

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА

# Экспериментальная и клиническая ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИЯ

№ 1 (01)  
март 2019



SCIENTIFIC INTERDISCIPLINARY PEER-REVIEWED JOURNAL  
OF THE FEDERAL MEDICAL AND BIOLOGICAL AGENCY

Experimental and clinical  
OTORHINOLARYNGOLOGY

# Рентген-Берлин

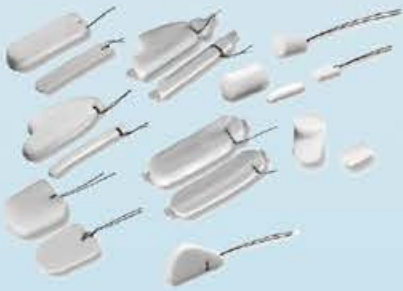
Закрытое акционерное общество

**ЗАО «Рентген-Берлин» – официальный дистрибьютор компании «Medtronic Xomed Inc.».** Нашей специализацией является поставка и сопровождение систем лор-хирургии, интраоперационного контроля и навигации.  
**ЗАО «Рентген-Берлин» работает на рынке медицинских систем и расходных материалов с 1994 года.**

Мы обеспечиваем:

- демонстрацию и апробацию систем на базе заказчика для определения оптимальной конфигурации;
- комплексную поставку медицинского оборудования непосредственно от компании Medtronic;
- техническое сопровождение, консультации и подготовку медицинского персонала до уровня самостоятельной работы с оборудованием;
- поставку комплектующих и расходных материалов.

Хирургические консоли для управления механизированными хирургическими инструментами для лор- и отохирургии. Непревзойденная эргономика и надежность шейверов и дрелей Medtronic в сочетании с инновационными лезвиями и борами.



Более 30 лет губчатые тампоны Меросель занимают лидирующие позиции в мире, обладая превосходным качеством исходных материалов, инновационным дизайном, большой номенклатурой исполнения тампонов для оториноларингологических операций и амбулаторных лор-процедур.

Интраоперационные томографы и хирургические навигационные системы компании Medtronic позволяют точно определять расположение анатомических структур пациента при открытых, чрезкожных, а также трансназальных и трансоральных хирургических вмешательствах. Использование систем показано при хирургических вмешательствах в оториноларингологии, при хирургии среднего уха, ЧЛХ, хирургии основания черепа, нейрохирургии, хирургии позвоночника, ортопедии, травматологии. Эти системы позволяют в режиме реального времени получать информацию об анатомических особенностях пациента, расположении инструментов, состоянии патологии и месте операционного вмешательства при планировании и в ходе операции.



Интраоперационная система мониторинг целостности нерва NIM-Neuro 3.0 позволяет хирургам определять, подтверждать и контролировать функцию двигательного нерва, при хирургических вмешательствах, что уменьшает риск повреждения лицевого нерва при операциях на среднем ухе; лицевого нерва при операциях на боковом отделе лица; возвратно-гортанного нерва при операциях на щитовидной железе; любых двигательных нервов с контролем до восьми ветвей (каналов). Возможна интеграции с отолотическими дрелями Visao.



Тел. (812) 5795744, Факс: (812) 5794712  
E-mail: [info@rentgen-berlin.ru](mailto:info@rentgen-berlin.ru)  
191028, г. Санкт-Петербург  
Литейный пр., д. 15, лит. А, пом. 52Н

**Medtronic**



# Экспериментальная и клиническая ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА

№ 1 (01) 2019 г.

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИЯ» – научный междисциплинарный рецензируемый журнал Федерального медико-биологического агентства.**

**УЧРЕДИТЕЛЬ** – Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Клиническая больница № 122 имени Л. Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства.

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР** – главный врач ФГБУЗ «КБ № 122 имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, заслуженный врач России, доктор медицинских наук профессор Я. А. Накатис.

**ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:** директор центра оториноларингологии ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр ФМБА России», доктор медицинских наук К. Г. Добрецов; руководитель отдела рекламы и информации ФГБУЗ «Клиническая больница № 122 имени Л. Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства О. Ю. Морозова.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:** доктор медицинских наук профессор, член-корр. РАН М. Р. Богомильский; доктор медицинских наук профессор, член-корр. РАН Н. А. Дайхес; доктор медицинских наук профессор В. С. Козлов; доктор медицинских наук профессор А. И. Крюков; доктор медицинских наук профессор А. С. Лопатин; доктор медицинских наук профессор, член-корр. РАН Г. З. Пискунов; доктор медицинских наук профессор М. А. Рымша; доктор медицинских наук профессор Г. А. Таваркиладзе.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:** кандидат медицинских наук В. М. Авербух; кандидат медицинских наук доцент И. В. Андриянова; доктор медицинских наук профессор С. А. Артюшкин; кандидат медицинских наук В. В. Бахшиян; кандидат медицинских наук доцент Н. Э. Бойкова; доктор медицинских наук профессор М. Ю. Бобошко; доктор медицинских наук профессор В. П. Быкова; кандидат медицинских наук В. В. Вавин; доктор медицинских наук профессор Т. И. Гарашченко; доктор медицинских наук профессор Е. В. Гаров; доктор медицинских наук профессор Д. А. Гуляев; доктор медицинских наук

**RESEARCH AND PRACTICE JOURNAL «EXPERIMENTAL AND CLINICAL OTORHINOLARYNGOLOGY» – scientific interdisciplinary peer-reviewed journal of the Federal Medical and Biological Agency.**

**FOUNDER** – Sokolov' Hospital N 122 of the Federal Medical and Biological Agency.

**EDITOR-IN-CHIEF** – Chief Physician of Sokolov' Hospital N 122 of the Federal Medical and Biological Agency, Honored Doctor of Russia, MD Professor Ya. A. Nakatish.

**DEPUTY EDITOR-IN-CHIEFS:** Director of the Otorhinolaryngology Center at the Federal Siberian Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, MD K. G. Dobretsov; Head of Advertising and Information Department of Sokolov' Hospital N 122 of the Federal Medical and Biological Agency O. Yu. Morozova.

**EDITORIAL BOARD:** MD Professor, Corresponding Member of RAS M. R. Bogomilskii; MD Professor, Corresponding Member of RAS N. A. Daikhes; MD Professor V. S. Kozlov; MD Professor A. I. Kryukov; MD Professor A. S. Lopatin; MD Professor, Corresponding Member of RAS G. Z. Piskunov; MD Professor M. A. Rymsha; MD Professor G. A. Tavartkiladze.

**EDITORIAL REVIEW BOARD:** PhD V. M. Averbukh; PhD Associate Professor I. V. Andriyanova; MD Professor S. A. Artyushkin; PhD V. V. Bakhshinyan; PhD Associate Professor N. E. Boikova; MD Professor M. Yu. Boboshko; MD Professor V. P. Bykova; PhD V. V. Vavin; MD Professor T. I. Garashchenko; MD Professor E. V. Garov; MD Professor D. A. Gulyaev; MD Professor V. V. Dvoryanchikov; MD Kh. Diab; MD Professor M. A. Zavaliy; PhD Associate Professor O. V. Zaitseva; MD Professor A. Yu. Ivoilov; MD Professor

professor V. V. Dvoryanchikov; доктор медицинских наук Х. Диаб; доктор медицинских наук профессор М. А. Завалий; кандидат медицинских наук доцент О. В. Зайцева; доктор медицинских наук профессор А. Ю. Ивоилов; доктор медицинских наук профессор Д. Н. Капитанов; доктор медицинских наук доцент О. В. Карнеева; доктор медицинских наук профессор С. А. Карпищенко; доктор медицинских наук профессор Е. П. Карпова; доктор медицинских наук доцент О. А. Коленчукова; доктор медицинских наук профессор С. Я. Косяков; доктор медицинских наук профессор С. В. Кузнецов; доктор медицинских наук профессор Л. А. Лазарева; кандидат медицинских наук А. С. Мачалов; доктор медицинских наук профессор Е. В. Носуля; доктор медицинских наук профессор Н. А. Милешина; доктор медицинских наук профессор С. Б. Мосихин; кандидат медицинских наук И. И. Назмудинов; кандидат медицинских наук Е. В. Осипенко; доктор медицинских наук профессор П. В. Павлов; доктор медицинских наук профессор В. Б. Панкова; доктор медицинских наук профессор А. Н. Пашчинин; кандидат медицинских наук Д. П. Поляков; доктор медицинских наук профессор А. Ф. Романчишен; доктор медицинских наук профессор С. В. Рязанцев; доктор медицинских наук профессор В. М. Свистушкин; доктор медицинских наук профессор В. В. Тец; доктор медицинских наук профессор В. И. Федосеев; доктор медицинских наук профессор В. В. Шиленкова; доктор медицинских наук профессор А. С. Юнусов; доктор медицинских наук профессор А. И. Яременко.

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:** профессор Р. Бенчев (Болгария); доктор медицинских наук Ж. В. Колядич (Беларусь); профессор Я. Константиноидис (Греция); профессор С. Ланг (Германия); профессор В. Манн (Германия); профессор К. Мекко (Турция); профессор Х. Негм (Египет); профессор М. Онерчи (Турция); профессор Д. Пассали (Италия); профессор Р. Пушедду (Италия); профессор М. Профрант (Словакия); профессор М. Станкович (Сербия); доктор медицинских наук профессор Р. К. Тудебаев (Казахстан); доктор медицинских наук профессор А. К. Шукурян (Армения); профессор Ф. Чабол (Франция).

Редактор – А. Е. Василевская.

Корректор – П. И. Сидорова.

D. N. Kapitanov; MD Associate Professor O. V. Karneeva; MD Professor S. A. Karpishchenko; MD Professor E. P. Karpova; MD Associate Professor O. A. Kolenchukova; MD Professor S. Ya. Kosyakov; MD Professor S. V. Kuznetsov; MD Professor L. A. Lazareva; PhD A. S. Machalov; MD Professor E. V. Nosulya; MD Professor N. A. Mifeshina; MD Professor S. B. Mosikhin; PhD I. I. Nazhmudinov; PhD E. V. Osipenko; MD Professor P. V. Pavlov; MD Professor V. B. Pankova; MD Professor A. N. Pashchinin; PhD D. P. Polyakov; MD Professor A. F. Romanchishen; MD Professor S. V. Ryazantsev; MD Professor V. M. Svistushkin; MD Professor V. V. Tets; MD Professor V. I. Fedoseev; MD Professor V. V. Shilenkova; MD Professor A. S. Yunusov; MD Professor A. I. Yaremko.

**INTERNATIONAL EDITORIAL REVIEW BOARD:** Professor R. Benchev (Bulgaria); MD J. V. Kolyadich (Belarus); Professor Ya. Konstantinidis (Greece); Professor S. Lang (Germany); Professor V. Mann (Germany); Professor K. Meco (Turkey); Professor Kh. Negm (Egypt); Professor M. Onerci (Turkey); Professor D. Passali (Italy); Professor R. Puxeddu (Italy); Professor M. Profant (Slovakia); Professor M. Stanković (Serbia); MD Professor R. K. Tulebaev (Kazakhstan); MD Professor A. K. Shukuryan (Armenia); Professor F. Chabolle (France).

Editor – A. E. Vasilevskaya.

Corrector – P. I. Sidorova.

Журнал «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИЯ» – периодическое научно-практическое рецензируемое издание. Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия. Свидетельство о регистрации (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-74264 от 09.11.2018. Издается ежеквартально. Тираж 1000 экз. Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в издании, допускается с письменного разрешения редакции. Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Клиническая больница № 122 имени Л. Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства. Адрес редакции: 194291, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4, тел./факс (812) 559-9724, e-mail: palasva@med122.com. Обложка: Владимир Золотухин, «Время метро». Изготовлено в ООО «Основа», 125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 1, стр. 1, помещение VI, комната 306, офис 28. Тел. (495) 980-27-75/76. Отдано в печать 11.06.2019. Номер заказа № 30606 от 06.06.2019.

EXPERIMENTAL AND CLINICAL OTORHINOLARYNGOLOGY JOURNAL is a periodical scientific and practical peer-reviewed publication. The journal is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media and the Cultural Heritage Protection. Certificate of Registration (Roskomnadzor) PI N F577-74264 dated 09.11.2018. Published every quarter. Circulation is 1000 copies. Full or partial reproduction of materials contained in the publication is allowed with the written permission of the publisher. Founder – Sokolov' Hospital N 122 of the Federal Medical and Biological Agency. Editorial address: dom 4, pr. Kultury, Saint Petersburg, Russia, 194291; tel./fax (812) 559-9724, e-mail: palasva@med122.com. Design cover by Vladimir Zolotuhin, «Time of Metro». Manufactured in LLC Osnova: office 28, building 1, dom 1, Volokolamsk highway, Moscow, Russia, 125080, tel (495) 980-27-75/76. Gone to press on 11.06.2019. Order number № 30606 dated 06.06.2019.

Индекс для подписки в Каталоге Агентства «Роспечать»: 81048. Журнал входит в индекс научного цитирования www.elibrary.ru. Журнал представлен в национальной библиографической базе данных научного цитирования (РИНЦ). Статьи из журнала доступны на сайте www.med122.com.

Index for subscription in the Catalog of Agency «Rospechat»: 81048. The journal is included in the Scientific Citation Index www.elibrary.ru. The journal is presented in the Russian Index of Science Citation (RISC). Journal articles are available at www.med122.com.

# Содержание

# Contents

**Интервью с главным врачом ФГБУЗ «Клиническая  
больница № 122 имени Л. Г. Соколова»  
ФМБА России Я. А. Накатисом**

ВРЕМЯ ИНТЕРЕСНО И СО ВКУСОМ РАБОТАТЬ. .... 6

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИЯ

## EXPERIMENTAL OTORHINOLARYNGOLOGY

**Добрецов К. Г., Столяр С. В., Кириченко А. К.**

МОДЕЛЬ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ  
ВЕЩЕСТВ В ТКАНИ ЛОР-ОРГАНОВ ..... 9

**Dobretsov K. G., Stolyar S. V., Kirichenko A. K.**

MODEL OF TARGETED DRUG DELIVERY IN THE ENT  
TISSUES ..... 13

## ЗАБОЛЕВАНИЯ НОСА И ОКОЛОНОСОВЫХ ПАЗУХ

## DISEASES OF THE NOSE AND PARANASAL SINUSES

**Пискунов В. С., Пискунов И. С., Никитин Н. А.,  
Власова М. М.**

НАШ ОПЫТ ДИАГНОСТИКИ И ХИРУРГИЧЕСКОГО  
ЛЕЧЕНИЯ СПОНТАННОЙ СФЕНОИДАЛЬНОЙ  
ЛИКВОРЕИ ..... 16

**Piskunov V. S., Piskunov I. S., Nikitin N. A.,  
Vlasova M. M.**

OUR EXPERIENCE IN THE DIAGNOSIS AND SURGICAL  
TREATMENT OF SPONTANEOUS SPHENOID SINUS  
CEREBROSPINAL FLUID RHINORRHOEA ..... 20

## ЗАБОЛЕВАНИЯ УХА И СУРДОЛОГИЯ

## EAR DISEASES AND AUDIOLOGY

**Варга Л., Кабатова З., Профант М.**

СПОНТАННЫЙ ОТОГЕННЫЙ ПНЕВМОЦЕЛЕ ..... 23

**Varga L., Kabátová Z., Profant M.**

SPONTANEOUS OTOGENIC PNEUMOCEPHALUS ... 27

**Зеленкова В. Н., Зеликович Е. И., Загорская Е. Е.,  
Куриленков Г. В., Киселюс В. Э.**

АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ  
ТУГОУХОСТИ У БОЛЬНЫХ ОТОСКЛЕРОЗОМ ..... 31

**Zelenkova V. N., Zelikovich E. I., Zagorskaya E. E.,  
Kurilenkov G. V., Kiselius V. E.**

ALGORITHM OF DIAGNOSIS AND REHABILITATION  
OF HEARING LOSS IN PATIENTS WITH  
OTOSCLEROSIS ..... 37

## ЗАБОЛЕВАНИЯ ГЛОТКИ, ГОРТАНИ И ТРАХЕИ

## DISEASES OF THE PHARYNX, LARYNX AND TRACHEA

**Дайхес Н. А., Джафарова М. З., Авербух В. М.,  
Кузнецов А. О., Джафарова А. З.**

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ  
СЛИП-ЭНДОСКОПИИ ..... 43

**Daikhes N. A., Dzhafarova M. Z., Averbukh V. M.,  
Kuznetsov A. O., Dzhafarova A. Z.**

CONTEMPORARY SLEEP-ENDOSCOPY CLASIFICATION  
SYSTEMS ..... 48



**Карта Ф., Олла А. М., Кварту Д., Чучуева Н. Д.,  
Пушедду Р.**

ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ УДАЛЕНИЕ ИНОРОДНЫХ ТЕЛ  
ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ У ДЕТЕЙ ..... 52

**Лейзерман М. Г., Котляр В. С., Кирсанова Е. В.,  
Фисенко К. Ю.**

ВАРИАНТЫ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ  
ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ГОЛОСОВЫХ СКЛАДКАХ ... 65

**Carta F., Olla A. M., Quartu D., Chuchueva N. D.,  
Puxeddu R.**

ENDOSCOPIC MANAGEMENT OF PEDIATRIC AIRWAY  
FOREIGN BODY ..... 59

**Leizerman M. G., Kotlyar V. S., Kirsanova E. V.,  
Fisenko K. Yu.**

VARIANTS OF ANESTHESIA FOR VOCAL CORD  
SURGERY ..... 67

## ОНКОЛОГИЯ ГОЛОВЫ И ШЕИ

## HEAD AND NECK ONCOLOGY

**Тризна Н. М., Белоцерковский И. В., Ена Д. Л.,  
Колядич Ж. В.**

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНО-ФАСЦИАЛЬНОГО  
ПЕКТОРАЛЬНОГО ЛОСКУТА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ  
ПОСТРЕЗЕКЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ  
ОРОФАРИНГЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ ..... 69

**Trizna N. M., Belotserkovskii I. V., Ena D. L.,  
Kolyadich J. V.**

RECONSTRUCTION OF OROPHARYNGEAL  
POSTRESECTION DEFECTS WITH PECTORALIS  
MYOFASCIAL FLAP ..... 77

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

## CLINICAL CASE

**Диаб Х. М., Кондратчиков Д. С., Пашчинина О. А.,  
Зухба А. Г., Панина О. С., Загорская Д. А.**

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ИНФРАЛАБИРИНТНО-  
АПИКАЛЬНОЙ ХОЛЕСТЕАТОМЫ ПИРАМИДЫ  
ВИСОЧНОЙ КОСТИ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ  
В ОБЛАСТЬ СКАТА ..... 85

**Diab Kh. M., Kondratchikov D. S., Pashchinina O. A.,  
Zukhba A. G., Panina O. S., Zagorskaya D. A.**

CLINICAL CASE OF INFRALABYRINTHINE APICAL  
CHOLESTEATOMA WITH EXTENSION INTO THE  
CLIVUS ..... 91

## ОБЗОРЫ

## REVIEWS

**Капитанов Д. Н., Шелеско Е. В., Кравчук А. Д.,  
Черникова Н. А., Зинкевич Д. Н.**

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ: ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ  
НАЗАЛЬНОЙ ЛИКВОРЕИ ..... 96

**Kapitanov D. N., Shelesko E. V., Kravchuk A. D.,  
Chernikova N. A., Zinkevich D. N.**

REVIEW OF LITERATURE: PRINCIPLES OF  
DIAGNOSTICS OF CEREBROSPINAL FLUID  
RHINORRHEA ..... 106

## ИСТОРИЯ ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ

## HISTORY OF OTORHINOLARYNGOLOGY

**Негм Х.**

ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНЕ И ОТОРИНОЛАРИН-  
ГОЛОГИИ В ДРЕВНЕМ ЕГИПТЕ ..... 115

**Negm Kh.**

INNOVATIONS IN MEDICINE AND OTORHI-  
NOLARYNGOLOGY IN ANCIENT EGYPT ..... 122



## ВРЕМЯ ИНТЕРЕСНО И СО ВКУСОМ РАБОТАТЬ

ИНТЕРВЬЮ С ГЛАВНЫМ ВРАЧОМ ФГБУЗ «КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА № 122  
ИМЕНИ Л. Г. СОКОЛОВА» ФМБА РОССИИ Я. А. НАКАТИСОМ

**Б**логи, сайты... Приметы времени. Но так хочется иногда пошуршать страницами, сделать пометку на полях! Извольте, вот вам новое издание – журнал «Экспериментальная и клиническая оториноларингология». О том, какие задачи стоят перед ним, мы узнали у его главного редактора, главного оториноларинголога Федерального медико-биологического агентства, главного врача ФГБУЗ «Клиническая больница № 122 имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, заслуженного врача России Якова Александровича Накатиса.

