

УДК 576.8.094.7:612.72:616.216.1-002-089.878
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-3-70-79>

Оценка локального мукоцилиарного клиренса среднего носового хода при различных хирургических вмешательствах у больных с инородными телами верхнечелюстных пазух

О. В. Мареев¹, Г. О. Мареев¹, И. Ю. Ермаков², И. В. Федосов³

¹ Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, Саратов, 410012, Россия

² Городская больница № 40, Сестрорецк, Санкт-Петербург, 197706, Россия

³ Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Саратов, 410012, Россия

Изучение мукоцилиарного клиренса (МЦК), оценка вариантов оперативного доступа к верхнечелюстной пазухе с позиции МЦК по поводу инородных тел представляет возрастающий интерес в оториноларингологии ввиду все увеличивающейся частоты возникновения этой патологии, ее искусственного (вторичного) характера, то есть возникающей на фоне заведомого отсутствия каких-либо исходных патологических изменений. Цель настоящего исследования – изучение локальной функции МЦК среднего носового хода в послеоперационном периоде у больных с инородными телами верхнечелюстных пазух при различных способах проведения хирургического вмешательства на верхнечелюстной пазухе. Методы. В исследовании принимало участие 60 больных с инородными телами верхнечелюстных пазух и группа сравнения из 60 здоровых лиц. Больные были разделены на 2 группы по 30 человек по виду хирургического доступа – трансмаксиллярная троакарная эндоскопическая гайморотомия, эндоназальная эндоскопическая антростомия. Исследуемым проводили компьютерную томографию (КТ). В исследовании локального МЦК использовались современные методики математического анализа данных высокоскоростной видеосъемки препарата цилиарного эпителия. Для субъективной оценки назальных симптомов применялся опросник. Исследования проводилось в раннем (1–14 дней), позднем (1–6 месяцев) послеоперационном периоде. Результаты. Выявлено, что нормативное локальное значение МЦК среднего носового хода у здоровых лиц составляет $11,76 \pm 3,01$ Гц. У больных с инородными телами верхнечелюстной пазухи наибольшее влияние на исходный локальный МЦК, его нарушение в послеоперационном периоде оказывают изменения среднего носового хода, клеток решетчатого лабиринта, миготомы. Значения локального МЦК среднего носового хода зависят от доступа к верхнечелюстной пазухе. Заключение. С использованием методов оценки локального МЦК необходимо оптимизировать доступ к верхнечелюстной пазухе с более широким применением методик, не затрагивающих ключевую область остиомеатального комплекса (трансмаксиллярный эндоскопический доступ, доступ через нижний носовой ход).

Ключевые слова: мукоцилиарный клиренс, частота биения ресничек, инородные тела, верхнечелюстной синусит, эндоскопическая антростомия, троакарная трансмаксиллярная эндоскопическая гайморотомия.

Для цитирования: Мареев О. В., Мареев Г. О., Ермаков И. Ю., Федосов И. В. Оценка локального мукоцилиарного клиренса среднего носового хода при различных хирургических вмешательствах у больных с инородными телами верхнечелюстных пазух. *Российская оториноларингология*. 2022;21(3):70–79. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-3-70-79>

Evaluation of local mucociliary clearance of middle nasal meatus during various surgical interventions in patients with foreign bodies of maxillary sinuses

O. V. Mareev¹, G. O. Mareev¹, I. Yu. Ermakov², I. V. Fedosov³

¹ Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, 410012, Russia

² City Hospital No. 40, Sestroretsk, Saint Petersburg, 197706, Russia

³ Chernyshevsky Saratov National Research State University, Saratov, 410012, Russia

Examination of mucociliary clearance (MCC), evaluation of options for operative access to the maxillary sinus, from the position of MCC, regarding foreign bodies, are of increasing interest in otorhinolaryngology due to the ever-increasing incidence of this pathology, its artificial (secondary) nature—that is, arising against the background of known absence of any initial pathological changes. Objective. To study the local function of the MCC of the middle nasal passage in the postoperative period in patients with foreign bodies of the maxillary sinuses with various methods of surgical intervention on the maxillary sinus. Methods. The study involved 60 patients with foreign bodies of the maxillary sinuses and a comparison group of 60 healthy individuals. The patients were divided into 2 groups of 30 people according to the type of surgical access—trocar endoscopic maxillary sinusotomy, endonasal endoscopic antrostomy. The subjects underwent computed tomography (CT). For examination of local MCC, modern methods of mathematical analysis of data from high-speed video filming of a ciliary epithelium preparation were used. A questionnaire was used to subjectively assess nasal symptoms. The examinations were conducted in the early (1–14 days), late (1–6 months) postoperative period. Results. It was revealed that the normative local value of the MCC of the middle meatus in healthy individuals is $11,76 \pm 3,01$ Hz. In patients with foreign bodies of the maxillary sinus, the greatest influence on the initial local MCC, its violation in the postoperative period is exerted by changes in the middle meatus, cells of the ethmoid labyrinth, and mycetoma. The values of the local MCC of the middle meatus depend on the access to the maxillary sinus. Conclusion. Using methods for assessing local MCC, it is necessary to optimize access to the maxillary sinus with a wider use of techniques that do not affect the key area of the osteomeatal complex (transmaxillary endoscopic approach, access through the lower meatus).

Keywords: mucociliary clearance, ciliary beat frequency, foreign bodies, maxillary sinusitis, endoscopic antrostomy, trocar transmaxillary endoscopic maxillary sinusotomy.

