



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ
ORIGINAL ARTICLES

Научная статья

УДК: 617.76

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2023-1-38-42>

Диагностическая ценность трехмерной компьютерной реконструкции слезоотводящих путей и моделирования слезоотведения у пациентов с эпифорой

Р.Э. Примов¹, Д.А. Щербakov¹, Ш.Р. Кузбеков²

¹Всероссийский центр глазной и пластической медицины ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России

²Уфимский НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России

РЕФЕРАТ

Цель. Продемонстрировать диагностическую ценность трехмерной реконструкции слезоотводящих путей и компьютерного моделирования слезоотведения. **Материал и методы.** В исследовании участвовало 10 пациентов со слезотечением, которым было проведено измерение параметров слезного мешка, носослезного канала, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), в т.ч. с контрастированием, трехмерное моделирование прохождения слезы и канальцевые пробы. **Результаты.** У пациентов с расширением слезного мешка и незначительным сужением проксимальной части носослезного канала не выявляются изменения по данным МСКТ с контрастом, тогда как при компьютерном моделировании регистрируется ретроградный ток. **Заключение.** Трехмерная реконструкция слезоотводящих путей и компьютерное моделирование слезоотведения является полезной опцией при отрицательной канальцевой пробе у пациентов с эпифорой и отсутствием изменений по данным МСКТ с контрастированием.

Ключевые слова: эпифора, стеноз слезоотводящих путей, мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием, трехмерное моделирование слезоотведения

Для цитирования: Р.Э. Примов, Д.А. Щербakov, Ш.Р. Кузбеков. Диагностическая ценность трехмерной компьютерной реконструкции слезоотводящих путей и моделирования слезоотведения у пациентов с эпифорой.

Точка зрения. Восток – Запад. 2023;1: 38–42. DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2023-1-38-42>

Автор, ответственный за переписку: Щербakov Дмитрий Александрович, dmst@bk.ru.

Original article

Diagnostic value of three-dimensional computational reconstruction of the lacrimal ducts and modeling of lacrimal drainage for patients with epiphora

R.E. Primov¹, D.A. Shcherbakov¹, S.R. Kuzbekov²

¹All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, Ufa

²Ufa Eye Research Institute, Ufa

ABSTRACT

Purpose. To demonstrate diagnostic value of three-dimensional computational reconstruction of the lacrimal ducts and modeling of lacrimal drainage for patients with epiphora. **Material and methods.** The study involved 10 patients with epiphora, parameters of lacrimal sac and nasolacrimal canal were measured, a multislice computed tomography (MSCT), MSCT with contrast and three-dimensional modeling of the passage of tears and canaliculi tests were performed. **Results.** Patients with lacrimal sac dilation and a slight narrowing of the proximal part of the nasolacrimal canal have no changes according to CT with contrast, but have a retrograde flow from lacrimal sac, registered by means of three-dimensional computational reconstruction. **Conclusion.** Three-dimensional reconstruction of the lacrimal ducts and computer simulation of lacrimal passage is a useful tools for a negative canaliculi test in patients with epiphora and no changes according to contrast-enhanced CT. **Keywords:** epiphora, stenosis of lacrimal paths, multiplanar computer tomography with contrast, three-dimensional computational of lacrimal drainage

For quoting: R.E. Primov, D.A. Shcherbakov, S.R. Kuzbekov. Diagnostic value of three-dimensional computational reconstruction of the lacrimal ducts and modeling of lacrimal drainage for patients with epiphora. Point of view. East – West. 2023;1: 38–42. DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2023-1-38-42>

Corresponding author: Dmitrii A. Shcherbakov, dmst@bk.ru.

Патология слезоотведения на уровне вертикального сегмента является актуальной офтальмо-рино-логической проблемой, составляя до 8 % от всех заболеваний глазного аппарата [1, 2]. Основным клиническим симптомом — эпифора, причиной которой являются анатомические или функциональные нарушения слезоотведения. Наиболее часто в структуре патологии встречается анатомическое препятствие оттоку слезы, классифицируемое по уровню обструкции, а также ее степени: полная или частичная [2, 3].