**– Яков Александрович, для чего нам нужен еще один лор-журнал?**

– Научных журналов много не бывает. Посмотрите, что происходит сегодня. Стремительное развитие фармакологии, появление уникальной медицинской техники как оптической, так и с использованием различных физических воздействий, совершенствование хирургической техники уже диктуют специалисту необходимость изучать смежные специальности, знакомиться с достижениями в различных областях медицины и совершенствовать свои междисциплинарные знания.

Все имеющиеся издания существуют под патронажем известных научно-исследовательских институтов и имеют устоявшуюся четкую направленность. И в числе их авторов мы не найдем инженеров, биологов, биофизиков, коллег смежных специальностей – офтальмологов, рентгенологов, челюстно-лицевых хирургов. А нам в журнале хотелось бы их видеть. Если у них в столах имеются готовые для публикации материалы, мы готовы их рассмотреть. Даже если они будут небесспорные. Мы готовы к дискуссии. Само название журнала «Экспериментальная и клиническая оториноларингология» содержит некую заявку на широту наших взглядов. Оториноларинголог не должен замыкаться внутри своей специальности.



**– А разве оториноларингология не «узкая» специализация по определению?**

– Это не так. Начнем с того, что наша специальность относительно молодая. Она начала формироваться всего-то со второй половины XIX века. Оториноларингология в известной степени консервативна, но это тема для другого разговора. Мы действительно пользуемся хирургическим и диагностическим инструментарием, который практически без изменений дошел до наших дней. Зато смело можно сказать, что первыми эндоскопистами в медицине были именно оториноларингологи. Разве не мы, используя отраженный в вогнутом зеркале световой поток, впервые заглянули в слуховой проход, в полость носа, глотки и гортани, хорошо изучили особенности этих анатомических образований? Что же касается прогрессивных тенденций, то мы раньше всех применили операционный микроскоп, жесткую и гибкую эндоскопию. И постоянно находимся впереди, мы вынуждены реагировать на все новое. Без нас не могут обойтись ни терапевты, ни неврологи, ни нейрохирурги, ни пульмонологи, ни стоматологи. Гастроэнтерологи, нефрологи, даже психотерапевты – тоже. А благодаря тому, что у нас нет разделения на взрослую и детскую оториноларингологию, мы специалисты поистине универсальные.

**– Какие в таком случае у нас существуют возможности в лечении пациентов?**

– Мы располагаем сегодня уникальной эндовидеотехникой для производства сложнейших операций с возможностью компьютерной обработки изображения. Применяем лазеры, радиоволны. Сегодня мы можем делать то, о чем не могли мечтать вчера. На памяти ныне здравствующих специалистов победное и, я бы сказал, революционное шествие кохлеарной имплантации. Менее чем за три десятилетия это направление прошло путь от пионерских операций до полного удовлетворения потребностей всех нуждающихся в стране детей. Практически каждый ребенок по показаниям сегодня получает кохлеарный имплант. Да, пока не получают сразу на оба уха, но это дело времени. Можно говорить о революции в ринологии. С использованием эндоскопов появилась возможность практически атравматично входить через соустья в околоносовые пазухи, дренировать их, удалять новообразования. Внедрена баллонная пластика околоносовых соустьев. Практически как ангиопластика в интервенционной кардиологии, операции под микроскопом в полости носа значительно повысили качество вмешательств на перегородке носа при ее коррекции для восстановления носового дыхания. Микроларингоскопия и использование энергии лазера позволили проводить очень изящные вмешательства на голосовом аппарате.





**– Что же, темных пятен в оториноларингологии не осталось?**

– Остались, как не быть! Например, нет единого мнения о теории восприятия запахов – этот процесс до настоящего времени недостаточно изучен. Обонянием мало кто занимается, а в жизни человека восприятие запахов очень важно. Это ведь прежде всего защитная реакция организма. Острая нейросенсорная тугоухость во все времена была очень большой проблемой, она таковой и осталась. Что повреждает кохлеарный нерв – до сих пор непонятно, и как защищаться от токсинов – тоже неясно. Протектор для защиты нерва до сих пор не создан. Нет протекторов для вестибулярного аппарата. Роль триггерного механизма слизистой полости носа при возникновении бронхоспазма также еще полностью не изучена, и свет в конце тоннеля пока не виден. Так что вопросов к нашей специальности остается много. Далеко ходить не нужно – мы до сих пор описываем все новые и новые анатомические образования в среднем и внутреннем ухе, в ринологических структурах и гортани.

**– И какие есть сегодня виды на возможность сказать свое слово в науке?**

– Сегодня «высокая» оториноларингология не удел крупных столичных институтов. Хорошо оснащены и провинциальные отделения и даже кабинеты в рядовых поликлиниках. Так что дерзнуть может каждый. Неоснованно уменьшились научные исследования в области промышленной медицины. А ведь профессионально зависимые заболевания в оториноларингологии пропорционально увеличиваются с бурным развитием промышленности. И работы лор-профпатологов сегодня востребованы как никогда. В нашем журнале обязательно будет раздел «профпатология в оториноларингологии».

**– Можем ли мы достижения российских специалистов сравнить с достижениями коллег за рубежом?**

– Можем. И сравниваем. И видим, что сегодня россияне могут получить всю необходимую оториноларингологическую помощь у нас в стране. И она оказывается на том же высоком уровне, что и за рубежом. В лор-сообществе хорошо выстроена вертикаль взаимодействия от главного специалиста до начинающих врачей, информация распространяется очень быстро, проводится огромное количество семинаров, мастер-классов.

**– Планируются ли какие-либо приложения к журналу – аудио, видео?**

– И не только. У нас много всяких замыслов. Сейчас время интересно и со вкусом работать... Трудно было решиться на создание нового журнала. Понимаем, какая ответственность лежит на нас. Надо не только собрать материалы, но и привлечь рекламодателей, спонсоров; организовать перевод на английский язык, наладить систему рецензирования, чтобы войти в список журналов ВАК и систему Scopus. Но решение принято. Вы держите в руках первый номер журнала. Давайте запомним эту дату – возможно, она войдет в историю отечественной оториноларингологии.

*С уважением ко всем коллегам  
и признательностью к авторам  
и соратникам по созданию журнала,  
главный редактор, профессор  
Я. А. Накатис*





УДК 616.21-085

# МОДЕЛЬ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ТКАНИ ЛОР-ОРГАНОВ

## MODEL OF TARGETED DRUG DELIVERY IN THE ENT TISSUES

<sup>1,2</sup>К. Г. Добрецов, <sup>2,3</sup>С. В. Столяр, <sup>4</sup>А. К. Кириченко<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр ФМБА России»<sup>2</sup>ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»<sup>3</sup>Сибирский федеральный университет<sup>4</sup>НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Красноярск ОАО «РЖД»<sup>1,2</sup>K. G. Dobretsov, <sup>2,3</sup>S. V. Stolyar, <sup>4</sup>A. K. Kirichenko<sup>1</sup>Federal Siberian Scientific and Clinical Center of FMBA of Russia<sup>2</sup>Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences»<sup>3</sup>Siberian Federal University<sup>4</sup>Road Clinical Hospital at the station of Krasnoyarsk JSC «RZD»

**РЕФЕРАТ.** В статье представлены результаты экспериментального исследования изучения адресной доставки лекарственных веществ в ткани лор-органов с помощью магнитных наночастиц и магнитного поля. С помощью реакции Перлса в опытах на мягких тканях, хряще, кости и слизистой оболочке было доказано, что проникновение магнитных наночастиц происходит только при использовании переменного магнитного поля. В дальнейшем использование разработанного метода позволит оказывать эффективное местное воздействие лекарственных веществ в очагах поражения лор-органов, которые резистентны к традиционным терапевтическим подходам.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** наночастицы, переменное магнитное поле, реакция Перлса, ткани лор-органов, адресная доставка.

**SUMMARY.** The article presents the results of experimental study exploring the targeted drug delivery into the ENT tissues using magnetic nanoparticles and a magnetic field. Using the Perls' reaction in experiments on soft tissues, cartilage, bone and mucosa, it was proved that the magnetic nanoparticles penetrate only when using an alternating magnetic field. In the future, the use of the developed method will allow providing effective local action of drugs in the lesions of the ENT organs, which are resistant to traditional therapeutic approaches.

**KEY WORDS:** nanoparticles, alternating magnetic field, Perls' reaction, ENT tissues, targeted delivery.

### Введение

На сегодняшний день о лечении воспалительных заболеваний лор-органов опубликовано большое количество работ, где подробно описаны алгоритмы и схемы лечения, которые в подавляющем большинстве эффективны. Однако существуют воспалительные и другие заболевания лор-органов, которые плохо поддаются лечению и требуют нестандартного терапевтического подхода. Чаще речь связана с вялотекущей хронической инфекцией при хронических синуситах, остеомиелитах, латентных мастоидитах и пр. Депонирование и размножение микроорганизмов в очагах поражения приводит к нарушению микроциркуляции сосудов, нарушению трофики тканей и выключению из кровоснабжения микрососудов. Это, конечно, препятствует проникновению в очаг воспаления антибактериальных и других лекарственных препаратов [4].

Изменить низкий потенциал активности антибиотиков в очагах микробного воспаления может целе-

направленная доставка лекарственных средств. При этом следует рассчитывать на увеличение концентрации препарата в очаге и, соответственно, на уменьшение проникновения его в другие ткани и органы, являющиеся мишенями побочного эффекта [5, 8].

Идея создания лекарственных форм, обеспечивающих направленную доставку лекарственных веществ к месту действия, является одной из наиболее привлекательных и прогрессивных в современной медицине. Весьма интенсивно ведутся исследования по изучению возможности использования носителей лекарственных веществ в виде наночастиц [2, 3, 9, 11, 12].

Чаще всего в качестве средств доставки используют магнитные частицы [6, 10]. Они могут управляться с помощью внешнего магнитного поля и не оказывать негативного воздействия на пораженные ткани. Использование наноразмерных магнитных частиц позволяет диффузно проникать в мелкие структуры костной и хрящевой ткани, что особенно актуально

при гнойно-воспалительных процессах лицевой области, в частности околоносовых пазух.

**Цель исследования**

Изучение эффективного способа доставки магнитных наночастиц в ткани лор-органов с помощью внешнего магнитного поля.

**Материалы и методы**

На базе Центра оториноларингологии ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр ФМБА России» и Международного научного центра изучения экстремальных состояний организма (МНЦИЭСО) КНЦ СО РАН проведено изучение адресной доставки магнитных наночастиц с помощью магнитного поля.

Для эксперимента использовалась серия опытов на удаленных тканях лор-органов: мягкие ткани заушной области, слизистая оболочка полости носа, хрящевая и костная ткань перегородки носа. Операции проводились в связи с нарушением функции носового дыхания и при хронических процессах среднего уха, без признаков воспаления и других патологических состояний тканей. Опыты были разделены на три серии:

1. использование магнитных наночастиц на ткани лор-органов без магнитного поля;
2. воздействие магнитных наночастиц на ткани лор-органов с постоянным магнитным полем;
3. применение магнитных наночастиц на ткани лор-органов с переменным магнитным полем.

В качестве постоянного магнитного поля использовался неодимовый магнит с силой сцепления 170 Н. Для переменного магнитного поля применялся аппарат для низкочастотной магнитотерапии «Полюс-101», который обеспечивал непрерывный режим работы одного индуктора, с градиентом магнитного поля 4–6 мТл/мм и величиной магнитной индукции 10,14–19,56 мТл.

Масса исследуемых магнитных наночастиц составляла 0,125 г. Магнитные частицы добавляли в 1 мл 0,9% раствора NaCl. Весь материал был равнозначно разделен на три серии (по 10 экспериментов в каждой). Размеры тканей были сопоставимо одинаковы.

В первой серии кусочки хрящевой и костной ткани помещались в колбу с диспергированными в физиологическом растворе наночастицами на 20 минут, после чего промывались в физиологическом растворе и отправлялись на гистологическое исследование. Во второй серии опытов кусочки мягких тканей заушной области погружались в колбу с наночастицами и выдерживались в магнитном поле, созданном постоянным магнитом (постоянное магнитное поле) в течение 20 минут, после чего также промывались в физиологическом растворе и отправлялись на гистологическое исследование. В третьей серии кусочки хрящевой, костной ткани, а также слизистая оболочка носа погружались в колбу с диспергированными наночастицами и выдерживались в магнитном поле, созданном аппаратом «Полюс-101» (переменное маг-

нитное поле) в течение 20 минут, после чего промывались в физиологическом растворе и отправлялись на гистологическое исследование. Для обнаружения наночастиц в тканях при гистологическом исследовании использовалась реакция Перлса [1].

В качестве магнитных наночастиц использовались золи наночастиц ферригидрита, встроенные в полисахаридную матрицу [7]. Этот препарат получали в результате культивирования бактерий *Klebsiella oxytoca* на цитрате железа. Данные микроорганизмы хорошо известны своими способностями синтезировать экзополисахариды со встроенными в них магнитными наночастицами. Наночастицы ферригидрита являются композиционным материалом, поскольку антиферромагнитная сердцевина обменно связана с дефектной поверхностью, характеризующейся нескомпенсированным магнитным моментом. Другой важной практической особенностью ферригидрита является его абсолютная биосовместимость, поскольку этот минерал составляет ядро белкового комплекса – ферритина – являющегося основным носителем железа в организмах. Поэтому порошки ферригидрита могут составить конкуренцию порошкам магнетита (маггемита), в том числе для целенаправленного переноса лекарственных препаратов.

**Результаты исследования**

Как видно из рисунка 1, в первом опыте наночастицы не проникали в хрящевую ткань, а располагались по краю хряща. Несмотря на относительно рыхлую структуру ткани хряща, распространения наночастиц вглубь при отсутствии магнитного поля не происходило. Аналогичная картина была и в костной ткани (рис. 2). Окрашенное нановещество располагалось в основном в просвете и вокруг костных каналов. В толщу костной ткани без магнитного поля используемые наночастицы не проникали.

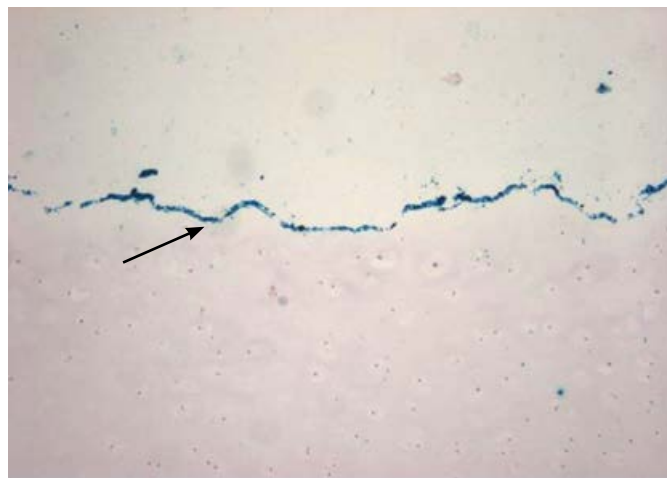


Рис. 1. Гистологическая картина хрящевой ткани носа (серия 1). Наночастицы указаны стрелкой. Реакция Перлса. x 100

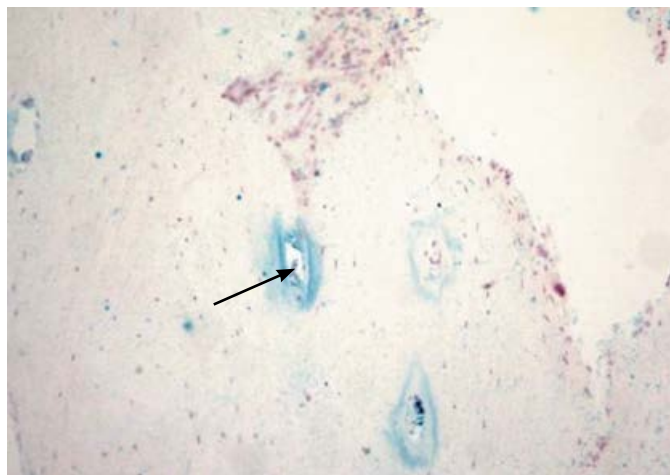


Рис. 2. Гистологическая картина костной ткани носа (серия 1). Наночастицы указаны стрелкой. Реакция Перлса. x 100

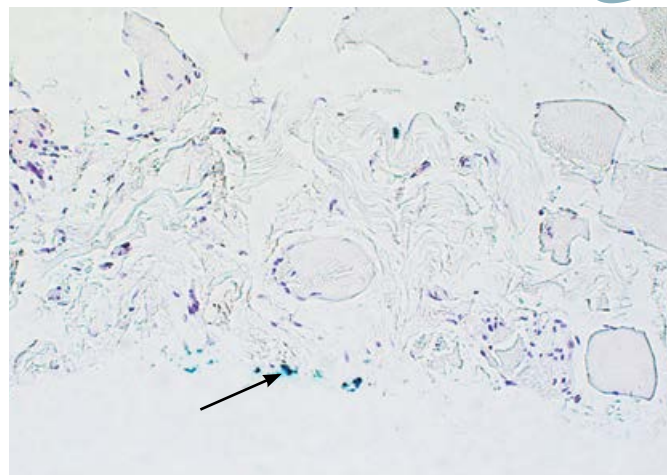


Рис. 3. Гистологическая картина мягких тканей заушной области (серия 2). Наночастицы указаны стрелкой. Реакция Перлса. x 200

Во второй серии опытов в градиентном магнитном поле неодимовых магнитов изучались мягкие ткани заушной области, которые были представлены мышечной, жировой тканью, подкожной клетчаткой. В неоднородном поле магнитные частицы испытывают воздействие магнитной силы притяжения, которая втягивает частицы в более интенсивные участки поля. Удельное значение магнитной силы, отнесенной к единице массы частицы, определяется выражением  $f_m = \mu_0 \chi \text{grad}H$ , где  $\mu_0$  – магнитная постоянная,  $\chi$  – удельная магнитная восприимчивость частицы,  $H$  – внешнее магнитное поле,  $\text{grad}H$  – градиент магнитного поля. При погружении тканей в раствор с магнитными наночастицами и выдерживании в магнитном поле проникновения наночастиц ферригидрита в ткани было незначительным (рис. 3). По-видимому, слабое проникновение наночастиц в ткани связано с малым градиентом магнитного поля используемых неодимовых магнитов и низкой подвижностью наночастиц ферригидрита.

В третьей серии опытов при использовании переменного магнитного поля в течение 20 минут эффект проникновения магнитных наночастиц ферригидрита в ткани значительно увеличился. Это связано с тем, что в переменном магнитном поле подвижность используемых частиц существенно возросла. Под действием неоднородного переменного магнитного поля наночастицы свободно проникали в толщу хряща (рис. 4). Распространение их в тканях происходило диффузно, поскольку межклеточное вещество хрящевой ткани перегородки носа состоит из основного аморфного вещества и коллагеновых волокон. То же самое было определено и в костной ткани, где проникновение магнитных наночастиц в костные пластинки осуществлялось практически на всем протяжении костных фрагментов (рис. 5). Под действием неоднородного переменного магнитного поля наночастицы ферригидрита также проникали на всю глубину слизистой оболочки носа и частично в подслизистый слой.

