



RESEARCH ARTICLE
3. Medical sciences
УДК 616.216.1-002.3

Corresponding Author: Mareev Gleb Olegovich - Professor of ENT
Department of Saratov State Medical University named after V. I.
Razumovsky, Saratov, Russian Federation
E-mail: dr-mareev@mail.ru

© Mareev G.O., Mareev O.V., Ermakov I.Y., Fedosov I.V.,
Afonina O.I.- 2022

Received: 10.03.2022 | Accepted: 19.04.2022

Doi: <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-4-49-57>

ASSESSMENT OF LOCAL MUCOCILIARY CLEARANCE OF THE MIDDLE NASAL MEATUS AFTER DIFFERENT TYPES OF SURGICAL ACCESS TO THE MAXILLARY SINUS

Mareev¹ G.O., Mareev¹ O.V., Ermakov¹ I.Y., Fedosov² I.V., Afonina¹ O.I.

¹Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation

²Saratov National Research State University named after N. G. Chernyshevsky, Saratov, Russian Federation

ЛОКАЛЬНЫЙ МУКОЦИЛИАРНЫЙ КЛИРЕНС СРЕДНЕГО НОСОВОГО ХОДА И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЕ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ХИРУРГИЧЕСКОГО ДОСТУПА К ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХЕ

Мареєв¹ Г.О., Мареєв¹ О.В., Ермаков¹ И.Ю., Федосов² И.В., Афонина¹ О.И.

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского»,

г. Саратов, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Российская Федерация

Abstract. The paper considers an original method for assessment the ciliar beating frequency (CBF) of the ciliated epithelium (mucociliary clearance) of the nasal mucosa using modern high-speed digital video recording of the microscopic picture of the brushed specimen, which followed by mathematical processing. This method used to study the local mucociliary clearance of the middle nasal meatus, which plays a key role in the modern understanding of the osteomeatal complex function. The normal values of the CBF of the middle nasal meatus in healthy individuals (11.76 ± 3.01 Hz) were determined. We studied the changes in the CBF of the ciliary epithelium of the middle nasal meatus with foreign bodies of the maxillary sinus. A correlation found between changes in the CBF of the ciliary epithelium of the middle nasal meatus and the CT changes in the region of the middle nasal meatus and paranasal sinuses. This also determined the effect of surgical trauma on the CBF of the middle nasal meatus and its changes in the early (up to 1 month) and late (1-6 months) following period. We clearly proved the dependence of the mucociliary clearance of the middle nasal meatus on the type of surgical access to the maxillary sinus during surgical interventions for foreign bodies of the maxillary sinus. We revealed certain advantages of transmaxillary and prelacrima surgical access to the maxillary sinus over endonasal antrostomy during surgical interventions for foreign bodies of the maxillary sinus. Our data allow optimizing surgical interventions on the maxillary sinus with minimization of surgical trauma to the ciliary epithelium of the middle nasal passage and improving the functional and morphological results of surgical treatment of foreign bodies in the maxillary sinuses.

Аннотация. В работе рассматривается оригинальная методика исследования частоты биения ресничек цилиарного эпителия (мукоцилиарного клиренса) слизистой оболочки полости носа с помощью современной высокоскоростной цифровой видеозаписи микроскопической картины препарата с последующей ее математической обработкой. С помощью этого метода проведено исследование ранее не рассматривавшегося в литературе вопроса локального мукоцилиарного клиренса среднего носового хода, что играет ключевую роль в современном понимании функционирования остиомаатального комплекса. Определены нормативные значения частоты биения ресничек среднего носового хода у ринологически здоровых лиц ($11,76 \pm 3,01$ Гц). В ходе работы изучены изменения частоты биения ресничек цилиарного эпителия среднего носового хода при инородных телах верхнечелюстной пазухи. Выявлена корреляционная зависимость изменений частоты биения ресничек цилиарного эпителия среднего носового хода от изменений в области среднего носового хода и околоносовых пазухах, регистрирующихся по данным компьютерной томографии. В ходе работы также определено влияние хирургической травмы на мукоцилиарный клиренс среднего носового хода и его изменения в раннем (до 1 месяца) и позднем (1-6 месяцев) послеоперационном периоде. В ходе работы четко продемонстрирована зависимость мукоцилиарного клиренса среднего носового хода от вида хирургического доступа к верхнечелюстной пазухе при оперативных вмешательствах по поводу инородных тел верхнечелюстной пазухи. Выявлены определенные преимущества (с точки зрения сохранения локального мукоцилиарного клиренса среднего носового хода) трансмаксиллярного и прелакримального доступа в верхнечелюстную пазуху над эндоназальной антростомией при хирургических вмешательствах по поводу инородных тел верхнечелюстной пазухи.



Key words: maxillary sinus, foreign body, functional endoscopic sinus surgery, ciliar epithelium, mucociliary clearance.

Полученные данные позволяют оптимизировать оперативные вмешательства на верхнечелюстной пазухе с минимизацией хирургической травмы цилиарного эпителия среднего носового хода и улучшением функциональных и морфологических результатов хирургического лечения инородных тел верхнечелюстных пазух.

