

мированного просвета носослезного канала также достаточно для полного восстановления поврежденных участков эпителия в результате зондирования и бужирования. Это важно для предупреждения дополнительного рубцевания в месте повреждения эпителия, что возможно при быстром слипании стенок прозондированного канала без заполнения его вискоэластическим раствором. Длительное нахождение данной смеси в слезоотводящих путях, связанное с высокоадгезивными и вязкостными свойствами вискоэластика, может рассматриваться как основание для временной «мягкой» интубации слезно-носового тракта.

• Смесь оказывает пролонгированное антибактериальное действие, позволяющее купировать признаки длительно существующего воспаления по ходу слезно-носового канала.

Метод не требует использования дополнительного специализированного инструментария, выполняется достаточно просто и быстро, малотравматичен. Благодаря высокой эффективности он может быть рекомендован для первичного зондирования у детей с высоким риском развития рецидивов ВД в возрасте старше 1,5 года и ПД — старше 1 года, а также после неэффективного двукратного зондирования при ВД.

Противопоказанием к использованию данного метода является наличие эктазии слезного мешка, его грубая рубцовая деформация с разрывами канальцев и наружными свищами.

### Заключение

Предложенный способ восстановления слезоотведения является достаточно эффективным и перспективным при рецидивах ВД и ПД у детей грудного и младшего возраста. Он позволяет восстановить слезоотведение по естественным путям, быстро купировать признаки воспаления и в большинстве случаев избежать травматичные и болезненные операции на слезных путях. Способ лечения прост, непродолжителен, малотравматичен и не требует использования специализированного инструментария, благодаря чему может быть рекомендован для широкого применения в клиниках.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Барінов Ю.В. Новый спосіб дренажування слъзовідведних шляхів з застосуванням пучка силіконових ниток // Офтальмолог. журн. — 2006. — № 2. — С. 50—55.
2. Боброва Н.Ф., Верба С.А. Модификация закрытого зондирования при непроходимости слезно-носовых путей // Офтальмолог. журн. — 1996. — № 1. — С. 60—62.

3. Боброва Н.Ф., Дембовецька А.Н. Врожденный дакриоцистит и его осложнения // Труды Крым. гос. мед. ун-та им. С.И. Гергиевского — 2008. — Т. 144, Ч. 2. — С. 6—10.
4. Бржеский В.В., Чистякова М.Н., Дискаленко О.В. и др. Тактика лечения стенозов слезоотводящих путей у детей // Современные проблемы детской офтальмологии: Материалы юбил. науч. конф., посвящ. 70-летию основания первой в России кафедры детской офтальмологии. — СПб., 2005. — С. 75—76.
5. Волков В.В., Бржеский В.В., Ушаков Н.А. Офтальмохирургия с использованием полимеров. — СПб., 2003. — С. 79—94.
6. Гундорова Р.А., Филатова И.А., Полякова Л.Я. и др. Реконструктивные вмешательства на слезных путях при посттравматической патологии // Сборник трудов Научно-практической конф. «Современные методы диагностики и лечения заболеваний слезных органов». — М., 2005. — С. 95—99.
7. Давыдов Д.В., Юсипова Э.Р., Коробкова Г.В., Казакова Т.Л. Биканаккулярная интубация слезоотводящих путей при лечении хронического дакриоцистита у детей // Сборник трудов Научно-практической конф. «Современные методы диагностики и лечения заболеваний слезных органов». — М., 2005. — С. 103—106.
8. Малиновский Г.Ф. Современные методы обследования и лечения больных с дакриоциститом новорожденных: Учеб.-метод. пособие. — Минск, 2005.
9. Рыков С.О., Еміліт В.А., Барінов Ю.В. Порушення слъзовідведення у дітей, причини, діагностика та способи усунення // Актуальні проблеми медико-соціальної реабілітації дітей з інвалідизуючою очною патологією: III наук.-практ. конф. (4—6 жовтня 2006 р.). — Свпаторія, 2006. — С. 275—291.
10. Ушаков Н.А., Порицкий Ю.В., Лушикова Т.А., Лисовская Т.А. Совершенствование щадящей технологии лечения патологии слезоотведения // Сборник трудов Научно-практической конф. «Современные методы диагностики и лечения заболеваний слезных органов». — М., 2005. — С. 277—278.
11. Чиченов И.М. Усовершенствование методов ранней диагностики и эффективности устранения нарушения слезоотведения у детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 1997.
12. Cohen A.J., Mercandetti M., Brazzo V.G. The Lacrimal System: Diagnosis, Management and Surgery. — New York: Springer, 2006. — P. 99—273.

