

Сравнение рефракционных результатов расчета ИОЛ с использованием формул IV поколения в случае ранее проведенной радиальной кератотомии



О.В. Шиловских



А.Н. Ульянов



М.В. Кремешков



Е.М. Титаренко

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(2S):121-125

Цель: сравнить рефракционные результаты расчета оптической силы ИОЛ по формулам IV поколения у пациентов после ранее проведенной радиальной кератотомии и определить соотношение этих результатов современным стандартам ошибки расчета оптической силы ИОЛ в случаях хирургии возрастной катаракты. **Пациенты и методы.** В группу исследования вошли пациенты после перенесенной радиальной кератотомии по поводу миопии и миопического астигматизма. Ретроспективно были проанализированы данные 47 случаев (42 пациента), из них 13 женщин и 29 мужчин. Средний возраст составил 58,9 (44–64) года. Пациенты прооперированы на базе Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» методом фаноэмульсификации через микроразрезы без пересечения радиальных рубцов роговицы. Расчет оптической силы ИОЛ был проведен по формулам IV поколения: Holladay II (Iol consultant HicSoar Pro) и Olsen (PhacoOptics) с помощью встроенной в программное обеспечение шеймпфлюг камеры Oculus Pentacam. Формулы были выбраны с расчетом того, что они перекрывают весь спектр диапазона оптической силы роговицы и переднезадней оси всех пациентов в данной выборке. Рефракционный результат учитывали через один месяц и более после операции. **Результаты.** Рефракционная ошибка при расчете с помощью формулы Holladay II $\pm 0,50$ дптр имела место в 74% случаев; $\pm 1,00$ дптр — в 92%. Средняя рефракционная ошибка расчета оптической силы ИОЛ составила $0,5 \pm 1,2$ дптр. Рефракционная ошибка при расчете формулой Olsen составляла $\pm 0,50$ дптр в 75%; $\pm 1,00$ дптр — в 90% случаев, средняя рефракционная ошибка расчета оптической силы ИОЛ — $0,4 \pm 1,3$ дптр. **Выводы.** При расчете оптической силы ИОЛ у пациентов после радиальной кератотомии с использованием формул IV поколения (Olsen — Phaco Optics и Holladay II — HicSoar Pro) результаты сопоставимы относительно рефракционного результата и обеспечивают достижение современных эталонных стандартов ошибки расчета ИОЛ.

Ключевые слова: радиальная кератотомия, расчет силы ИОЛ, формулы расчета ИОЛ

Для цитирования: Шиловских О.В., Ульянов А.Н., Кремешков М.В., Титаренко Е.М. Сравнение рефракционных результатов расчета ИОЛ с использованием формул IV поколения в случае ранее проведенной радиальной кератотомии. *Офтальмология*. 2018;15(2S):121–125. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-121-125>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует



Comparison of Refractive Results IOL Calculation Using the IV Generation Formulas in Cases of Previous Radial Keratotomy

O.V. Shilovskih, A.N. Ulyanov, M.V. Kremeshkov, E.M. Titarenko

Ekaterinburg Center IRTC Eye Microsurgery
Academik Bardin str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russia

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2018;15(2S):121–125

Purpose: Comparison of refractive results calculation of IOL optical power calculated with the IV-generation formula in patients after a previously performed radial keratotomy and to determine the relationship of these results to modern standards of error calculation of the IOL optical power in cases of age-related cataract surgery. **Patients and methods.** The study group consisted of patients after radial keratotomy caused by myopia and myopic astigmatism. Retrospectively data of 47 cases were analyzed (42 patients), 13 women and 29 men. The average age — 58.9 years (range 44 to 64 years). Patients were operated on the basis of the Ekaterinburg center of IRTC “Eye microsurgery” phacoemulsification through incisions not intersecting radial scars of the cornea. The calculation of the IOL optical power was performed according to IV generation formula: II Holladay (Iol consultant HicSoap Pro) and Olsen (PhacoOptics,) built-in software Scheimpflug camera Oculus Pentacam. The formula was chosen with calculation that it covers the whole spectrum range of optical cornea and front-back axle of all patients in this sample. Refractive outcome was taken into account in one month or more after surgery. **Results.** Refractive error in case of calculation with formula Holladay II ± 0.50 diopter was in 74% cases; ± 1.00 diopter — in 92%, the average refractive error in calculation with the IOL optical power was $0.5 \pm 1,2$ diopters. Refractive error in the calculation with the Olsen formula was ± 0.50 diopters in 75%; ± 1.00 diopter — in 90% cases, the average refractive error of calculation the IOL optical power was 0.4 ± 1.3 diopters. **Conclusions.** Refractive results of calculating the optical power IOL in cases after radial keratotomy using the formula IV generation (Olsen — Phaco Optics and Holladay II — HicSoap Pro), provide achievement of modern standards of error in the calculation of IOLs