Ключевые слова: верхнечелюстной синусит, инородное тело, верхнечелюстная пазуха, мукоцилиарный клиренс, цилиарный эпителий, функциональная эндоскопическая ринохирургия.

Введение. Мукоцилиарный клиренс (МЦК) — это механизм очищения верхних и нижних отделов респираторного тракта, покрытых цилиарным эпителием, путем перемещения носовой слизи за счет согласованного и направленного биения ресничек. Количество, структура и согласованность биений ресничек играют важнейшую роль в этом процессе, наряду с биохимическими и физико-химическими свойствами слизи; их скоординированными биениями слой слизи перемещается со скоростью 2–25 мм/мин, при этом механизмы контроля биений ресничек и управления ими неизвестны. Из передней группы околоносовых пазух слизь транспортируется по направлению к глотке, проходя через полулунную расщелину; второй поток слизи идет от клиновидной пазухи и задней части решетчатой кости по направлению к хоанам. В околоносовых пазухах МЦК всегда будет направлен к первичному естественному отверстию [1], при этом все дополнительные соустья обходятся [2, 3]. При патологических изменениях скорость мукоцилиарного транспорта обычно считается ниже, чем в норме [4] — например, при хроническом риносинусите отмечены значительные изменения МЦК [5]; имеются сведения об изменениях МЦК после проведения лучевой терапии, при пневмониях, инфекции COVID-19 [5, 6].

Продолжительность заживления раны слизистой оболочки дыхательных путей обычно оценивается в литературе до 6 месяцев и более. Рана на различных участках слизистой одновременно находится на разных этапах заживления, которые регулируются множеством цитокинов и факторов роста [7]. Выделяют следующие стадии: образования корок крови (до 10-го дня), обструктивного стаза лимфы и отека (до 30 дней), мезенхимального роста (до трех месяцев) с последующим образованием рубца.

В исследовании [8] представлена попытка изучить МЦК после эндоскопического удаления клеток решетчатого лабиринта, для чего использовалась эндоскопическая видеосъемка окрашенных порошком графита участков слизистой оболочки полости носа. МЦК латеральной стенки полости носа был нелинейным и имел прерывистый характер с завихрениями и блоками слизи. При этом

эндоскопический вид операционного поля и послеоперационное клиническое течение часто не коррелировали с наблюдаемыми паттернами транспорта слизи.

Резюмируя изложенное, можно сделать вывод об отсутствии в современной литературе точных данных о МЦК среднего носового хода, влиянии на него различных оперативных вмешательств и его функционировании после хирургической травмы. Как уже указывалось выше - имеющиеся данные весьма противоречивы и не дают ответа на данный вопрос, являющийся одним из ключевых в современной ринологии. Ряд методов, в частности сахаринный тест, не могут дать локальной оценки изменений МЦК в области оперативного вмешательства; другие способы не могут количественно описывать изменения, происходящие в этой области в послеоперационном периоде. Исследования МЦК нередко выполнялись у больных хроническим полипозным риносинуситом, вазомоторным ринитом и т.п. патологией с многофакторным и весьма индивидуальным патогенезом, что делает невозможным выводы о состоянии слизистой оболочки и МЦК, так как неизвестно их нормативное состояние в каждом конкретном случае.

Таким образом, фактически единственный случай патологических изменений слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух, не связанных с хронической патологией, могут представлять инородные тела верхнечелюстной пазухи. Для входа в верхнечелюстную пазуху и удаления инородных тел, санации пазухи в современной ринологии используются различные виды формирования хирургического доступа.

Цель настоящего исследования — дать оценку состояния локального МЦК среднего носового хода в норме и в течение послеоперационного периода при различных видах хирургического доступа к верхнечелюстной пазухе, при оперативных вмешательствах, проводимых по поводу инородных тел верхнечелюстной пазухи.

Материалы и методы. Нами в работе была использована оригинальная методика локальной

оценки МЦК с использованием математического анализа данных высокоскоростной цифровой микровидеосъемки [9]. Регистрация изображения проводится в проходящем свете при помощи микроскопа «Zeiss» с объективом «Zeiss 100/1.25» с числовой апертурой и масляной иммерсией. Изображение клеток мерцательного эпителия записывалось в цифровом виде при помощи КМОП камеры Basler acA1920 – 155um, с разрешением изображения 1920 x 1200 пикселей при частоте кадров 164 кадр/с; при этом размер одного пикселя будет равен 5.86 x 5.86 мкм в предметной плоскости микроскопа. Для работы с камерой было разработано программное обеспечение (ПО) в среде LabVIEW. Измерения проводились на серии из 4000 кадров продолжительностью 10 секунд, что обеспечивает измерение биений ресничек цилиарного эпителия с частотой до 200 Гц, с разрешением по частоте 0,1 Гц. Общий вид ПО и видеоизображение ресничек цилиарного эпителия приведены на Рисунке 1. Анализ серий видеоизображения описан нами в [10, 11]. Результат – частота первой гармоники спектра, это показатель МЦК, используемый в нашем исследовании.