Поступила 14.03.12

**Сведения об авторах:** Рыков С.А., д-р мед. наук, проф., зав. каф. офтальмологии Национальной медицинской академии последипломного образования им. П.Л.Шупика; Барінов Ю.В., ассистент каф. офтальмологии Нац. мед. акад. последипломного образования им. П.Л.Шупика; Барінова А.А., врач-детский офтальмолог Украинского медицинского центра детской офтальмологии и микрохирургии глаза Национальной детской специализированной б-цы «Охматдет».

**Для контактов:** Барінова Анна Александровна, 01135, Украина, Киев, ул. Черновола 28/1. НДСБ «Охматдет». Телефон +3 8067 728-38-27; факс +3 8044 236-24-63; e-mail: barinof@ua.fm

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 617.761.1-009.11-053.1-07

И.А. Филатова, Е.Н. Иомдина, Д.Н. Ситникова

## БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТКАНЕЙ ВЕРХНЕГО ВЕКА ПРИ ВРОЖДЕННОМ ПТОЗЕ У ПАЦИЕНТОВ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА

ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздравсоцразвития России

Изучены биомеханические показатели тканей верхнего века (кожи, леватора, круговой мышцы) 33 детей в возрасте от 3 до 17 лет с врожденным птозом. При анализе результатов механического тестирования 62 образцов этих тканей, полученных в ходе реконструктивного лечения врожденного птоза, выявлены особенности их упругопрочностных параметров, связанные с возрастом и степенью тяжести заболевания. Наиболее выраженными биомеханическими нарушениями при врожденном птозе тяжелой степени характеризуется леватор. Эти нарушения коррелируют с изменением биомеханических свойств кожи верхнего века. Нарушения круговой мышцы при врожденном птозе у детей выражены в меньшей степени, чем соответствующие нарушения кожи верхнего века и леватора.

Ключевые слова: врожденный птоз, биомеханические свойства, кожа верхнего века, леватор, круговая мышца

BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE UPPER EYELID TISSUES IN THE CHILDREN WITH CONGENITAL PTOSIS

I.A. Filatova, E.N. Iomdina, D.N. Sitnikova

Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases

The objective of the present work was to study biomechanical characteristics of the upper eyelid tissues (skin, levator and circular muscles) in 33 children at the age varying from 3 to 17 years presenting with congenital ptosis. Analysis of the results of mechanical testing of 62 tissue samples obtained in the course of reconstructive treatment of congenital ptosis has demonstrated their specific stress-strain properties related to the patients' age and the severity of the disease. The most conspicuous biomechanical abnormalities associated with the severe form of congenital ptosis were found in the levator muscle. They correlated with the changes in the biomechanical properties of the upper eyelid skin. The changes in the circular muscle of the children with congenital ptosis were less apparent compared with those in the levator muscle and the upper eyelid skin.

Key words: congenital ptosis, biomechanical properties, the skin of the upper eyelid, levator muscle, circular muscle

Врожденный птоз верхнего века у детей занимает первое место в структуре врожденной патологии век. Причиной одно- или двустороннего птоза у новорожденных обычно является врожденная аномалия развития мышцы, поднимающей верхнее веко (леватора), или его сухожилия, реже — врожденная миастения или аномалия иннервации этой мышцы. Птоз у детей может быть также обусловлен родовой травмой, нейрофибромой или опухолями век (например, гемангиомой) [4, 7, 9, 13]. Опущение верхнего века проявляется не только внешним различием в форме и положении век, данное заболевание нередко сопровождается снижением зрительных функций и сочетается с косоглазием (рис. 1, 2).

В зависимости от вида птоза для его устранения выполняют различные хирургические вмешательства: при сохранной, но сниженной функции леватора производят его резекцию, а при отсутствии функции мышцы, поднимающей верхнее веко, — операции подвешивающего типа. Цель данных операций — не только коррекция косметического дефекта, но и профилактика ряда серьезных осложнений, таких как амблиопия и косоглазие, неправильное положение головы, нарушение осанки [4, 7, 9].