Keywords: radial keratotomy, the calculation of IOL power, calculation formulas IOL

For citation: Shilovskih O.V., Ulyanov A.N., Kremeshkov M.V., Titarenko E.M. Comparison of Refractive Results IOL Calculation Using the IV Generation Formulas in Cases of Previous Radial Keratotomy. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(2S):121–125. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-121-125>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

Задачей современной хирургии катаракты является не только удаление оптически мутного хрусталика, но и удовлетворение запросов пациентов относительно точности рефракционного результата операции. В процессе развития катарактальной хирургии существовали различные стандарты рефракционной ошибки расчета оптической силы ИОЛ. В 1972–1975 годах расчет ИОЛ сводился к прибавлению $+20,0$ дптр к значению дооперационной аметропии или использовалась стандартная оптическая сила ИОЛ. Это приводило во многих случаях к высокой степени аметропии артифактного глаза. В 1987 году допустимой ошибкой расчета ИОЛ был предел $\pm 1,00$ дптр. В 2006 году в «Эталонных стандартах» для рефракционного результата после хирургии катаракты Государственной службы здравоохранения Великобритании (без проведенных вмешательств на роговице) указан допустимый уровень ошибки $\pm 0,50$ дптр более чем в 55% случаев и $\pm 1,00$ дптр — более чем в 85% [1]. Сегодня, тщательно оптимизируя составные части вычислений рефракции ИОЛ, стандарт ошибки должен стремиться к целевым пределам $\pm 0,50$ дптр более чем в 70% операций и $\pm 1,00$ дптр — при 90% операций и более [2]. За последние десятилетия катарактальная хирургия из операции по восстановлению зрения перешла в разряд рефракционной хирургии. Осо-

бенно точность рефракционного результата важна для пациентов, которым ранее уже было проведено рефракционное хирургическое вмешательство. В литературе встречается суждение о том, что точность расчета оптической силы (ИОЛ) при факоэмульсификации катаракты после ранее проведенных кераторефракционных операций значительно ниже, чем в стандартных случаях [3–5]. Точность расчета силы имплантируемой ИОЛ в основном зависит от соответствия стандартов до- и послеоперационного обследования, стереотипу комплекса исследований, используемого для создания формул расчета оптической силы ИОЛ, контроля производителем качества и силы ИОЛ [6, 7]. По сравнению с традиционными формулами II и III поколения (Holladay I, SRK/T, Haigis, SRK I, и SRK II), в которых используются только два показателя для предсказания эффективной плоскости линзы, использование более сложных формул IV поколения (Haigis, Holladay II, Olsen) с четырьмя учитываемыми факторами дает возможность значительно повысить точность расчетов силы ИОЛ. Формулы IV поколения отличаются от предшествующих тем, что дают возможность с большей точностью предсказать послеоперационное положение ИОЛ, тем самым повышая предсказуемость рефракционного результата [8, 9].