Браш-биопсия при исследовании под контролем эндоскопа бралась со слизистой оболочки полости носа из области естественного

соустья верхнечелюстной пазухи. Использовались прямые и изогнутые щетки для браш-биопсии «Storz». За несколько часов до исследования исключался прием вазоактивных препаратов, курение. Исключался прием любых интраназальных лекарственных препаратов во время исследования.

Исследование проводилось с разрешения этического комитета ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им В.И. Разумовского» протокол №3 от 05.11.2019, на основании информированного согласия об участии в исследовании, подписываемого участником.

Для оценки изменений в околоносовых пазухах и полости носа нами использовалась компьютерная томография (КТ). Анализ томограмм и измерения по ним проводились в свободно распространяемой программе Sante DICOM Viewer.

Контрольную группу исследования составили 60 здоровых лиц без патологии полости носа и околоносовых пазух в возрасте от 18 до 60 лет (средний возраст $39,0 \pm 11,5$ лет). В контрольную группу включались лица на основании добровольного информированного согласия, после проведения эндоскопического осмотра полости носа и выявления при нем факта отсутствия препятствий для взятия браш-биопсии из среднего носового хода.

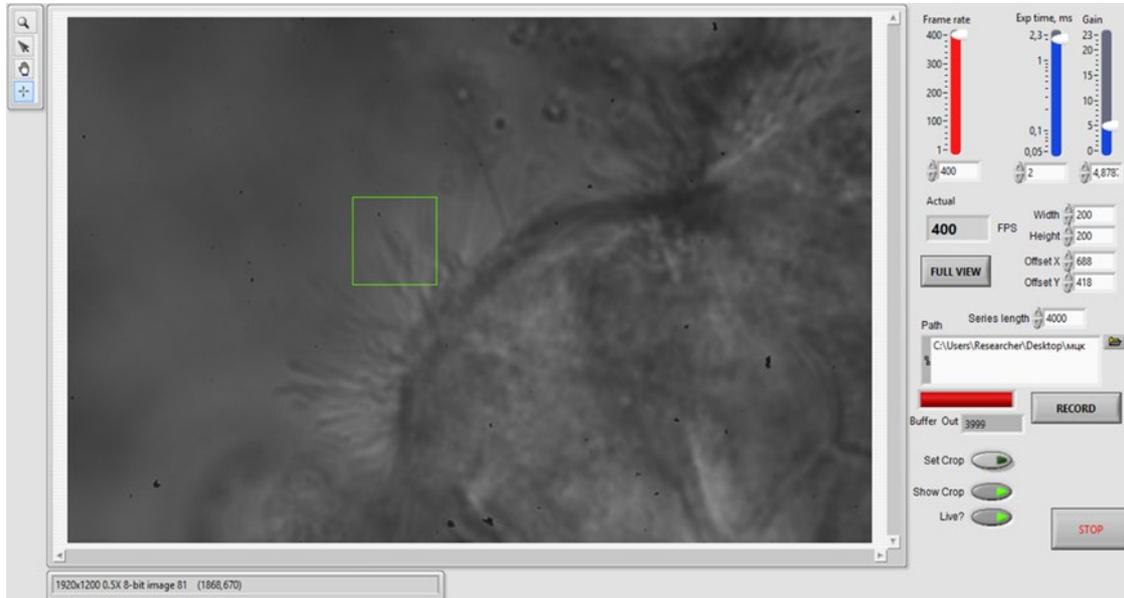


Рис.1 – Вид оригинального программного обеспечения для оценки МЦК методом математического анализа данных высокоскоростной цифровой микровидеосъемки.

Fig.1 – Window of original software for assessment of MCC by fast digital video recording of immersion microscopy images

В клиническом исследовании участвовали 90 больных с инородными телами верхнечелюстной пазухи, находящиеся на лечении в клинике оториноларингологии имени Н.П. Симановского Клинической больницы №1 им. С.П. Миротворцева ФГБОУ ВО «Саратовский государственный

медицинский университет» с 2012 по 2018 г. В группу исследования включались больные от 18 до 68 лет, инородные тела верхнечелюстных пазух у которых являлись исключительно результатом предшествующих эндодонтических вмешательств на зубах верхней челюсти. Всем больным



проводилось КТ исследование на современных компьютерных томографах высокого разрешения. Критериями исключения из исследования были анамнез хронических заболеваний околоносовых пазух; отягощенный аллергоанамнез; признаки аллергического или вазомоторного ринита в анамнезе; наследственные заболевания, сопровождающиеся дефектами мукоцилиарного клиренса. Анамнез заболевания – от менее чем 1 месяца до 9 лет.

По результатам КТ все больные были разделены на 3 группы:

1. практическое отсутствие изменений в пазухах или незначительные изменения в виде локальных утолщений слизистой на стенках пазухи (КТ1);
2. значительное утолщение стенок пазух без изменений области соустья (КТ2);
3. обтурация соустья пазухи, сопутствующие поражения клеток решетчатого лабиринта или лобной пазухи, наличие полипозных изменений слизистой оболочки в среднем носовом ходе (КТ3).