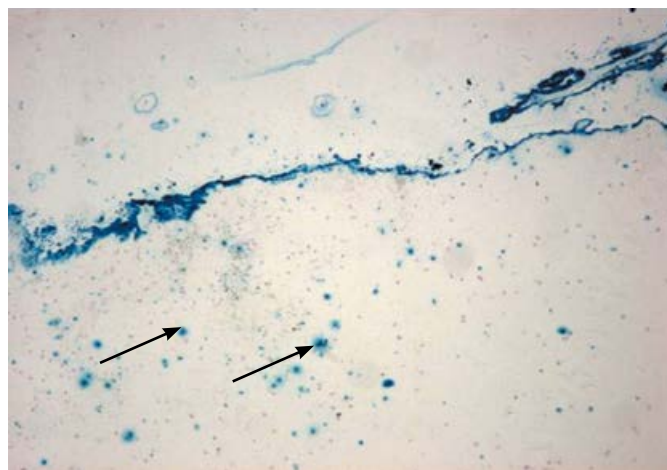


Рис. 4. Гистологическая картина хрящевой ткани носа (серия 3). Наличие железосодержащих наночастиц в толще хряща. Наночастицы указаны стрелками. Реакция Перлса. x 100

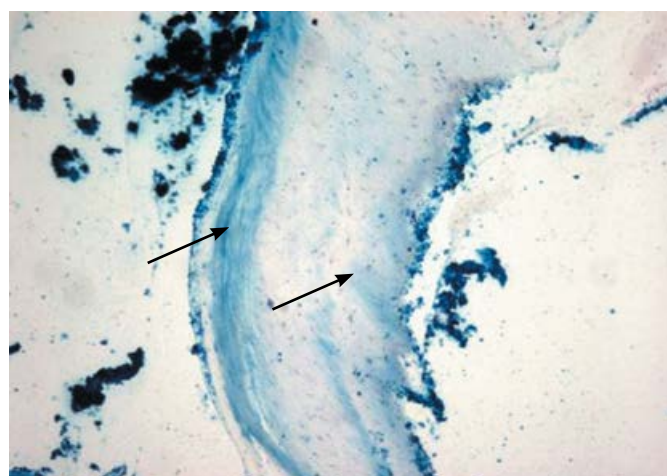


Рис. 5. Гистологическая картина костной ткани носа (серия 3). Наличие железосодержащих наночастиц в толще кости. Наночастицы указаны стрелками. Реакция Перлса. x 100

### Заключение

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных можно констатировать, что, несмотря на то, что используемые наночастицы ферригидрита, характеризующиеся малыми значениями магнитной восприимчивости по сравнению, например, с частицами магнетита для адресной доставки в ткани, необходимо использовать только переменное магнитное поле, которое существенно увеличивает подвижность частиц.

В результате экспериментального исследования создана модель для адресной доставки лекарственных веществ в ткани лор-органов на основе магнитных наночастиц ферригидрита и внешнего переменного магнитного поля. Использование разработанного метода позволит оказывать эффективное местное воздействие лекарственных веществ в очагах поражения, которые резистентны к традиционным терапевтическим подходам.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Активность рифампицина увеличивается при включении его в наночастицы / С. Т. Байсагатов, С. А. Абдрахманов, С. Э. Гельперина [и др.] // Здравоохранение Казахстана. – 1999. – № 11–12. – С. 73–76.
3. Васильев А. Е. Наноносители лекарственных веществ // Новая аптека. – 2003. – № 1. – С. 64–67.
4. Коррекция функциональной активности фагоцитов в очаге воспаления у больных с глубокими флегмонами шеи / Е. А. Цеймах, В. А. Тулупов, Ю. Ю. Гуревич [и др.] // Стоматология. – 2004. – № 4. – С. 37–41.
5. Скидан И. Н., Абдрахманов С. А. Цитотоксичность цианоакрилатных наночастиц // Труды международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстана – 2030». – Караганда, 1999. – С. 699–701.
6. Anzai Y. Superparamagnetic iron oxide nanoparticles: nodal metastases and beyond // Top. Magn. Reson. Imaging. – 2004. – Vol. 15, N 2. – P. 103–111.
7. Dobretsov K., Stolyar S., Lopatin A. Magnetic nanoparticles: a new tool for antibiotic delivery to sinonasal tissues. Results of preliminary studies // Acta. Otorhinolaryngol. Ital. – 2015. – Vol. 35, N 2. – P. 97–102.
8. Effects of a static magnetic field on wound healing: results in experimental rat colon anastomoses / T. Z. Nursal, N. Bal, R. Anarat [et al.] // Am. J. Surg. – 2006. – Vol. 192, N 1. – P. 76–81.
9. Lu A. H., Salabas E. L., Schuth F. Magnetic nanoparticles: synthesis, protection, functionalization and application // Angew. Chem. Int. Ed. Engl. – 2007. – Vol. 46, N 8. – P. 1222–1244.
10. Magnetic nanoparticles and their applications in medicine / E. Duguet, S. Vasseur, S. Mornet [et al.] // Nanomed. – 2006. – Vol. 1, N 2. – P. 157–168.
11. Peptides and metallic nanoparticles for biomedical applications / M. J. Kogan, I. Olmedo, L. Hosta [et al.] // Nanomedicine. – 2007. – Vol. 2, N 3. – P. 288–306.
12. The preparation of magnetic nanoparticles for applications in biomedicine / P. Tartaj, M. del P. Morales, S. Veintemillas-Verdaguer [et al.] // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2003. – Vol. 36. – P. 182–197.



УДК 616.21-085

## MODEL OF TARGETED DRUG DELIVERY IN THE ENT TISSUES

<sup>1,2</sup>K. G. Dobretsov, <sup>2,3</sup>S. V. Stolyar, <sup>4</sup>A. K. Kirichenko

<sup>1</sup>Federal Siberian Scientific and Clinical Center of FMBA of Russia

<sup>2</sup>Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences»

<sup>3</sup>Siberian Federal University

<sup>4</sup>Road Clinical Hospital at the station of Krasnoyarsk JSC «RZD»

**SUMMARY.** The article presents the results of experimental study exploring the targeted drug delivery into the ENT tissues using magnetic nanoparticles and a magnetic field. Using the Perls' reaction in experiments on soft tissues, cartilage, bone and mucosa, it was proved that the magnetic nanoparticles penetrate only when using an alternating magnetic field. In the future, the use

of the developed method will allow providing effective local action of drugs in the lesions of the ENT organs, which are resistant to traditional therapeutic approaches.

**KEY WORDS:** nanoparticles, alternating magnetic field, Perls' reaction, ENT tissues, targeted delivery.

### Introduction

To date, many papers have been published on the treatment of inflammatory diseases of ENT organs, describing in detail the algorithms and treatment regimens that are overwhelmingly effective. However, there are inflammatory and other diseases of ENT organs, which are difficult to treat and require a non-standard therapeutic approach. More often, it is associated with a smoldering chronic infection in chronic sinusitis, osteomyelitis, latent mastoiditis, etc. The deposition and reproduction of microorganisms in the lesions leads to impaired vascular microcirculation, tissue trophic disorders and exclusion of microvessels from the blood supply. Of course, it prevents the penetration of antibacterial and other drugs to the lesion [4].

The targeted drug delivery can change the low potential of the activity of antibiotics in the microbial foci. At the same time, it is necessary to count on an increase in the concentration of the drug in the focus and, accordingly, on a decrease in its penetration into other tissues and organs that are the side effect targets [5, 8].

The idea of creating drugs that provide targeted drug delivery to the area of action is one of the most attractive and progressive in modern medicine. Research on the possibility of using drug vehicles in the form of nanoparticles is being conducted very intensively [2, 3, 9, 11, 12].

Most often, magnetic particles are used as drug vehicles [6, 10]. It can be controlled using an external magnetic field and not have a negative impact on the affected tissue. The use of nanoscale magnetic particles allows diffuse penetration into small structures of bone and cartilage tissue, which is especially important in case of purulent inflammatory processes of the facial region, in particular the paranasal sinuses.

### Purpose of the study

Study of an effective method of delivering magnetic nanoparticles to ENT tissues using an external magnetic field.

### Materials and methods

Based on the Otorhinolaryngology Center of the Federal Siberian Research Clinical Centre of the Federal Medical and Biological Agency of Russia and the International Science Center for the Study of Extreme States of the Body of the Kola Science Center of the Siberian Branch of the RAS, the targeted delivery of magnetic nanoparticles using a magnetic field was studied.

For the experiment, we used a series of experiments on extracted ENT tissues: soft tissues of the ear region, the nasal mucosa, septal nasal cartilage and bone tissue. The operations were carried out in connection with dysfunction of nasal breathing and chronic diseases of the middle ear without signs of inflammation and other pathological conditions of the tissues. The experiments were divided into three series:

1. use of magnetic nanoparticles on the ENT tissues without a magnetic field;
2. effect of magnetic nanoparticles on the ENT tissues with a constant magnetic field;
3. use of magnetic nanoparticles on the ENT tissues with a variable magnetic field.

A neodymium magnet with a cohesive force of 170 N was used as a constant magnetic field. A Polus-101 low-frequency magnetic therapy device was used for a variable magnetic field, which provided continuous operation of a single inductor with a magnetic field gradient of 4–6 mT/mm and a magnetic field strength of 10.14–19.56 mT.

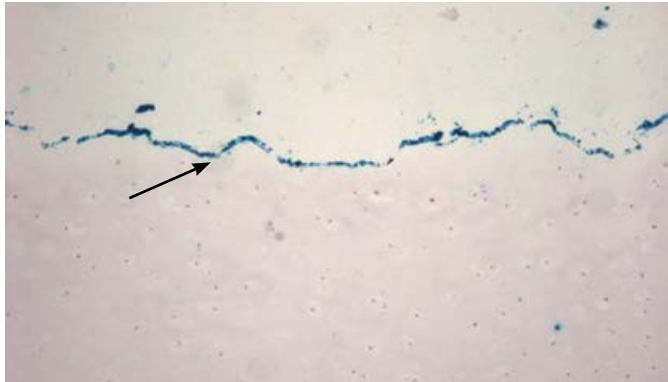


Fig. 1. Histological pattern of nasal cartilage (series 1). Nanoparticles are indicated by an arrow. Perls' reaction. x 100

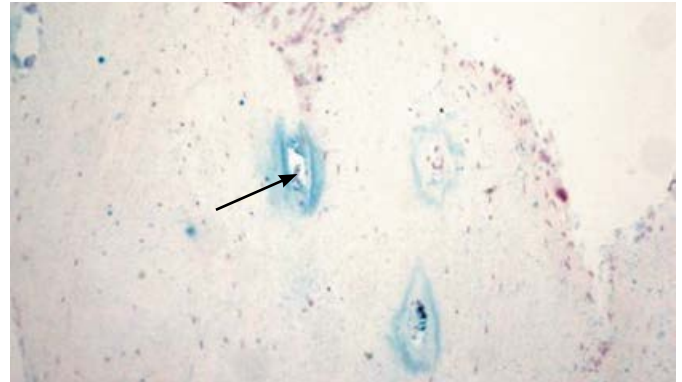


Fig. 2. Histological pattern of nasal bone (series 1). Nanoparticles are indicated by an arrow. Perls' reaction. x 100

The mass of the studied magnetic nanoparticles was 0.125 g. Magnetic particles were added to 1 ml of 0.9% NaCl solution. All the material was equally divided into three series (10 experiments each). The sizes of the tissues were similar.

The pieces of cartilage and bone of the first series of experiments were placed in a flask with nanoparticles dispersed in a saline for 20 minutes, then washed in a saline and sent for histological examination. The pieces of soft tissues of the ear region in of the second series were immersed in a flask with nanoparticles and kept in a magnetic field created by a permanent magnet (constant magnetic field) for 20 minutes, then washed in a saline and sent for histological examination. The pieces of cartilage, bone and nasal mucosa were placed in a flask with dispersed nanoparticles and kept in a magnetic field created by a Polus-101 device (variable magnetic field) for 20 minutes, then washed in a saline and sent for histological examination. The Perls' reaction was used for the detection of nanoparticles in tissues with histological examination [1].

Sols of ferrihydrite nanoparticles embedded in a polysaccharide matrix were used as magnetic nanoparticles [7]. This substance was obtained by cultivating the bacteria *Klebsiella oxytoca* on iron citrate. These microorganisms are well known for its ability to synthesize exopolysaccharides with embedded magnetic nanoparticles. Ferrihydrite nanoparticles are a composite material, since the antiferromagnetic core is exchange-linked with a defective surface, characterized by an uncompensated magnetic moment. Another important practical feature of ferrihydrite is its absolute biocompatibility, since this mineral forms the core of the protein complex, ferritin, which is the main iron carrier in organisms. Therefore, ferrihydrite powders can compete with magnetite powders (maghemite), including for the targeted drug delivery.

**Research results**

As can be seen from figure 1, the nanoparticles of the first experiment did not penetrate into the cartilage tissue, but were located along the edge of the cartilage. Despite the relatively loose cartilage structure, the spread of nanoparticles did not occur without a magnetic field. A similar picture was in the bone tissue (fig. 2). Colored nanosubstance was mainly located in the lumen and

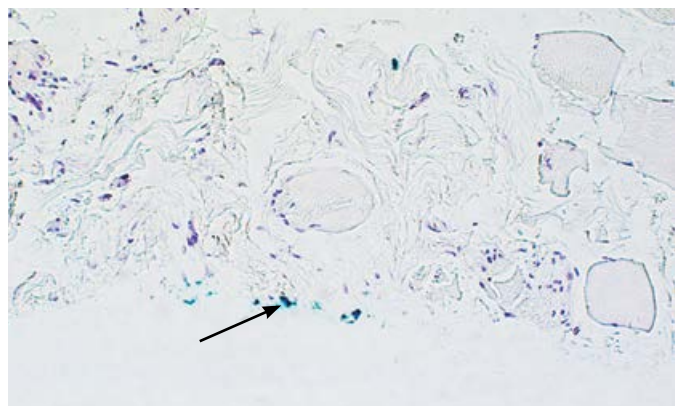


Fig. 3. Histological pattern of soft tissue of the ear region (series 2). Nanoparticles are indicated by an arrow. Perls' reaction. x 200

around the bone channels. Used nanoparticles did not penetrate the bone tissue without a magnetic field.

The second series of experiments studied the soft tissues of the ear region, which were represented by muscle, adipose tissue, subcutaneous tissue, in gradient magnetic field of neodymium magnets. The magnetic particles are affected by a magnetic force of attraction, which draws particles into more intense parts of the field, in a non-uniform field. The specific value of the magnetic force per unit mass of a particle is determined by the expression  $f_m = \mu_0 \chi H \text{grad}H$ , where  $\mu_0$  is the magnetic constant,  $\chi$  is the specific magnetic susceptibility of the particle,  $H$  is the external magnetic field,  $\text{grad}H$  is the magnetic field gradient. When the tissues were immersed in a solution with magnetic nanoparticles and kept in a magnet field, penetration of ferrihydrite nanoparticles into tissues was insignificant (fig. 3). Apparently, the weak penetration of nanoparticles into tissues is associated with a small magnetic field gradient of the neodymium magnets used and the low mobility of ferrihydrite nanoparticles.

In the third series of experiments, using a variable magnetic field for 20 minutes, the penetration of magnetic nanoparticles of ferrihydrite into tissues increased significantly. This is since the mobility of the particles used has increased significantly in a variable magnetic field. Under the action of a non-uniform variable magnetic field,

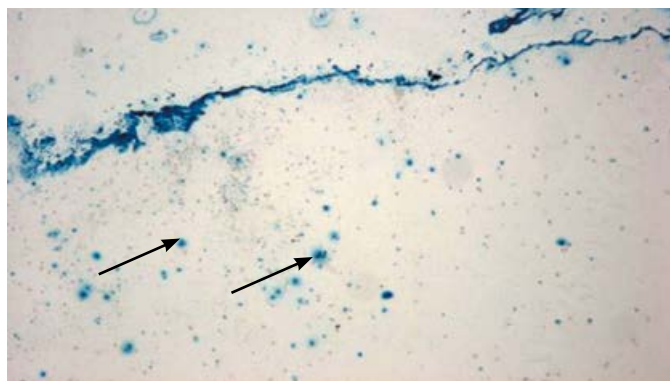


Fig. 4. Histological pattern of nasal cartilage (series 3). The presence of iron-containing nanoparticles in the cartilage. Nanoparticles are indicated by arrows. Perls' reaction. x 100

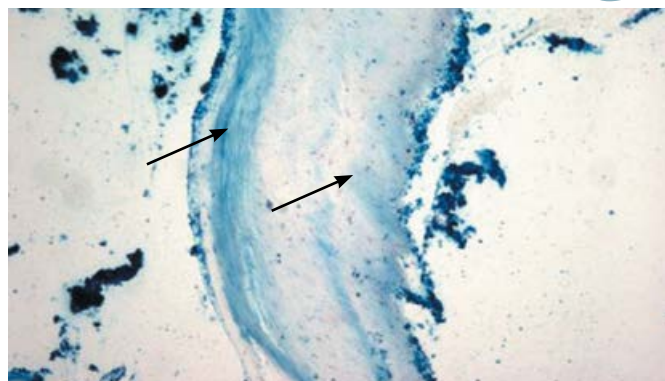


Fig. 5. Histological pattern of nasal bone (series 3). The presence of iron-containing nanoparticles in the bone. Nanoparticles are indicated by arrows. Perls' reaction. x 100

the nanoparticles freely penetrated the cartilage (fig. 4). It diffusely spread in the tissues, since the intercellular substance of the cartilage tissue of the nasal septum consists of the main amorphous substance and collagen fibers. The same was determined in the bone tissue, where the penetration of magnetic nanoparticles into the bone plates was carried out almost throughout the bone fragments (fig. 5). Under the action of a non-uniform variable magnetic field, ferrihydrite nanoparticles also penetrated the entire depth of the nasal mucosa and partially submucosa.

### Conclusion

As can be seen from the above, on the basis of the experimental data obtained, it can be stated

that, although the used ferrihydrite nanoparticles are characterized by small values of magnetic susceptibility compared to magnetite particles for targeted delivery, it is necessary to use only a variable magnetic field in the tissue, which is essentially increases particle mobility.

As a result of an experimental study, a model was created for targeted drug delivery to the ENT tissues based on magnetic nanoparticles of ferrihydrite and an external variable magnetic field. The use of the developed method will allow to provide an effective local effect of medicinal substances in lesions that are resistant to traditional therapeutic approaches.