For citation: Mareev O. V., Mareev G. O., Ermakov I. Yu., Fedosov I. V. Evaluation of local mucociliary clearance of middle nasal meatus during various surgical interventions in patients with foreign bodies of maxillary sinuses. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2022;21(3):70-79. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-3-70-79>

Введение

Мукоцилиарный клиренс (МЦК) — это неспецифический механизм, осуществляющий местную защиту слизистой оболочки органов дыхания от внешних воздействий, включая инфекцию, путем перемещения носовой слизи за счет согласованного и направленного биения ресничек [1, 2]. МЦК является основной функцией слизистой оболочки околоносовых пазух и полости носа [3]. Развитие хронических процессов в полости носа и околоносовых пазухах в первую очередь связано с появлением дефектов в системе МЦК слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух [4].

В имеющемся отечественном фундаментальном труде [5] описаны современные методики исследования МЦК на микроуровне, однако отсутствуют сведения об исследованиях МЦК при ринологических операциях и в послеоперационном периоде. Имеющиеся в литературе разнообразные сведения по этому вопросу не позволяют установить точно значения локального МЦК

в ключевых зонах полости носа [6, 7]. Влияние на МЦК хирургической травмы представляется весьма различно в исследованиях разных авторов, однако все они сходятся на том, что послеоперационные изменения МЦК несомненно присутствуют в течение длительного времени [7–10]. Применение сахаринового теста дает лишь оценку продвижения слизи по полости носа спереди назад, при этом зоны соустьев пазух не участвуют в этом процессе [11].

Темой исследования будет являться: состояние локального МЦК среднего носового хода в норме, и при инородных телах верхнечелюстных пазух; оценка с точки зрения МЦК различных видов оперативного доступа к верхнечелюстной пазухе. Решение именно этого вопроса представляет особый интерес в современной оториноларингологии ввиду все увеличивающейся частоты возникновения этой патологии, возникающей на фоне заведомого отсутствия каких-либо исходных патологических изменений МЦК.

Цель исследования

Исследование локальной функции МЦК среднего носового хода в послеоперационном периоде у больных с инородными телами верхнечелюстных пазух при различных способах проведения хирургического вмешательства на верхнечелюстной пазухе.

Пациенты и методы исследования

В исследовании участвовали 60 больных с инородными телами верхнечелюстной пазухи из числа пациентов клиники оториноларингологии имени Н. П. Симановского УКБ № 1 им. С. Р. Миротворцева ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет». В группу исследования включались больные от 18 до 50 лет, инородные тела верхнечелюстных пазух после эндодонтических вмешательств на зубах верхней челюсти. Всем больным обязательно проводилось КТ-исследование на современных компьютерных томографах высокого разрешения. Из исследования нами исключались больные, имевшие: анамнез хронических заболеваний околоносовых пазух; отягощенный аллергоанамнез; признаки аллергического или вазомоторного ринита в анамнезе; наследственные заболевания, сопровождающиеся дефектами мукоцилиарного клиренса. Анамнез заболевания – от 1 месяца до 9 лет. Больные составили 2 равные группы по 30 человек, в каждой из которых было проведено хирургическое лечение: в I группе доступ в верхнечелюстную пазуху осуществлялся при помощи эндоскопической трансмаксиллярной гайморотомии (с использованием троакара Storz или воронки В. С. Козлова – В. Н. Красножена, далее трансмаксиллярный доступ) [12, 13]; во II группе больные были оперированы при помощи эндоскопического эндоназального доступа в верхнечелюстную пазуху (далее эндоскопическая антростомия).

Контрольную группу составили 60 здоровых лиц без патологии полости носа и околоносовых пазух, которым было проведено КТ-исследование.

По результатам компьютерной томографии все обследованные нами больные были разделены на 3 подгруппы по степени выраженности на КТ морфологических изменений в области среднего носового хода, верхнечелюстной пазухи, клеток решетчатого лабиринта, лобной пазухи:

1) практическое отсутствие изменений в пазухах или незначительные изменения в виде локальных утолщений слизистой на стенках пазухи без изменений области соустья и среднего носового хода, передних клеток решетчатого лабиринта (далее КТ1, 7 – больных в I группе, 9 – больных во II группе);

2) значительное утолщение стенок пазух без изменений области соустья и отсутствие значи-

тельной реакции со стороны среднего носового хода и передних клеток решетчатого лабиринта (КТ2, 15 – в I группе, 11 – во II группе);

3) выраженный продуктивно-пролиферативный процесс, обтурация соустья пазухи, сопутствующие поражения клеток решетчатого лабиринта или лобной пазухи, наличие полипозных изменений слизистой оболочки в среднем носовом ходе (КТ3, 8 – в I группе, 10 – во II группе).

Мицетома в верхнечелюстной пазухе по данным КТ (впоследствии подтвержденная в ходе оперативного вмешательства и гистологического исследования операционного материала из верхнечелюстной пазухи) наблюдалась у 26 человек в I группе и у 28 во II группе.

Для проведения работы нами использован как основной метод локальной оценки МЦК с использованием современных методик математического анализа данных высокоскоростной цифровой микровидеосъемки [14]. Регистрация изображения проводится в проходящем свете при помощи микроскопа Zeiss с объективом Zeiss 100/1.25 с числовой апертурой и масляной иммерсией. В качестве источника света использован зеленый светоизлучающий диод мощностью 1 Вт, установленный в осветитель с пластиковой линзой коллектора. Изображение клеток мерцательного эпителия регистрировалось при помощи цифровой КМОП камеры acA 1920 – 155 um (Basler, Германия) с разрешением 1920 × 1200 пикселей при частоте 164 кадр/с. Управление камерой осуществлялось при помощи оригинального программного обеспечения, разработанного нами в среде LabVIEW. Для измерения частоты биений ресничек размер изображения уменьшался до 200 × 200 пикселей. При этом частота кадров увеличивалась до 400 кадр/с.