О.В. Шиловских, А.Н. Ульянов, М.В. Кремешков, Е.М. Титаренко

Контактная информация: Титаренко Елена Михайловна T_A_M@inbox.ru

Цель работы: сравнить рефракционные результаты расчета оптической силы ИОЛ, рассчитанных по формулам IV поколения, у пациентов после проведенной ранее радиальной кератотомии и определить соотношения этих результатов современным стандартам ошибки расчета оптической силы ИОЛ в случаях хирургии возрастной катаракты.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В группу исследования вошли пациенты после ранее перенесенной радиальной кератотомии с целью коррекции миопии и миопического астигматизма. Ретроспективно были проанализированы данные 47 случаев (42 пациентов), из них 13 женщин и 29 мужчин. Средний возраст составил 58,9 (от 44 до 64) года, среднее значение переднезадней оси $27,05 \pm 1,72$ (от 25,12 до 31,79) мм, среднее значение кератометрии до операции — $37,3 \pm 3,25$ (от 30,9 до 42,63) дптр, среднее значение кератометрии после операции $37,0 \pm 3,54$ дптр (от 31,2 до 43,0 дптр), уровень внутриглазного давления до хирургии катаракты — $16,7 \pm 2,52$ (11–21) мм рт. ст., уровень внутриглазного давления после хирургии катаракты — $15,5 \pm 2,93$ (10–19) мм рт. ст. Среднее значение максимальной корригируемой остроты зрения после операции составляло 0,85 (от 0,65 до 1,0). Пациенты прооперированы на базе Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» методом факоэмульсификации через микроразрезы без пересечения радиальных рубцов роговицы. Расчет оптической силы ИОЛ был проведен по формулам IV поколения: Holladay II (Iol consultant HicSoap Pro) и Olsen (PhacoOptics), встроенной в программное обеспечение шеймпфлюг-камерой Oculus Pentacam. Формулы были выбраны с расчетом того, что они перекрывают весь спектр диапазона оптической силы роговицы и переднезадней оси всех пациентов в данной выборке. Были использованы имплантируемые интраокулярные линзы: SN60WF — 10, SN60AT — 7, Aspira — 21, MA60BM — 1, US 60MP — 3, Hanita — 4, MI60 — 1. Рефракционный результат учитывали спустя один месяц и более после операции.

В расчете по формуле Holladay II используются данные: кератометрия, оптическая биометрия, глубина передней камеры, толщина хрусталика, диаметр роговицы «от белого до белого», рефракция (при рефракционной замене хрусталика). Данные вводятся в программу вручную, и в программе ставится отметка о ранее проведенной кераторефракционной хирургии. Константы производителя, предустановленные программой, оптимизированы по данным результатам операций без предшествующей кераторефракционной хирургии.

Для расчета формулой Olsen требуется снимок на шеймпфлюг-камере с контролем качества. Данные, используемые для расчета силы ИОЛ: кератометрия с учетом кривизны передней и задней поверхности роговицы [9], диаметр роговицы «от белого до белого», глубина передней камеры, толщина роговицы в тонком месте, диаметр зрачка — эти данные автоматически перено-

сятся из шеймпфлюг-камеры Oculus Pentacam; оптическая биометрия, толщина хрусталика, рефракция (при рефракционной замене хрусталика) вводятся вручную. В программе отмечается, что у пациента ранее проведена кераторефракционная хирургия. Константы производителя, предустановленные программой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

К основным составляющим стабильной рефракции у пациентов после кератотомии относят силу внутриглазного давления и исходные биомеханические параметры роговицы, а именно устойчивость к воздействию, изменяющему ее форму [10]. Поэтому был проанализированы данные кератометрии и уровень внутриглазного давления до хирургии катаракты и после, измеренный прибором P isage. Среднее значение кератометрии до операции было $37,3 \pm 3,25$ дптр, среднее значение кератометрии после операции — $37,0 \pm 3,54$ дптр. Уровень внутриглазного давления до хирургии катаракты составлял $16,7 \pm 2,52$ мм рт. ст., уровень внутриглазного давления после хирургии катаракты — $15,5 \pm 2,93$ мм рт. ст. Показатели не отличались от стандартных колебаний при хирургии катаракты у пациентов, не имевших операций на роговице [11, 12].