Больные составили 3 основные группы исследования (I-II-III), в каждой из которых было проведено хирургическое лечение каким либо одним способом формирования хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху: в I группе доступ в верхнечелюстную пазуху осуществлялся при помощи эндоскопической трансмаксиллярной гайморотомии; во II группе для ревизии пазухи использовался эндоскопический прелакримальный доступ по классической методике; в III группе больные были оперированы при помощи эндоскопического эндоназального доступа в верхнечелюстную пазуху (эндоскопическая антростомия). Для эндоскопических трансмаксиллярных вмешательств нами использовался троакар «Storz» для синусоскопии либо воронка В.С. Козлова – В.Н. Красножена.

Результаты и обсуждение. Исследование мукоцилиарного клиренса у клинически здоровых лиц в контрольной группе показало, что значение локального МЦК среднего носового хода весьма вариабельная величина. Среднее значение частоты основной гармоника спектра составило $11,76 \pm 3,01$ Гц в контрольной группе. При этом нами не выявлено значимой взаимосвязи возраста с показателями локального МЦК (коэффициент линейной корреляции $-0,05$ – отсутствие связи по шкале Кендалл).

Результаты исследования локального МЦК у больных с инородными телами верхнечелюстных пазух представлены в таблице 1 (в ближайшем послеоперационном периоде 2-14 дней с момента хирургического вмешательства, и в отдаленном послеоперационном периоде 1-6 месяцев с момента хирургического вмешательства). Графически

результаты исследования представлены на Рисунке 2. В III группе (вид доступа к верхнечелюстной пазухе - эндоскопическая антростомия) не проводились измерения локального МЦК в первые 7 дней после оперативного вмешательства из-за наличия кровяных корок и сукровичного отделяемого в среднем носовом ходе, что исключает проведение адекватной браш-биопсии.

Хорошо заметно, что имеются значительные различия между III группой больных, где хирургический в верхнечелюстную пазуху доступ производился с помощью эндоназальной антростомии и группами I и II, где хирургический доступ в верхнечелюстную пазуху производился вне области среднего носового хода. При относительно нормальном среднем значении локального МЦК во всех группах до хирургического вмешательства оно фактически не претерпевает значимых изменений в I и II группе и значительно падает в III группе. Однофакторный дисперсионный анализ данных МЦК, проведенный в основных группах исследования, показал статистически значимое влияние вида проводимого хирургического доступа на локальный МЦК среднего носового хода ($F=50,93$ при $F_{крит}=3,34$).

Однако, основные группы исследования не совсем однородны. Основным предоперационным методом диагностики является КТ исследование околоносовых пазух, которое выявляет собственно инородное тело и регистрирует степень патологических изменений в верхнечелюстной пазухе, структурах среднего носового хода, клетках решетчатого лабиринта и лобной пазухе. Распределение по стадиям процесса, регистрируемым на КТ, при группировке по виду хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху приведено в Таблице 3. Количество больных с различными стадиями КТ изменений в околоносовых пазухах весьма схоже во всех основных группах исследования, что позволяет считать предыдущие выводы статистически достоверными.

Имея данные о стадиях КТ изменений в околоносовых пазухах, сопровождающих инородные тела верхнечелюстной пазухи, следует провести сравнение значений локального МЦК в зависимости от вида выполненного хирургического доступа к верхнечелюстной пазухе. Таблица 4 отражает результаты исследования локального МЦК в группах по виду оперативного доступа, разделенных по стадиям патологических изменений, зарегистрированных в околоносовых пазухах по данным КТ. Следует отметить, что при таком разделении хорошо заметно влияние патологических изменений среднего носового хода, клеток решетчатого лабиринта, зарегистрированных на КТ, на исходный локальный



МЦК, а также на все последующие значения локального МЦК, измеренные в послеоперационном периоде. Наличие этих изменений приводит к значительному ухудшению МЦК среднего носового хода, с медленной

тенденцией к улучшению со временем после хирургического вмешательства, что является статистически значимым при проведении однофакторного дисперсионного анализа ($F = 79,58$ при $F_{крит} = 3,32$).

Таблица 1

Средние результаты исследования локального МЦК среднего носового хода в послеоперационном периоде, сгруппированные по виду хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху

В ближайшем послеоперационном периоде (2-14 дней с момента оперативного вмешательства)							
День исследования с момента операции	До опер.	2 день	4 день	7 день	10 день	12 день	14 день
	Частота основной гармоники спектра, Гц (показатель локального МЦК)						
Трансмаксиллярный доступ, М ± Б	11,06 ±3,09	8,95 ±3,70	8,35 ±2,76	11,40 ±2,52	10,71 ±2,62	10,56 ±3,02	10,68 ±2,04
Прелакримальный доступ, М ± Б	11,21 ±3,83	9,25 ±4,56	8,94 ±3,85	11,02 ±2,00	10,42 ±2,78	10,15 ±2,34	10,65 ±1,85
Эндоскопическая антростомия, М ± Б	10,25 ±4,43	---	---	4,25 ±1,94	4,58 ±1,88	5,21 ±2,67	5,25 ±2,77
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		
	Частота основной гармоники спектра, Гц (показатель локального МЦК)						
Трансмаксиллярный доступ, М ± Б	10,12 ±3,02	10,94 ±1,84	10,87 ±2,82	11,23 ±3,30	10,97 ±3,20		
Прелакримальный доступ, М ± Б	10,42 ±2,24	10,94 ±3,23	10,92 ±2,39	11,30 ±2,20	10,95 ±2,36		
Эндоскопическая антростомия, М ± Б	5,17 ±2,48	6,85 ±3,93	7,10 ±3,55	8,17 ±3,80	8,24 ±4,84		