Для измерений использовалась серия из 4000 кадров продолжительностью 10 с. Это обеспечивает измерение биений с частотой до 200 Гц с разрешением по частоте 0,1 Гц. Записанная серия изображений обрабатывалась при помощи специально разработанной программы. Общий вид программного обеспечения и изображение препарата клетки мерцательного эпителия, получаемое в ходе исследования, показаны на рис. 1. Результат спектрального анализа – первая гармоника F (Гц) и есть показатель частоты биения ресничек (локального МЦК), используемый нами в дальнейшем в работе [15, 16].

Браш-биопсия при исследовании под контролем эндоскопа бралась со слизистой оболочки полости носа из области естественного соустья. Использовались прямые и изогнутые щетки (кисточки) Storz, а также Olympus, Биолайн и др.

Сахариновый тест применялся нами для интегральной оценки состояния мукоцилиарного транспорта полости носа.

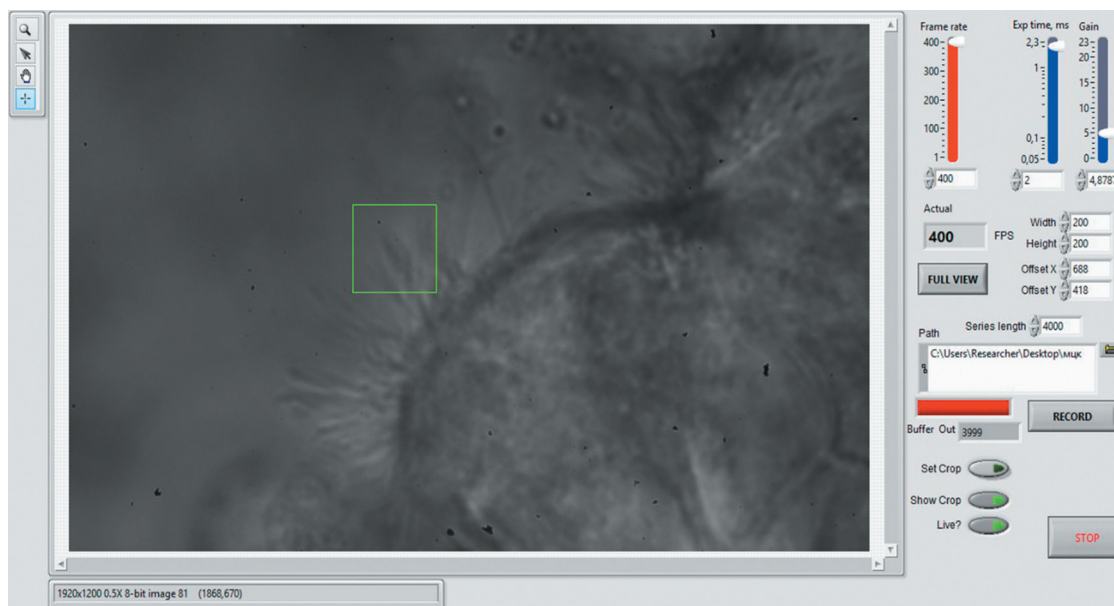


Рис. 1. Вид препарата мерцательного эпителия слизистой оболочки полости носа, полученного при помощи браш-биопсии из среднего носового хода, при помощи камеры, подключенной к ПК, и разработанного оригинального программного обеспечения, наблюдают на экране монитора персонального компьютера. Оператор выделяет на кадре прямоугольную область, интересную для исследования, и все части кадра, не вошедшие в данную область, отсекаются

Fig. 1. View of the preparation of the ciliated epithelium of the nasal mucosa, obtained by brush biopsy from the middle nasal passage, using a camera connected to a PC and developed original software, is observed on the screen of a personal computer monitor. The operator selects a rectangular area on the frame that is interesting for research, and all parts of the frame that are not included in this area are cut off

Для исследования субъективной симптоматики нами применялся опросник с визуально-аналоговой шкалой (ВАШ), который содержал 5 вопросов, касающихся непосредственно функционального состояния полости носа: 1 – наличие отделяемого (ринорея) со стороны оперативного вмешательства или стекание отделяемого в носоглотку (локализации инородного тела); 2 – нарушение носового дыхания со стороны оперативного вмешательства (локализации инородного тела); 3 – нарушение обоняния; 4 – ощущение дискомфорта, заложенности носа со стороны оперативного вмешательства (локализации инородного тела); 5 – головная боль, боль и чувство давления в проекции верхнечелюстной пазухи со стороны оперативного вмешательства (локализации инородного тела).

Больные отмечали на ВАШ соответствующую каждому вопросу точку, которая, по их мнению, соответствует выраженности симптоматики, описанной в этом вопросе. В дальнейшем результат ответов на все вопросы опросника суммировался и для удобства работы делился на 10 с получением, таким образом, цифр от 0 до 5, где 0 соответствовал наименьшей выраженности субъективной симптоматики (наилучшему субъективному состоянию полости носа у больного), а 5 – наибольшей выраженности субъективной симптоматики (худшему субъективному состоянию полости носа у больного).