Исследования последних лет, посвященные механическим свойствам тканей человека, показали, что биомеханические показатели кожи и мышц различных частей тела существенно зависят от возраста, локализации и изменяются при патологических состояниях [1—3, 5, 6, 10—12, 14, 15]. Однако подобные исследования тканей век и периорбитальной области

ранее не проводили, в том числе не изучали биомеханические свойства комплекса тканей век при врожденном птозе у детей. В то же время изучение данных параметров может дать представление о характере изменений различных кожно-мышечных структур при этой форме птоза, что в свою очередь может быть полезно для дифференциальной диагностики и выбора эффективных методов хирургического лечения.

**Целью** настоящего исследования явилось исследование биомеханических свойств комплекса тканей верхнего века (кожи, круговой мышцы, леватора) при врожденном птозе у детей.

**Материал и методы.** Клиническую группу составили 33 ребенка с врожденным птозом верхнего века. Возраст пациентов варьировал от 3 до 17 лет. У 12 детей был диагностирован птоз легкой и средней степени тяжести, поскольку у данных пациентов функция леватора была сохранена, но снижена по сравнению с парным здоровым глазом. В 21 случае наблюдался птоз тяжелой степени вследствие отсутствия или крайне низкой функции леватора. В зависимости от вида птоза детям были выполнены два разных хирургических вмешательства: ревизия и резекция леватора при его сохранной функции (12 пациентов); подвешивание верхнего века к брови полосками мерсиленовой сетки при птозе тяжелой степени (21 пациент).

Образцы тканей для исследования (кожи верхнего века, круговой мышцы и леватора) получали во время оперативных вмешательств. По ходу операции для симметричного и надежного формирования складки



Рис. 1. Врожденный птоз средней степени.

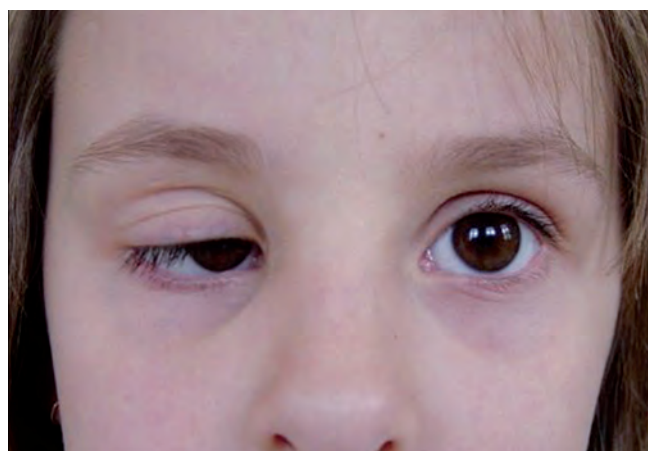


Рис. 2. Врожденный птоз тяжелой степени, сочетающийся с косоглазием.

Таблица 1

**Биомеханические показатели кожи верхнего века при врожденном птозе разной степени тяжести в различных возрастных группах**

Упруго-прочностные параметры	Врожденный птоз легкой и средней степени		Врожденный птоз тяжелой степени	
	7—17 (14,5 ± 2,2) лет	18—25 (19,1 ± 1,1) лет	3—6 (4,5 ± 0,3) лет	7—11 (8,6 ± 0,7) лет
Е, МПа	4,5 ± 0,8	4,5 ± 0,6	5,0 ± 0,5	4,8 ± 0,4
σ, МПа	2,4 ± 0,4	2,3 ± 0,3	2,7 ± 0,2	2,8 ± 0,2
ε, %	85,1 ± 6,3	69,9 ± 7,6*	86,4 ± 6,9	97,3 ± 7,2

Примечание. \* — отличие от соответствующего показателя в других возрастных группах достоверно ( $p < 0,05$ ).

верхнего века у всех пациентов разрез кожи выполняли по линии предполагаемой складки симметрично здоровому веку и в 27 случаях проводили незначительную резекцию кожи. При птозе средней степени исследовали резецированную часть леватора.