Table 1

Average results of the study of the local MCC of the middle nasal meatus in the postoperative period, grouped by the type of surgical approach to the maxillary sinus

Early postoperative period (2-14 days)							
Type of surgical access to the maxillary sinus	До опер.	2 день	4 день	7 день	10 день	12 день	14 день
	Frequency of the fundamental harmonic of the spectrum, Hz (Index of the local MCC)						
Transmaxillary approach, М ± Б	11,06 ±3,09	8,95 ±3,70	8,35 ±2,76	11,40 ±2,52	10,71 ±2,62	10,56 ±3,02	10,68 ±2,04
Prelacrima approach, М ± Б	11,21 ±3,83	9,25 ±4,56	8,94 ±3,85	11,02 ±2,00	10,42 ±2,78	10,15 ±2,34	10,65 ±1,85
Endoscopic antrostomy, М ± Б	10,25 ±4,43	---	---	4,25 ±1,94	4,58 ±1,88	5,21 ±2,67	5,25 ±2,77
Long-term postoperative period (1-6 month)							
Type of surgical access to the maxillary sinus	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	6 мес		
	Frequency of the fundamental harmonic of the spectrum, Hz (Index of the local MCC)						
Transmaxillary approach, М ± Б	10,12 ±3,02	10,94 ±1,84	10,87 ±2,82	11,23 ±3,30	10,97 ±3,20		
Prelacrima approach, М ± Б	10,42 ±2,24	10,94 ±3,23	10,92 ±2,39	11,30 ±2,20	10,95 ±2,36		
Endoscopic antrostomy, М ± Б	5,17 ±2,48	6,85 ±3,93	7,10 ±3,55	8,17 ±3,80	8,24 ±4,84		

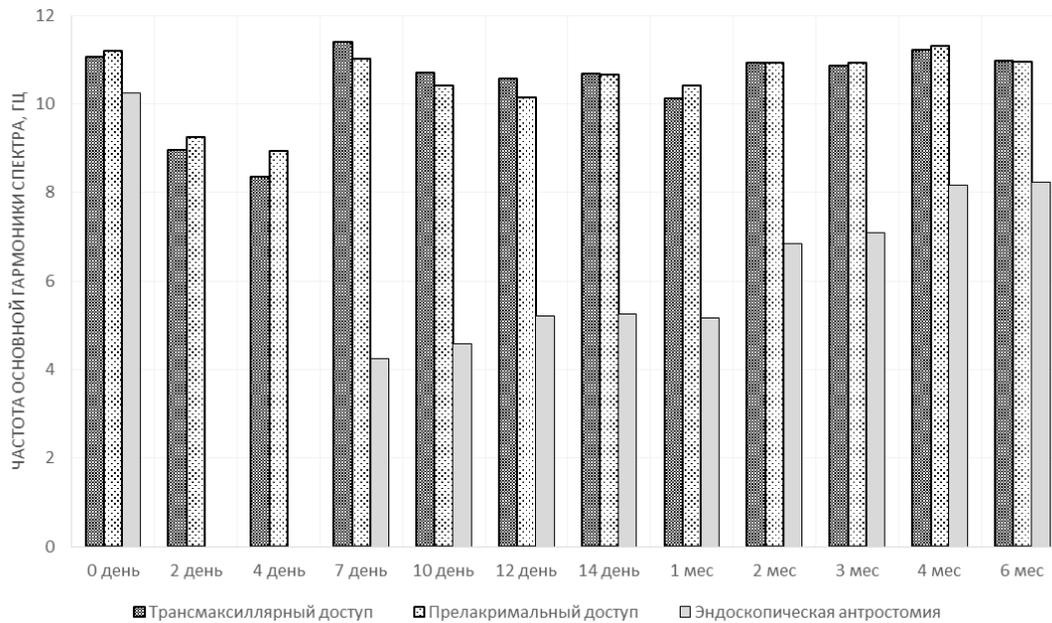


Рис.2 – Графическое представление средних показателей локального МЦК среднего носового хода, сгруппированных по виду хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху.

Fig.2 - Graphical representation of the average values of the local MCC of the middle nasal meatus, grouped by the type of surgical access to the maxillary sinus.