Результаты и обсуждение

В результате проведения исследования локальной функции МЦК среднего носового хода у здоровых лиц нами установлено, что нормативный средний показатель составил $11,76 \pm 3,01$ Гц. Следует отметить, что указанное распределение в выборке является нормальным бимодалным распределением, значения среднего и медианы приблизительно равны; гистограмма выборки фактически симметрична около среднего значения; при этом значения МЦК в норме являются высоко вариабельным параметром – размах (интервал изменения) в выборке составляет 10,18, минимальное значение МЦК составило 6,72 Гц, максимальное – 16,90 Гц. При вычислении коэффициента линейной корреляции между возрастом обследованных и значениями МЦК оказалось, что связи между этими параметрами нет ($r = -0,05$).

При анализе данных исходного локального МЦК всей группы больных с инородными телами верхнечелюстных пазух установлено, что средний показатель локального МЦК среднего носового хода составил $10,84 \pm 3,80$ Гц. В данном случае вариабельность этого параметра еще более высока: размах в выборке составляет 17,00; минимальное значение МЦК составило 1,64 Гц, максимальное – 18,64 Гц. Если сравнить всю выборку данных исходных значений локального МЦК среднего носового хода у больных с инородными телами верхнечелюстных пазух с аналогичным

показателем, измеренным в контрольной группе, то окажется, что различия статистически незначимы ($t_{набл} = 0,27, df = 88, t_{табл} = 1,99$).

Таким образом, интересно установить причины, которые приводят к такому различию в исходных (до оперативного вмешательства) показателях локального МЦК среднего носового хода у больных. Так, если разделить больных на основные две группы исследования по выполненному затем оперативному вмешательству, то в этих группах отсутствуют значимые статистические различия в уровне исходного МЦК среднего носового хода до оперативного вмешательства. Сравнение по t-критерию Стьюдента нормативных показателей и основных групп исследования дает следующие значения соответственно: $t_{набл} = 0,16, df = 88, t_{набл} = 1,99, t_{набл} = 0,28, df = 88, t_{набл} = 1,99$. Таким образом, что группы, взятые нами для клинического исследования, являются достаточно репрезентативными выборками с точки зрения показателя исходного МЦК среднего носового хода. Для дальнейшего исследования в основных подгруппах уместно выделить подгруппы по морфологическим изменениям в полости носа и околоносовых пазухах, выявленным по данным КТ-исследования (табл. 1). В данном случае различия в подгруппах КТ1–КТ3 статистически значимы ($t_{набл} = 3,24, df = 13, t_{набл} = 2,16$).

Таким образом, именно характер морфологических изменений слизистой оболочки в области среднего носового хода и окружающих околоносовых пазух, выявляемый по данным КТ, оказывает наибольшее влияние на полученные в ходе измерений значения локального МЦК среднего носового хода. Также статистически значимо на исходные значения локального МЦК среднего носового хода влияет и наличие мицетомы в верхнечелюстной пазухе (однофакторный дисперсионный анализ $F_{набл} = 8,87$ при $F_{крит} = 4,31$).

При этом статистически значимых различий между средним временем сахаринового теста в подгруппах не получено. Несмотря на несколько большее среднее время сахаринового теста, обнаруживаемое при изменениях КТ1–КТ3, это различие статистически незначимо (табл. 1; $t_{набл} = 0,15, df = 118, t_{набл} = 1,98; t_{набл} = 0,05, df = 118, t_{набл} = 1,98$). Также и наличие мицетомы не влияет статистически значимо на среднее время сахаринового теста.

Средние результаты исследования локального МЦК среднего носового хода и сахаринового теста в основных группах исследования в послеоперационном периоде приведены в табл. 2 и графически на рис. 2. Для наглядности графического изображения данных они нормированы к значению 1,0. Хорошо заметно, что имеются значительные различия между II группой больных, где хирургический доступ в верхнечелюстную пазуху производился с помощью эндоназальной антростомии, и I группой, где хирургический доступ в верхнечелюстную пазуху производился вне области среднего носового хода. При относительно нормальном среднем значении локального МЦК среднего носового хода во всех группах до хирургического вмешательства после его проведения оно фактически не претерпевает значимых изменений в I группе и значительно падает во II группе. Однофакторный дисперсионный анализ данных локального МЦК, проведенный в основных группах исследования, показал статистически значимое влияние вида хирургического доступа на локальный МЦК среднего носового хода ($F_{набл} = 39,66$ при $F_{крит} = 4,35$).

Время сахаринового теста увеличивается после оперативного вмешательства на период раннего послеоперационного периода (1–14 дней) во II группе, при этом в I группе это явление практически не наблюдается. В позднем послеоперационном периоде (1–6 месяцев) время сахарино-

Т а б л и ц а 1

Средние исходные значения локального МЦК среднего носового хода и сахаринового теста при распределении больных с инородными телами верхнечелюстных пазух по группам в зависимости от КТ стадии процесса

Average initial values of local MCC of the middle nasal passage and saccharin test when distributing patients with foreign bodies of the maxillary sinuses into groups depending on from the CT stage of the process

Table 1

Вид доступа	Частота основной гармоники спектра, Гц ± σ	
	КТ1	КТ2
Трансмаксиллярный	13,24±1,25	12,50±1,23
Эндоназальная антростомия	12,06±3,43	11,17±5,09
Время сахаринового теста, мин ± σ		
Трансмаксиллярный	12,64±1,77	12,80±2,27
Эндоназальная антростомия	12,53±2,38	14,50±3,97

Таблица 2
Средние результаты исследования локального МЦК среднего носового хода и сахаринового теста в основных группах (в зависимости от типа оперативного доступа к верхнечелюстной пазухе), $M \pm \sigma$

Table 2

Average results of the study of local MCC of the middle nasal passage and saccharin test in the main groups (depending on the type of surgical access to the maxillary sinus), $M \pm \sigma$