### REFERENCES

1. Avtandilov G. G. Meditsinskaya morfometriya [Medical morphometry]. – M.: Medicine, 1990. – 384 p.
2. Aktivnost' rifampitsina uvelichivayetsya pri vklucheni yego v nanochastitsy [Rifampicin activity increases when it is incorporated into nanoparticles] / S. T. Baysagatov, S. A. Abdrakhmanov, S. E. Gel'perina [et al.] // Zdravookhraneniye Kazakhstana. – 1999. – N 11–12. – P. 73–76.
3. Vasil'ev A. E. Nanonositeli lekarstvennykh veshchestv [Nanocarriers of medicinal substances] // Novaya apteka. – 2003. – N 1. – P. 64–67.
4. Korrektsiya funktsional'noy aktivnosti fagotsitov v ochage vospaleniya u bol'nykh s glubokimi flegmonami shei [Correction of phagocyte functional activity in the inflammatory focus in patients with deep neck phlegmon] / E. A. Tseymakh, V. A. Tulupov, Yu. Yu. Gurevich [et al.] // Stomatologiya. – 2004. – N 4. – P. 37–41.
5. Skidan I. N., Abdrakhmanov S. A. Tsitotoksichnost' tsianoakrilatnykh nanochastits [Cytotoxicity of cyanoacrylate nanoparticles] // Proceedings of the international scientific conference Science and education as a leading factor in strategy «Kazakhstan – 2030». – Karaganda, 1999. – P. 699–701.
6. Anzai Y. Superparamagnetic iron oxide nanoparticles: nodal metastases and beyond // Top. Magn. Reson. Imaging. – 2004. – Vol. 15, N 2. – P. 103–111.
7. Dobretsov K., Stolyar S., Lopatin A. Magnetic nanoparticles: a new tool for antibiotic delivery to sinonasal tissues. Results of preliminary studies // Acta. Otorhinolaryngol. Ital. – 2015. – Vol. 35, N 2. – P. 97–102.
8. Effects of a static magnetic field on wound healing: results in experimental rat colon anastomoses / T. Z. Nursal, N. Bal, R. Anarat [et al.] // Am. J. Surg. – 2006. – Vol. 192, N 1. – P. 76–81.
9. Lu A. H., Salabas E. L., Schuth F. Magnetic nanoparticles: synthesis, protection, functionalization and application // Angew. Chem. Int. Ed. Engl. – 2007. – Vol. 46, N 8. – P. 1222–1244.
10. Magnetic nanoparticles and their applications in medicine / E. Duguet, S. Vasseur, S. Mornet [et al.] // Nanomed. – 2006. – Vol. 1, N 2. – P. 157–168.
11. Peptides and metallic nanoparticles for biomedical applications / M. J. Kogan, I. Olmedo, L. Hosta [et al.] // Nanomedicine. – 2007. – Vol. 2, N 3. – P. 288–306.
12. The preparation of magnetic nanoparticles for applications in biomedicine / P. Tartaj, M. del P. Morales, S. Veintemillas-Verdaguer [et al.] // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2003. – Vol. 36. – P. 182–197.

# НАШ ОПЫТ ДИАГНОСТИКИ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СПОНТАННОЙ СФЕНОИДАЛЬНОЙ ЛИКВОРЕИ

## OUR EXPERIENCE IN THE DIAGNOSIS AND SURGICAL TREATMENT OF SPONTANEOUS SPHENOID SINUS CEREBROSPINAL FLUID RHINORRHOEA

<sup>1</sup>*В. С. Пискунов, <sup>1,2</sup>И. С. Пискунов, <sup>1,2</sup>Н. А. Никитин, <sup>1,2</sup>М. М. Власова*

<sup>1</sup>*V. S. Piskunov, <sup>1,2</sup>I. S. Piskunov, <sup>1,2</sup>N. A. Nikitin, <sup>1,2</sup>M. M. Vlasova*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России

<sup>1</sup>Kursk State Medical University

<sup>2</sup>БМУ «Курская областная клиническая больница»

<sup>2</sup>Kursk Regional Clinical Hospital

**РЕФЕРАТ.** Авторами статьи представлен опыт КТ-диагностики и хирургического лечения больных со сфеноидальной назальной ликвореей.

**SUMMARY.** The authors of the article presented the experience of CT diagnosis and surgical treatment of patients with sphenoid sinus cerebrospinal fluid rhinorrhoea (liqorrhoea).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** назальная ликворея, клиновидная пазуха, эндоскопическая пластика ликворного свища.

**KEY WORDS:** cerebrospinal fluid rhinorrhoea, sphenoid sinus, endoscopic plastic of the cerebrospinal fluid fistula.

### Введение

Термин «ликворея» (liqorrhoea) переводится с латинского как liquor – ликвор и с греческого rhoe – истечение.

Назальная ликворея может развиваться вследствие различных патологических процессов врожденного генеза или нетравматической природы в паутинной оболочке, твердой мозговой оболочке (ТМО) и костях основания черепа в случае нарушения герметичности подпаутинного пространства. При этом формируются дефекты, через которые возможно истечение цереброспинальной жидкости. Ликвор может истекать явно или скрыто, постоянно или периодически, струйно или капельно, при изменении положения головы, натуживании, сморкании возможно усиление ликвореи [2].

Пациентов с назальной ликвореей часто беспокоят головные боли, зависящие от перемены положения головы, наблюдаются признаки общей астенизации и дегидратации (сухость кожных покровов и видимых слизистых оболочек), возникает ночной кашель при попадании цереброспинальной жидкости в просвет трахеи и бронхов.

Симптомы назальной ликвореи скудны и схожи с другими заболеваниями лор-органов, такими как различные виды ринитов. Данные обстоятельства часто приводят к ошибочной диагностике заболевания, назначению несоответствующего лечения

и развитию тяжелых внутричерепных осложнений. При ринитах истечение жидкости происходит ввиду избыточной секреции слизистой оболочки носа и не несет опасности для жизни пациента.

В последние годы медицинская наука и система здравоохранения в своем развитии шагнули вперед, однако проблемы диагностики и лечения назальной ликвореи остаются актуальными и по сей день. Ежегодно возрастает число пациентов с данной патологией и увеличивается количество внутричерепных гнойно-воспалительных осложнений этого заболевания.

Компьютерная томография как методика неинвазивной лучевой диагностики, существующая с 70-х годов прошлого столетия, последние 10–15 лет стала более доступной. Она позволяет еще до оперативного вмешательства создать визуальную модель полости носа и его околоносовых пазух – своеобразную «визуальную реальность», опираясь на которую хирург может адекватно планировать лечебные мероприятия [3]. Одним из преимуществ КТ является возможность устранения суммационного эффекта, свойственного обычной рентгенограмме, и визуализировать органы и ткани по отдельности, а также оценить их плотностные характеристики.

Нами было проведено комплексное обследование 130 пациентов, находившихся на лечении





Изменения костей основания черепа в основной и контрольной группах

Изменения	Основная группа (n = 65)	Контрольная группа (n = 65)
Снижение костной плотности	48 (73,85%)	30 (46,15%)
Дегисценции	9 (13,85%)	0 (0%)
Ямочки грануляций	16 (24,6%)	4 (6,15%)

в отделении оториноларингологии БМУ «Курская областная клиническая больница» с 2003 по 2017 год. Из обследованных больных было сформировано две группы: I (основная) – 65 пациентов с наличием спонтанной назальной ликвореи; II (контрольная) – 65 пациентов без спонтанной назальной ликвореи, но с наличием воспалительных изменений в околоносовых пазухах. Контрольная группа соответствовала по половозрастному составу основной группе пациентов.

У всех 65 пациентов основной группы были жалобы на прозрачное отделяемое из полости носа, количество которого и скорость истечения менялась при изменении положения тела пациента и натуживании, головную боль, затруднение носового дыхания, повышение температуры тела, слабость, общее недомогание. Всем больным на этапе подготовки к операции выполняли клиническое обследование, компьютерную томографию околоносовых пазух, эндоскопическое исследование полости носа, биохимический анализ отделяемого из полости носа. Основную группу составили пациенты в возрасте от 11 до 78 лет, средний возраст которых был  $50,67 \pm 2,0 \times 1,48$  года. Из них 84,6% – женщины, 15,4% – мужчины.

Среди обследованных преобладали пациенты в возрасте от 41 года до 60 лет, преимущественно женщины. Полученные результаты соответствуют данным, представленным в литературе, где, по наблюдениям различных авторов, спонтанная назальная ликворея преобладает у женщин в возрасте от 40 до 60 лет [1].

Ликворная фистула в большинстве случаев (76,9%) локализовалась в области решетчатой пластинки и чаще (67,7%) выявлялась у женщин.

Оценку состояния костей основания черепа проводили по следующим параметрам: измерение костной плотности, выявление особенностей строения (дегисценций и ямочек грануляций) основания черепа (табл. 1).

Для оценки состояния костей основания черепа была проведена оценка костной плотности тела и малого крыла клиновидной кости на площади

$\sim 40 \text{ мм}^2$  и  $\sim 10 \text{ мм}^2$  соответственно. Средняя костная плотность тела клиновидной кости в основной группе пациентов составила  $262,9 \pm 130,3934 \text{ НУ}$ , малого крыла –  $390,0594 \pm 208,1000 \text{ НУ}$ . Показатели ниже 400 НУ расценивали как снижение костной плотности. Средняя костная плотность тела клиновидной кости в контрольной группе составила  $359,7186 \pm 181,3595 \text{ НУ}$ , малого крыла –  $471,7756 \pm 181,3595 \text{ НУ}$ .

В основной и контрольной группах была выявлена зависимость увеличения возраста и снижения костной плотности.

Таким образом, была выявлена зависимость между снижением костной плотности костей черепа и развитием ликвореи  $\chi^2 = 9,21$ ,  $p = 0,00024$ , присутствием дегисценций и развитием ликвореи  $\chi^2 = 9,67$ ,  $p = 0,0019$ , наличием пахионовых грануляций и развитием назоликвореи  $\chi^2 = 8,51$ ,  $p = 0,0035$ .

Сфеноидальная назальная ликворея была выявлена у 15 пациентов, чаще ликворная фистула локализовалась в области левой клиновидной пазухи. Диаметр выявленных костных дефектов колебался от 3 мм до 9 мм, в 40% наблюдений ликворная фистула локализовалась в области латеральных стенок клиновидных пазух.

При отсутствии явных дефектов стенок клиновидных пазух мы обнаружили наличие патологического содержимого, плотность которого была ниже окружающей слизистой оболочки и приближалась к ликворной. Описанное жидкостное содержимое распространялось в полость носоглотки и затекало в околоносовые пазухи, особенно достоверно это визуализировалось при изменении положения тела пациента. Также при этом во время исследования более отчетливо и достоверно визуализируются костные дефекты стенок пазух.

У пациентов основной группы присутствовали менингоцеле и дегисценции в 26,7%. Была выявлена зависимость между наличием менингоцеле, дегисценций и развитием ликвореи  $\chi^2 = 4,62$ ,  $p = 0,0317$ .

Таким образом, костные дефекты стенок клиновидных пазух были обнаружены у 10 (66,7%) па-

циентов – что является прямым признаком сфеноидальной назоликвореи (НЛ). При отсутствии явных костных дефектов стенок клиновидных пазух у 5 (33,3%) больных было выявлено содержимое ликворной плотности в просвете клиновидных пазух, что является косвенным признаком НЛ.

У 4 (26,7%) пациентов деструкция стенок пазух была сопряжена с наличием менингоцеле и у 1 (6,7%) больного – с наличием объемного образования, что служит прямым признаком наличия сфеноидальной НЛ.

Истечение ликвора через клиновидную пазуху является наиболее сложным вариантом НЛ, трудно поддающейся как диагностике, так и хирургическому лечению. Доступ к клиновидной пазухе достигается после вскрытия пазух решетчатой кости или через полость носа, который является более простым, удобным и менее травматичным [4]. Для закрытия фистул в клиновидной пазухе используется латексный клей, трансплантат из слизистой оболочки широкой фасции бедра, височной фасции, полиуретана, жировой ткани из передней брюшной стенки, мышцы. Если имеется костный дефект, перед введением трансплантата производится его закрытие хрящевой или костной пластинкой, взятой из перегородки носа. При локализации дефекта на задней стенке клиновидной пазухи во время хирургического вмешательства существует опасность ранения сонной артерии за счет близости ее расположения.

Однако использование для пластики ликворных свищей тканей, взятых из других участков тела, не всегда эффективно в связи с тем, что перемещенная ткань лишена артериального кровоснабжения, не всегда приживается и может подвергнуться отторжению. Поэтому актуальной проблемой является разработка и совершенствование методик пластики ликворных фистул местными тканями, при перемещении которых удастся сохранить их кровоснабжение.

С 2009 года под нашим наблюдением находилось 7 больных женщин в возрасте от 45 до 58 лет с НЛ через клиновидную пазуху. Интервал от появления ликвореи до поступления в клинику колебался от 2 недель до 6 месяцев. Ни у одной из больных не наблюдалось менингоэнцефалита. У всех больных имело место одностороннее поражение клиновидной пазухи. Источник ликвореи выявлялся при эндоскопическом исследовании в операционной в положении лежа под местной инфильтрационной анестезией 5–10 мл ультракаина-форте после аппликационной анестезии 10%-ным раствором лидокаина с адреналином на марлевой турунде в полость носа. Во время исследования анализировали анатомические особенности перегородки носа, всех носовых раковин. Затем при осмотре носоглотки и задних отделов

полости носа находили стекающую по стенке носоглотки струйку ликвора и, медленно перемещая эндоскоп кверху, доходили до участка, откуда начинался ликворный ручеек. У всех пациенток определялось зияющее соустье клиновидной пазухи, располагающееся в типичном месте. В положении лежа пазухи были заполнены ликвором, поэтому в области соустья четко определялась его пульсация. Затем тщательно осматривалась крыша полости носа с целью исключить наличие ликворных фистул в других участках решетчатой пластинки. Убедившись в истечении ликвора из клиновидной пазухи, приступаем к выполнению операции с целью обнаружения фистулы и ее пластического закрытия. Во всех случаях пластики ликворных фистул, которые выявлялись в различных отделах латеральной стенки клиновидной пазухи, использовалась средняя носовая раковина.

Методика операции: изогнутыми костными ложками и сфеноидальными выкусывателями расширялось соустье пазухи, аспирировался ликвор из пазухи, определялась локализация ликворной фистулы, после чего удалялась передняя стенка клиновидной пазухи. Вокруг ликворной фистулы на расстоянии нескольких миллиметров узким распатором отсепаровывалась и удалялась слизистая оболочка. Обнаруженный костный дефект прикрывался кусочком хряща, который готовился из перегородки носа пациента. Перед введением хряща в область дефекта стенки пазухи производилось формирование лоскута из слизистой оболочки средней носовой раковины. Выполнялся вертикальный разрез по переднему концу средней носовой раковины, после чего аккуратно отслаивалась слизистая оболочка от костной пластинки раковины с обеих сторон, затем выделенная костная пластинка полностью удалялась. После удаления костной пластинки рассекалась средняя носовая раковина спереди назад до ее заднего конца. Таким образом, сформированный лоскут слизистой оболочки мобилен, сохраняется его фиксация, анатомическая связь с задними отделами слизистой оболочки полости носа, что обеспечивает условия для лучшего приживания трансплантата, так как ток артериальной крови в полости носа направлен вперед от задних отделов к его преддверию. На ликворный свищ укладывается кусочек хряща, для лучшей его фиксации использовали клей латексный тканевой фирмы Medical polymers technologies, ltd. или двухкомпонентный фибриновый клей Tissucol® Kit. Затем на боковую стенку укладывали сформированный трансплантат, который прижимали тампоном, изготовленным из пальца от резиновой перчатки и поролон.

Тампон из полости носа и из клиновидной пазухи удаляли через 4–5 суток. В раннем



послеоперационном периоде назначали антибиотики в обычных дозах, что предотвращало развитие синусита и внутричерепных осложнений, введение которых прекращали после удаления тампонов. Люмбальный дренаж нами не использовался.

В отдаленном сроке наблюдения отмечен рецидив НЛ у двоих больных после пластического закрытия ликворной фистулы в задних отделах латеральной стенки клиновидных пазух через 1 и 2 года после операции соответственно. Анализ эндоскопической картины и контрольного КТ-исследования придаточных пазух носа в динамике подтвердил наличие медленно развивающегося атрофического процесса структур клиновидной пазухи, перемещенного лоскута, прилежащих клеток решетчатого лабиринта, что привело к ре-

цидиву НЛ. В дальнейшем больные были направлены для хирургического лечения в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России.

Таким образом, обобщая наш опыт в диагностике и хирургическом лечении сфеноидальной ликвореи, отметим, что наличие дегисценций, ямочек грануляций в совокупности с признаками остеопороза, а также наличие глубоких латеральных карманов клиновидных пазух являются предрасполагающими факторами в развитии сфеноидальной назоликвореи, и в случае локализации ликворных фистул в латеральной стенке клиновидной пазухи пластическое их закрытие может быть успешно выполнено лоскутом слизистой оболочки средней носовой раковины с используемым методом фиксации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Капитанов Д. Н., Лопатин А. С., Потапов А. А. Эндоскопическая диагностика и лечение назальной ликвореи. – М.: Практическая медицина, 2015. – 212 с.
2. Коновалов А. Н., Лихтерман Л. Б., Потапов А. А. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме. – М.: Антидор, 2002. – Т. 3. – 630 с.
3. Накатис Я. А., Кузнецов С. В. «Визуальная реальность» в ринологии // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 11. – 2008. – Прил. к вып. 1. – С. 118–127.
4. Пискунов Г. З., Пискунов С. З. Клиническая ринология. – М.: МИА, 2006. – 608 с.

# OUR EXPERIENCE IN THE DIAGNOSIS AND SURGICAL TREATMENT OF SPONTANEOUS SPHENOID SINUS CEREBROSPINAL FLUID RHINORRHOEA

<sup>1</sup>V. S. Piskunov, <sup>1,2</sup>I. S. Piskunov, <sup>1,2</sup>N. A. Nikitin,  
<sup>1,2</sup>M. M. Vlasova

<sup>1</sup>Kursk State Medical University

<sup>2</sup>Kursk Regional Clinical Hospital

**SUMMARY.** The authors of the article presented the experience of CT diagnosis and surgical treatment of patients with sphenoid sinus cerebrospinal fluid rhinorrhoea (liquorrhoea).

**KEY WORDS:** cerebrospinal fluid rhinorrhoea, sphenoid sinus, endoscopic plastic of the cerebrospinal fluid fistula.

## Introduction

The term liquorrhoea is combination of Latin word liquor (cerebrospinal fluid) and Greek word -rhoe (leakage).

Nasal liquorrhoea (cerebrospinal fluid rhinorrhoea) can develop because of various congenital or non-traumatic pathological processes in the arachnoid mater, the dura mater and the bones of the skull base in case of leakage of the subarachnoid space. At the same time, defects are formed through which cerebrospinal fluid may leak. The cerebrospinal fluid can leak explicitly or hidden, constantly or periodically, in a jet or drip; when you change the position of the head, straining, blowing your nose, you may increase leakage [2].

Patients with cerebrospinal fluid rhinorrhoea often complain of headaches, depending on head position changes, there are signs of general asthenia and dehydration (dry skin and visible mucosa), a night cough occurs when cerebrospinal fluid enters the lumen of the trachea and bronchi.

Symptoms of cerebrospinal fluid rhinorrhoea are poor and similar to other ENT diseases, such as various types of rhinitis. These circumstances often lead to misdiagnosis of the disease, inappropriate treatment and the development of severe intracranial complications. In rhinitis, fluid leaks due to excessive secretion of the nasal mucosa and does not pose a danger to the patient's life.

In recent years, medical science and the health care system have stepped forward in its development, but the problems of diagnosis and treatment of cerebrospinal fluid rhinorrhoea remain relevant. The number of patients with this pathology increases annually and the number of intracranial purulent-inflammatory complications of this disease increases.

Computed tomography as non-invasive radiology technique, existing since the 70s of the last century, has

become more accessible over the last 10–15 years. It allows to create a visual model of the nasal cavity and its paranasal sinuses – kind of «visual reality», based on which the surgeon can adequately plan therapeutic measures – even before surgery [3]. One of the advantages of CT is the ability to eliminate the summation effect characteristic of a conventional radiograph and visualize the organs and tissues separately, as well as evaluate its density.

We carried out a comprehensive survey of 130 patients who were treated in the otorhinolaryngology department of the Kursk Regional Clinical Hospital from 2003 to 2017. Two groups were formed from the examined patients: I (main group) – 65 patients with spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhoea; II (control group) – 65 patients without spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhoea, but with inflammatory changes in the paranasal sinuses. The control group corresponded to the main group of patients by sex and age composition.

All 65 patients of the main group had complaints about a clear discharge from the nasal cavity, the amount of which and the flow rate changed with the patient's body position and straining, headache, difficulty in nasal breathing, fever, weakness, and general malaise. All patients performed a clinical examination, computed tomography of the paranasal sinuses, endoscopic examination of the nasal cavity, and biochemical analysis of nasal discharge at the stage of preparation for surgery. The main group consisted of patients aged 11 to 78 years, whose average age was  $50.67 \pm 2.0 \times 1.48$  years. 84.6% are women, 15.4% are men.