Таблица 2

Распределение изменений, регистрируемых по данным КТ исследования околоносовых пазух, по виду хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху

Вид хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху	Стадии КТ		
	КТ1	КТ2	КТ3
Трансмаксиллярный доступ	7	15	8
Прелакримальный доступ	8	13	9
Эндоскопическая антростомия	9	11	10

Table 2

Distribution of changes recorded according to CT examination of the paranasal sinuses, by type of surgical access to the maxillary sinus

Type of surgical access to the maxillary sinus	CT findings		
	CT1	CT2	CT3
Transmaxillary approach	7	15	8
Prelacrimial approach	8	13	9
Endoscopic antrostomy	9	11	10

Таблица 3

Средние результаты исследования локального МЦК среднего носового хода до оперативного вмешательства и послеоперационном периоде, по виду хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху, разделенные на группы по данным КТ (частота основной гармоники спектра, Гц М ± Б)

	До опер	2 день	4 день	7 день	10 день	12 день	14 день	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	6 мес
Трансмаксиллярный доступ												
К	13,24	11,31	10,01	13,26	12,48	12,52	11,95	12,15	12,13	12,66	13,35	13,14
Т	±1,25	±2,50	±2,47	±1,63	±1,97	±2,00	±1,19	±2,06	±1,62	±1,99	±2,20	±2,02
1												



К	12,50	10,21	9,30±	12,26	11,59	11,78	11,53	11,36	11,51	11,96	12,48	12,12
Т	±1,23	±3,01	2,08	±1,81	±2,03	±1,92	±1,33	±1,92	±1,43	±1,95	±2,50	±2,41
2												
К	6,45±	4,52±	5,12±	8,15±	7,52±	6,57±	7,97±	6,03±	8,84±	7,25±	7,03±	6,92±
Т	1,28	1,31	1,00	0,57	0,68	1,33	0,94	0,57	0,68	1,07	0,67	0,96
3												
Прелакримальный доступ												
К	14,70	13,71	12,62	12,98	13,11	12,40	12,37	12,67	14,18	13,10	13,42	13,15
Т	±1,52	±1,88	±1,59	±0,95	±1,47	±1,13	±0,84	±0,92	±1,08	±1,27	±0,84	±1,12
1												
К	10,99	7,99±	8,22±	10,42	9,58±	9,67±	10,39	9,66±	9,90±	10,68	10,90	10,66
Т	±0,46	1,82	1,13	±0,45	0,69	0,75	±0,64	0,63	1,50	±0,73	±0,58	±0,64
2												
К	6,35±	3,93±	4,26±	8,72±	7,27±	7,33±	8,40±	7,84±	7,18±	7,99±	8,60±	8,03±
Т	1,72	1,12	1,23	0,66	0,89	0,38	0,68	0,44	0,36	0,60	0,69	0,68
3												
Эндоскопическая антростомия												
К	12,06			4,71±	5,21±	5,81±	6,21±	5,78±	8,14±	8,20±	9,53±	9,47±
Т	±3,43			1,80	1,75	2,57	2,61	2,34	3,55	2,91	3,72	4,57
1												
К	11,17			4,70±	5,03±	5,89±	5,77±	5,83±	7,76±	7,99±	8,71±	9,10±
Т	±3,09			1,46	1,23	1,95	1,84	1,77	2,66	2,58	2,59	3,50
2												
К	7,61±			3,34±	3,52±	3,93±	3,82±	3,89±	4,69±	5,14±	6,35±	6,19±
Т	5,49			2,35	2,26	3,18	3,38	2,97	4,79	4,38	4,57	6,02
3												

Table 3

Average results of the study of the local MCC of the middle nasal meatus before surgery and the postoperative period, according to the type of surgical access to the maxillary sinus, divided into groups according to CT data (frequency of the fundamental spectrum harmonic, Hz M ± σ)

	До опер	2 день	4 день	7 день	10 день	12 день	14 день	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	6 мес
Transmaxillary approach												
К	13,24	11,31	10,01	13,26	12,48	12,52	11,95	12,15	12,13	12,66	13,35	13,14
Т	±1,25	±2,50	±2,47	±1,63	±1,97	±2,00	±1,19	±2,06	±1,62	±1,99	±2,20	±2,02
1												
К	12,50	10,21	9,30±	12,26	11,59	11,78	11,53	11,36	11,51	11,96	12,48	12,12
Т	±1,23	±3,01	2,08	±1,81	±2,03	±1,92	±1,33	±1,92	±1,43	±1,95	±2,50	±2,41
2												
К	6,45±	4,52±	5,12±	8,15±	7,52±	6,57±	7,97±	6,03±	8,84±	7,25±	7,03±	6,92±
Т	1,28	1,31	1,00	0,57	0,68	1,33	0,94	0,57	0,68	1,07	0,67	0,96
3												
Prelacrimal approach												
К	14,70	13,71	12,62	12,98	13,11	12,40	12,37	12,67	14,18	13,10	13,42	13,15
Т	±1,52	±1,88	±1,59	±0,95	±1,47	±1,13	±0,84	±0,92	±1,08	±1,27	±0,84	±1,12
1												
К	10,99	7,99±	8,22±	10,42	9,58±	9,67±	10,39	9,66±	9,90±	10,68	10,90	10,66
Т	±0,46	1,82	1,13	±0,45	0,69	0,75	±0,64	0,63	1,50	±0,73	±0,58	±0,64
2												
К	6,35±	3,93±	4,26±	8,72±	7,27±	7,33±	8,40±	7,84±	7,18±	7,99±	8,60±	8,03±
Т	1,72	1,12	1,23	0,66	0,89	0,38	0,68	0,44	0,36	0,60	0,69	0,68
3												
Endoscopic antrostomy												