В ближайшем послеоперационном периоде (2–14 дней с момента оперативного вмешательства)						
День исследования с момента операции	До операции	2-й день	4-й день	7-й день	10-й день	12-й день
I группа (трансмассиллярный доступ)						
Локальный МЦК среднего носового хода, Гц	11,06±3,09	8,95±3,70	8,35±2,76	11,40±2,52	10,71±2,62	10,56±3,02
Сахаринный тест, мин	14,49±3,85	14,69±3,24	14,09±3,81	14,29±2,90	13,56±3,43	13,83±3,84
II группа (эндоскопическая антростомия)						
Локальный МЦК среднего носового хода, Гц	10,25±4,43	–	–	4,25±1,94	4,58±1,88	5,21±2,67
Сахаринный тест, мин	15,54±4,57	–	–	21,26±4,56	19,59±4,10	19,14±4,73
В отдаленном послеоперационном периоде (1–6 месяцев с момента оперативного вмешательства)						
Месяц исследования с момента операции	1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	6 мес.	
I группа (трансмассиллярный доступ)						
Локальный МЦК среднего носового хода, Гц	10,12±3,02	10,94±1,84	10,87±2,82	11,23±3,30	10,97±3,20	
Сахаринный тест, мин	12,10±1,99	12,03±2,26	12,67±2,56	11,60±2,19	11,56±2,17	
II группа (эндоскопическая антростомия)						
Локальный МЦК среднего носового хода, Гц	5,17±2,48	6,85±3,93	7,10±3,55	8,17±3,80	8,24±4,84	
Сахаринный тест, мин	12,72±3,14	12,11±2,50	11,85±2,24	11,81±2,42	11,71±2,16	

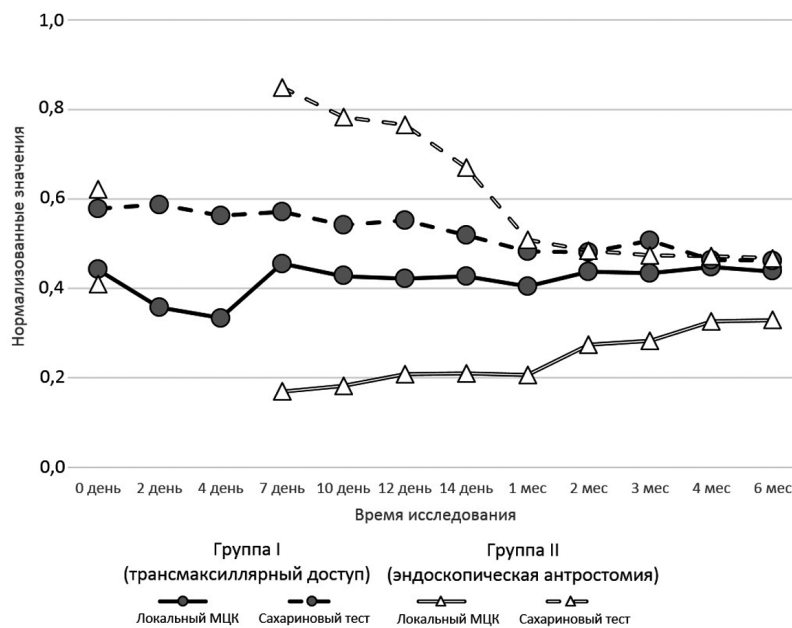


Рис. 2. Графическое представление нормализованных средних значений локального МЦК среднего носового хода и сахаринного теста в послеоперационном периоде в основных группах исследования
Fig. 2. Graphical representation of the normalized average values of the local MCC of the middle nasal passage and saccharin test in the postoperative period in the main groups of the study

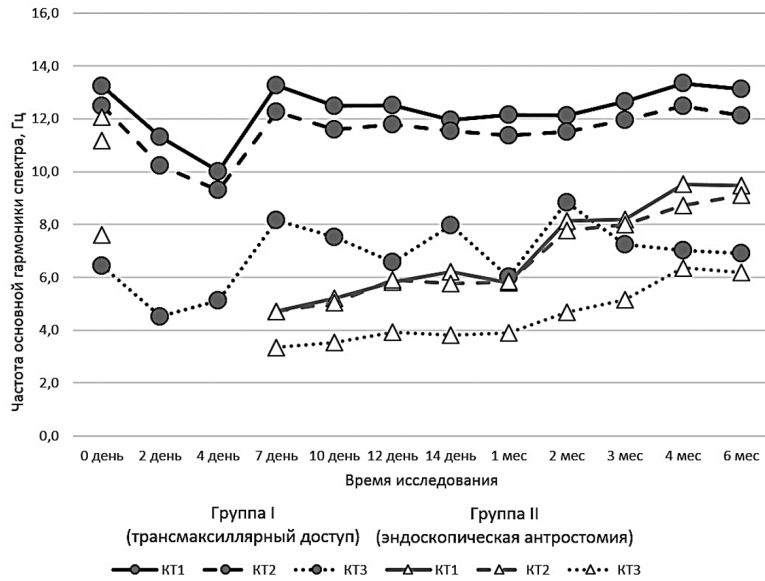


Рис. 3. Графическое представление средних значений локального МЦК среднего носового хода в основных группах исследования при разделении на подгруппы по КТ стадии процесса

Fig. 3. Graphical representation of the average values of the local MCC of the middle nasal passage in the main groups of the study, when divided into subgroups according to the CT stage of the process