Patients aged from 41 to 60 years, mostly women, prevailed among those examined. The results obtained correspond to the data presented in the literature, where, according to the observations of various authors, spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhoea prevails in women aged 40 to 60 years [1].



Changes in the bones of the skull base in the main and control groups

Changes	Main group (n = 65)	Control group (n = 65)
Decreased bone density	48 (73.85%)	30 (46.15%)
Dehiscency	9 (13.85%)	0 (0%)
Granular fovea	16 (24.6%)	4 (6.15%)

In most cases, CSF fistula (76.9%) was localized in the cribriform plate and more often (67.7%) was detected in women.

The state of the bones of the base of the skull was assessed according to the following parameters: measurement of bone density, identification of structural features (dehiscency, granular fovea) of the base of the skull (Table 1).

To assess the state of the bones of the skull base, an assessment was made of the bone density and the lesser wing of sphenoid bone over an area of ~ 40 mm<sup>2</sup> and ~ 10 mm<sup>2</sup>, respectively. The average bone density of the sphenoid bone in the main group of patients was 262.9 ± 130.3934 HU, of the lesser wing – 390.0594 ± 208.1000 HU. Indicators below 400 HU were regarded as decreased bone density. The average bone density of the sphenoid bone in the control group was 359.7186 ± 181.3595 HU, of the lesser wing – 471.7756 ± 181.3595 HU.

The dependence of increasing age and decreasing bone density was found in the main and control groups.

As the result, a relationship was found between a decrease in bone density of the cranial bones and the development of CSF rhinorrhoea  $\chi^2 = 9.21$ ,  $p = 0.00024$ , the dehiscencies and the development of CSF rhinorrhoea  $\chi^2 = 9.67$ ,  $p = 0.0019$ , the granular fovea and the development of CSF rhinorrhoea  $\chi^2 = 8.51$ ,  $p = 0.0035$ .

Sphenoidal CSF rhinorrhoea was detected in 15 patients, more often the cerebrospinal fluid fistula was localized in the left sphenoid sinus. The diameter of detected bone defects ranged from 3 mm to 9 mm, the CSF localized in the region of the lateral walls of the sphenoid sinuses in 40% of cases.

In the absence of obvious defects in the walls of the sphenoid sinuses, we found the presence of pathological contents, the density of which was below the surrounding mucosa and approached the liquor. The described liquid contents spread into the nasopharyngeal cavity and flowed into the paranasal sinuses, it was especially reliably visualized when the patient's body position changed. Also, during the study, bone defects of the sinus walls are more clearly and reliably visualized.

26.7% of the patients of the main group had meningocele and dehiscencies. The relationship between the presence of meningocele, dehiscencies and the

development of CSF rhinorrhoea  $\chi^2 = 4.62$ ,  $p = 0.0317$  was revealed.

To sum up, bone defects of the walls of the sphenoid sinuses were found in 10 (66.7%) patients, which is a direct sign of sphenoidal CSF rhinorrhoea. In the absence of obvious bone defects in the walls of the sphenoid sinuses in 5 (33.3%) patients, the contents of the cerebrospinal fluid density were detected in the lumen of the sphenoid sinuses, which is an indirect sign of CSF rhinorrhoea.

The destruction of the walls of the sinuses in 4 (26.7%) patients was associated with meningocele and in 1 (6.7%) of the patient – with large tumor, which is a direct indication of sphenoidal CSF rhinorrhoea.

The CSF leakage through the sphenoid sinus is the most difficult variant of CSF rhinorrhoea, which is difficult to diagnose and undergo surgical treatment. Access to the sphenoid sinus is achieved after opening the ethmoid sinuses or through the nasal cavity, which is simpler, more convenient and less traumatic [4]. To close the fistulas in the sphenoid sinus, latex glue, a graft from the mucosa of the fascia lata, temporal fascia, polyurethane, adipose tissue from the anterior abdominal wall, muscle is used. If there is a bone defect, it is closed with a cartilage or bone plate taken from the nasal septum before the graft is injected. When a defect is localized on the back wall of the sphenoid sinus during surgery, there is a risk of injury to the carotid artery due to the proximity of its location.

However, the use of tissues taken from other parts of the body for plastics of cerebrospinal fluid fistulas is not always effective since the displaced tissue is devoid of arterial blood supply, does not always take root and may be subject to rejection. Therefore, the actual problem is the development and improvement of plastic techniques for cerebrospinal fluid fistulas with local tissues, during the movement of which it is possible to preserve its blood supply.

Since 2009, we supervised 7 female patients aged from 45 to 58 years old with CSF leakage through the sphenoid sinus. The interval from the appearance of CSF rhinorrhoea to admission to the clinic ranged from 2 weeks to 6 months. None of the patients had meningoencephalitis. All patients had unilateral damage to the sphenoid sinus. The source of CSF rhinorrhoea was detected by endoscopic examination in the operating room in the prone position

under local infiltration anesthesia of 5–10 ml ultracain forte after application anesthesia with 10% lidocaine solution with adrenaline on a gauze trailer into the nasal cavity. During the study, the anatomical features of the nasal septum and all the nasal concha were analyzed. Then, when examining the nasopharynx and posterior parts of the nasal cavity, a cerebrospinal fluid flowing along the wall of the nasopharynx was found and, slowly moving the endoscope up, reached the area from which the leakage began. All patients had gaping fistula of the sphenoid sinus, which is in a typical place. In the supine position, the sinuses were filled with fluid, therefore, its ripple was clearly in the fistula. Then the roof of the nasal cavity was carefully examined to exclude the presence of CSF fistulas in other parts of the ethmoid plate. After confirming the CSF leakage from the sphenoid sinus, we proceed to perform the operation in order to detect the fistula and its plastic closure. In all cases of the plastics of the cerebrospinal fluid fistulas, which were detected in different parts of the lateral wall of the sphenoid sinus, the middle nasal concha was used.

The technique of operation: curved bone scrapers and sphenoidal cutting forceps expanded sinus joint, fluid was aspirated from the sinus, the cerebrospinal fluid fistula was localized, after which the front wall of the sphenoid sinus was removed. The mucosa around a CSF fistula at several millimeters was separated and removed with a narrow raspator. The detected bone defect was covered with a piece of cartilage, which was prepared from the patient's nasal septum. Before the introduction of cartilage into the area of the defect in the wall of the sinus, a flap was formed from the mucosa of the middle nasal concha. A vertical incision was made along the anterior end of the middle nasal concha, after which the mucosa from the osseous bone plate was gently exfoliated from both sides, then the isolated bone plate was completely removed. After removal of the bone plate, the middle nasal concha was dissected from front to back to its posterior end. As a result, the formed mucosa flap is mobile, its fixation is preserved, the

anatomical connection with the posterior nasal mucosa, which provides conditions for better engraftment of the graft, as the flow of arterial blood in the nasal cavity is directed forward from the posterior sections to its vestibule. A piece of cartilage is placed on the cerebrospinal fluid fistula; for better fixation, latex tissue glue from Medical polymers technologies, Ltd. or two-component fibrin glue Tissucol® Kit was used. Then, a formed graft was laid on the side wall, which was pressed with a swab made from a rubber glove finger and foam rubber.

A tampon from the nasal cavity and from the sphenoid sinus was removed after 4–5 days. In the early postoperative period, antibiotics were prescribed in usual doses, which prevented the development of sinusitis and intracranial complications, the introduction of which was stopped after the removal of tampons. We do not used the lumbar drainage.

In the long-term follow-up period, recurrent CSF rhinorrhoea was observed in two patients after plastic closure of the cerebrospinal fluid fistula in the posterior sections of the lateral wall of the sphenoid sinuses 1 and 2 years after surgery, respectively. Analysis of the endoscopic picture and control CT examination of the paranasal sinuses in the dynamics confirmed the slowly developing atrophic process of the structures of the sphenoid sinus, displaced flap, adjacent cells of the ethmoid labyrinth, which led to the recurrence. Subsequently, the patients were referred for surgical treatment at the Burdenko' Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia.

Summing up our experience in the diagnosis and surgical treatment of sphenoidal CSF leakage, it should be noted that the dehiscency, granular fovea in combination with signs of osteoporosis, as well as deep lateral pockets of the sphenoid sinus is a predisposing factor in the development of sphenoidal CSF rhinorrhea. In case of localization of cerebrospinal fluid fistulas in the lateral wall of the sphenoid sinus, its plastic closure can be successfully performed by a flap of the mucosa of the middle nasal concha with the fixation method used.

## REFERENCES

1. Kapitanov D. N., Lopatin A. S., Potapov A. A. Endoskopicheskaya diagnostika i lecheniye nazal'noy likvorei [Endoscopic diagnosis and treatment of nasal liquorrhea]. – M.: Practical medicine, 2015. – 212 p.
2. Konovalov A. N., Likhberman L. B., Potapov A. A. Klinicheskoye rukovodstvo po cherepno-mozgovoy travme [Clinical guidelines for traumatic brain injury]. – M.: Antidor, 2002. – Vol. 3. – 630 p.
3. Nakatis Ya. A., Kuznetsov S. V. «Vizual'naya real'nost'» v rinologii ["Visual reality" in rhinology] // Vestnik of Saint Petersburg University. – Ser. 11. – 2008. – Appendix to issue 1. – P. 118–127.
4. Piskunov G. Z., Piskunov S. Z. Klinicheskaya rinologiya [Clinical rhinology]. – M.: MIA, 2006. – 608 p.



УДК 616.714.1-003.219-021.3

## СПОНТАННЫЙ ОТОГЕННЫЙ ПНЕВМОЦЕЛЕ

### SPONTANEOUS OTOGENIC PNEUMOCEPHALUS

*Л. Варга, З. Кабатова, М. Профант*

*Университет имени Я. А. Коменского, Братислава, Словакия*

**РЕФЕРАТ.** В статье описывается диагностика и лечение с литературным обзором спонтанного отогенного пневмоцефале. У молодого спортсмена возникла головная боль и флюктуация в затылочной области во время повышенной физической активности. С помощью компьютерной томографии была диагностирована большая интракраниальная пневмоцефале с соответствующей эмфиземой. Трансмастоидная идентификация и закупорка дефекта височной кости позволила решить проблему полной резорбции пневмоцефалии и эмфиземы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пневмоцефале, эмфизема, отогенные, височная кость, евстахиева труба.

*L. Varga, Z. Kabátová, M. Profant*

*Comenius University, Bratislava, Slovakia*

**SUMMARY.** Diagnosis and management with literature review of spontaneous otogenic pneumocephalus is described. A young sportsman experienced headache and fluctuating mass in his occiput during the increased physical activity. A large extradural intracranial pneumocephalus with corresponding emphysema was seen on a CT scan image. Transmastoid identification and plugging of the temporal bone defect solved the problem with complete resorption of pneumocephalus and emphysema.

**KEY WORDS:** pneumocephalus, emphysema, otogenic, temporal bone, Eustachian tube.

#### Введение

Отогенный пневмоцефале определяется как наличие воздуха во внутричерепной полости, поступающей через височную кость. В случаях травмы (внешних или ятрогенных), внутричерепных опухолей или инфекции патогенез этого состояния достаточно ясен. Спонтанный отогенный пневмоцефале описывается очень редко. Пневмоцефале можно классифицировать по анатомической локализации как экстрадуральную, субдуральную, субарахноидальную, внутрипаренхимную или внутрижелудочковую. Экстрадуральная (эпидуральная) пневмоцефале встречается редко, потому что твердая оболочка плотно прилипает к черепу. В этой статье мы описываем диагностику и тактику лечения спонтанного экстрадурального отогенного пневмоцефале у молодого человека.

#### Материалы и методы

В нашу клинику обратился 23-летний молодой человек с жалобами на головные боли в течение года, увеличивающиеся во время физической активности. Также он ощущал колеблющуюся массу в затылке. Невролог диагностировал левую затылочную эмфизему, которая увеличивалась в размерах во время сильного чиханья и форсирования дыхания носом. Пациента направили в нашу клинику для диагностического хирургического вмешательства и устранения причины.

Пациент сообщил о хорошем слухе, отсутствии головокружения или звона в ушах, отсутствии голов-

ной боли и отсутствия отита в анамнезе. Он отрицал любую историю предыдущей травмы в области головы и шеи или хирургии головы и шеи. Также не было доказательств неврологических нарушений и других значимых заболеваний.

Обследования головы и шеи, в частности отоскопия, были ничем не примечательны. Аудиограмма подтвердила нормальный слух с обеих сторон, тимпанометрия показала кривую типа с присутствием акустического рефлекса (рис. 1). Отмечалось повышение давления в среднем ухе слева по данным импедансометрии.

Компьютерная томография показала левую боковую затылочно-париетальную пневмоцеле и подкожную эмфизему с дискретной связью с пневматической системой сосцевидной кости (рис. 2, 3). Большое количество воздуха было обнаружено в левой височной области (8 x 3 x 8 см). Обе височные кости были симметрично гиперпневматизированы. Дефект внутренней стенки височной кости определялся в области пневмоцефале. Костный дефект открывал путь для проникновения воздуха в подкожное пространство. Не было никаких визуальных подтверждений, свидетельствующих о мастоидитах, отитах, травмах или новообразованиях.

Проведена мастоидэктомия слева с сохранением задней стенки наружного слухового канала, и ожидаемый участок костного дефекта был идентифицирован в преретросигмоидной пластике твердой мозговой

оболочки, чуть выше перехода сигмовидного синуса в поперечный синус (рис. 4). Дефект был закрыт надхрящницей с козелка уха и участком височной мышцы (рис. 5). Послеоперационный период прошел без особенностей. КТ, сделанное через месяц после операции, подтвердило полную резорбцию пневмоцефалии и эмфиземы (рис. 6). Послеоперационная аудиограмма осталась неизменной (рис. 1).

**Обсуждение результатов**

Отогенный пневмоцеле является редким заболеванием. В 1884 году Х. Кьяри первым диагностировал пневмоцеле при вскрытии, сделанном пациентом с этмоидитом [4]. В 1915 году Дюкен поставил диагноз «первый случай отогенного пневмоцеле» у пациента с историей огнестрельной раны с участием сосцевидного отростка. В 1967 году исследование Дж. В. Маркама показало, что из 295 изученных случаев 218 (73,9%) показали пневмоцеле после травмы, 38 случаев (12,9%) – после опухоли, 26 случаев (8,8%) – после инфекции и 2 случая – по неизвестной причине [8]. Отогенный пневмоцеле может быть вызван также хирургическими процедурами в сосцевидном отростке и вентрикуло-перитонеальных шунтах.

Этиопатогенез пневмоцеле при травмах, опухолях или инфекционных заболеваниях совершенно ясен. Искусственное сообщение от височной кости позволяет воздуху проникать в череп. Кроме того, для возникновения отогенного пневмоцеле необходимо превышение давления среднего уха над внутричерепным, чтобы воздух попадал в череп. Это можно объяснить двумя механизмами:

- воздух входит в среднее ухо через евстахиеву трубку, когда давление носоглотки поднимается выше атмосферного давления при глотании, маневре Вальсальвы или в других условиях. Воздух может проникать в череп даже через микропоры среднего уха [2];
- другой механизм требует наличия постоянной утечки цереброспинальной жидкости, что приводит к развитию относительно отрицательного внутричерепного давления, и, следовательно, потеря жидкости заменяется воздухом [2].

В ходе острого среднего отита патогенез отогенного пневмоцеле может включать внутричерепное проникновение газа по распространению инфекции, вызванный газообразующими микроорганизмами, которые могут сосуществовать в отогенных очагах. Это может произойти также при гематогенном распространении инфекции при отсутствии явного сообщения между средним ухом и средней или задней черепной ямкой [1, 10, 12].

Пневмоцеле, связанный с шунтирующей хирургией, может развиваться вторично по отношению к эффекту шунтирования и дефекту основания черепа [6, 9]. Чрезмерное отрицательное внутричерепное давление в определенных ситуациях позволяет с помощью шунтов проникать воздуху, заполняя вакуум черепа.

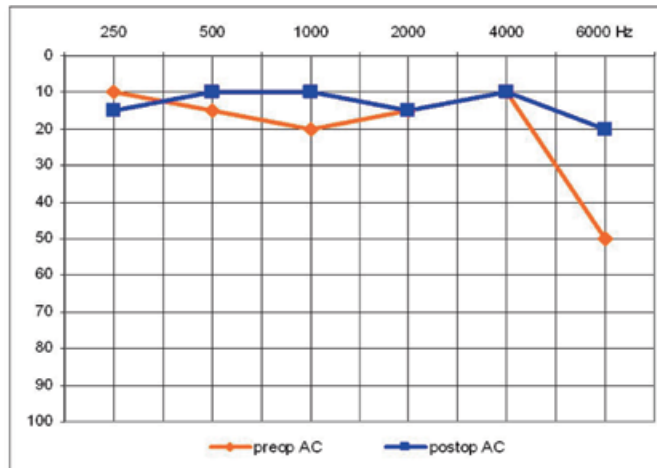


Рис. 1. Аудиограмма пациента с отогенным пневмоцеле до и после лечения

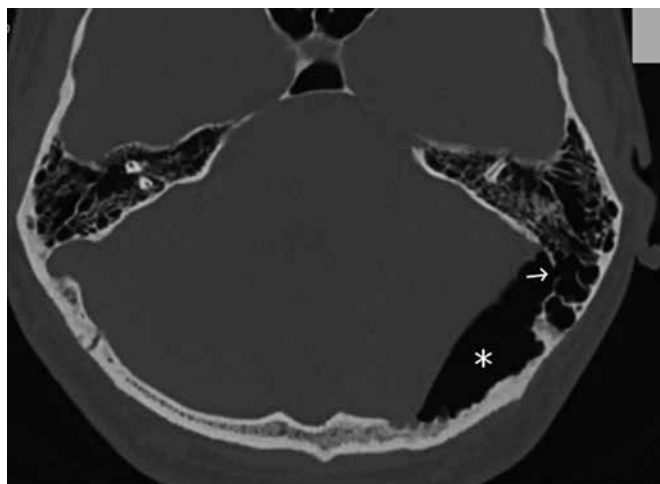


Рис. 2. Компьютерная томография пациента с отогенным пневмоцеле до лечения (скан 1)

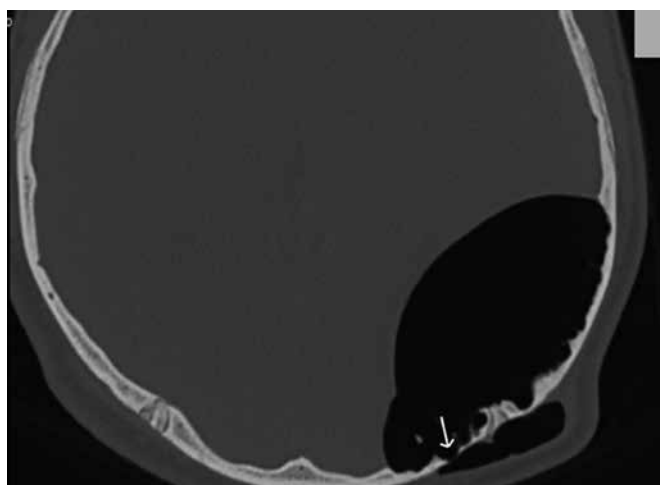


Рис. 3. Компьютерная томография пациента с отогенным пневмоцеле до лечения (скан 2)





Дефект костей может быть врожденным, но чаще встречается в результате костной эрозии повышенным внутричерепным давлением гидроцефалией. Общими местами врожденных дефектов основания черепа являются передняя ямка, а затем средняя ямка и тигменские тимпани во временной кости. Дефект кости чаще встречается в гиперпневматизированной сосцевидной полости с тонкими межклеточными перегородками, что облегчает ее разрыв с повышенным давлением барабанной полости [3, 19].