Средняя рефракционная ошибка расчета оптической силы ИОЛ с использованием формулы Holladay II составила $0,5 \pm 1,2$ дптр. При рассмотрении распределения рефракционной ошибки (рис. 1) в 74% (35 случаев) значение рефракционной ошибки попало в интервал $\pm 0,50$ дптр, и в 92% (43 случая) — в интервал $\pm 1,00$ дптр. При этом в половине случаев отмечалось смещение значений рефракционной ошибки в гиперметропию $+0,50$ дптр. На рисунке линейной регрессии отображается монотонное возрастание функции, распределение рефракционной ошибки при расчете формулой Holladay II.

Средняя рефракционная ошибка расчета оптической силы ИОЛ с использованием формулы Olsen состави-

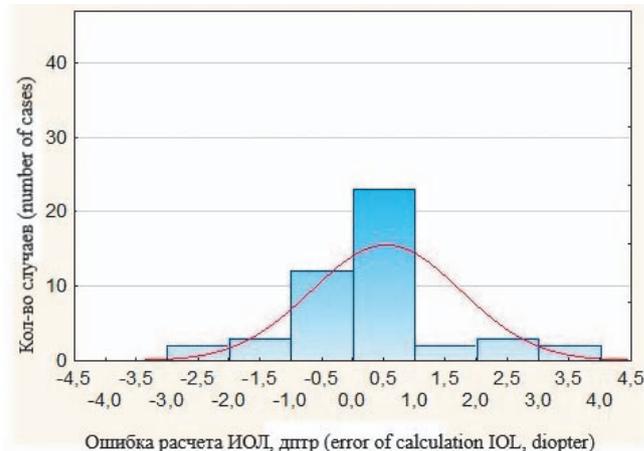


Рис. 1. График распределения рефракционной ошибки при расчете формулой Holladay II

Fig. 1. Graph of distribution of refractive error in calculation formula Holladay II

ла $0,4 \pm 1,3$ дптр, что соответствует результатам автора формулы для группы пациентов после кераторефракционной хирургии [8]. На рис. 2 показано распределение значений рефракционной ошибки в 75% (35 случаев) — диапазон значений $\pm 0,50$ дптр; в 90% (42 случая) диапазон значений рефракционной ошибки $\pm 1,00$ дптр. В половине случаев значения попали в область миопической рефракции — $0,50$ дптр. На рис. 4 отображается область распределения значений рефракционной ошибки при расчете формулой Olsen.