Всего биомеханическим испытаниям были подвергнуты 62 образца, из них 31 образец *кожи верхнего века* 27 детей в возрасте от 3 до 10 лет ( $5,5 \pm 0,4$  года) и 23 образца *леватора* 23 детей в возрасте 3—17 лет ( $7,8 \pm 0,8$  года), а также 8 образцов *круговой мышцы* 8 детей в возрасте от 4 до 17 лет ( $10 \pm 2,4$  года).

Стандартные образцы для исследования (шириной 4 мм) готовили из резецированных тканей специальным ножом с двумя режущими поверхностями. Биомеханические испытания проводили с помощью аппарата Autograph AGS-H, («SHIMADZU», Япония). После измерения толщины на аппарате PosiTector 6000 («Defelsko», USA) образцы помещали в зажимы аппарата. Зависимость напряжение—деформация, получаемая в процессе растяжения образца (со скоростью 1 мм/мин) вплоть до разрыва, непрерывно записывалась в цифровом и графическом режиме компьютерным блоком аппарата. Определяли следующие параметры биомеханических свойств тканей: разрывную нагрузку Р (в Н/м<sup>2</sup>), предел прочности σ (МПа), деформацию разрыва ε (%) и модуль упругости Е (в МПа) исследуемого образца.

**Результаты и обсуждение.** Результаты механических испытаний образцов кожи верхнего века детей различного возраста и с различной выраженностью птоза представлены в табл. 1. Для сравнения приводятся данные, относящиеся к возрастной группе 18—45 ( $19,1 \pm 5,2$ ) лет, которые были получены нами на предыдущем этапе исследования [8].

Как показывает анализ данных табл. 1, влияние возрастных изменений сказывается в основном на растяжимости (деформационной способности) кожи верхнего

Таблица 2

**Биомеханические показатели леватора при врожденном птозе разной степени тяжести в различных возрастных группах**

Упруго-прочностные параметры	Врожденный птоз легкой и средней степени		Врожденный птоз тяжелой степени	
	5—6 (5,6 ± 0,3) лет	7—17 (13,6 ± 1,8) лет	3—6 (5,3 ± 0,8) лет	7—11 (9,0 ± 0,6) лет
Е, МПа	2,3 ± 1,3	2,5 ± 1,8	0,49 ± 0,08*	0,50 ± 0,02*
σ, МПа	0,53 ± 0,03	0,63 ± 0,07	0,36 ± 0,06*	0,32 ± 0,07*
ε, %	75,6 ± 25,6	115,4 ± 20,9	101,5 ± 11,5	151,7 ± 59,3

Примечание. \* — отличие от соответствующего показателя в группе с птозом легкой и средней степени достоверно ( $p < 0,05$ ).

века, которая у детей с врожденным птозом достоверно выше, чем у взрослых пациентов с этой патологией. При этом врожденный птоз легкой и средней степени характеризовался несколько более низкой величиной модуля упругости (Е) и предела прочности (σ), чем врожденный птоз тяжелой степени, независимо от возраста детей.

При тяжелой форме врожденного птоза наиболее повышенным показателем (по сравнению с показателями при легкой и средней степени его выраженности) оказалась только растяжимость. Эти результаты отличаются от данных, полученных при аналогичном исследовании тканей верхнего века при приобретенном птозе: при его тяжелой форме величина модуля упругости и предела прочности кожи верхнего века достоверно ниже, чем соответствующие показатели, относящиеся к птозу легкой и средней степени выраженности [8].

Поскольку одной из основных причин развития птоза является нарушение функции леватора, представляет интерес исследование его биомеханических свойств при различной степени тяжести этой патологии.

Результаты определения биомеханических показателей леватора при врожденном птозе у детей свидетельствуют о значительном влиянии тяжести заболевания на упругие и деформационные характеристики этой мышцы (табл. 2).

Нарастающее нарушение биомеханических свойств леватора при птозе тяжелой степени характеризуется достоверным снижением его модуля упругости, предела прочности и выраженной тенденцией к росту растяжимости. Отсутствие статистически значимых различий в значениях растяжимости леватора при разной выраженности врожденного птоза связано, очевидно, с большим индивидуальным разбросом данных измерения деформации разрыва (ε) образцов леватора, возможно, обусловленным различной степенью сохранности в нем полноценных мышечных волокон.

Необходимо отметить, что достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение модуля упругости (в 4,5—5 раз) и предела прочности (в 1,5—2 раза) леватора при тяжелом птозе по сравнению с более легкими его степенями отмечается как у детей младшего возраста (3—6 лет), так и в более старшей возрастной группе (7—17 лет).