Однако спонтанный отогенный пневмоцеле является чрезвычайно редким заболеванием с очень небольшим количеством случаев, описанных в литературе. Следующие изменения могут нести ответственность за развитие спонтанного отогенного пневмоцеле:

1. анатомические пороки развития (вариации), расположенные в системе сосцевидной пневматики (крыша барабанной полости, задняя стенка). Возникновение anomalно близких инфекционных заболеваний может привести к спонтанному пневмоцеле [16];

2. гиперпневматичность сосцевидного отростка могут вызвать спонтанный пневмоцеле. В этих случаях сильное чиханье и форсированное дыхание носом и выдувание носа считались дополнительными факторами [15]. Воздушная ячейка может быть распространена на верхушке, кзади к теменной и затылочной костям, в меньшей степени к мягким тканям сосцевидного отростка и шеи или медиально к шейному отделу позвоночника. Сообщалось, что внезапные или повторные маневры Вальсальвы или любое другое внезапное напряжение или незначительная травма могут разрушить хрупкую костную пластинку при врожденных дефектах пневматизированной височной кости. Это может произойти при чрезмерной резорбции кости во время пневматизации или ошибочном эмбриогенезе. Дополнительная роль евстахиевой трубки может помочь увеличить давление [13, 14, 17];

3. спонтанный пневмоцеле может быть вызван баротравмой, но это встречается крайне редко [17].

Клинические проявления отогенного пневмоцеле варьируются в зависимости от местоположения и его размеров [3]. У пациентов с пневмоцеле происходит увеличение внутричерепного давления, что всегда приводит к головным болям, и это является наиболее распространенным симптомом, а также могут возникать неврологические симптомы, такие как рвота, размытость зрения, головокружение, обморок, афазия, гемиплегия, атаксия [6, 18, 19]. Менее частыми симптомами являются оталгия, шум в ушах, снижение слуха и потеря равновесия [18].

КТ-сканирование имеет важное значение для визуализации внутричерепного воздуха, оценки структуры костной ткани и подтверждения или исключения дефекта как в спонтанном, так и в посттравматическом варианте [18]. В случаях отогенных инфекций

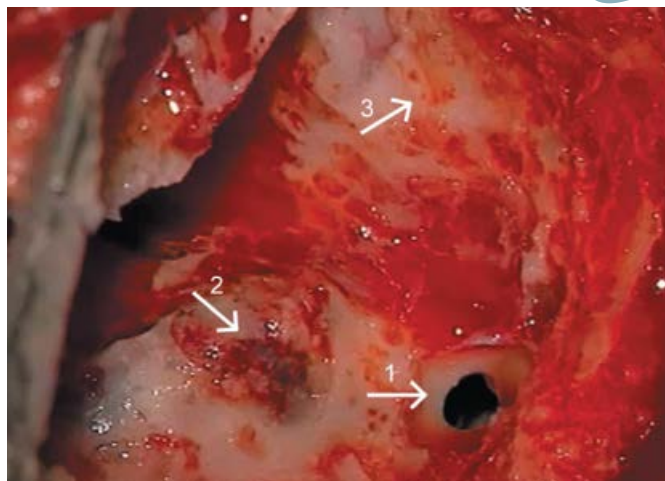


Рис. 4. Интраоперационный снимок дефекта височной кости

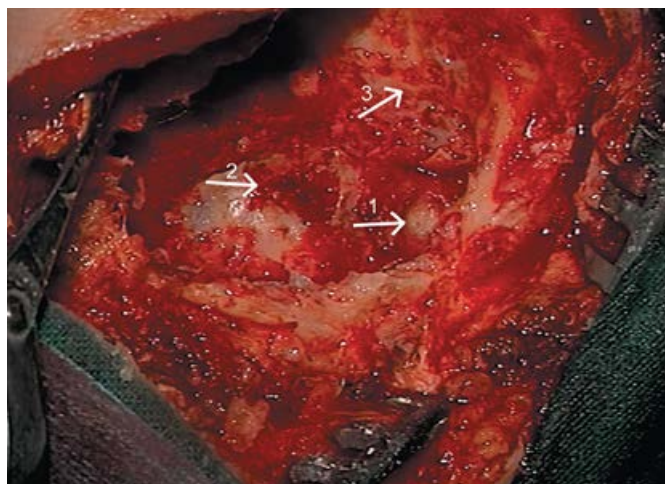


Рис. 5. Интраоперационный снимок области височной кости после закрытия

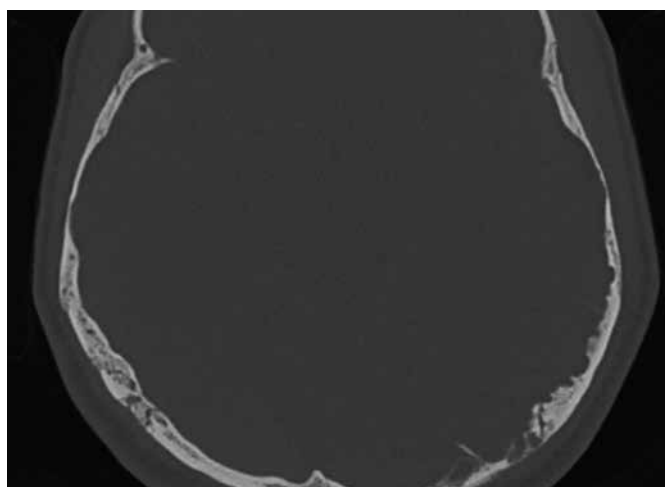


Рис. 6. Компьютерная томография пациента с отогенным пневмоцеле через месяц после лечения

КТ и МРТ могут выявить наличие дегенеративных заболеваний, эпидурального абсцесса, менингита, абсцессов головного мозга или крупных субдуральных инфильтраций.

Лечение пневмоцеле зависит от его тяжести и этиологии. В случаях малых отогенных пневмоцеле достаточно наблюдения, поскольку пневмоцеле может рассасываться спонтанно [7]. В некоторых случаях дренаж воздуха, обычно путем проведения миринготомии и вставки вентиляционной трубки, может помочь [5]. Хирургическое лечение отогенного пневмоцеле является обязательным, если оно есть результат травмы головы или отоневрологической процедуры. Обычно это можно выполнить трансмастоидально. При закрытии дефекта чаще всего используют хрящ, свободную фасцию или височно-мышечный лоскут в зависимости от объема травмы.

Когда отогенный пневмоцеле является вторичным фактором при остром среднем отите с менингеальными проявлениями, необходимо проводить активную терапию инфекции, особенно при отсутствии явного дефекта [11].

Дефекты крыши барабанной полости составляют особую сложность. Для успешного восстановления может потребоваться удаление мастоидальной полости или краниотомия средней ямки [16].

У нашего пациента внутричерепное сообщение было небольшое по размеру (0,6 см в диаметре). Вероятно, долгосрочное давление воздуха с нерегулярным резким повышением давления отделило твердую оболочку от окружающих тканей. Эта отслойка, вероятно, вызвала резорбцию внутренней кортикальной кости с образованием в дальнейшем дефекта черепа, приводящего к подкожной эмфиземе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. A case of pneumocephalus as a complication of silent otitis media / S. Turgut, I. Ercan, Z. Alkan [et al.] // *Ear. Nose Throat. J.* – 2004. – Vol. 83. – P. 50–52.
2. Andrews J. C., Canalis R. F. Orogenic pneumocephalus // *Laryngoscope.* – 1986. – Vol. 96 (5). – P. 5218.
3. Anorbe E., Aisa P., Saenz de Ormijana J. Spontaneous pneumatocoele and pneumocephalus associated with mastoid hyperpneumatization // *Eur. J. Radiol.* – 2000. – Vol. 36 (3). – P. 158–160.
4. Chiari H. Uber einen Fall von Luftansammlung in den Ventrikeln des menschlichen Gehirns // *Ztschr. f Heilk.* – 1884. – N 5. – S. 383–390.
5. Extensive occipital bone pneumatization presenting as an occipital mass / S. Pans, I. Van Breuseghem, E. Geusens [et al.] // *Am. J. Roentgenol.* – 2003. – Vol. 181. – P. 891.
6. Honeybul S., Bala A. Delayed pneumocephalus following shunting for hydrocephalus // *J. Clin. Neurosci.* – 2006. – Vol. 13 (9). – P. 939–942.
7. Intracranial air on computerized tomography / A. G. Osborn, J. H. Daines, S. D. Wing [et al.] // *J. Neurosurg.* – 1978. – Vol. 48. – P. 355–359.
8. Markham J. W. The clinical features of pneumocephalus based upon a survey of 284 cases with report of 11 additional cases // *Acta. Neurochir (Wien).* – 1967. – Vol. 16 (1). – P. 1–78.
9. Nagai H., Moritake K. Orogenic tension pneumocephalus complicated by Eustachian tube insufflation in a patient with a ventriculoperitoneal shunt: case report // *J. Neurosurg.* – 2007. – Vol. 106 (6). – P. 1098–1101.
10. Nager G. T. Pathology of the temporal bone. – Baltimore: Williams and Wilkins, 1993. – 2623 p.
11. Pneumocephalus and meningitis as a complication of acute otitis media: case report / A. Ciorba, A. Berto, M. Borgonzoni [et al.] // *Acta. Otorhinolaryngologica Italica.* – 2007. – Vol. 27. – P. 87–89.
12. Pneumocephalus presenting as a complication of chronic otitis media – a case report / J. Mathai, A. Sadarudheen, K. P. Pushpakumar [et al.] // *Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2008. – Vol. 60. – P. 390–392.
13. Rameh C., Meller R., Magnan J. Mastoid Hyperpneumatization With Atlantoaxial Fistulization Presenting as Head Rotation Induced Aural Fullness // *Otol. Neurotol.* – 2009. – Vol. 30. – P. 936–938.
14. Rebol J., Munda A., Tos M. Hyperpneumatization of the temporal, occipital and parietal bones // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2004. – Vol. 261. – P. 445–448.
15. Richards S. D., Saeed S. R., Laitt R. Hypercellularity of the mastoid as a cause of spontaneous pneumocephalus // *J. Laryngol. Otol.* – 2004. – Vol. 118 (6). – P. 474–476.
16. Saumil N., Merchant M., McKenna M. J. Neurotologic Manifestations and Treatment of Multiple Spontaneous Tegmental Defects // *Am. J. Otol.* – 2000. – Vol. 21. – P. 234–239.
17. Spontaneous epidural pneumocephalus / A. Tucker, H. Miyake, M. Tsuji [et al.] // *Neurol. Med. Chir. (Tokyo).* – 2008. – Vol. 48. – P. 474–478.
18. Spontaneous otogenic intracerebral pneumocephalus: case report and review of the literature / N. Krayenbuhl, H. Alkadhi, H. H. Jung [et al.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2005. – Vol. 262 (2). – P. 135–138.
19. Spontaneous pneumocephalus of an otogenic origin / L. A. Vallejo, L. M. Gil-Carcedo, J. M. Borrás [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1999. – Vol. 121 (5). – P. 662–665.



УДК 616.714.1-003.219-021.3

## SPONTANEOUS OTOGENIC PNEUMOCEPHALUS

*L. Varga, Z. Kabátová, M. Profant*

*Comenius University, Bratislava, Slovakia*

**SUMMARY.** Diagnosis and management with literature review of spontaneous otogenic pneumocephalus is described. A young sportsman experienced headache and fluctuating mass in his occiput during the increased physical activity. A large extradural intracranial pneumocephalus with corresponding emphysema was seen on a CT scan image. Transmastoid identification and plugging of the temporal bone defect solved the problem with complete resorption of pneumocephalus and emphysema.

**KEY WORDS:** pneumocephalus, emphysema, otogenic, temporal bone, Eustachian tube.

### Background

Otogenic pneumocephalus is defined as a presence of air in the intracranial cavity coming there through the temporal bone. In cases of trauma (external or iatrogenic), intracranial tumours or infection the pathogenesis of this entity is quite clear. The spontaneous otogenic pneumocephalus is described very rarely. Pneumocephalus can be classified by anatomic localization as extradural, subdural, subarachnoid, intraparenchymal or intraventricular. An extradural (epidural) pneumocephalus is rare because the dura is tightly adherent to the skull. In this paper we describe and document diagnosis and management of the spontaneous extradural otogenic pneumocephalus in a young man.

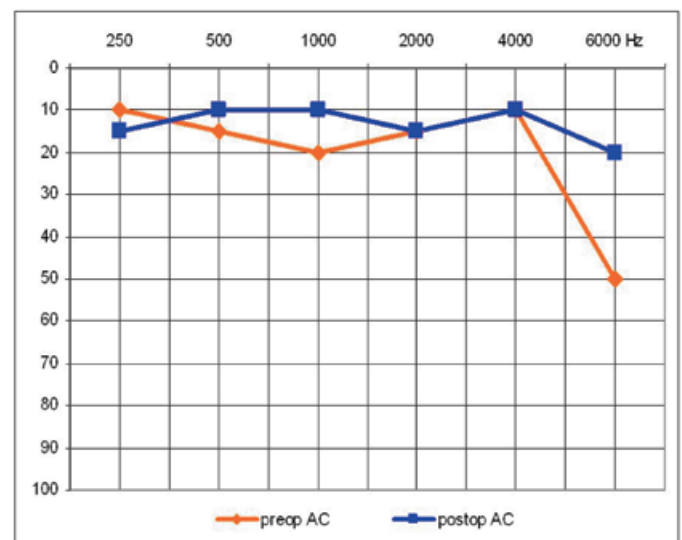
### Case Report

A 23-years-old male patient presented to our clinic with a 1-year long history of headache increasing during physical activity. He could feel fluctuating mass in his occiput. Left occipital emphysema which would increase in size during forceful sneezing and nose blowing has been diagnosed by the neurologist. The patient was referred to our clinic for diagnostic surgical intervention for suspected otogenic causes.

The patient reported good hearing, no vertigo or tinnitus, no headache, and no history of otitis media. He denied any history of previous trauma to the head and neck area or head and neck surgery. There was also no evidence of neurological impairment and no significant medical history. Head and neck examination and, in particular, ear examination, was unremarkable. Audiogram confirmed normal hearing bilaterally, tympanometry showed A type curve with acoustic

reflex present (fig. 1). The air pressure in left middle ear was slightly raised.

Computed tomography revealed left side occipitoparietal pneumocephalus and subcutaneous emphysema with discrete communication to the pneumatic system of the mastoid bone (fig. 2, 3). Large amount of air was found in the left temporal area (8 x 3 x 8 cm). Both temporal bones were symmetrically hyperpneumatized. Continuity of internal compact bone has been destroyed in the area of pneumocephalus. A skull bony defect opened the way for the air to enter the subcutaneous space. There was no imaging evidence of mastoiditis, otitis media, trauma or neoplasm.



*Fig. 1. Audiogram of a patient with an otogenous pneumocephalus before and after treatment*

An explorative mastoidectomy of the left side, with preservation of the posterior wall of the external auditory canal was performed, and the expected bony defect site was identified in the presigmoid dura plate, just above the transition of the sigmoid sinus to transverse sinus (fig. 4). This communication was sealed with tragal perichondrial-cartilage graft and a temporalis muscle plug from the deep temporalis muscle fascia (fig. 5).

Postoperative course was uneventful.

CT image made one month after surgery confirmed full resorption of pneumocephalus and emphysema (fig. 6). Postoperative audiogram remained unchanged (fig. 1).

### Discussion

Otogenic pneumocephalus (OP) is a rare condition. In 1884, Chiari was the first to diagnose pneumocephalus on an autopsy done on a patient with ethmoiditis [4]. In 1915, Duken diagnosed the first case of otogenic pneumocephalus in a patient with history of gunshot wound involving the mastoid. In 1967, Markam's study revealed that out of 295 cases studied, 218 cases (73.9%) showed pneumocephalus following trauma, 38 cases (12.9%) secondary to tumour, 26 cases (8.8%) secondary to infection and 2 cases with unknown cause [8]. Otogenic pneumocephalus can be caused also by surgical procedures in the mastoid and ventriculo-peritoneal shunts.

The aetiopathogenesis of pneumocephalus in trauma, tumour or infection cases is quite clear. Artificial communication from the temporal bone intracranially allows the air to enter the cranium. In addition, an increase in middle ear pressure over the intracranial pressure must be present to permit air to enter the cranium. This may be explained by two mechanisms:

- air enters the middle ear through the Eustachian tube as nasopharyngeal pressure rises above ambient pressure during swallowing, Valsalva manoeuvre or in other conditions. Air can enter the cranium even through a middle ear microfistula [2];

- another mechanism requires the presence of a continuous cerebrospinal fluid (CSF) leak, which results in the development of a relatively negative intracranial pressure, and consequently lost fluid is replaced by air [2].

During the course of acute otitis media (AOM), the pathogenesis of OP may involve the intracranial collection of gas secondary to the spread of the infection, caused by gas-forming microorganisms that may co-exist in the otogenic foci. This can occur via haematogenous dissemination, even in the absence of any obvious communication between the middle ear and either the middle or posterior cranial fossa [1, 10, 12].

Pneumocephalus related to shunt surgery can develop secondary to a combination of the siphon effect of shunting and a skull base defect [6, 9]. Excessive negative intracranial pressure in certain situations

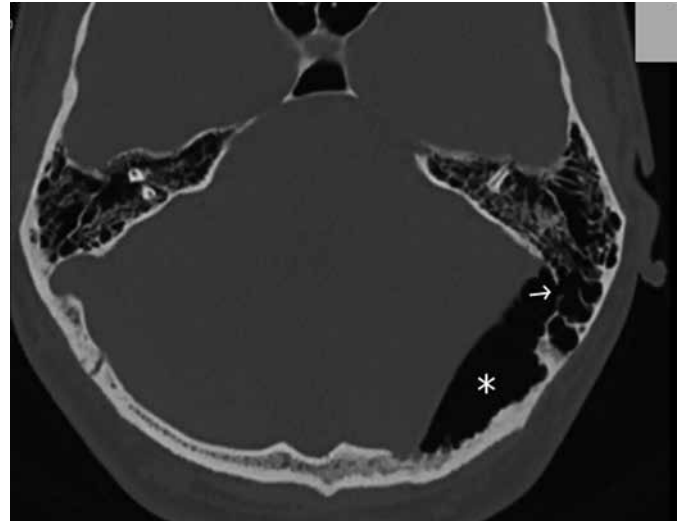


Fig. 2. Computed tomography of the patient with an otogenous pneumocephalus before treatment (scan 1)

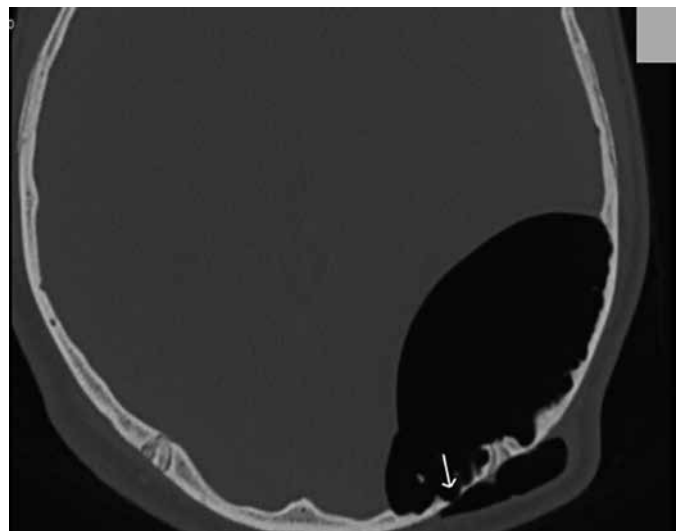


Fig. 3. Computed tomography of a patient with an otogenous pneumocephalus before treatment (scan 2)

allows, by the siphon effects of shunts, air ingress to fill the vacuum by the skull base defect. The bone defect may be congenital but more often occurs as a result of bony erosion by the long-standing raised intracranial pressure by hydrocephalus. The common sites of congenital skull base defects are anterior fossa, followed by the middle fossa and tegmen tympani in temporal bone. The bone defect more often occurs in hyperpneumatized mastoid cavity with thin intercellular septa, thus facilitating its rupture with increased endotympanic pressure [3, 19].