К Т 1	12,06 ±3,43			4,71± 1,80	5,21± 1,75	5,81± 2,57	6,21± 2,61	5,78± 2,34	8,14± 3,55	8,20± 2,91	9,53± 3,72	9,47± 4,57
К Т 2	11,17 ±3,09			4,70± 1,46	5,03± 1,23	5,89± 1,95	5,77± 1,84	5,83± 1,77	7,76± 2,66	7,99± 2,58	8,71± 2,59	9,10± 3,50
К Т 3	7,61± 5,49			3,34± 2,35	3,52± 2,26	3,93± 3,18	3,82± 3,38	3,89± 2,97	4,69± 4,79	5,14± 4,38	6,35± 4,57	6,19± 6,02

Заключение. Нами разработан метод локальной оценки МЦК с помощью современной высокоскоростной цифровой видеозаписи микроскопической картины препарата, полученного путем браш-биопсии под контролем эндоскопа, с последующей ее математической обработкой. Этот метод применялся для исследования локального МЦК среднего носового хода для выявления нормативных значений в контрольной группе и у больных с инородными телами верхнечелюстной пазухи, как до оперативного вмешательства, так и в послеоперационном периоде. Установлено, что значения локального МЦК среднего носового хода зависят от степени патологических изменений в верхнечелюстной пазухе, среднем носовом ходе и передних клетках решетчатого лабиринта, регистрируемых по данным КТ исследования околоносовых пазух. Изменения локального МЦК среднего носового хода в послеоперационном периоде зависят от вида хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху, применяемого для извлечения инородного тела. Наиболее выраженные, длительно (до 6 месяцев) сохраняющиеся изменения локального МЦК среднего носового хода отмечаются при эндоназальной антростомии; при трансмаксиллярном и прелакримальном доступе небольшие изменения локального МЦК среднего носового хода отмечаются лишь в раннем послеоперационном периоде (2-7 день после оперативного вмешательства). При рассмотрении влияния степени патологических изменений верхнечелюстной пазухи и области остиомаатального комплекса, регистрируемых на КТ, на локальный МЦК 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. Таким образом, можно сделать вывод об определенных преимуществах (с точки зрения сохранения локального МЦК среднего носового хода) трансмаксиллярного и прелакримального доступа в верхнечелюстную пазуху над эндоназальной антростомией при инородных телах верхнечелюстной пазухи.

REFERENCES

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- | | |
|--|---|
| <p>[1]. Messerklinger, W. Die normalen Sekretwege in der Nase des Menschen [The normal secretion ways in the human nose] / W. Messerklinger // Arch Klin Exp Ohren Nasen Kehlkopfheilkd. – 1969. – Vol. 195(2). – Pp. 138-151. German</p> <p>[2]. Kennedy, D.W. Endoscopic maxillary antrostomy: not just a simple procedure / D.W. Kennedy, N.D. Adappa // Laryngoscope. – 2011. – Oct. – Vol. 121(10). – Pp. 2142-2145.</p> <p>[3]. Magomedov, M.M. Influence of additional fistulas on the development and course of inflammatory processes in the maxillary sinuses / M.M. Magomedov, D.V. Andriyashkin, A.E. Starostin, D.F. Zeynalova // Bulletin of otorhinolaryngology. – 2016. – T. 81. – № 3. – С. 48-50.</p> <p>[4]. Vasina, L.A. Influence of the Aqua-Maris preparation on the ciliary activity of ciliary cells of the nasal mucosa in patients with polypous rhinosinusitis. Vasina, G.S. Karabaeva // Kremlin Medicine. Clinical bulletin. – 2008. – № 1. – С. 13-15.</p> <p>[5]. Zakharova, G.P. Mucociliary system of the upper respiratory tract / G.P. Zakharova, Yu.K. Yanov, V.V. Shabalin. – СПб., 2010. – С. 109-157.</p> <p>[6]. Magomedov, M.M. Rhinological manifestations of COVID-19 in adult patients / M.M. Magomedov, D.S. Cherkasov // Russian rhinology. – 2020. – T. 28. – № 4. – С. 231-234.</p> | <p>[1]. Messerklinger, W. Die normalen Sekretwege in der Nase des Menschen [The normal secretion ways in the human nose] / W. Messerklinger // Arch Klin Exp Ohren Nasen Kehlkopfheilkd. – 1969. – Vol. 195(2). – Pp. 138-151. German</p> <p>[2]. Kennedy, D.W. Endoscopic maxillary antrostomy: not just a simple procedure / D.W. Kennedy, N.D. Adappa // Laryngoscope. – 2011. – Oct. – Vol. 121(10). – Pp. 2142-2145.</p> <p>[3]. Магомедов, М.М. Влияние добавочных соустьев на развитие и течение воспалительных процессов в верхнечелюстных пазухах / М.М. Магомедов, Д.В. Андрияшкин, А.Е. Старостина, Д.Ф. Зейналова // Вестник оториноларингологии. – 2016. – Т. 81. – № 3. – С. 48-50.</p> <p>[4]. Васина, Л.А. Влияние препарата аква-марис на цилиарную активность мерцательных клеток слизистой оболочки носа у больных полипозным риносинуситом / Л.А. Васина, Г.С. Карабаева // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2008. – № 1. – С. 13-15.</p> <p>[5]. Захарова, Г.П. Мукоцилиарная система верхних дыхательных путей / Г.П. Захарова, Ю.К. Янов, В.В. Шабалин. – СПб., 2010. – С. 109-157.</p> <p>[6]. Магомедов, М.М. Ринологические проявления Covid-19 у взрослых пациентов / М.М. Магомедов, Д.С. Черкасов // Российская ринология. – 2020. – Т. 28. – № 4. – С. 231-234.</p> |
|--|---|