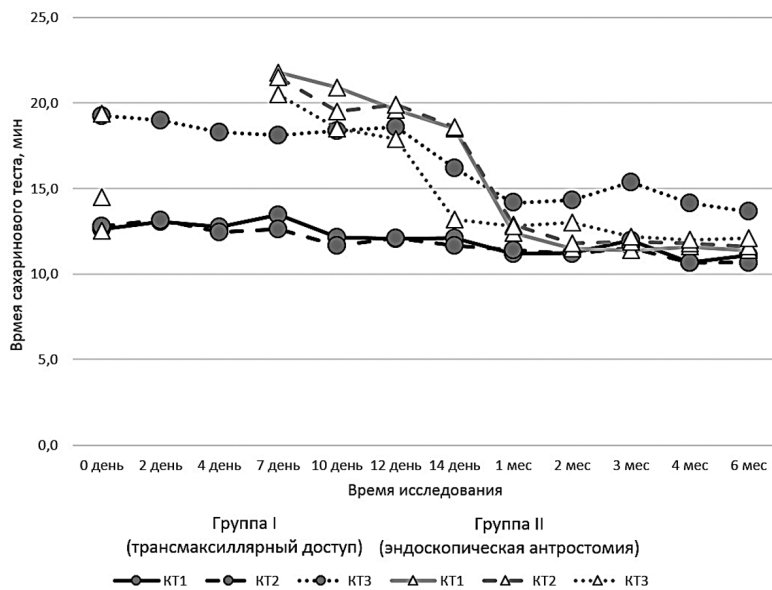


Рис. 4. Графическое представление средних значений сахаринного теста в основных группах исследования при разделении на подгруппы по КТ стадии процесса

Rice. 4. Graphical representation of the average values of the saccharin test in the main groups of the study, when divided into subgroups by CT stage of the process

Rossiiskaya otorinolaringologiya

вого теста постепенно приходит к нормативным значениям или близко к таковым до хирургического вмешательства в обеих группах. Интересно, что в итоге однофакторного дисперсионного анализа результатов сахаринного теста в послеоперационном периоде влияние вида хирургического доступа на него не обнаружено ($F_{набл} = 3,43$ при $F_{крит} = 4,35$).

На рис. 3 и 4 приведено графическое изображение средних значений локального МЦК среднего носового хода и сахаринного теста при

разделении на подгруппы по КТ стадии процесса. При статистическом определении влияния с помощью однофакторного дисперсионного анализа установлено, что КТ стадия процесса имеет значимое влияние на значения локального МЦК среднего носового хода (в группе I: $F_{набл} = 79,58$ при $F_{крит} = 3,32$; в группе II: $F_{набл} = 6,73$ при $F_{крит} = 3,40$). При рассмотрении влияния степеней патологических изменений верхнечелюстной пазухи и области остиомеатального комплекса, регистрируемых на КТ, на локальный МЦК

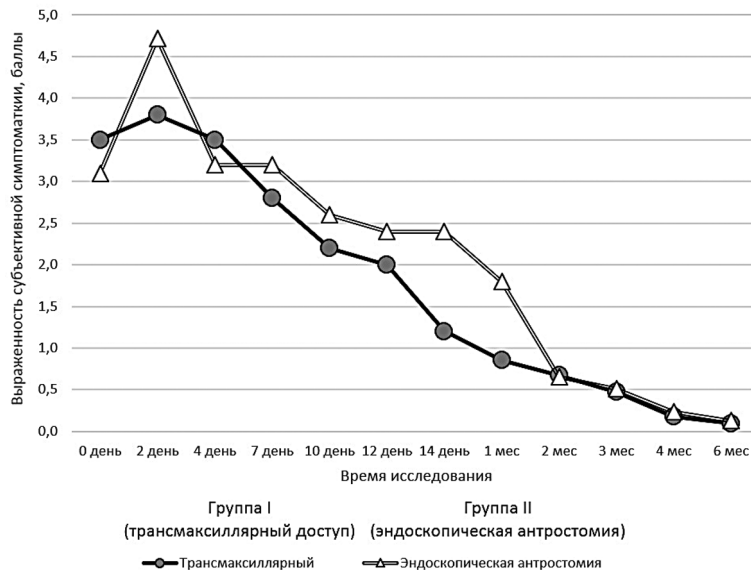


Рис. 5. Графическое представление средних значений данных исследования субъективной назальной симптоматики по основным группам исследования

Fig. 5. Graphical representation of the mean values of the study data of subjective nasal symptoms by main study groups

среднего носового хода в послеоперационном периоде можно отметить, что они коррелируют, при этом чем выраженные изменения будут зарегистрированы на КТ, тем хуже показатели МЦК в послеоперационном периоде, хотя они и имеют тенденцию к некоторому улучшению со временем. Что касается сахаринового теста, то влияние морфологического состояния околоносовых пазух по данным КТ отмечается только для трансмаксиллярного доступа, что подтверждается однофакторным дисперсионным анализом (в группе I: $F_{\text{набл}} = 42,83$ при $F_{\text{крит}} = 3,28$; в группе II: $F_{\text{набл}} = 0,01$ при $F_{\text{крит}} = 3,35$). На рис. 4 хорошо заметно, что при изменениях, соответствующих КТЗ стадии процесса в I группе имеется значительное увеличение времени сахаринового теста, сохраняющееся и в послеоперационном периоде; при этом во II группе (эндоскопическая антростомия) значительно увеличивается время сахаринового теста в ближайшем послеоперационном периоде, что связано с влиянием на слизистую полости носа передней тампонады, а также самих хирургических манипуляций на полости носа. Наличие мицетомы в верхнечелюстной пазухе статистически значимо влияет на послеоперационные результаты сахаринового теста ($F_{\text{набл}} = 20,13$ при $F_{\text{крит}} = 4,30$).