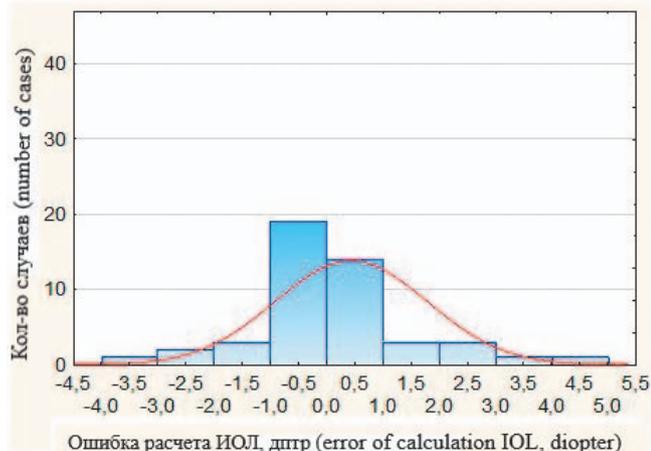


Рис. 2. График распределения рефракционной ошибки при расчете формулой Olsen

Fig. 2. Graph of distribution of refractive error in calculation formula Olsen

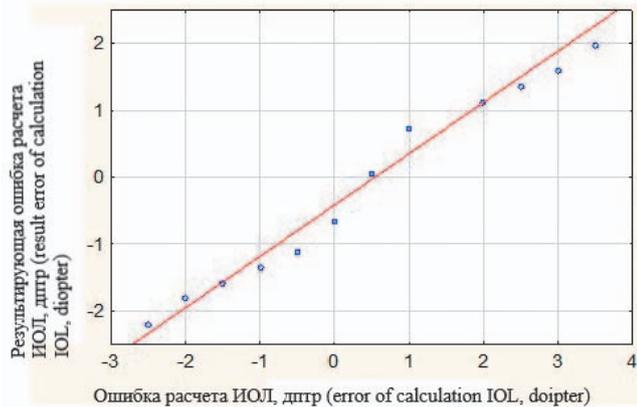


Рис. 3. Уравнение регрессии при расчете формулой Holladay II

Fig. 3. The regression chart in calculation formula Holladay II

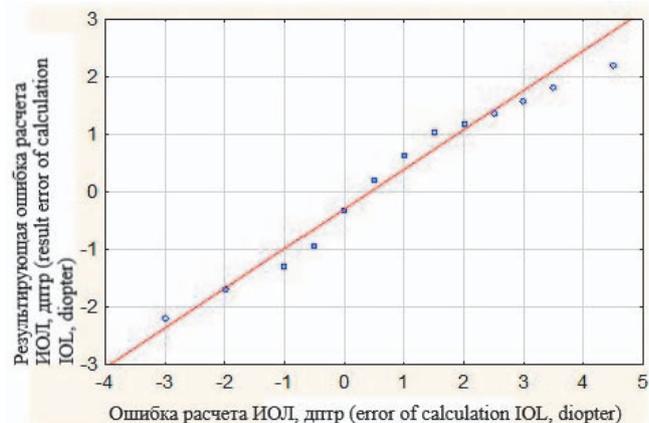


Рис. 4. Уравнение регрессии при расчете формулой Olsen

Fig. 4. The regression chart in calculation formula Olsen

Для оценки достоверности различий между двумя формулами использовали *t*-критерий Стьюдента для сравнения групп. Различия статистически недостоверны, уровень значимости превысил 0,05 ($p > 0,05$).

Учитывая то, что в 25% случаев прогнозируется отклонение рефракционного результата от запланированного более чем на 0,5 дптр, а в 10% случаев — более 1,0 дптр, мы можем предположить, что четверть пациентов может быть не удовлетворена рефракционным результатом. Поэтому пациенты после кераторефракционных операций должны быть информированы о современных стандартах рефракционной ошибки расчета оптической силы ИОЛ при хирургии катаракты.

ВЫВОДЫ

Рефракционные результаты расчета оптической силы ИОЛ у пациентов после радиальной кератотомии с использованием формул IV поколения (Olsen — Phaco Optics и Holladay II — NicsOap Pro) сопоставимы друг с другом относительно достижения рефракционного результата и обеспечивают достижение современных эталонных стандартов ошибки расчета ИОЛ.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шиловских О.В., Ульянов А.Н., Кремешков М.В. — концепция и дизайн исследования;
Кремешков М.В., Титаренко Е.М. — сбор данных;
Титаренко Е.М. — статистическая обработка материала, написание текста, подготовка рисунков.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Gale R.P., Saldana M., Johnston R.L., Zuberbuhler B. Benchmark standards for refractive outcomes after NHS cataract surgery. *Eye*. 2009;23:149–52. DOI: 10.1038/sj.eye.6702954
- Brändle J, in Haigis W. IOL calculation in long and short eyes. In *Mastering the Techniques of IOL Power Calculations*. Hoyos G.A., Dementiev J.E. (eds), Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd., New Delhi, 2007;92–9.
- Maddalena De Bernardo, Luisa Caliendo, Nicola Rosa. IOL Power Calculation after Corneal Refractive Surgery. Italy, *BioMed Research International Volume*. 2014;9. Article ID 658350doi.org/10.1155/2014/658350
- Гусев Ю.А., Беликова Е.И., Третяк Е.Б. Современные подходы к интраокулярной коррекции послеоперационной афакии у пациентов после кераторефракционных операций. *Офтальмология*. 2015;12(3):12–21. [Gusev Yu. A., Belikova E.I., Tretjak E.B. Modern approaches to intraocular correction of post-operative aphakia in patients after keratorefractive operations. *Ophthalmology in Russia=Oftal'mologiya*. 2015;12(3):12–21. (In Russ.)]
- Юсеф Ю.Н., Касьянов А.А., Иванов М.Н., Юсеф С.Н., Введенский А.С., Рыжкова Е.Г., Шевелев А.Ю. Расчет оптической силы интраокулярных линз в нестандартных клинических ситуациях. *Вестник офтальмологии*. 2013;5:62–66. [Yusef Yu.N., Kasyanov A.A., Ivanov M.N., Yusef S.N., Vvedensky A.S., Ryzhkova E.G., Shevelev A.Yu. Calculation of the optical power of intraocular lenses in non-standard clinical situations. *Annals of Ophthalmology=Vestnik oftal'mologii*. 2013;5:62–66. (In Russ.)]
- Olsen T. Prediction of the effective post-operative (intraocular lens) anterior chamber depth. *J Cataract Refract Surgery*. 2006;32:419–24. DOI: 10.1016/j.jcrs.2005.12.139