- [7]. Beule, A.G. Wundheilung und postoperative Behandlung nach Nasennebenhöhlenoperationen / A.G. Beule, W. Hosemann // HNO. – 2009. – Vol. 57. – Pp. 763-771.
- [8]. Waguespack, R. Mucociliary clearance patterns following endoscopic sinus surgery/ R. Waguespack // Laryngoscope. – 1995. – Jul. – Vol. 105 (7 Pt 2 Suppl 71). – Pp. 1-40.
- [9]. Ermakov, I. Yu. System for the study of mucociliary clearance of the mucous membrane of the nasal cavity / Ermakov I.Yu., Mareev G.O., Danilova T.V., Manturov A.O.// In collection: Methods of computer diagnostics in biology and medicine - 2015. С. 112-115.
- [10]. Danilova, T.V. Method of mucociliary clearance assessment / Danilova T.V., Manturov A.O., Ermakov I.Y., Mareev G.O., Mareev O.V.// Progress in Biomedical Optics and Imaging - Proceedings of SPIE. 2016. С. 99172A.
- [11]. Ermakov, I. Yu. Video processing for the study of mucociliary clearance / Ermakov I.Yu. // In collection: Actual problems of biomedical engineering. 2014. С. 170-174.
- [7]. Beule, A.G. Wundheilung und postoperative Behandlung nach Nasennebenhöhlenoperationen / A.G. Beule, W. Hosemann // HNO. – 2009. – Vol. 57. – Pp. 763-771.
- [8]. Waguespack, R. Mucociliary clearance patterns following endoscopic sinus surgery/ R. Waguespack // Laryngoscope. – 1995. – Jul. – Vol. 105 (7 Pt 2 Suppl 71). – Pp. 1-40.
- [9]. Ермаков, И.Ю. Система для исследования мукоцилиарного клиренса слизистой оболочки полости носа / Ермаков И.Ю., Мареев Г.О., Данилова Т.В., Мантуров А.О.// В сб.: Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине - 2015. С. 112-115.
- [10]. Danilova, T.V. Method of mucociliary clearance assessment / Danilova T.V., Manturov A.O., Ermakov I.Y., Mareev G.O., Mareev O.V.// Progress in Biomedical Optics and Imaging - Proceedings of SPIE. 2016. С. 99172A.
- [11]. Ермаков, И.Ю. Обработка видеозаписей для исследования мукоцилиарного клиренса / Ермаков И.Ю. // В сб.: Актуальные вопросы биомедицинской инженерии. 2014. С. 170-174.

Mareev G.O. - SPIN ID: 5502-4395; ORCID ID: 0000-0002-7240-5651

Mareev O.V. - SPIN ID: 1250-9662; ORCID ID: 0000-0002-5906-8080

Ermakov I.Y. - SPIN ID: 2749-9053

Fedosov I.V. - SPIN ID: 2764-6057; ORCID ID: 0000-0002-3619-245X

Afonina O.I. - SPIN ID: 3595-8851; ORCID ID: 0000-0002-5118-1812

For citation: Mareev G.O., Mareev O.V., Ermakov I.Y., Fedosov I.V., Afonina O.I. ASSESSMENT OF LOCAL MUCOCILIARY CLEARANCE OF THE MIDDLE NASAL MEATUS AFTER DIFFERENT TYPES OF SURGICAL ACCESS TO THE MAXILLARY SINUS // Medical & pharmaceutical journal «Pulse». - 2022. - Vol.24. №4. - pp. 49-57. Doi: <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-4-49-57>.

Для цитирования: Мареев Г.О., Мареев О.В., Ермаков И.Ю., Федосов И.В., Афонина О.И. ЛОКАЛЬНЫЙ МУКОЦИЛИАРНЫЙ КЛИРЕНС СРЕДНЕГО НОСОВОГО ХОДА И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЕ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ХИРУРГИЧЕСКОГО ДОСТУПА К ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХЕ // Медико-фармацевтический журнал "Пульс". - 2022. - Т.24. №4. - С. 49-57. Doi: <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-4-49-57>.