Проведенный нами корреляционный анализ связи между модулем упругости кожи верхнего века и леватора при врож-

Таблица 3

**Биомеханические показатели круговой мышцы при врожденном птозе разной степени тяжести в различных возрастных группах**

Тяжесть птоза, возрастная группа	Средний возраст, годы	Е, МПа	σ, МПа	ε, %
Тяжелая степень, дети 4—10 лет	5,8 ± 1,1	1,8 ± 0,5	1,1 ± 0,3	108,2 ± 9,1
Тяжелая степень, дети и взрослые 4—45 лет	13,2 ± 3,7	1,4 ± 0,5	0,9 ± 0,2	104,2 ± 12,0
Легкая и средняя степень, дети и взрослые 4—45 лет	27,8 ± 6,4	1,3 ± 0,4	1,0 ± 0,3	114,9 ± 1,7
В целом, дети и взрослые 4—45 лет	17,1 ± 3,2	1,4 ± 0,3	1,0 ± 0,2	115,6 ± 10,4
В целом, взрослые 17—45 лет	24,1 ± 3,1	1,2 ± 0,2	0,9 ± 0,2	120,2 ± 12,8



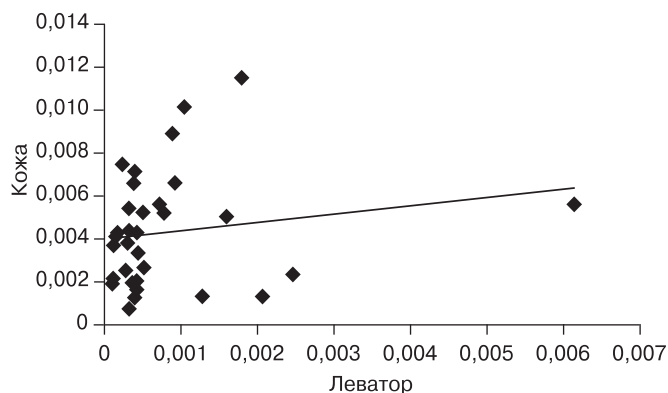


Рис. 3. Корреляционная зависимость между показателями модуля упругости кожи верхнего века и леватора при врожденном птозе у детей.

денном птозе позволил выявить наличие средней степени корреляционной зависимости (коэффициент корреляции 0,3) в обеих возрастных группах (рис. 3).

Наличие такой корреляционной связи свидетельствует о том, что биомеханические параметры кожи верхнего века при врожденном птозе могут быть использованы в качестве косвенных показателей функционального состояния леватора.

По некоторым данным, птоз может сопровождаться слабостью *круговой мышцы* глаза. В табл. 3 приведены данные механических испытаний образцов этой мышцы, взятых у детей с врожденным птозом, а также результаты наших предыдущих исследований, в которых были изучены биомеханические свойства образцов круговой мышцы взрослых пациентов с врожденным птозом разной степени тяжести [8].

Проведенное нами сравнение механических характеристик круговой мышцы при различных стадиях врожденного птоза показало, что тяжесть заболевания не оказывает на них значительного влияния, однако с возрастом отмечается тенденция к ослаблению биомеханических свойств этой мышцы (см. табл. 3).

Результаты механического тестирования круговой мышцы свидетельствуют о том, что ее нарушения при врожденном птозе у детей выражены в меньшей степени, чем соответствующие нарушения кожи верхнего века и леватора.

### Заключение

Сравнительное исследование биомеханических параметров комплекса тканей верхнего века (кожи, леватора, круговой мышцы) при врожденном птозе у пациентов детского возраста выявило особенности упругопрочностных параметров, связанные с возрастом и степенью тяжести заболевания. Биомеханические показатели кожи верхнего века при врожденном птозе отличаются от данных, полученных нами ранее при аналогичном исследовании тканей верхнего века детей с приобретенным птозом: при его тяжелой форме величина модуля упругости и предела прочности кожи верхнего века достоверно ниже, чем соответствующие показатели, относящиеся к птозу легкой и средней степени выраженности, в то время как при тяжелой форме врожденного птоза наибольшие изменения (по сравнению с легкой и средней степенью) касаются растяжимости этой ткани. Наиболее выраженные биомеханические нарушения при врожденном птозе обнаружены при исследовании леватора. Установлено достоверное

