичной имплантации интраокулярной линзы у детей с катарактами различной этиологии. *Журнал Теоретической и клинической медицины.* 2018;3:100-102.  
Khamraeva LS, Narzullaeva DU. Clinical and functional results of primary implantation of an intraocular lens in children with cataracts of various etiologies. *Zhurnal Teoreticheskoi i klinicheskoi meditsiny.* 2018;3:100-102. (In Russ.).
50. Li Y, Wang J, Chen Z, Tang X. Effect of hydrophobic acrylic versus hydrophilic acrylic intraocular lens on posterior capsule opacification: Meta-analysis. *PLoS One.* 2013;8:778.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077864>
51. Ness PJ, Werner L, Maddula S, Davis D, Zaugg B, Stringham J, et al. Pathology of 219 human cadaver eyes with 1-piece or 3-piece hydrophobic acrylic intraocular lenses: Capsular bag opacification and sites of square-edged barrier breach. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:923-930.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.11.036>
52. Jacobi PC, Dietlein TS, Konen W. Multifocal intraocular lens implantation in pediatric cataract surgery. *Ophthalmology.* 2001;108:1375-1380.
53. Lapid-Gortzak R, Meulen IJ, Jellema HM, Mourits MP, Nieuwendaal CP. Seven-year follow-up of unilateral multifocal pseudophakia in a child. *Int Ophthalmol.* 2017;37:267-270.  
<https://doi.org/10.1007/s10792-016-0232-5>
54. Бикбов М.М., Бикбулатова А.А., Маннанова Р.Ф., Хуснитдинов И.И. Хирургическая коррекция остаточной аметропии в артефакционном глазу. *Медицинский вестник Башкортостана.* 2011;115-117.  
Bikbov MM, Bikbulatova AA, Mannanova RF, Khusnitdinov II. Surgical correction of residual ametropia in pseudophakic eye. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana.* 2011;115-117. (In Russ.).
55. Epelbaum M, Milleret C, Buisset P, Dufier JL. The sensitive period for strabismic amblyopia in humans. *Ophthalmology.* 1993;100:323-327.
56. Scheiman MM, Hertle RW, Beck RW, Edwards AR, Birch E. Randomized trial of treatment of amblyopia in children aged 7 to 17 years. *Arch Ophthalmol.* 2005;123:437-447.  
<https://doi.org/10.1001/archophth.123.4.437>
57. Бикбов М.М., Хуснитдинов И.И. LASIK у детей с остаточной аметропией после интраокулярной коррекции врожденной катаракты. *Российская педиатрическая офтальмология.* 2008;3:39-42.  
Bikbov MM, Khusnitdinov II. LASIK in children with residual ametropia after intraocular correction of congenital cataract. *Rossiiskaya pediatricheskaya oftalmologiya.* 2008;3:39-42. (In Russ.).
58. Аветисов С.Э., Кашенко Т.П., Шамшинова А.М. Принципы коррекции аметропии после ранних операций при врожденных катарактах. *Зрительные функции и их коррекция у детей.* Руководство для врачей. М.: Медицина; 2005.  
Avetisov SE, Kashchenko TP, Shamshinova AM. *Printsipy korrektsii ametropii posle rannih operatsiy pri vrozhdennykh kataraktah. Zritelnyye funktsii i ih korrektsiya u detey.* М.: Meditsina; 2005. (In Russ.).
59. Narzullaeva DU, Khamraeva LS. Aspect of Correction of Ametropiya in Children Congenital Cataracts. *TOOAJ.* 2019;2(2):1-4.

Поступила 17.02.20

Received 17.02.20

Принята к печати 28.02.20

Accepted 28.02.20