Spontaneous otogenic pneumocephalus (SOP) is, however, an extremely rare condition with very few cases reported in the literature. Following changes can be responsible for SOP development:



1. Anatomic malformations (variations) located in the mastoid pneumatic (tegmen, posterior wall) system. The occurrence of anatomically closely related defects may predispose to weakening of dural attachments so that vigorous autoinflation can lead to a spontaneous pneumatocele [16].

2. Hypercellularity and hyperpneumatization of the mastoid may cause spontaneous pneumocephalus. In these cases forceful sneezing and nose blowing were considered contributory factors [15]. The air cells might extend deep into the petrous apex, posteriorly towards the parietal and occipital bones, inferiorly towards the mastoid tip and neck soft tissues, or medially to the condyle and cervical spine. It has been reported that sudden or repeated Valsalva manoeuvres or any other sudden strain or minor trauma might open a fragile bone plate in a congenitally defective pneumatized temporal bone. The absence of a history of infection favours the congenital theory of a hyperpneumatized mastoid, with either an excessive bone resorption during pneumatization or faulty embryogenesis. An additional role of the Eustachian tube functioning as a one-way valve may help to increase the air pressure [13, 14, 17].

3. Spontaneous pneumocephalus can be caused by a barotrauma but is extremely rare [17].

Clinical presentations of OP vary depending on the location and mass effect of the pneumocephalus [3]. If intracranial pressure increases, in patients with pneumocephalus and tension pneumocephalus developing headache is the most common symptom, and neurologic symptoms such as vomiting, blurring vision, dizziness, syncope, aphasia, hemiplegia, ataxia can also occur [6, 18, 19]. Less frequent symptoms are otalgia, tinnitus, aural fullness and loss of balance [18].

CT scans are fundamental to visualise the intracranial air, evaluate the ear bone architecture, and to confirm or exclude interruptions in the tegmen and posterior fossa bony plate either in spontaneous or posttraumatic OP [18]. In cases of otogenic infections, CT and MRI may reveal the presence of tegmen erosion, epidural abscess, cerebritis, brain abscesses, or large subdural collections requiring prompt surgical drainage.

The treatment of pneumocephalus depends on its severity and aetiology. In cases of small OP observation may suffice, because it may resorb spontaneously [7]. In some cases drainage of the collected air, usually by a myringotomy and ventilating tube insertion may help [5]. Surgical management of otogenic pneumocephalus is mandatory when it is the consequence of a head trauma or otoneurologic procedure. This can usually be performed through an otologic approach (transmastoid). Once the defect has been identified and located, cartilage, free fascia, or temporalis muscle-fascia flap are best used to plug the site, depending on its size. When the OP secondary to AOM with meningeal involvement, control of the infection is necessary and medical therapy is of great value, especially in

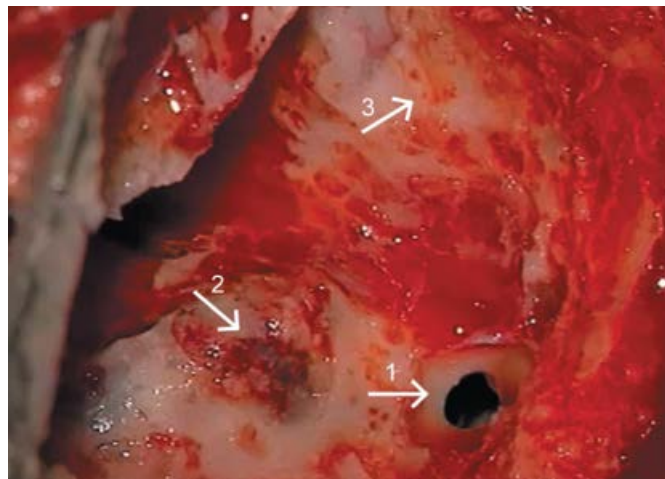


Fig. 4. Intraoperative picture of a defect in the temporal bone

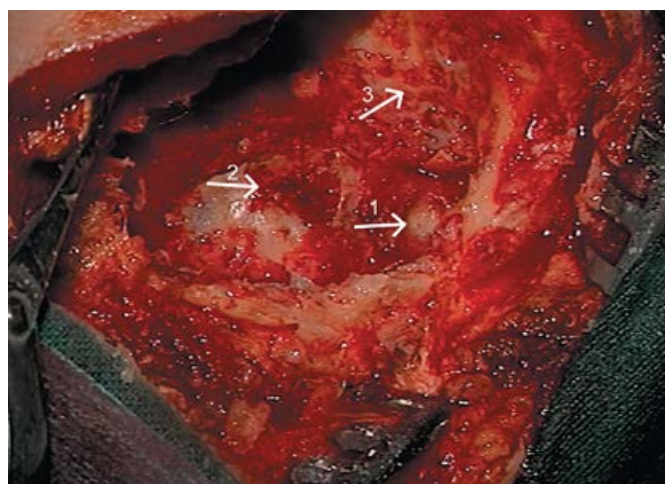


Fig. 5. Intraoperative snapshot of the temporal bone area after closure

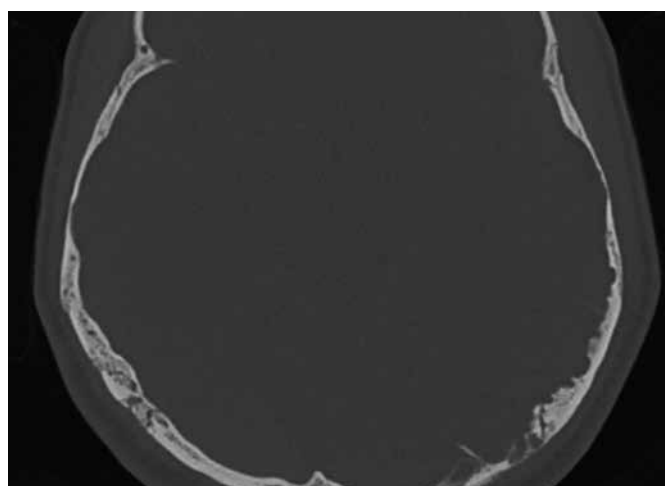


Fig. 6. Computed tomography of a patient with an otogenous pneumocephalus one month after treatment

the absence of a clear defect [11]. Tegmen defects constitute a special entity. Successful repair may require mastoid obliteration or middle fossa craniotomy [16].

In our patient the intracranial communication was small in size (0.6 cm in diameter). Probably the long-term

air pressure with irregular sudden pressure increases had detached the dura from the surrounding internal compact layer. This detachment probably caused the resorption of internal cortical bone followed by small defects of skull leading to subcutaneous emphysema.

## REFERENCES

1. A case of pneumocephalus as a complication of silent otitis media / S. Turgut, I. Ercan, Z. Alkan [et al.] // *Ear. Nose Throat. J.* – 2004. – Vol. 83. – P. 50–52.
2. Andrews J. C., Canalis R. F. Otogenic pneumocephalus // *Laryngoscope.* – 1986. – Vol. 96 (5). – P. 5218.
3. Anorbe E., Aisa P., Saenz de Ormijana J. Spontaneous pneumatocele and pneumocephalus associated with mastoid hyperpneumatization // *Eur. J. Radiol.* – 2000. – Vol. 36 (3). – P. 158–160.
4. Chiari H. Uber einen Fall von Luftansammlung in den Ventrikeln des menschlichen Gehirns // *Ztschr. f. Heilk.* – 1884. – N 5. – S. 383–390.
5. Extensive occipital bone pneumatization presenting as an occipital mass / S. Pans, I. Van Breuseghem, E. Geusens [et al.] // *Am. J. Roentgenol.* – 2003. – Vol. 181. – P. 891.
6. Honeybul S., Bala A. Delayed pneumocephalus following shunting for hydrocephalus // *J. Clin. Neurosci.* – 2006. – Vol. 13 (9). – P. 939–942.
7. Intracranial air on computerized tomography / A. G. Osborn, J. H. Daines, S. D. Wing [et al.] // *J. Neurosurg.* – 1978. – Vol. 48. – P. 355–359.
8. Markham J. W. The clinical features of pneumocephalus based upon a survey of 284 cases with report of 11 additional cases // *Acta. Neurochir (Wien).* – 1967. – Vol. 16 (1). – P. 1–78.
9. Nagai H., Moritake K. Otogenic tension pneumocephalus complicated by Eustachian tube insufflation in a patient with a ventriculoperitoneal shunt: case report // *J. Neurosurg.* – 2007. – Vol. 106 (6). – P. 1098–1101.
10. Nager G. T. Pathology of the temporal bone. – Baltimore: Williams and Wilkins, 1993. – 2623 p.
11. Pneumocephalus and meningitis as a complication of acute otitis media: case report / A. Ciorba, A. Berto, M. Borgonzoni [et al.] // *Acta. Otorhinolaryngologica Italica.* – 2007. – Vol. 27. – P. 87–89.
12. Pneumocephalus presenting as a complication of chronic otitis media – a case report / J. Mathai, A. Sadarudheen, K. P. Pushpakumar [et al.] // *Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2008. – Vol. 60. – P. 390–392.
13. Rameh C., Meller R., Magnan J. Mastoid Hyperpneumatization With Atlantoaxial Fistulization Presenting as Head Rotation Induced Aural Fullness // *Otol. Neurotol.* – 2009. – Vol. 30. – P. 936–938.
14. Rebol J., Munda A., Tos M. Hyperpneumatization of the temporal, occipital and parietal bones // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2004. – Vol. 261. – P. 445–448.
15. Richards S. D., Saeed S. R., Laitt R. Hypercellularity of the mastoid as a cause of spontaneous pneumocephalus // *J. Laryngol. Otol.* – 2004. – Vol. 118 (6). – P. 474–476.
16. Saumil N., Merchant M., McKenna M. J. Neurotologic Manifestations and Treatment of Multiple Spontaneous Tegmental Defects // *Am. J. Otol.* – 2000. – Vol. 21. – P. 234–239.
17. Spontaneous epidural pneumocephalus / A. Tucker, H. Miyake, M. Tsuji [et al.] // *Neurol. Med. Chir. (Tokyo).* – 2008. – Vol. 48. – P. 474–478.
18. Spontaneous otogenic intracerebral pneumocephalus: case report and review of the literature / N. Krayenbuhl, H. Alkadhi, H. H. Jung [et al.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2005. – Vol. 262 (2). – P. 135–138.
19. Spontaneous pneumocephalus of an otogenic origin / L. A. Vallejo, L. M. Gil-Carcedo, J. M. Borrás [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1999. – Vol. 121 (5). – P. 662–665.



УДК 616.284-004:616.28-008.14]-07-089

## АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ТУГОУХОСТИ У БОЛЬНЫХ ОТОСКЛЕРОЗОМ

### ALGORITHM OF DIAGNOSIS AND REHABILITATION OF HEARING LOSS IN PATIENTS WITH OTOSCLEROSIS

<sup>1</sup>В. Н. Зеленкова, <sup>2</sup>Е. И. Зеликович, <sup>1</sup>Е. Е. Загорская,  
<sup>3</sup>Г. В. Куриленков, <sup>1</sup>В. Э. Киселиус

<sup>1</sup>V. N. Zelenkova, <sup>2</sup>E. I. Zelikovich, <sup>1</sup>E. E. Zagorskaya,  
<sup>3</sup>G. V. Kurilenkov, <sup>1</sup>V. E. Kiselius

<sup>1</sup>ГБУЗ «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии имени Л. И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы

<sup>1</sup>Sverzhveskii' Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology of Moscow Healthcare Department

<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of Russia

<sup>3</sup>МДЦ «Рэмси Диагностика»

<sup>3</sup>Remsi Diagnostics

**РЕФЕРАТ.** Представлен алгоритм обследования 968 больных отосклерозом для определения его форм и тактики реабилитации тугоухости. Активная стадия заболевания (отоспонгиоза) выявлена у 288 (29,8%). По данным тональной пороговой аудиометрии, тимпанальная форма отосклероза выявлена у 215 (22,2%) пациентов, смешанная I – у 326 (33,7%), смешанная II – у 399 (41,2%) и кохлеарная – у 28 (2,9%). Описаны особенности диагностики и лечения у 288 больных отоспонгиозом. Представлены результаты хирургического лечения 846 больных, которым выполнены различные методики стапедопластики: поршневая – у 173 (20,4%), методика протезом на аутогену – у 301 (35,6%) и аутоканевая – у 372 (44%). Изложены показания и особенности выполнения методик стапедопластики в зависимости от форм отосклероза.

**SUMMARY.** The examination's algorithm of 968 patients with otosclerosis were presented to determine its types and tactics of hearing loss rehabilitation. The active otosclerosis (otospongiosis) was found in 288 (29.8%) patients. The tympanic form of otosclerosis was found in 215 (22.2%) patients, mixed I – in 326 (33.7%), mixed II – in 399 (41.2%) and cochlear – in 28 (2.9%), according to the pure tone audiogram. The diagnostic and treatment features were described in 288 patients with otospongiosis. 846 different variants of stapedotomy was performed: piston stapedotomy – 173 (20.4%), stapedectomy by placing a prosthesis to a vein graft – 301 (35.6%), stapedectomy by placing a cartilage graft to a vein graft – 372 (44%). The indications for methods of stapedotomy and surgical treatment features were described depending on the forms of otosclerosis.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** отосклероз, отоспонгиоз, тональная аудиометрия, стапедопластика, тугоухость.

**KEY WORDS:** otosclerosis, otospongiosis, tonal audiometry, stapedoplasty, hearing loss.

#### Введение

По литературным данным, клинический отосклероз наблюдается у 0,1–1% населения земного шара [12]. Согласно клиническим и морфогистохимическим исследованиям выделяют активные (незрелые, отоспонгиозные) очаги, которые встречаются у 11–30% больных отосклерозом, умеренной активности – у 33,6% и неактивные (зрелые, отосклеротические) – у 36% [1, 13]. По мнению многих специалистов, диагностика отосклероза не вызывает сложностей, и единственным методом реабилитации тугоухости при этом заболевании является хирургическое лечение. В то же время использование новых методов объективной визуализации височной кости свидетельствует о разнообразии плотности и локализации очагов отосклероза, аномалиях и особенностях строения височной кости, симулирующих тугоухость, характерную для отосклероза [10, 11, 14]. Игнорирование инактивирующей тера-

пии активного фенестрального отосклероза ведет к рецидиву тугоухости после поршневой методики стапедопластики, которая является достаточной, но не идеальной, а при кохлеарной форме и высокой степени тугоухости – к облитерации улитки, вызывающей сложности выполнения кохлеарной имплантации. Все это мотивирует к расширению методов диагностики отосклероза, использования индивидуальной тактики консервативного и хирургического лечения различных форм заболевания для достижения лучшего функционального результата.

#### Цель исследования

Анализ алгоритма диагностики и тактики лечения больных отосклерозом.

#### Материалы и методы исследования

Проведен ретроспективный анализ результатов обследования 968 больных отосклерозом в отделе

микрохирургии уха ГБУЗ «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии имени Л. И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы с 2009 по 2017 год, которое включало отомикроскопию, аудиологические исследования (камертоновые тесты (калиброванные камертоны  $C_{128, 512}$ ), тональная пороговая (ТПА) и речевая аудиометрия (аудиометр – МА-31 (Германия) и GSI-61, (США)), акустическая импедансометрия (АТ235h, Interacoustics (Дания)) и ультразвуковая (УЗВ) аудиометрия), компьютерную томографию (КТ) височных костей. УЗВ-аудиометрию проводили для исследования слуховой функции по методике Б. М. Сагаловича и К. П. Покрываловой (1963) [6] с определением порога слуховой чувствительности к УЗВ (резонансная частота 100 кГц, норма порога – до 15 дБ) и феномена его латерализации с помощью ультразвукового аудиометра Эхотест-02 («Гиперион» (Россия)). Исследование височных костей выполняли на компьютерном томографе GE Lightspeed 16 фирмы General Electric (США) методом КТ высокого разрешения толщиной среза 0,625 мм с последующим выполнением мультипланарных реконструкций в аксиальной и коронарной проекциях в костном режиме и денситометрии. Представлен анализ результатов инактивирующего лечения 288 пациентов с активной формой отосклероза, а также хирургических вмешательств у 846 больных тимпанальной и смешанной формой отосклероза. Сроки динамического наблюдения – 1–8 лет.

### Результаты и их обсуждение

В отделе микрохирургии уха ГБУЗ «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии имени Л. И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы за период с 2009 по 2017 год было обследовано 968 больных, у которых были установлены различные формы отосклероза, из них активная фаза заболевания – у 288 (29,8%). Возраст пациентов колебался от 16 до 74 лет (средний –  $41,9 \pm 1,86$ ). Чаще заболеванием страдали женщины (690 – 71,3%) в сравнении с мужчинами (278 – 28,7%).

Все пациенты жаловались на снижение слуха (однорядное или двустороннее), субъективный шум в ушах низкой или средней тональности. Длительность тугоухости у больных отмечалась от 2 до 50 лет.

Результаты ТПА интерпретировались в соответствии с классификацией отосклероза в зависимости от состояния порогов слуха по костной проводимости (КП), предложенной Н. А. Преображенским и О. К. Пятакиной (1973), где выделяются: тимпанальная (средние пороги КП в диапазоне 0,5–2 кГц до 20 дБ), смешанная I (от 20 до 30 дБ), II (> 30 дБ) и кохлеарная формы [3]. По данным ТПА, из 968 больных тимпанальная форма отосклероза выявлена у 215 (22,2%), смешанная I – у 326 (33,7%), смешанная II – у 399 (41,2%) и кохлеарная – у 28 (2,9%). Таким образом, по нашим исследованиям в настоящее время

в структуре тугоухости при отосклерозе смешанная форма встречается у 74,9% больных.

У всех больных при речевой аудиометрии в зависимости от выраженности тугоухости отмечалась 100%-ная разборчивость речи, если пороги слуха по КП не превышали 30–35 дБ, а при акустической импедансометрии – тимпанограмма типа «А» по J. Jerger (1970) с отсутствием акустического рефлекса при костно-воздушном интервале (КВИ)  $\geq 25$  дБ.

УЗВ-тесты играют большую роль в выявлении «первичности» или «вторичности» сенсоневрального компонента тугоухости при смешанной форме отосклероза, определении гидропса лабиринта и диагностики кохлеарной формы отосклероза. При анализе результатов УЗВ-аудиометрии выявлено, что для больных отосклерозом пороги чувствительности УЗВ соответствуют 10–15 дБ, а при кохлеарной форме они также нормальные или несколько выше, тогда как при сенсоневральной тугоухости (СНТ) значения показателя составляют всегда > 15 дБ. Латерализация УЗВ при отосклерозе и СНТ направлена в лучше слышащее ухо при одностороннем или асимметричном двустороннем снижении слуха [3, 5, 9].

КТ височных костей выполнена у 477 (49,3%) больных отосклерозом. Показанием к проведению данного исследования являлись молодой возраст (до 40 лет), наличие симптома Шварца для исключения активного отоспонгиоза, односторонняя и смешанная формы тугоухости, рецидив тугоухости после стапедопластики, а также СНТ при наличии семейного анамнеза тугоухости и нормальных порогов чувствительности УЗВ для исключения кохлеарной формы отосклероза.

КТ височных костей выполнялось для определения наличия и распространения очагов отосклероза в капсуле лабиринта, а с помощью использования денситометрии – их плотности. Фенестральная локализация характеризовалась расположением очагов отосклероза в области окна преддверия капсулы лабиринта, ретрофенестральная – вокруг базального и апикального завитков, у круглого окна, полукружных каналов и дна внутреннего слухового прохода и смешанная – их комбинацией. Использование денситометрии позволяло определить плотность выявленных очагов отосклероза.