Исследование показателей субъективного тестирования (назальных симптомов) с помощью опросника в послеоперационном периоде выявило следующее (рис. 5): в послеоперационном вмешательстве практически во всех случаях отмечается усиление назальных симптомов и субъективных ощущений – появление отделяе-

мого из оперированной половины полости носа, явлений заложенности, нарушения носового дыхания в этой половине носа или в обеих, в редких случаях – изменения обоняния (до временной anosмии), появление головной боли на стороне оперативного вмешательства; при этом ощущение тяжести в оперированной пазухе, отека лица в проекции пазухи более характерны для трансмаксиллярного хирургического доступа (I группа); в общем же выраженность субъективной симптоматики максимальна в послеоперационном периоде, если выполнялась передняя тампонада полости носа (во II группе больных).

Затем назальные симптомы быстро убывают и к 14-му дню после оперативного вмешательства практически исчезают, составляя во всех группах 1–1,5 балла в среднем, в ряде случаев в этот момент больные уже отмечают отсутствие назальной симптоматики (0 баллов по опроснику). В позднем послеоперационном периоде (1–6 месяцев) субъективная симптоматика во всех группах выражена лишь в отдельных случаях, в основном больные не отмечают никаких назальных симптомов или каких-либо других субъективных симптомов, связанных с оперативным вмешательством или основным заболеванием. Как показывает однофакторный дисперсионный анализ наших данных, субъективная оценка заболевания не связана с типом проведенного вмешательства ($F_{\text{набл}} = 0,28$ при $F_{\text{крит}} = 4,30$), не связана она и со стадией процесса по данным КТ ($F_{\text{набл}} = 0,37$ при $F_{\text{крит}} = 3,28$; $F_{\text{набл}} = 0,02$ при $F_{\text{крит}} = 3,28$) или с наличием мицетомы в пазухе ($F_{\text{набл}} = 0,01$ при $F_{\text{крит}} = 4,30$).

Выводы

Метод оценки МЦК с помощью браш-биопсии под контролем эндоскопа с последующим математическим анализом данных высокоскоростной цифровой микровидеосъемки является простым и эффективным средством выявления. При этом этот метод является более специфичным, особенно для измерения локальных параметров МЦК в ключевой зоне остиомеатального комплекса, чем классический сахаринный тест, который в основном отражает интегральную характеристику МЦК полости носа.

Нормативные параметры локального МЦК среднего носового хода имеют достаточно большую вариабельность и составляют в среднем $11,76 \pm 3,01$ Гц.

У больных с инородными телами верхнечелюстной пазухи наибольшее влияние на исходный локальный МЦК среднего носового хода и на его изменения в послеоперационном периоде оказывают патологические изменения среднего носового хода, клеток решетчатого лабиринта, зарегистрированных на КТ. Похожее влияние оказывает и наличие мицетомы в пазухе. Наличие этих изменений приводит к значительному ухудшению исходного МЦК среднего носового хода, с медленной тенденцией к улучшению со временем после хирургического вмешательства.

Значения локального МЦК среднего носового хода находятся в прямой зависимости от используемого метода доступа к верхнечелюстной пазухе и характера хирургической травмы слизистой оболочки, что позволяет сделать вывод о необходимости оптимизации доступа к верхнечелюстной пазухе с более широким применением методик, не затрагивающих ключевую область остиомеатального комплекса (трансмексиллярный эндоскопический доступ, доступ через нижний носовой ход).

В нашем исследовании продемонстрировано, что данные КТ также могут служить показателем для выбора тактики хирургического лечения больных с инородными телами верхнечелюстной пазухи. Так, при наличии выраженных изменений в области среднего носового хода и окружающих околоносовых пазух показатель исходного локального МЦК среднего носового хода также снижен в значительной мере и может быть улучшен или даже восстановлен за счет эндоназального эндоскопического вмешательства. При отсутствии этих изменений показано выполнение вмешательств с хирургическим доступом к верхнечелюстной пазухе, выполняемым трансмексиллярно или через нижний носовой ход.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Messerklinger W. Über die Sekretströmung auf der Schleimhaut der oberen Luftwege [Direction of ciliary flow on the mucosa of the upper respiratory tract]. *Z Laryngol Rhinol Otol*. 1951;30:302-308.
- Рихельманн Г., Лопатин А. С. Мукоцилиарный транспорт: экспериментальная и клиническая оценка. *Российская ринология*. 1994;4:33–47.
Rikhel'mann G., Lopatin A. S. Mukotsiliarnyi transport: eksperimental'naya i klinicheskaya otsenka. *Rossiiskaya rinologiya*. 1994;4:33-47. (In Russ.)
- Пискунов С. З., Завьялов Ф. Н., Ерофеева Л. Н. Исследование мукоцилиарной транспортной системы слизистой оболочки носа у здоровых лиц. *Российская ринология*. 1995;3-4:60–62.
Piskunov S. Z., Zav'yalov F. N., Erofeeva L. N. Issledovanie mukotsilliarnoi transportnoi sistemy slizistoi obolochki nosa u zdorovykh lits. *Rossiiskaya rinologiya*. 1995;3-4:60-62. (In Russ.)
- Рязанцев С. В., Артюшкин С. А., Будковская М. А. Место мукоактивной терапии риносинусита в международных и российских рекомендациях. *Вестник оториноларингологии*. 2015;80(4):81–84. <https://doi.org/10.17116/otorino201580481-84>
Riazantsev S. V., Artyushkin S. A., Budkovskaya M. A. The place of mucoactive therapy of rhinosinitis in the international and Russian guidelines. *Vestnik Oto-Rino-Laringologii*. 2015;80(4):81-84. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/otorino201580481-84>
- Захарова Г. П., Янов Ю. К., Шабалин В. В. Мукоцилиарная система верхних дыхательных путей. СПб.: Диалог, 2010. 360 с.
Zakharova G. P., Yanov Yu. K., Shabalin V. V. *Mukotsiliarnaya sistema verkhnikh dykhatel'nykh putei*. SPb.: Dialog, 2010. 360 p. (In Russ.)
- Myller J., Toppila-Salmi S., Torkkeli T., Heikkinen J., Rautiainen M. Effect of endoscopic sinus surgery on antral mucociliary clearance. *Rhinology*. 2006;44(3):193-196.
- Piatti G., Scotti A., Ambrosetti U. Nasal ciliary beat after insertion of septo-valvular splints. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004; May;130(5):558-562.
- Shaw C. K., Cowin A., Wormald P. J. A study of the normal temporal healing pattern and the mucociliary transport after endoscopic partial and full-thickness removal of nasal mucosa in sheep. *Immunol Cell Biol*. 2001;79:145-148.
- Waguespack R. Mucociliary clearance patterns following endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope*. 1995; Jul; 105 (7 Pt. 2 Suppl. 71):1-40.