Традиционно для диагностики используются функциональные пробы и визуализирующие методики. Стандартом исследования является компьютерная томография с контрастированием, позволяющая диагностировать уровень обструкции вертикального сегмента слезоотводящих путей, а также состояние смежных структур [4]. Недостатком данного метода является недостаточная чувствительность при частичной обструкции слезоотводящих путей и функциональных нарушениях слезоотведения [5]. Перспективным методом диагностики в таких случаях может быть трехмерная реконструкция слезоотводящих путей и компьютерное моделирование течения слезы, позволяющее выявить анатомические и функциональные нарушения.

ЦЕЛЬ

Продемонстрировать диагностическую ценность трехмерной реконструкции слезоотводящих путей и компьютерного моделирования слезоотведения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе отделения хирургии головы и шеи ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ МЗ РФ в период с 2021 по 2022 гг., в котором приняло участие 10 пациентов (4 мужчины и 6 женщин) в возрасте от 38 до 57 лет (средний возраст — 42,5 года) с жалобами на слезотечение. Критерии включения в группу были следующими: одностороннее слезотечение, отсутствие в анамнезе травм и оперативных вмешательств на слезоотводящем аппарате и структурах носовой полости, аномалий развития черепа, проходимые слезные точки и слезные каналы по результатам зондирования.

Дизайн исследования и проведение диагностических тестов было одобрено этическим комитетом научного центра, у всех участников было взято письменное согласие. Всем пациентам выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), в т.ч. с контрастированием. На основе нативных снимков была произведена компьютерная трехмерная реконструкция слезоотводящих путей с моделированием оттока слезы.

Рентгенологические исследования проводились на аппарате Planmeca Promax. МСКТ с контрастированием проводилась неинвазивным методом по методике P. Udhay, согласно которой в конъюнктивальную полость инстиллировался раствор (омнипак/дистиллированная вода в соотношении 1:1). По результатам исследования изображения были представлены в трех плоскостях. На

полученных снимках определяли следующие морфометрические показатели: максимальную длину и ширину слезного мешка и носослезного канала в проксимальном и дистальном сегментах.

Трехмерное моделирование выполнялось на основании серии файлов формата dicom, полученных после прохождения пациентами МСКТ. Объемная реконструкция слезоотводящих путей подвергалась математическому анализу в программном комплексе Ansys Fluent, при этом согласно алгоритму моделирования для жидкостных сред, выставлены одинаковые для всего слезоотводящего аппарата значения shear-wall-stress. Мы пренебрегли возможностью растяжения стенок слезного мешка и носослезного канала под давлением жидкости; полученные параметры принимались за константу.

С целью упрощения моделирования слеза условно была принята за идеальную жидкость. Скорость, с которой жидкость проходила по слезоотводящим путям, смоделирована как константа без учета действия клапанов; временной отрезок был равен 7 минутам.

Моделирование произведено в двух вариантах: равномерное поступление слезной жидкости в слезоотводящие пути (в объеме 0,1 мл) и болюсное поступление слезы в слезный мешок (0,2 мл). За норму было принято ламинарное течение слезы с постоянной скоростью. Снижение скоростных показателей, наличие воронкообразного или ретроградного движения расценивались как патология.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты измерений слезоотводящих путей у пациентов представлены в *таблице 1*.

У 4 пациентов были выявлены значимые уменьшения размеров слезоотводящих путей: 1 — на уровне слезного мешка, остальные — на уровне носослезного канала. У 7 из 10 пациентов регистрировалась отрицательная канальцевая проба. По результатам МСКТ с контрастированием у одного пациента была выявлена обструкция на уровне слезного мешка, у 2 пациентов — носослезного канала в проксимальной части и у 1 — дистальной части; у остальных патологии не было зафиксировано.