снижение его модуля упругости (в 4,5—5 раз), предела прочности (в 1,5—2 раза) и выраженная тенденция к росту растяжимости при тяжелом птозе по сравнению с более легкими его степенями как у детей младшего возраста (3—6 лет), так и в более старшей возрастной группе (7—17 лет). Эти нарушения коррелируют с изменением биомеханических свойств кожи верхнего века. Нарушения круговой мышцы при врожденном птозе выражены в значительно меньшей степени, чем кожи верхнего века и леватора. Полученные результаты, на наш взгляд, могут быть полезны при выборе адекватной тактики реконструктивного лечения, для создания новых методов объективной количественной диагностики различных форм птоза и оценки степени его тяжести, а также для разработки новых эффективных методов хирургической коррекции данной патологии.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воронков В.Н. Исследование механических свойств кожи человека в норме и при патологических состояниях: Дис. ... канд. биол. наук. — Пушкино, 1993.
2. Гребенюк Л.А., Утенкин А.А. Механические свойства кожного покрова человека // Физиология человека. — 1994. — № 2. — С. 157—162.
3. Иомдина Е.Н. Механические свойства тканей глаза человека // Современные проблемы биомеханики. — М., 2006. — Вып. 11. — С. 183—200.
4. Катаев М.Г., Филатова И.А. Хирургическое лечение врожденного птоза тяжелой степени. Метод. рекомендации. — М., 1997.
5. Оруджов Н.З. Хирургическое лечение птоза верхнего века на основе динамометрических исследований: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2010.
6. Федоров А.Е., Самарцев В.А., Кириллова Т.А. О механических свойствах кожи человека // Рос. журн. биомеханики. — 2006. — Т.10, № 2. — С. 29—42.
7. Филатова И.А. Заболевания нервно-мышечного аппарата век // Офтальмология. Нац. руководство. — М., 2008. — Гл. 25.6, С. 349—361.
8. Филатова И.А., Иомдина Е.Н., Ситникова Д.Н. Связь биомеханических параметров тканей верхнего века с клиническими особенностями птоза // Рос. офтальмол. журн. — 2012. — № 2. — С. 63—67.
9. Beard C. Ptosis. 3<sup>rd</sup> Ed. — St. Louis, 1981.
10. Cua B., Wilhelm K.-P., Maibach H.I. Elastic properties of human skin: relation to age, sex, and anatomical region // Arch. Dermatol. Res. — 1990. — Vol. 282, N 5. — P. 283—288.
11. Daly C.H., Odland G.F.J. Age-related changes in the mechanical properties of human skin // J. Invest. Dermatol. — 1979. — Vol. 73, N 1. — P. 84—87.
12. Leveque J.L., Corcuff P., de-Rigal J., Agache P. In vivo studies of the evolution of physical properties of the human skin with age // Int. J. Dermatol. — 1984. — Vol. 23, N 5. — P. 322—329.
13. McCord C.D. Eyelid Surgery. Philadelphia; New York, 1995.
14. Pierard G.E., Nikkels-Tassoudji N., Pierard-Franchimont C. Influence of the test area on the mechanical properties of skin // Dermatology. — 1995. — Vol. 191, N 1. — P. 9—15.
15. Vogel H.G. Age-dependent changes in skin biomechanics, measurements in vitro and in vivo // Z-Gerontol. — 1994. — Bd 27, N 3. — S. 182—185.

Поступила 30.07.12

**Сведения об авторах:** Филатова И. А., д-р мед. наук, вед. науч. сотр. отд. травматологии, реконструктивной, пластической хирургии и глазного протезирования Московского НИИ глазных болезней им. Гельмгольца; Иомдина Е. Н., д-р биол. наук, гл. науч. сотр. отд. патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики Московского НИИ глазных болезней им. Гельмгольца; Ситникова Д. Н., аспирант отд. травматологии, реконструктивной, пластической хирургии и глазного протезирования Московского НИИ глазных болезней им. Гельмгольца.

**Для контактов:** Иомдина Елена Наумовна, 105062, Москва, Садовая-Черногрязская, 14/19. Телефон: 8-903-765-73-75; e-mail: iomdina@mail.ru