10. Watelet J. B., Bachert C., Gevaert P., Van P. Cauwenberge Wound healing of the nasal and paranasal mucosa: a review. *Am J Rhinol.* 2002;16:77-84.
11. Moriarty B. G., A. M. Robson, L. A. Smallman, A.B. Drake-Lee Nasal mucociliary function: comparison of saccharin clearance with ciliary beat frequency. *Rhinology.* 1991; Sep.;29(3): 173-179.
12. Красножен В. Н., Морозова О. В. Применение новых технологий в лечении мицетом верхнечелюстной пазухи. *Вестник оториноларингологии.* 2006. № 5 (приложение): 230–231.
Krasnozhen V. N., Morozova O. V. Primenenie novykh tekhnologii v lechenii mitsetom verkhnechelyustnoi pazukhi. *Vestnik otorinolaringologii.* 2006. N 5 (prilozhenie): 230-231. (In Russ.)
13. Козлов В. С., Шиленков А. А., Привалов С. Ю. Новый троакар для микрогайморотомии. *Российская ринология.* 2003;2:46.
Kozlov V. S., Shilenkov A. A., Privalov S. Yu. *Novyi troakar dlya mikrogaimorotomii. Rossiiskaya rinologiya.* 2003;2:46. (In Russ.)
14. Zhang L., Han D. M., Wang H., Zhou B., Sanderson M. J. Measurement of respiratory ciliary beat frequency quantified with high-speed digital microscopy. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi.* 2004; Jul.;39(7): 433-437. Chinese.
15. Мареев О. В., Мареев Г. О., Федосов И. В., Ермаков И.Ю. Исследование мукоцилиарного клиренса в послеоперационном периоде при различных вмешательствах на верхнечелюстной пазухе. *Наука и инновации в медицине.* 2020;5(1):23–27. <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2020-5-1-23-27>
Mareev O. V., Mareev G. O., Fedosov I. V., Ermakov I. Yu. Evaluation of mucociliary clearance in the postoperative period after a maxillary sinus surgery. *Science and innovations in medicine.* 2020;5(1):23-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2020-5-1-23-27>
16. Danilova T. V., Manturov A. O., Ermakov I. Y., Mareev G. O., Mareev O. V. Method of mucociliary clearance assessment. In: *Progress in Biomedical Optics and Imaging – Proceedings of SPIE.* 2016. P. 99172A.

Информация об авторах

✉ **Мареев Олег Вадимович** – доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, профессор, заведующий кафедрой оториноларингологии, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского (410012, Россия, Саратов, Большая Казачья ул., д. 112); e-mail: ovmareew@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7240-5651>

Мареев Глеб Олегович – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры оториноларингологии (410012, Россия, Саратов, Большая Казачья ул., д. 112); e-mail: dr-mareev@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5906-8080>

Ермаков Игорь Юрьевич – врач-оториноларинголог, Городская больница № 40 (197706, Россия, Санкт-Петербург, Сестрорецк, ул. Борисова, д. 9); e-mail: ermakov1988@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4812-9554>

Федосов Иван Владленович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и биофотоники, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского (410012, Россия, Саратов, Астраханская ул., д. 83), e-mail: fedosov_optics@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3619-245X>

Information about authors

✉ **Oleg V. Mareev** – MD, Honored Doctor, Professor, Head of ENT Department, Razumovsky Saratov State Medical University (112, Bolshaya Kazachya str., Saratov, Russia, 1410012); e-mail: ovmareew@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7240-5651>

Gleb O. Mareev – MD, Associate Professor, Professor of ENT Department, Razumovsky Saratov State Medical University (112, Bolshaya Kazachya str., Saratov, Russia, 1410012); e-mail: dr-mareev@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5906-8080>

Igor' Yu. Ermakov – ENT doctor, City Hospital No. 40 (9, Borisova str., Sestroretsk, Saint Petersburg, Russia, 197706); e-mail: ermakov1988@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4812-9554>

Ivan V. Fedosov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor of Optics and Biophotonics Department, Chernyshevsky Saratov National Research State University (83, Astrakhanskaya str., Saratov, Russia, 410012); e-mail: fedosov_optics@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3619-245X>

Статья поступила 04.04.2022

Принята в печать 10.05.2022