Всего было создано 10 моделей. Общее время моделирования составило 34 часа и 50 минут. По данным исследования были получены следующие результаты: у 2 пациентов патологии выявлено не было. Течение слезы было ламинарным по ходу всего слезного мешка и носослезного канала с одинаковой скоростью при стандартном и болюсном введении. У 7 исследуемых лиц изменения регистрировались при стандартном режиме, у 1 пациента турбулентный ток в области соединения слезного мешка и носослезного канала возникал только при болюсном введении. Результаты диагностических исследований приведены в *таблице 2*.

Согласно полученным данным, исследуемые пациенты были разделены на несколько подгрупп: наличие стеноза + отрицательная канальцевая проба (пациенты 1, 2, 8, 10), отсутствие стеноза + отрицательная канальцевая проба + наличие изменений по данным моделирования (пациенты 4, 7, 9), отсутствие стеноза + поло-

Таблица 1

Результаты измерений слезоотводящих путей

Table 1

Results of dimensions of nasolacrimal paths

Пациент Patient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина слезного мешка, мм Length of lacrimal sac, mm	11,6	11,7	11,6	11,5	11,0	11,3	11,1	11,5	10,9	11,2
Ширина слезного мешка, мм Width of lacrimal sac, mm	2,0	1,9	2,1	2,6	1,0	2,3	2,7	2,1	2,6	1,0
Длина носослезного канала, мм Length of nasolacrimal duct, mm	21,1	21,0	20,7	21,0	20,5	20,8	21,2	20,9	21,1	21,0
Ширина носослезного канала в проксимальной части, мм Width of proximal part nasolacrimal duct, mm	0,7	1,4	1,3	1,3	1,5	1,3	1,4	1,6	1,5	1,6
Ширина носослезного канала в дистальной части, мм Width of distal part nasolacrimal duct, mm	1,6	1,2	1,8	1,9	1,7	1,9	1,5	1,0	1,7	1,9

Таблица 2

Результаты диагностических исследований

Table 2

Results of diagnostic studies

Пациент Patient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Результат канальцевой пробы Result of canaliculi test	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
Данные МСКТ с контрастом: стеноза нет - 0; стеноз на уровне слезного мешка - 1, проксимальной части носослезного канала - 2, дистальной части носослезного канала - 3 Result of CT with contrast: no stenosis - 0; stenosis of lacrimal sac - 1, stenosis of proximal part of nasolacrimal duct - 2, stenosis of distal part of nasolacrimal duct - 3	2	3	0	0	0	0	0	3	0	1
При стандартном режиме моделирования: «+» - есть изменения, «-» - отсутствуют Normal flow regime of modeling: «+» - changes, «-» - no changes	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+
При болюсном режиме моделирования: «+» - есть изменения, «-» - отсутствуют Fast flow regime: «+» - changes, «-» - no changes	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+

жительная канальцевая проба + изменения тока при болюсном режиме (пациент № 5), положительная проба + отсутствие изменений по данным МСКТ и моделирования (пациенты 3, 6).

У пациентов первой подгруппы были выявлены стенозы. У 1 пациента регистрировался стеноз на уровне слезного мешка, который в модели проявлялся как ретроградный ток жидкости и усиливался при болюсном

течении слезы. У 2 пациентов стеноз выявлен на уровне проксимальной части носослезного канала, при этом в области сужения скорость жидкости увеличивалась, формировался турбулентный ток. Аналогичные изменения были зарегистрированы на уровне стеноза дистальной части носослезного канала.

У пациентов второй подгруппы канальцевая проба отрицательная, при этом стеноз не был выявлен. У всех исследуемых согласно математической модели в области соединения слезного мешка и носослезного канала формировалось воронкообразное движение, скорость прохождения слезы в носослезный канал снижалась в 2 раза. При моделировании болюсного введения жидкости, были зарегистрированы ретроградные токи.

У исследуемого 3-й подгруппы изменения выявлены при режиме форсированного введения жидкости, при этом канальцевая проба была положительная.

При анализе полученных результатов и сопоставлении их с морфометрическими измерениями сделано следующее заключение. Данные МСКТ с контрастом и компьютерное моделирование помогают выявить наличие изменений даже при сужении слезного мешка и носослезного канала в 2 раза от нормальных параметров. Наличие стеноза у таких пациентов подтверждается отрицательной канальцевой пробой. У 3 пациентов имелось незначительное сужение проксимальной части носослезного канала при наличии расширенного слезного мешка, отрицательная канальцевая проба подтверждалась компьютерным моделированием. У 1 пациента с положительной канальцевой пробой при компьютерном моделировании регистрировался ретроградный ток при болюсном введении, размеры слезного мешка были значительно снижены.

ОБСУЖДЕНИЕ

Патология вертикального сегмента слезоотведения является общей проблемой офтальмологов и оториноларингологов. Все больше исследователей говорят о сочетании анатомической и функциональной причин, составляющих эпифоры [6]. Так, клиническая картина слезотечения зависит от баланса между продукцией слезы и ее отведением [7]. Наиболее сложной для причинной диагностики является периодическая эпифора без явных изменений по данным компьютерной томографии с контрастированием [8]. Воспалительные изменения слезного мешка и носослезного протока могут быть причиной частичной обструкции слабой степени, но при этом сопровождаться клинически рецидивирующими гнойно-воспалительными изменениями глазного аппарата и слезотечением [9, 10].

Согласно полученным данным, отсутствие стеноза слезоотводящих путей по данным МСКТ с контрастированием при наличии отрицательной пробы не всегда свидетельствует об отсутствии патологии со стороны слезоотводящего канала. Так, у пациентов с незначительным сужением проксимальной части носослезного канала и расширенным слезным мешком возможен застой слезы в слезном мешке, а при избыточном ее поступлении и ретроградным токе это будет клинически проявляться слезотечением.

Стоит отметить, что данное исследование имеет свои ограничения. Так, остаются неизученными изменения скорости движения слезы по различным отделам слезоотводящих путей, зависимость от объема и состава слезы, насосной функции. Тем не менее, применение данного метода может дать необходимую информацию по взаимоотношениям между анатомическими и функциональными нарушениями слезоотведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трехмерная реконструкция слезоотводящих путей и компьютерная симуляция является методом, позволяющим смоделировать течение слезы по законам жидкости. Диагностическая ценность исследования состоит в возможности выявить неявные анатомические сужения слезного мешка и носослезного канала при отсутствии изменений по данным МСКТ с контрастированием у пациентов с эпифорой. Это, в свою очередь, позволяет провести последующее хирургическое вмешательство с оптимальным результатом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Любавская В., Белдовская Н.Ю., Новиков С.А. и др. Лучевые методы диагностики патологии слезоотводящих путей. Офтальмологические ведомости. 2017;3:35-45. [Lyubavskaya V., Beldovskaya N.Yu., Novikov S.A. et al. Radiation methods for diagnosing the pathology of the lacrimal ducts. Ophthalmologicheskiye vedomosti. 2017; 3. (In Russ.)] doi: 10.17816/OV10335-45
2. Lee J.M., Baek J.S. Etiology of Epiphora. Korean J. Ophthalmol. 2021;35(5):349-354. doi: 10.3341/kjo.2021.0069
3. Avdagic E., Phelps P.O. Nasolacrimal duct obstruction as an important cause of epiphora. Dis Mon. 2020;66(10):101043. doi: 10.1016/j.disamonth.2020.101043
4. Papathanassiou S., Koch T., Suhling M.C., et al. Computed Tomography Versus Dacryocystography for the Evaluation of the Nasolacrimal Duct-A Study With 72 Patients. Laryngoscope Investig. Otolaryngol. 2019;4(4):393-398. doi: 10.1002/liv.2.293
5. Barna S., Garai I., Kukuts K., et al. Clinical utility of SPECT/CT and CT-dacryocystography-enhanced dacryoscintigraphy in the imaging of lacrimal drainage system obstruction. Ann. Nucl. Med. 2019;33(10):746-754. doi: 10.1007/s12149-019-01385-2
6. Raghuvanshi S., Yadav N., Raghuvanshi S., Raghuvanshi S. Multi-Detector CT Instillation Dacryocystography and Its Role in the Diagnosis of Lacrimal Drainage System Blocks. Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg. 2021;73(4):474-479. doi: 10.1007/s12070-021-02447-6
7. Singh S., Ali M. J., Paulsen F. Dacryocystography: From theory to current practice. Ann Anat. 2019;224:33-40. doi: 10.1016/j.aanat.2019.03.009
8. Исаев Э.В., Свистушкин В.М., Егоров В.И. и др. Эндоскопическая эндоназальная дакриоцисторинотомия с применением радиочастотной хирургии. Российская оториноларингология. 2016;4:83. [Isaev E.V., Svistushkin V.M., Egorov V.I. et al. Radiofrequency surgery-aided endoscopic endonasal dacryocystorhinostomy. Russian otorhinolaryngology. 2016; 4:83. (In Russ.)] doi: 10.18692/1810-4800-2016-4-14-2
9. Ali M.J., Naik M.N. Efficacy of endoscopic guided antegrade 3 mm balloon dacryoplasty with silicone intubation in treatment of acquired partial nasolacrimal duct obstruction in adults. Saudi J Ophthalmol. 2014;28(1):40-43. doi: 10.1016/j.sjopt.2013.12.004
10. Poignet B., Sultanik P., Beaujeux P. et al. Primary balloon dacryoplasty for nasolacrimal duct obstruction in adults: a systematic review. Orbit. 2021;40(6):455-460. doi: 10.1080/01676830.2020.1818264

Информация об авторах

Примов Равшан Эркинович – врач-офтальмолог детского отделения ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, доцент, azaallo@mail.ru, orcid.org/ /0000-0002-1552-3440;

Щербаков Дмитрий Александрович – доктор медицинских наук, врач-оториноларинголог, заведующий отделением ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, dmst@bk.ru, orcid.org/ /0000-0002-4334-3789;

Кузбеков Шамиль Ришатов – кандидат медицинских наук, главный врач Уфимского НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, eye@bashgmu.ru, orcid.org/ 0000-0001-8772-8640.

About authors

Ravshan Erkinovich Primov – pediatric ophthalmologist All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, azaallo@mail.ru, orcid.org/ /0000-0002-1552-3440;

Dmitrii Alexandrovich Shcherbakov – doctor of medical science, otorhinolaryngologist, department head, All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, dmst@bk.ru orcid.org/ /0000-0002-4334-3789;

Shamil Rishatovich Kuzbekov – candidate of medical sciences, chief physician, Ufa Eye Research Institute, eye@bashgmu.ru, orcid.org/ 0000-0001-8772-8640.

Вклад авторов:

Р.Э. Примов – анализ и обработка материала;

Д.А. Щербаков – написание текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;

Ш.Р. Кузбеков – существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование.

Authors' contribution:

R.E. Primov – Data curation;

D.A. Shcherbakov – Writing, review and editing;

S.R. Kuzbekov – Study conception and design, review and editing.

Финансирование: авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Конфликт интересов: отсутствует.

Financial transparency: authors have no financial interest in the submitted materials or methods.

Conflict of interest: none.

Поступила: 19.02.2023

Переработана: 21.02.2023

Принята к печати: 27.02.2023

Originally received: 19.02.2023

Final revision: 21.02.2023

Accepted: 27.02.2023



1-2 ИЮНЯ
2023 ГОДА

ВОСТОК • ЗАПАД



МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Вся информация на сайте:
www.ufaeyeinstitute.ru
www.eastwestufa.ru