7. Ходжаев Н.С., Богуш И.В. Методы устранения рефракционных ошибок при расчете силы интраокулярных линз после кераторефракционных операций. *Офтальмохирургия*. 2010;2:51–54. [Khodzhaev NS, Bogush IV Methods for eliminating refractive errors in calculating the strength of intraocular lenses after keratorefractive operations. *Ophthalmicsurgery=Oftal'mokhirurgiya*. 2010;2:51–54. (In Russ.)]
8. Olsen T. Calculation of intraocular lens power. *Acta Ophthalmologica*. 2007;85(5):472–85. DOI: ORG/10.1111/J.1600-0420.2007.00879.x
9. Olsen T. IOL power calculations for postrefractive surgery eyes (The Creator's Forum). Cataract&Refractive surgery today, may 2012. <https://pdfs.semanticscholar.org/702c/3b18175ef4d553c69a6ca7559209c8cc52c8.pdf>
10. Аветисов С.Э., Антонов А.А., Вострухин С.В. Механизм прогрессирующей гиперметропии после радиальной кератотомии. *Вестник офтальмологии*. 2015;2:13–18 [Avetisov S.E., Antonov AA, Vostrukhin S.V. The mechanism of progressive hypermetropia after radial keratotomy. *Annals of Ophthalmology=Vestnik oftalmologii*. 2015;2:13–18. (In Russ.)] DOI: 10.17116/oftalma2015131213-18
11. Золотарев А.В., Шевченко М.В., Стебнева И.Г. Зависимость изменений уровня внутриглазного давления после факоэмульсификации катаракты от вида полученной клинической рефракции. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2008;12:41–43. [Zolotarev AV, Shevchenko MV, Stebneva IG. Dependence of changes in the level of intraocular pressure after phacoemulsification of cataracts on the type of clinical refraction obtained. *Annals of Orenburg State University=Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008;12:41–43. (In Russ.)]
12. Югай М.П. Динамика внутриглазного давления у пациентов после факоэмульсификации катаракты. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2016;3:52–54 [Yugay M.P. Dynamics of intraocular pressure in patients after phacoemulsification of cataract. Point of view. East — West=*Tochka zreniya. Vostok — Zapad*. 2016;3:52–54. (In Russ.)]

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
Шиловских Олег Владимирович
кандидат медицинских наук, генеральный директор
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
Ульянов Алексей Николаевич
заместитель генерального директора по лечебной работе
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
Кремешков Михаил Васильевич
заведующий отделением реабилитации
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
Титаренко Елена Михайловна
врач-офтальмолог центра рефракционно-лазерной хирургии
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Ekaterinburg Center Eye Microsurgery
Shilovskih Oleg V.
PhD, head of Ekaterinburg center eye microsurgery
Akademik Bardin str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Ekaterinburg Center Eye Microsurgery
Ulyanov Aleksey N.
deputy director
Akademik Bardin str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Ekaterinburg Center Eye Microsurgery
Kremeshkov Mihail V.
head of rehabilitation department
Akademik Bardin str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Ekaterinburg Center Eye Microsurgery
Titarenko Elena M.
ophthalmologist
Akademik Bardin str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation