

Влияние анатомии среднего носового хода на результаты различных методов остеотомии при эндоскопической дакриоцисториностомии

М.И. Шляхтов¹К.Г. Наумов¹М.Г. Катаев²

¹ Екатеринбургский центр «МНТК «Микрохирургия глаза»
ул. Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

² ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2026;23(2):319-327

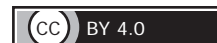
Цель: сравнительный анализ непосредственных и отдаленных, функциональных и анатомических результатов хирургического лечения хронического дакриоцистита методом эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии (ЭЭДЦР), выполненной с использованием высокоскоростного бора и пьезохирургического аппарата, с оценкой влияния степени сужения среднего носового хода (СНХ) на частоту осложнений. **Материал и методы.** В ретроспективное когортное исследование включены 240 пациентов с обструкцией вертикального отдела слезоотводящих путей, разделенных на две равные группы в зависимости от метода остеотомии (высокоскоростной бор либо пьезохирургический аппарат). На основании предоперационной КТ все пациенты стратифицированы по степени сужения СНХ: I степень (>4 мм), II степень (≤ 4 мм), III степень (≤ 2 мм). Группы были сопоставимы по анатомическим характеристикам. Оценка результатов проводилась через 6 месяцев после операции. **Результаты.** Применение пьезохирургии позволило статистически значимо снизить частоту интраоперационных кровотечений ($p \leq 0,01$), образования синехий в носовой полости ($p = 0,040$), грануляций в области сформированного слезно-носового соустья ($p = 0,035$) и рубцового зарращения соустья ($p = 0,049$). Частота рецидивов в группе пьезохирургии составила 3,2 % против 10,0 % в группе бора ($p \leq 0,05$). Анализ подгрупп показал, что максимальные различия между методами достигаются у пациентов с III степенью сужения (≤ 2 мм), у которых риск ятрогенной травмы слизистой и последующего рубцевания наиболее высок. Селективность ультразвукового воздействия, позволяющего сохранять целостность мягких тканей, предотвращает формирование «раневого зеркала» и образование синехий в полости носа. **Заключение.** Пьезохирургическая остеотомия является предпочтительным методом при выполнении первичной ЭЭДЦР у пациентов с узким средним носовым ходом (II–III степени сужения), обеспечивая достоверное снижение частоты осложнений и рецидивов.

Ключевые слова: эндоскопическая дакриоцисториностомия, пьезохирургия, остеотомия, девиация носовой перегородки, средний носовой ход, синехии, рецидив эпифоры

Для цитирования: Шляхтов М.И., Наумов К.Г., Катаев М.Г. Влияние анатомии среднего носового хода на результаты различных методов остеотомии при эндоскопической дакриоцисториностомии. *Офтальмология*. 2026;23(2):319-327. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-319-327>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Influence of the Middle Nasal Meatus Anatomy on the Outcomes of Various Osteotomy Techniques in Endoscopic Dacryocystorhinostomy

M.I. Shlyakhtov¹, H.G. Naumov¹, M.G. Kataev²

¹ Eye Microsurgery Ekaterinburg Center
Bardina str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

² S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskoudnikovskiy Blvd, 59a, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):319–327

Purpose. Comparative analysis of the results of endoscopic endonasal dacryocystorhinostomy (EEDCR) using a high-speed drill and a piezosurgical device, assessing the impact of the degree of middle meatus narrowing on the complication rate and functional success. **Material and methods.** This retrospective cohort study included 240 patients with obstruction of the vertical portion of the lacrimal drainage system, divided into two equal groups depending on the osteotomy method (drill vs. piezosurgery). Based on preoperative CT, all patients were stratified by the degree of middle meatus narrowing: grade I (>4 mm), grade II (≤4 mm), grade III (≤2 mm). The groups were comparable in anatomical characteristics. Outcomes were assessed 6 months after surgery. **Results.** The use of piezosurgery significantly reduced the incidence of intraoperative bleeding ($p \leq 0.01$), synechiae ($p = 0.040$), granulations ($p = 0.035$), and ostium closure ($p = 0.049$). The recurrence rate in the piezosurgery group was 3.2 % versus 10.0 % in the drill group ($p \leq 0.05$). Subgroup analysis demonstrated that the greatest differences between the methods were achieved in patients with grade III narrowing (≤2 mm), where the risk of iatrogenic mucosal injury and subsequent scarring is highest. The selectivity of ultrasonic impact, which preserves soft tissue integrity, prevents the formation of a "wound mirror" and the development of the synechial process. **Conclusion.** Piezosurgical osteotomy is the preferred method for primary EEDCR in patients with a narrow middle meatus (grade II–III narrowing), providing a significant reduction in the rate of complications and recurrence of epiphora.

Keywords: endoscopic dacryocystorhinostomy, piezosurgery, osteotomy, nasal septum deviation, middle meatus, synechiae, epiphora recurrence

For citation: Shlyakhtov M.I., Naumov H.G., Kataev M.G. Influence of the Middle Nasal Meatus Anatomy on the Outcomes of Various Osteotomy Techniques in Endoscopic Dacryocystorhinostomy. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):319–327. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-319-327>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Лечение хронического дакриоцистита, обусловленного обструкцией носослезного протока, прошло длительную эволюцию от классической наружной дакриоцисториностомии (ДЦР) до современных эндоназальных эндоскопических методик, ставших стандартом ввиду минимальной инвазивности, сохранения физиологии слезных путей и отсутствия видимого рубца [1–4].

Одним из ключевых и технически сложных этапов эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии (ЭЭДЦР) является остеотомия — формирование костного окна дакриостомы в латеральной стенке носа. Одним из традиционных инструментов для этой цели служит механический высокоскоростной бор. Его принцип действия, основанный на ротационной кинетической энергии, сопряжен с рядом недостатков: ротационное «наматывание» и разрыв слизистой оболочки, риск «эффекта заклинивания» и повреждения глубоких структур, термический остеонекроз из-за трения, а также сложность визуального контроля в условиях

ограниченного пространства [5, 6]. Эти факторы становятся критичными при наличии сопутствующей анатомической патологии, такой как выраженная девиация носовой перегородки (ДНП), существенно ограничивающая доступ к операционному полю [7, 8].

Альтернативой является ультразвуковая пьезохирургия, основанная на микровибрациях ультразвукового диапазона (24–35 кГц), которые избирательно разрывают молекулярные связи в минерализованных тканях, сохраняя целостность мягких тканей (слизистая оболочка, сосуды, нервы) [9]. Это свойство селективности, дополненное эффектом кавитации и гемостаза, заложило основу для прецизионной остеотомии в узких анатомических зонах [10].

В настоящее время остается не до конца изученным, обеспечивает ли пьезохирургия значимое преимущество в условиях критического ограничения доступа к операционному полю вследствие ДНП и как это влияет на отдаленные результаты ЭЭДЦР.

Цель исследования: провести сравнительный анализ непосредственных и отдаленных, функциональных и анатомических результатов хирургического лечения

М.И. Шляхтов, К.Г. Наумов, М.Г. Катаев

Контактная информация: Наумов Константин Георгиевич kostn@yandex.ru

хронического дакриоцистита методом ЭЭДЦР, выполненного с использованием высокоскоростного бора и пьезохирургического аппарата, с оценкой влияния степени сужения среднего носового хода (СНХ) на частоту осложнений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены данные 240 пациентов, которым в период с 2020 по 2024 г. была выполнена эндоназальная эндоскопическая дакриоцисторинотомия (ЭЭДЦР) по поводу обструкции вертикального отдела слезоотводящих путей (СОП). Все операции проведены одним хирургом в рамках ретроспективного сравнительного когортного анализа.

Критерии включения: диагноз обструкции вертикального отдела СОП, подтвержденный данными проб на слезоотведение, промывания СОП с эндоскопией носа и компьютерной томографией с болюсным контрастированием.

Критерии невключения: пациенты с ревизионной дакриоцисторинотомией (ДЦР), каналикулярной обструкцией, острым гнойным дакриоциститом, системными заболеваниями, нарушающими гемостаз или заживление (некомпенсированный сахарный диабет, прием антикоагулянтов), онкологической патологией в области вмешательства и пациенты, которым ранее выполнялась сопутствующая септопластика или другие значительные синоназальные вмешательства. Пациенты с полным контактом носовой перегородки с латеральной стенкой носа в области СНХ и отсутствием

технической возможности выполнения вмешательства также не были включены в исследование и направлены на септопластику.

Всем пациентам была выполнена однотипная коблационная ЭЭДЦР с интубацией слезных путей силиконовым стентом Вика на срок 1–2 месяца. Оценка отдаленных результатов проводилась через 6 месяцев после операции. Пациенты также наблюдались в сроки до 12 месяцев для регистрации поздних осложнений.

Ключевым моментом являлась оценка анатомии СНХ на основании предоперационной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с шагом реза 0,6 мм в трех проекциях (рис. 1–4).

Для стандартизации описания носовой полости использовались следующие классификации:

1. Тип девиации носовой перегородки определяли по классификации Mladina [11, 12].

2. Степень сужения в зоне планируемой остеотомии оценивали по минимальному расстоянию между слизистой перегородки и латеральной стенки носа в области СНХ.

I степень. Незначительная костная деформация, небольшое отклонение перегородки от средней линии. Носовой ход широкий, >4 мм (норма или незначительное сужение).

II степень. Искривление перегородки имеет выраженный характер. Наиболее выступающий участок перегородки равноудален от средней линии и от боковой стенки полости носа. Носовой ход умеренно сужен ≤4 мм (частичная обструкция).

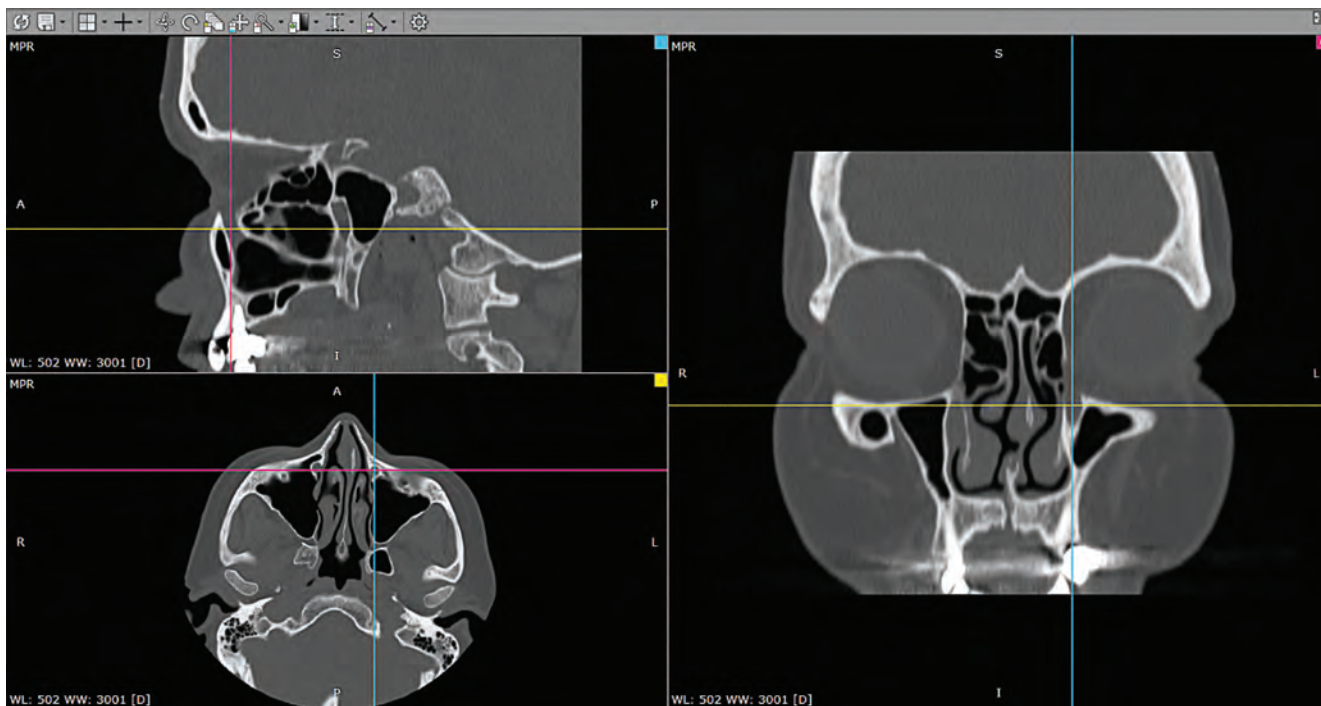


Рис. 1. Мультипланарная реконструкция (3D MPR). Область слезного мешка, левая половина носа

Fig. 1. Multiplanar reconstruction (3D MPR). Area of the lacrimal sac, left nasal cavity

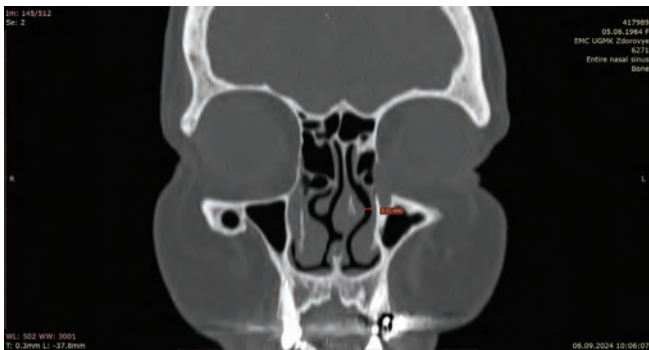


Рис. 2. Коронарная проекция, левая половина носа. Расстояние между перегородкой и латеральной стенкой носа 2,11 мм

Fig. 2. Coronal view, left nasal cavity. Distance between the nasal septum and the lateral nasal wall is 2.11 mm

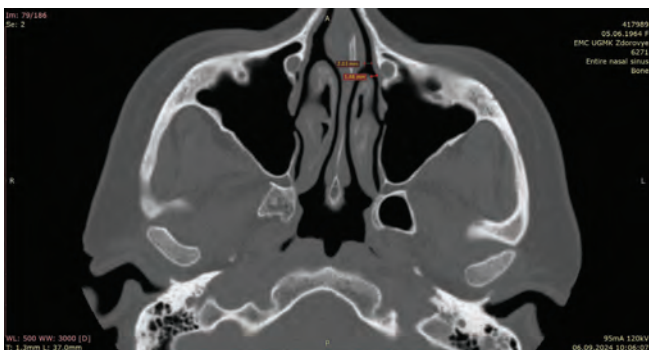


Рис. 3. Ансиальная проекция, левая половина носа. Расстояние между перегородкой и латеральной стенкой носа в области слезного мешка 2,03 мм, расстояние между средней носовой раковиной и латеральной стенкой 1,68 мм

Fig. 3. Axial view, left nasal cavity. Distance between the nasal septum and the lateral nasal wall in the area of the lacrimal sac is 2.03 mm, distance between the middle turbinate and the lateral wall is 1.68 mm



Рис. 4. 3DVR-реконструкция. S-образное искривление носовой перегородки. Суженый средний носовой ход слева

Fig. 4. 3DVR-reconstruction. S-shaped deviation of the nasal septum. Narrowed left middle nasal meatus

Таблица 1. Характеристика групп в зависимости от метода остеотомии и анатомических условий

Table 1. Characteristics of groups depending on the osteotomy method and anatomical conditions

Параметр / Parameter	Группа 1 (Бор) Group 1 (Bur) (n = 120)	Группа 2 (Пьезохирургия) Group 2 (Piezosurgery) (n = 120)
Степень сужения СНХ (по КТ) / Degree of MM narrowing (by CT)		
I степень / Grade I (>4 mm)	37 (30,6 %)	34 (28,1 %)
II степень / Grade II (≤4 mm)	62 (51,6 %)	64 (53,1 %)
III степень / Grade III (≤2 mm)	21 (17,7 %)	22 (18,3 %)
Преобладающий тип ДНП (по Mladina) / Predominant type of NSD (by Mladina)		
Тип 2 (высокий вертикальный гребень) Type 2 (high vertical ridge)	21 (17,8 %)	22 (18,7 %)
Тип 3 (С-образная + контрлатер. гипертрофия) Type 3 (C-shaped + contralateral hypertrophy)	39 (32,2 %)	36 (29,7 %)
Тип 4 (S-образная деформация) Type 4 (S-shaped deformity)	23 (19,4 %)	28 (23,4 %)
Без значимой ДНП (тип 1 или норма) No significant NSD (type 1 or normal)	34 (28,1 %)	37 (30,6 %)

III степень. В этом случае перегородка частично соприкасается с латеральной стенкой носа на стороне вмешательства. Критическое сужение носового хода ≤2 мм (выраженная обструкция).

Разработанная градация степени сужения СНХ основывалась на анатомо-инструментальном соответствии. За нижнюю границу нормы (I степень) принято расстояние >4 мм, что соответствует минимальному диаметру стандартного хирургического инструментария (бора, коблатора) и эндоскопа, обеспечивая их безопасное манипулирование и адекватный визуальный контроль. Сужение пространства до ≤4 мм (II–III степени) рассматривается как фактор, лимитирующий технические возможности и повышающий риск травматизации слизистой оболочки полости носа.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода остеотомии:

- с применением высокоскоростного бора (группа 1): возраст 57–74 года;
- с применением пьезохирургии (группа 2): возраст 62–81 лет.

Сравнение количественных показателей (возраст) проводилось с помощью U-критерия Манна — Уитни. Метод остеотомии и анатомические характеристики групп представлены в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, исследуемые группы были сопоставимы по основным анатомическим параметрам, определяющим сложность доступа к зоне операции: степень сужения СНХ и типы девиации носовой перегородки по классификации Mladina.

Хирургическая техника

Все операции выполнялись под общей анестезией по стандартизированной методике. Особое внимание в ходе вмешательства уделялось подготовке операционного поля у пациентов с III степенью сужения

(выраженная обструкция). В этих случаях применялась расширенная анемизация: турунды, пропитанные раствором, содержащим ксилометазолин 0,1 %, адrenalин (1:100 000) и лидокаин 2 %, устанавливали в средний носовой ход на 10 минут. Это позволяло добиться максимального сокращения слизистой оболочки и увеличения рабочего пространства на 1–2 мм. Непосредственно перед остеотомией носовую перегородку осторожно отводили в противоположную сторону с помощью введенного чуть ниже зоны вмешательства мягкого тампона или элеватора.

Вмешательство проводилось под контролем ригидного эндоскопа 3 мм 0° (Karl Storz, Германия). После анемизации и инфильтрационной анестезии производили абляцию слизистой в проекции слезной ямки холодноплазменным коблатором (Coblator II, ArthroCare, США). Верхнюю границу костного окна определяли по точке максимальной трансканаликулярной иллюминации.

Ключевой этап (остеотомия) различался в группах.

- Группа 1: использовали высокоскоростной бор моторной системы (Unidrive Neuro фирмы Karl Storz Endoscope, Германия) с агрессивной или алмазной фрезой диаметром 3–4 мм для создания костного окна 6×8 мм.

- Группа 2: использовали пьезоэлектрический остеотом (Sonoca 185, Söring GmbH, Германия) с сонотродом «Рашпиль» (100 мм, площадь рабочей поверхности 4 мм², ангулярность 90°) в импульсном режиме, удаляя кость скользящими движениями и формируя окно 6×8 мм.

Все остальные этапы операции были идентичны в обеих группах. После создания костного окна медиальную стенку слезного мешка удаляли коблатором. Операция завершалась биканаликулярной интубацией силиконовым стентом Vika (FCI, Франция) на 1–2 месяца.

Статистический анализ выполнялся с использованием SPSS 26.0 и онлайн-калькулятора точного критерия Фишера (<https://www.socscistatistics.com/tests/fisher>). Для анализа влияния степени сужения внутри групп применялся анализ подгрупп с последующим попарным сравнением.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Успех операции определяли как сочетание факторов: отсутствие жалоб на эпифору по данным опроса (в соответствии со шкалой оценки по Мунку); свободное промывание слезных путей; эндоскопическая визуализация проходимого соустья без признаков рубцовой облитерации или грануляций, блокирующих просвет. Оценка функционального успеха проводилась через 6 месяцев после операции.

В группе пьезохирургии выздоровление достигнуто у 110 (91,6 %) пациентов, улучшение — у 6 (5,3 %), рецидив зафиксирован у 4 (3,2 %).

В группе бора выздоровление отмечено у 104 (86,3 %), улучшение — у 4 (3,2 %), рецидив — у 12 (10,0 %) ($p \leq 0,05$ для рецидивов).

Сравнительный анализ осложнений и функциональных исходов представлен в таблице 2. Для сравнения частоты осложнений между группами использовался точный критерий Фишера.

В ходе исследования был проведен анализ непосредственных и отдаленных результатов эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии (ЭЭДЦР) у 240 пациентов, разделенных на две равные группы в зависимости от метода остеотомии (бор/пъезохирургия). Группы были сопоставимы по основным анатомическим характеристикам, включая степень сужения СНХ и тип девиации носовой перегородки, что обеспечило корректность сравнительного анализа (табл. 1).

Применение пьезохирургии позволило статистически значимо снизить риск интраоперационных кровотечений. В группе пьезохирургии любое кровотечение, потребовавшее дополнительных мер гемостаза, зафиксировано у 5 (4,2 %) пациентов, тогда как в группе бора — у 18 (14,7 %) ($p \leq 0,01$). Наблюдалась также тенденция к снижению риска повреждения глубоких структур: протрузия орбитальной жировой ткани отмечена только в группе бора у 4 (3,3 %) пациентов ($p > 0,05$), что, вероятно, связано с более контролируемым воздействием ультразвука. Средняя длительность операции в группе пьезохирургии составила 26,8 минуты, что на 7,8 минуты меньше, чем в группе бора (34,6 минуты).

Анализ частоты послеоперационных осложнений (табл. 2) выявил статистически значимые различия в пользу пьезохирургической методики. В группе пьезохирургии достоверно реже наблюдались:

- синехии: 11,6 % против 20,0 % в группе бора ($p = 0,040$);
- грануляции: 8,4 % против 14,7 % в группе бора ($p = 0,035$);
- зарращение соустья: 4,2 % против 10,5 % в группе бора ($p = 0,049$).

Таблица 2. Частота интра- и послеоперационных осложнений и функциональные исходы (статистическая значимость $p \leq 0,05$)

Table 2. Frequency of intra- and postoperative complications and functional outcomes (statistical significance $p \leq 0.05$)

Показатель / Parameter	Бор / Bur (n = 120)	Пъезо / Piezo (n = 120)	p
Спайки и деформации Adhesions and deformities	16 (13,7 %)	13 (10,5 %)	0,698
Синехии / Synchia	27 (20,0 %)	14 (11,6 %)	0,040
Грануляции / Granulations	22 (14,7 %)	10 (8,4 %)	0,035
Зарращение соустья Anastomosis obliteration	13 (10,5 %)	5 (4,2 %)	0,049
Отек век / гематома Eyelid edema / hematoma	5 (4,2 %)	3 (4,2 %)	>0,05
Любое кровотечение Any bleeding	18 (14,7 %)	5 (4,2 %)	≤0,01
Протрузия жировой ткани Orbital fat protrusion	4 (3,3 %)	0 (0 %)	>0,05
Длительность операции (мин) Operation duration (min)	34,6	26,8	—
Выздоровление / Recovery	104 (86,3 %)	110 (91,6 %)	>0,05
Улучшение / Improvement	4 (3,2 %)	6 (5,3 %)	>0,05
Рецидив / Recurrence	12 (10,0 %)	4 (3,2 %)	≤0,05

Частота образования спаек и деформаций, а также отека века и гематомы была сопоставима в обеих группах ($p > 0,05$), что указывает на схожую эффективность послеоперационного ведения и влияние других этапов операции.

Через 6 месяцев наблюдения функциональный успех (выздоровление) был достигнут у 110 (91,6 %) пациентов в группе пьезохирургии и у 104 (86,3 %) — в группе бора ($p > 0,05$). Однако ключевым результатом стало статистически значимое снижение частоты рецидивов в группе пьезохирургии — 4 (3,2 %) случая против 12 (10,0 %) в группе бора ($p \leq 0,05$). Это свидетельствует о большей надежности и предсказуемости отдаленного результата при использовании ультразвуковой остеотомии.

Проведен анализ подгрупп в зависимости от исходной анатомии — степени сужения СНХ по данным предоперационной МСКТ. Данные о частоте осложнений в зависимости от степени сужения и метода остеотомии представлены в таблице 3.

При анализе подгрупп в зависимости от степени сужения СНХ выявлена четкая закономерность: преимущества пьезохирургии нарастают по мере ухудшения хирургических условий и достигают статистической значимости только при III степени сужения (≤ 2 мм), то есть в условиях критически ограниченного доступа к операционному полю, где даже незначительное ятрогенное повреждение слизистой оболочки при контакте инструмента с перегородкой носа значительно повышает риск рубцевания в области сформированного соустья. Так, частота образования синехий при использовании бора составила 57,1 % против 27,3 % в группе 2 (пьезохирургия) ($p = 0,048$), грануляций — 66,7 % против 27,3 % ($p = 0,015$), зарращения соустья — 52,4 % против 18,2 % соответственно ($p = 0,027$). Протрузия орбитальной жировой ткани наблюдалась исключительно в группе 1

(высокоскоростной бор) у пациентов с III степенью сужения (19,0 %; $p = 0,048$). При I и II степенях сужения статистически значимых различий между методами не зарегистрировано ($p > 0,05$), хотя прослеживалась тенденция к снижению частоты кровотечений и синехий в группе пьезохирургии уже при II степени. Полученные данные подчеркивают значимость атравматичной техники именно в сложных хирургических условиях, при которых преимущества пьезохирургии относительно частоты образования синехий и сохранения проходности соустья проявляются наиболее отчетливо.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты впервые подтверждают гипотезу о преимуществе пьезохирургии перед механическим бором при выполнении ЭЭДЦР. Благодаря сопоставимости групп по степеням сужения СНХ и типам ДНП (табл. 1) нам удалось не только подтвердить общую эффективность методики, но и провести количественный анализ эффективности пьезохирургии в зависимости от анатомической сложности доступа.

Проведенный анализ подгрупп выявил, что преимущества пьезохирургии имеют нелинейный характер и достигают максимума у пациентов с III степенью сужения СНХ (≤ 2 мм). Именно в условиях критического дефицита пространства селективность ультразвукового воздействия играет решающую роль. Если при широком доступе (I степень) хирург может компенсировать агрессию бора манипуляционной техникой, то при сужении до ≤ 2 мм маневренность инструментов сведена к минимуму и контакт с прилежащими анатомическими структурами становится практически неизбежным. Эти клинические наблюдения находят прямое подтверждение в экспериментальных работах. В исследовании К.А. Коновалова, Д.В. Давыдова, В.Ю. Рощина [13], посвященном сравнительному анализу пьезохирургии и механической остеоперфорации при моделировании декомпрессии орбиты, было показано, что ультразвуковое воздействие позволяет сохранить целостность надкостницы и прилежащих мягких тканей, что критически важно при работе вблизи орбиты и слезного мешка.

В условиях критического сужения СНХ принципиальные различия в физике воздействия двух методов остеотомии определяют совершенно разные сценарии заживления, что впервые проанализировано в данной работе. Высокоскоростной бор работает по принципу ротационной фрезы: при касании слизистой оболочки носовой перегородки или средней носовой раковины он не просто смещает ее, а буквально «сдирает» (денудирует) поверхностный эпителиальный слой, нередко повреждая и подлежащую надкостницу. В результате на перегородке формируется обширная раневая поверхность, лишенная защитного слизистого покрова, так называемое «раневое зеркало». На противоположной стороне находится свежесформированная дакриостома, которая также представляет собой раневую поверхность

Таблица 3. Частота осложнений в зависимости от степени сужения СНХ и метода остеотомии

Table 3. Frequency of complications depending on the degree of MNM narrowing and the osteotomy method

Показатель / Parameter	Степень / Grade	Пьезо / Piezo	Бор / Bur	p
Синехии / Synechiae	I (>4 мм)	2/34 (5,9 %)	3/37 (8,1 %)	1,000
	II (≤ 4 мм)	6/64 (9,4 %)	12/62 (19,4 %)	0,135
	III (≤ 2 мм)	6/22 (27,3 %)	12/21 (57,1 %)	0,048
Грануляции / Granulations	I (>4 мм)	1/34 (2,9 %)	2/37 (5,4 %)	1,000
	II (≤ 4 мм)	2/64 (3,1 %)	6/62 (9,7 %)	0,160
	III (≤ 2 мм)	6/22 (27,3 %)	14/21 (66,7 %)	0,015
Зарращение соустья Anastomosis obliteration	I (>4 мм)	0/34 (0 %)	1/37 (2,7 %)	1,000
	II (≤ 4 мм)	1/64 (1,6 %)	1/62 (1,6 %)	1,000
	III (≤ 2 мм)	4/22 (18,2 %)	11/21 (52,4 %)	0,027
Любое кровотечение Any bleeding	I (>4 мм)	0/34 (0 %)	3/37 (8,1 %)	0,241
	II (≤ 4 мм)	1/64 (1,6 %)	5/62 (8,1 %)	0,113
	III (≤ 2 мм)	4/22 (18,2 %)	10/21 (47,6 %)	0,054
Протрузия жировой ткани Orbital fat protrusion	I (>4 мм)	0/34 (0 %)	0/37 (0 %)	1,000
	II (≤ 4 мм)	0/64 (0 %)	0/62 (0 %)	1,000
	III (≤ 2 мм)	0/22 (0 %)	4/21 (19,0 %)	0,048

с обнаженной костью и краями слизистой оболочки латеральной стенки носа и слезного мешка. В норме эти две поверхности должны заживать изолированно, однако в узком пространстве СНХ они тесно соприкасаются. Процесс заживления двух раневых поверхностей, разделенных минимальным промежутком, может приводить к их слипанию и фиброзному сращению — формированию синехий. Исследование I. Koçak и соавт. [14], сравнивавшее пьезохирургию и традиционную остеотомию при ринопластике, показало, что при использовании пьезохирургического аппарата повреждение слизистой оболочки отсутствовало, тогда как в группе традиционной остеотомии оно наблюдалось у 24 % пациентов. Авторы подчеркивают, что сохранение целостности слизистой оболочки является ключевым фактором профилактики послеоперационных осложнений.

Кроме того, зоны термического остеонекроза по краям костного окна, возникшие из-за трения бора, и наличие костной «пыли» становятся субстратом для избыточного воспаления и образования грануляций, которые также могут блокировать просвет соустья.

В случае применения пьезохирургии этот каскад патологических событий предотвращается. Ультразвуковой нож селективно разрушает только костную ткань, не травмируя мягкие ткани. Если в условиях тесного пространства пьезосонотрод касается слизистой перегородки, он не денудировывает ее, а лишь смещает или мягко вибрирует на поверхности, не нарушая целостность эпителиального покрова. Таким образом, слизистая оболочка перегородки носа на противоположной стороне остается интактной, раневая поверхность образуется только в области самой дакриостомы. Отсутствие «раневого зеркала» напротив соустья является ключевым фактором, предотвращающим синехиальное сращение. Этим объясняется тот факт, что наибольшие различия в частоте синехий и грануляций зарегистрированы в подгруппе пациентов с III степенью сужения. Я.О. Груша, А.А. Федоров, А.С. Колодина [15] в сравнительном электронно-микроскопическом исследовании рельефа костных поверхностей после ультразвуковой и высокоскоростной механической остеодеструкции при декомпрессии орбиты также продемонстрировали, что пьезохирургия формирует более гладкую поверхность кости с меньшим количеством микротрещин и зон термического некроза, что создает лучшие условия для заживления и снижает риск избыточного рубцевания.

Снижение частоты синехий и грануляций в группе пьезохирургии напрямую коррелирует с физикой процесса остеотомии. Ультразвуковое воздействие, сохраняя надкостницу и слизистую по краям дакриостомы, создает условия для более быстрой эпителизации раневых поверхностей в области соустья. Эти данные согласуются с результатами M.J. Ali и соавт. [16], которые в своем исследовании при проведении эндоскопической ультразвуковой дакриоцисториностомии отметили не только

высокую эффективность метода (успех в 94,5 % случаев), но и минимальную частоту послеоперационных грануляций и рубцевания, что авторы связывают с атравматичным характером ультразвуковой остеотомии. В узком носовом ходе этот фактор становится критическим, поскольку неповрежденная слизистая оболочка перегородки носа предотвращает образование синехий с раневыми поверхностями сформированного соустья. Отсутствие термического остеонекроза также объясняет достоверно более низкую частоту зарастания соустья ($p = 0,049$).

Статистически значимое снижение частоты интраоперационных кровотечений ($p \leq 0,01$) связано с гемостатическим эффектом кавитации. В условиях III степени сужения СНХ этот фактор становится не просто преимуществом, а условием выполнимости операции: отсутствие кровотечения позволяет хирургу не терять визуальный контроль в пространстве ≤ 2 мм. Обзор C. Meller и T.E. Navas [17], обобщающий применение пьезоэлектрической технологии в оториноларингологии и хирургии головы и шеи, подтверждает, что снижение частоты интраоперационного геморража и уменьшение разрушающего воздействия на окружающие структуры и ткани являются универсальными преимуществами метода при работе в различных анатомических зонах.

Тот факт, что протрузия орбитальной жировой ткани наблюдалась только в группе бора, подтверждает, что при формировании костного окна дакриостомы ультразвуковой остеотом не перфорирует подлежащие ткани, как вращающийся бор, что также делает пьезохирургию методом выбора при выраженной ДНП. В исследованиях El Fattah и соавт. [18], а также V.A. Shankar и соавт. [19] авторы сравнивали пьезо-ассистированную наружную ДЦР с традиционной с применением костных выкусывателей и бора, в которых также отмечено, что форма остеотомии при использовании пьезохирургии была более правильной и контролируемой, что снижало риск повреждения глубоких структур. Авторы, однако, не выявили значимой разницы в объеме кровопотери, что может быть связано с особенностями наружного доступа.

Двукратное снижение частоты рецидивов ($p \leq 0,05$) является интегральным показателем качества операции. Данные анализа подгрупп позволяют утверждать, что это преимущество достигается в первую очередь у пациентов с исходно плохими анатомическими условиями (II–III степени сужения СНХ). Полученные нами данные перекликаются с результатами I. Koçak и соавт. [14], которые показали, что в группе пьезохирургии при эндоназальных вмешательствах отечность в раннем послеоперационном периоде и экхимозы (кровоизлияния в мягкие ткани) были значимо ниже, а также наблюдался меньший болевой синдром. Хотя их исследование проводилось в рамках ринопластики, выявленные закономерности носят универсальный характер: снижение

травматичности операции ведет к уменьшению воспалительной реакции и, как следствие, к лучшим отдаленным результатам.

В результатах предыдущих наших исследований был проведен анализ использования современных энергетических методов удаления костных тканей при ЭЭДЦР, который показал преимущества ультразвуковой остеотомии перед механической (с применением высокоскоростного бора), что согласуется с выводами данного исследования [20]. Нами впервые был разработан дифференцированный подход к удалению костных тканей методом ультразвуковой остеодеструкции при проведении ЭЭДЦР, что также может помочь в дальнейшей оптимизации хирургической техники в зависимости от анатомических условий [21].

В настоящем исследовании группы были сопоставимы по типам ДНП (по Mladina), но анализ влияния конкретных типов на исходы не выявил дополнительных закономерностей. Отсутствие влияния типа девиации, вероятно, связано с тем, что решающее значение имеет количественный параметр ширины СНХ, а не тип девиации. Это предположение может стать предметом дальнейших исследований. Прецизионное формирование костного окна при сужении СНХ создает условия для длительного функционирования дакриостомы именно там, где риск рубцевания максимален. Таким образом, пьезохирургия позволяет нивелировать негативное влияние сложной анатомии в зоне на исход операции, приближая результаты у пациентов с узким СНХ к показателям, достигаемым при широком доступе.

Настоящее исследование имеет ряд ограничений. Ретроспективный дизайн не позволяет полностью исключить влияние неучтенных факторов. Отсутствие рандомизации могло привести к систематической ошибке отбора, несмотря на сопоставимость групп по основным параметрам. Предложенная классификация степени сужения СНХ, хотя и основана на объективных КТ-измерениях, требует дальнейшей валидации. Все операции выполнены одним хирургом, что ограничива-

ет генерализацию выводов на менее опытных специалистов. Перспективой дальнейших исследований является проведение проспективного многоцентрового рандомизированного исследования для подтверждения полученных результатов.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность эндоназальной эндоскопической дакриоцисторинотомии напрямую зависит от степени сужения СНХ. При широком доступе (I степень) оба метода остеотомии демонстрируют сопоставимые результаты. По мере сужения операционного поля преимущества пьезохирургии становятся все более выраженными, достигая максимума при критическом сужении (III степень), при котором риск интраоперационной травмы и последующего рубцевания наиболее высок.

2. Селективность ультразвукового воздействия, избирательно разрушающего костную ткань при сохранении целостности слизистой оболочки и надкостницы, предотвращает развитие патологического каскада заживления. В отличие от высокоскоростного бора, вызывающего денудацию слизистой перегородки и термический остеонекроз, пьезохирургия исключает формирование «раневого зеркала» и обеспечивает достоверно более низкую частоту синехий, грануляций и стеноза соустья, особенно в анатомически сложных условиях.

3. Применение пьезохирургии позволяет минимизировать частоту рецидивов эпифоры в отдаленном периоде за счет нивелирования негативного влияния исходной анатомии (II–III степени сужения). Пьезохирургическая остеотомия является предпочтительным методом при первичной ЭЭДЦР у пациентов с узким СНХ, так как обеспечивает предсказуемость результата и приближает показатели успеха сложных случаев к результатам операций при широком доступе.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шляхтов М.И. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование;
 Наумов К.Г. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, написание текста, редактирование;
 Катаев М.Г. — окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Toti A. Nuovo metodo conservatore di radicale delle suppurazioni croniche del sacco lacrimale (dacriocystorhinostomia). *Cli Mod Pisa*. 1904;10:385–387.
2. Caldwell GW. Two new operations for obstruction of the nasal duct, with preservation of the canaliculi. *Am J Ophthalmol*. 1893;10:189–193.
3. Karasu B, Kiray G, Eris E, Perente I, Cenk Celebi AR. Comparison of success between external and endonasal dacryocystorhinostomy in primary acquired nasolacrimal duct obstruction in Turkish cohort. *North Clin Istanbul*. 2020 Jul 23;7(6):579–584. doi: 10.14744/nci.2020.06888.
4. Мусаева НБ. Сравнительная оценка наружной и эндоназальной дакриоцисторинотомии в хирургии хронических дакриоциститов. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2024;14(1):52–58.
 Musayeva NB. Comparative Evaluation of External and Endonasal Dacryocystorhinostomy in Surgery of Chronic Dacryocystitis. *Ophthalmology Eastern Europe*. 2024;14(1):52–58 (In Russ.). doi: 10.34883/PE.2024.14.1.017.
5. Fayet B, Rasy E, Assouline M. Complications of standardized endonasal dacryocystorhinostomy with uniciformectomy. *Ophthalmology*. 2004 Apr;111(4):837–845. doi: 10.1016/j.ophtha.2003.08.023.
6. Erdol H, Akyol N, Imamoglu HI, Sozen E. Long-term follow-up of external dacryocystorhinostomy and the factors affecting its success. *Orbit*. 2005;24(2):99–102. doi: 10.1080/01676830590926693.
7. Карпищенко СА, Верещагина ОЕ, Фаталиева АФ. Коррекция перегородки носа при эндоскопической эндоназальной дакриоцисторинотомии. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2019;25(4):15–20.
 Karpishchenko SA, Vereshchagina OE, Fatalieva AF. Correction of the nasal septum in endoscopic endonasal dacryocystorhinostomy. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2019;25(4):15–20 (In Russ.).
8. Махмудназаров МИ, Туйдиев ШШ. Современные методы хирургического лечения деформаций носовой перегородки. *Научно-медицинский журнал «Вестник Авиценны»*. 2012;4:56–61.
 Makhmudnazarov MI, Tuydiev ShSh. Modern methods of surgical treatment of nasal septum deformities. *Scientific and Medical Journal "Avicenna Bulletin" (Vestnik Avitsenny)*. 2012;4:56–61 (In Russ.).
9. Наумов КГ, Шляхтов МИ, Катаев МГ. Ультразвуковая эндоназальная дакриоцисторинотомия в лечении рецидивирующего дакриоцистита новорожденного. *Офтальмохирургия*. 2023;2:36–42.
 Naumov KG, Shlyakhtov MI, Kataev MG. Ultrasound endonasal dacryocystorhinostomy in the treatment of recurrent dacryocystitis in newborns. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2023;2:36–42 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-2-36-42.

10. Сипкин АМ, Карякина ИА, Полупан ПВ, Рябов АЮ, Давыдов ИА, Ахтыямов ДВ. Обзор методик применения пьезохирургии и практический опыт. Медицинский алфавит. 2018;2(8):25–28.
Sipkin AM, Karyakina IA, Polupan PV, Ryabov AY, Davydov IA, Akhtyamov DV. Piezosurgery: systematic review of literature and surgical experience. Medical alphabet. 2018;2(8):25–28 (In Russ.).
11. Красножен ВН, Шчербаков ДА, Володеев АВ, Мусина ЛА, Гарскова ЮА. Морфологические и клинические аспекты искривления перегородки носа. Вестник оториноларингологии. 2017;82(3):25–27.
Krasnozhen VN, Shcherbakov DA, Volodeev AV, Musina LA, Garskova YuA. The morphological and clinical aspects of the curvature of the nasal septum. Russian Bulletin of Otorhinolaryngology. 2017;82(3):25–27 (In Russ.). doi: /10.17116/otorino201782325-27.
12. Mladina R, Cuijć E, Subarić M, Vuković K. Nasal septal deformities in ear, nose, and throat patients: an international study. Am J Otolaryngol. 2008 Mar-Apr;29(2):75–82. doi: 10.1016/j.amjoto.2007.02.002.
13. Коновалов КА, Давыдов ДВ, Рошин ВЮ. Сравнительный анализ применения методик пьезохирургии и механической остеоперфорации при моделировании декомпрессии орбиты. Офтальмологические ведомости. 2018;11(1):10–18.
Konovalov KA, Davydov DV, Roshchin VYu. A comparative analysis of the application of piezoelectric surgery and mechanical osteoperforation techniques in modeling an orbital decompression. Ophthalmology Journal. 2018;11(1):10–18 (In Russ.). doi: 10.17816/OV111110-18.
14. Koçak I, Doğan R, Gökler O. A comparison of piezosurgery with conventional techniques for internal osteotomy. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2017 Jun;274(6):2483–2491. doi: 10.1007/s00405-017-4514-y.
15. Груша ЯО, Федоров АА, Колодина АС, Свириденко НЮ. Сравнительное электронно-микроскопическое исследование рельефа костных поверхностей после ультразвуковой и высокоскоростной механической остеодеструкции при декомпрессии орбиты. Вестник офтальмологии. 2019;135(5-2):155–159.
Grusha YaO, Fedorov AA, Kolodina AS, Sviridenko Niu. Comparative electron microscopy study of the bone surfaces relief after ultrasonic and mechanical high-speed bone removal in orbital decompression. Russian Annals of Ophthalmology. 2019;135(5-2):155–159 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2019135052155.
16. Ali MJ, Singh M, Chisty N, Kamal S, Naik MN. Endoscopic ultrasonic dacryocystorhinostomy: clinical profile and outcomes. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2016 Jul;273(7):1789–1793. doi: 10.1007/s00405-015-3826-z.
17. Meller C, Havas TE. Piezoelectric technology in otolaryngology, and head and neck surgery: a review. J Laryngol Otol. 2017 Jul;131(S2):S12–S18. doi: 10.1017/S0022215117000767.
18. El Fattah, Mai Y. Abd, Moustafa, Tarek A., Amin, Ahmed M., Kamel, Rehab M. Hassan, Suzan A. Piezo-assisted external dacryocystorhinostomy versus conventional external dacryocystorhinostomy. Scientific Journal of Al-Azhar Medical Faculty, Girls. 2021 Oct-Dec;5(4):790–796. doi: 10.4103/sjamf.sjamf_149_21.
19. Shankar VA, Kalyam K, Couch SM. External Dacryocystorhinostomy: A Comparison Of Ultrasonic Bone Aspiration To High-Speed Drilling. Clin Ophthalmol. 2019 Dec 17;13:2535–2540. doi: 10.2147/OPTH.S221293.
20. Шляхтов МИ, Наумов КГ. Использование современных энергетических методов удаления костных тканей при проведении эндоскопической дакриоцисториностомии. Отражение. 2021;1:61–66.
Shlyakhtov MI, Naumov KG. The use of modern energy methods for bone tissue removal in endoscopic dacryocystorhinostomy. Otrazhenie. 2021;(1):61–66 (In Russ.). doi: 10.25276/2686-9423-2021-1-61-66.
21. Наумов КГ, Шляхтов МИ, Катаев МГ. Дифференцированный подход к удалению костных тканей методом ультразвуковой остеодеструкции при эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии. Офтальмохирургия. 2025;4(147):149–156.
Naumov KG, Shlyakhtov MI, Kataev MG. Differentiated approach to bone tissue removal with ultrasonic osteodestruction during endonasal endoscopic dacryocystorhinostomy. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2025;4(147):149–156 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2025-4-149-156.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шляхтов Михаил Иванович
заведующий отделением хирургии слезных путей и окулопластики
<https://orcid.org/0000-0002-0936-7234>

Наумов Константин Георгиевич
врач-офтальмолог, хирург отделения хирургии слезных путей и окулопластики
<https://orcid.org/0009-0006-2665-9593>

Катаев Михаил Германович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом реконструктивно-восстановительной и пластической хирургии
<https://orcid.org/0000-0002-3038-7918>

ABOUT THE AUTHORS

Shlyakhtov Mikhail I.
head of the Lacrimal Tract Surgery and Oculoplasty Department
<https://orcid.org/0000-0002-0936-7234>

Naumov Konstantin G.
ophthalmologist, surgeon of the Lacrimal Tract Surgery and Oculoplasty Department
<https://orcid.org/0009-0006-2665-9593>

Kataev Mikhail G.
MD, Professor, Head of the Reconstructive and Plastic Surgery Department
<https://orcid.org/0000-0002-3038-7918>