По нашим данным, КТ височных костей является важной в диагностике патологии среднего и внутреннего уха с чувствительностью метода по отношению к отосклерозу (86,9%), позволяющая выбрать адекватную лечебную тактику, снижающую риск возникновения осложнений. Фенестральная локализация очагов выявляется в 76,3% случаев, смешанная – в 21,5% и ретрофенестральная – в 2,1%. Односторонний процесс обнаружен у 6,5% пациентов. Облитерация ниши окна преддверия отмечена в 5,4% случаев, сочетание отосклероза с фистулой верхнего полукружного канала – в 1,1% и гломусным образованием барабанной полости – в 1,1%. При одностороннем процессе,



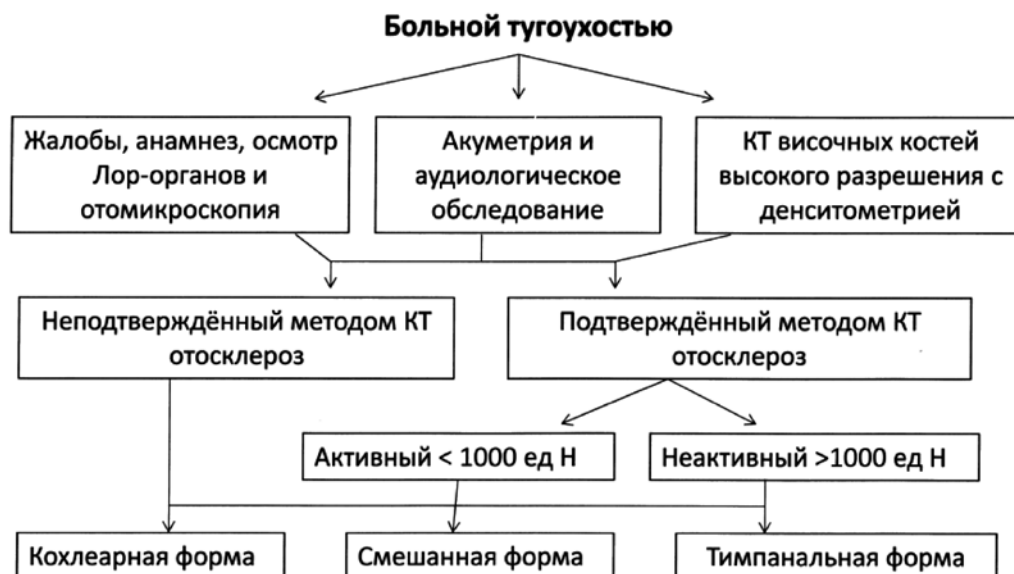


Рис. 1. Схема диагностики различных форм отосклероза у больных с тугоухостью

по данным аудиологического обследования, в 73,3% случаев с помощью КТ височных костей выявлено поражение второго уха. Нами отмечено, что степень деминерализации и ее распространение на капсулу лабиринта сказывались на выраженности сенсоневрального компонента тугоухости. К тому же большое значение в диагностике данного заболевания играет квалификация рентгенолога [3, 8].

Нами разработан алгоритм диагностики различных форм отосклероза, основанный на комплексном обследовании пациента, для выбора оптимальной тактики реабилитации тугоухости при этом заболевании (рис. 1).

В результате обследования выявлено 288 больных активной стадией отосклероза, которым проведена инактивирующая терапия. Возраст пациентов с отоспонгиозом колебался от 16 до 69 лет (средний –  $39,2 \pm 1,81$  года). По данным ТПА, тимпанальная форма выявлена у 39 (13,6%), смешанная I – у 74 (25,7%), смешанная II – у 147 (51%) и кохлеарная – у 28 (9,7%).

Диагноз активной стадии устанавливался на основании анамнестических данных (молодой возраст пациента (до 40 лет), прогрессирующий характер тугоухости, появление или усиление характерного шума, отрицательная динамика слуха после беременности и родов, семейный анамнез заболевания), данных отомикроскопии (положительный симптом Шварца, Лемперта), динамики аудиологического обследования, данных КТ височных костей (участки отоспонгиоза различной локализации < 1000 ед Н (Hounsfield) при норме в +2000 – +2200 ед Н) и операционных находок (мягкие, кровенаполненные очаги).

Лечение пациентов с отоспонгиозом предусматривает инактивацию активных очагов с их переводом

в неактивную склеротическую стадию. В отделе разработана схема патогенетической инактивирующей терапии, в которой использованы все положительные черты предшествующих разработок и критерии ее эффективности. Всем пациентам с отоспонгиозом проводили терапию трехмесячными курсами, включающими бисфосфонат (алендронат – 45 пациентов, ибандронат – 243 пациента), препараты кальция, фтора (NaF) и витамина D, под контролем биохимии крови (Са связанный и свободный, витамин D, мочевины, креатинин), ТПА и КТ височных костей. Число курсов лечения подбиралось индивидуально в зависимости от исходной плотности очагов по данным денситометрии. Количество курсов определяется плотностью отоочагов по данным КТ височных костей с денситометрией [7]. При плотности очагов отоспонгиоза < +300 ед Н назначается 4 курса комплексной инактивирующей терапии, при +300 – +600 ед Н – 3–2 и при +600 – +900 ед Н – 2–1 курса. По данным КТ височных костей с денситометрией, за 1 курс лечения (3 месяца) достигается уплотнение отоочагов до +150 ед Н при использовании в качестве бисфосфоната препарата алендроновой кислоты и до +250 ед Н – ибандроновой кислоты.

В ходе лечения аудиологические параметры не показали значимой разницы показателей по воздушному (ВП) и костному (КП) звукопроведению  $\pm 5$ –10 дБ у 207 пациентов. Доказано, что комплексная терапия способствует минерализации и ослаблению ферментативных процессов в отоспонгиозных очагах капсулы лабиринта, что ведет к стабилизации активности отосклеротического очага в капсуле лабиринта и снижению темпа прогрессирующего ухудшения слуха [3]. Кроме того, данная терапия останавливает

Таблица 1

Методики стапедопластики, используемые у больных отосклерозом

Методики	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Всего
Стапедопластика аутохрящом на вену	20	25	55	35	35	43	54	62	43	372
Поршневая стапедопластика	34	53	17	9	8	5	13	12	22	173
Стапедопластика протезом на вену	–	–	–	20	25	35	64	66	91	301
Всего	54	78	72	64	68	83	131	140	156	846

рост отоспонгиозных очагов и препятствует облитерации улитки, что обеспечивает лучшие условия проведения стапедопластики и кохлеарной имплантации при показаниях у этого контингента больных.

Различные варианты стапедопластики выполнены 846 пациентам, из них в 166 случаях – после инактивирующей терапии. Возраст оперированных пациентов колебался от 19 до 74 лет (средний –  $44,63 \pm 1,91$ ). Чаще операции подвергались женщины (603 – 71,3%) по сравнению с мужчинами (243 – 28,7%). По данным ТПА, тимпанальная форма отосклероза выявлена у 229 (27,1%), смешанная I – у 321 (37,9%) и смешанная II – у 296 (35%) больных.

Показаниями к проведению операции являлись: наличие тимпанальной и смешанной форм отосклероза с КВИ в зоне речевых частот не менее 25 дБ, отсутствие активности отосклеротического процесса (плотность отоочагов не менее +1000 ед Н) и соматических противопоказаний. Поршневая стапедопластика проведена у 173 (20,4%), методика протезом на

аутовену – у 301 (35,6%) и аутохрящом на аутовену – у 372 (44%) больных (табл. 1). Операция выполнялась интрамеатальным подходом преимущественно под местной анестезией для интраоперационной оценки слуха. Лазерная ассистенция использовалась на этапе стапедотомии в 801 случае, микробор – в 40 и инструментальная техника – в 5.

Выбор методики стапедопластики зависел от возраста пациента, степени активности и распространенности отосклероза, состояния слуховой функции, особенностей анатомии ниши окна преддверия и течения операции (рис. 2) [2]. Для формирования перфорации основания стремени в большинстве случаев применяли CO<sub>2</sub>-лазер ( $\lambda$  – 10,6 мкм) с зеркальным шарнирным манипулятором, совмещенным с микроскопом, имеющий флеш-сканер и суперимпульсный режим, а также микробор. Для протезирования стремени использовались хрящевые протезы из ушной раковины пациента и титановые протезы стремени. Размеры аутохрящевых протезов были

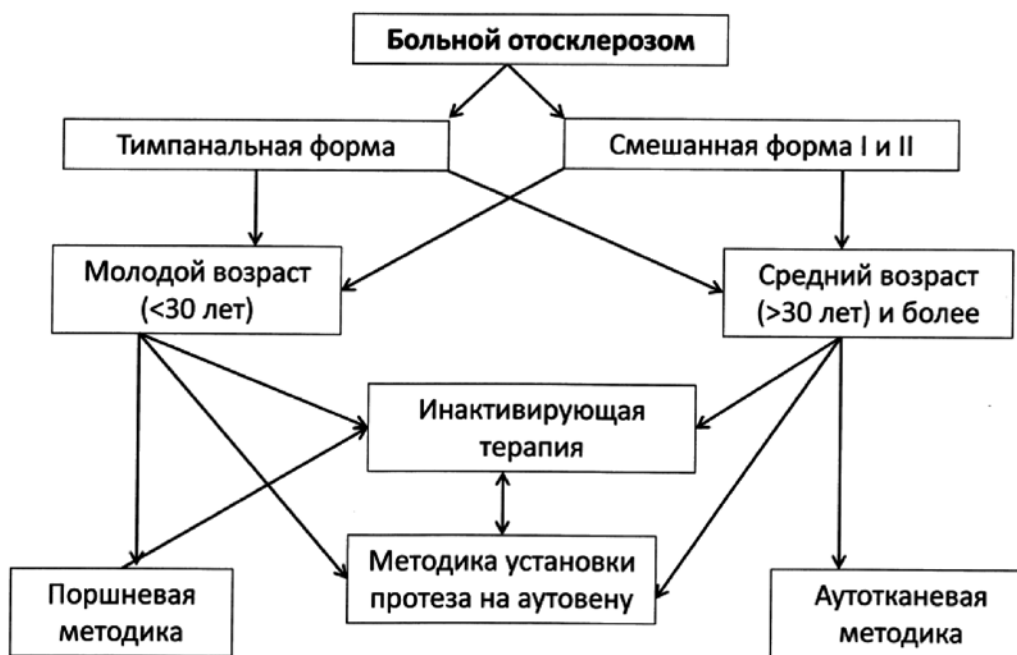


Рис. 2. Схема алгоритма выбора методики стапедопластики у больных отосклерозом



Характеристика методик стапедопластики и форм отосклероза

Форма отосклероза	Методика стапедопластики			Всего
	поршневая	протез на вену	аутохрящ на вену	
Тимпанальная	67	109	53	229 (27,1%)
Смешанная I	72	94	155	321 (37,9%)
Смешанная II	34	98	164	296 (35%)
Всего	173 (20,4%)	301 (35,6%)	372 (44%)	846 (100%)

Таблица 3

Особенности возраста больных при различных формах отосклероза

Форма отосклероза и возраст больных	Форма отосклероза		
	тимпанальная	смешанная I	смешанная II
Средний возраст, годы	40,3 ± 1,48	44,4 ± 1,28	48,07 ± 1,34
Динамика возраста	19–71 года	24–74 года	23–70 лет

L – 3,5 мм, SD – 0,8–1,0 мм, металлизированных протезов – L – 4,25 мм, SD – 0,4–0,6 мм. Для оценки функциональных результатов определяли слуховые пороги по КП и величину КВИ до, через 8–10 дней, 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции по всему диапазону аудиометрической тон-шкалы.

Поршневая методика стапедопластики выполнялась у пациентов молодого возраста при повышенном кровотоке во время операции, аномалиях строения ниши окна преддверия и лицевого нерва и облитерирующих формах отосклероза. Широкая стапедотомия или частичная стапедэктомия с установкой протеза стремени или аутохряща на аутовену, изолирующую жидкости преддверия, использовалась у пациентов среднего возраста, смешанной тугоухости, небольших очагах отосклероза и интраоперационной перелимфорее. Наличие вены под протезом улучшает звукопередачу в раннем послеоперационном периоде вследствие появления жесткости в цепи слуховых косточек, гидродинамику жидкости внутреннего уха и снижает риск послеоперационных осложнений.

При анализе методик стапедопластики в зависимости от формы отосклероза отмечена тенденция использования широкой стапедотомии и частичной стапедэктомии с установкой протеза на аутовену, изолирующую жидкости внутреннего уха, у больных смешанной формой отосклероза (табл. 2). При этом выявлено увеличение среднего возраста оперированных больных с высокими порогами по костному звукопроведению (табл. 3).

После поршневой стапедопластики лучшие результаты (КВИ ≤ 10 dB) мы наблюдали через 6 меся-

цев после операции у 78% пациентов. Лучшие ранние функциональные результаты при этой методике получены при использовании протеза стремени диаметром 0,6 мм. После стапедотомии с установкой протеза стремени на аутовену закрытие КВИ ≤ 10 дБ через 6 месяцев отмечено у 96% пациентов. После частичной стапедэктомии с использованием аутохрящевого протеза, установленного на аутовену, закрытие КВИ до 10 дБ через 1 месяц выявлено у 78% и у 96% пациентов – через 3 месяца после операции с улучшением порогов КП по всему диапазону частот в пределах 10–20 дБ. При стапедопластике у 166 больных после инактивирующей терапии в большинстве случаев отмечена высокая плотность очагов отосклероза и отсутствие их повторной активации в дальнейшем. Функциональные результаты операций сравнимы с таковыми в неактивной стадии отосклероза.

В раннем послеоперационном периоде у 7 (0,8%) пациентов отмечалось повышение порогов КП на 25–30 дБ в диапазоне всех частот аудиометрической тон-шкалы, из них у 3 (0,5%) после модифицированной стапедопластики, у 2 (0,2%) – частичной стапедэктомии с использованием аутохрящевого протеза стремени и у 2 (0,2%) – поршневой стапедопластики. У 2 (0,2%) пациентов при облитерирующем отосклерозе возникла глухота. Рецидива тугоухости после операции не отмечено.

### Выводы

Таким образом, современная диагностика отосклероза с учетом высокой частоты отоспонгиоза (у 29,8% больных) и смешанных форм тугоухости (у 74,9%) должна основываться на комплексном

обследовании пациента для выбора оптимальной тактики реабилитации тугоухости при этом заболевании. Комплексная инактивирующая терапия независимо от локализации активных очагов прекращает их рост, стабилизирует слуховую функцию и создает условия для эффективного хирургического вмешательства,

снижения рисков его осложнений и рецидива тугоухости. Выбор хирургической методики реабилитации тугоухости у больных отосклерозом является индивидуальным, но, учитывая лучшие функциональные результаты, предпочтительна широкая стапедотомия с изоляцией жидкостей преддверия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дондитов Д. Ц. Функциональные результаты хирургического и инактивирующего лечения отосклероза: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2000. – 30 с.
2. Зеленкова В. Н. Лазерная стапедопластика у больных отосклерозом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2013. – 29 с.
3. Лечебно-диагностический алгоритм кохлеарной формы отосклероза: методические рекомендации / А. И. Крюков, В. Т. Пальчун, Н. Л. Кунельская [и др.]. – М., 2010. – 14 с.
4. Преображенский Н. А., Пятякина О. К. Стапедэктомия и стапедопластика при отосклерозе. – М.: Медицина, 1973. – 272 с.
5. Сагалович Б. М. Слуховое восприятие ультразвука. – М.: Наука, 1988. – 286 с.
6. Сагалович Б. М., Покрывалова К. П. Слуховое восприятие ультразвуков и его значение для дифференциальной диагностики поражений слуха // Вестник оториноларингологии. – 1963. – № 5. – С. 31–38.
7. Способ определения длительности лечения активных форм отосклероза: пат. № 2557691 Российская Федерация: МПК А 61 В / Н. Л. Кунельская, Е. В. Гаров, Е. Е. Загорская [и др.]; опубл. 27.07.2015, БИ. – № 21.
8. Сравнение результатов обследования и операционных находок у больных отосклерозом / Н. Л. Кунельская, Е. В. Гаров, Е. И. Зеликович [и др.] // Материалы XVI Российского конгресса оториноларингологов. – М., 2017. – С. 88–89.
9. Ультразвук в диагностике заболеваний внутреннего уха / Н. Л. Кунельская, Е. В. Гаров, Е. Е. Загорская [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2015. – № 2. – С. 12–15. – Doi: 10.17116/otorino201580212-15.
10. Cavitating otosclerosis: clinical, radiologic, and histopathologic correlation / A. Makarem, T. Hoang, W. William [et al.] // Otol. Neurotol. – 2010. – Vol. 31 (3). – P. 381–384.
11. Diagnosis of superior semicircular canal dehiscence in the presence of concomitant otosclerosis / M. Yong, E. Zaia, B. Westerberg [et al.] // Otol. Neurotol. – 2017. – Vol. 38 (8). – P. 1071–1075. – Doi: 10.1097/MAO.0000000000001490.
12. Effectiveness assessment of otosclerosis surgery / J. Perez-Lazaro, R. Urquiza, A. Cabrera [et al.] // Acta Oto-Laryngol. – 2005. – Vol. 125. – P. 935–945. – Doi: 10.1080/00016480510038202.
13. Gros A., Vatovec J., Battelino S. Hearing results regarding location and histologic activity on stapedial footplate in otosclerosis // European Archives of ORL and Head & Neck. – 2007. – Vol. 264. – P. 184.
14. Superior semicircular canal dehiscence simulating otosclerosis / M. Halmagyi, S. Aw, L. McGarvie [et al.] // Laryngol. Otology. – 2003. – Vol. 117 (7). – P. 553–557.



УДК 616.284-004:616.28-008.14]-07-089

# ALGORITHM OF DIAGNOSIS AND REHABILITATION OF HEARING LOSS IN PATIENTS WITH OTOSCLEROSIS

<sup>1</sup>V. N. Zelenkova, <sup>2</sup>E. I. Zelikovich, <sup>1</sup>E. E. Zagorskaya,  
<sup>3</sup>G. V. Kurilenkov, <sup>1</sup>V. E. Kiselius

<sup>1</sup>Sverzhevskii' Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology of Moscow Healthcare Department

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of Russia

<sup>3</sup>Remsi Diagnostics

**SUMMARY.** The examination's algorithm of 968 patients with otosclerosis were presented to determine its types and tactics of hearing loss rehabilitation. The active otosclerosis (otospongiosis) was found in 288 (29.8%) patients. The tympanic form of otosclerosis was found in 215 (22.2%) patients, mixed I – in 326 (33.7%), mixed II – in 399 (41.2%) and cochlear – in 28 (2.9%), according to the pure tone audiogram. The diagnostic and treatment features were described in 288 patients with otospongiosis. 846 different variants of stapedotomy was performed: piston stapedotomy – 173 (20.4%), stapedectomy by placing a prosthesis to a vein graft – 301 (35.6%), stapedectomy by placing a cartilage graft to a vein graft – 372 (44%). The indications for methods of stapedotomy and surgical treatment features were described depending on the forms of otosclerosis.

**KEY WORDS:** otosclerosis, otospongiosis, tonal audiometry, stapedoplasty, hearing loss.

## Introduction

According to the literature, clinical otosclerosis is observed in 0.1–1% of the world's population [12]. According to clinical and morphohistochemical studies, active (immature, otospongioznye) foci are found that occur in 11–30% of patients with otosclerosis, moderate active – in 33.6%, and inactive (mature, otosclerotic) in 36% [1, 13]. According to many experts, the diagnosis of otosclerosis does not cause difficulties, and the only method for the hearing loss rehabilitation in this disease is surgical treatment. At the same time, the use of new methods of objective visualization of the temporal bone indicates a variety of density and localization of otosclerosis foci, anomalies and structural features of the temporal bone, simulating hearing loss characteristic of otosclerosis [10, 11, 14]. Ignoring the inactivating therapy of active fenestral otosclerosis leads to a hearing loss recurrence after the piston stapedoplasty technique, which is sufficient, but not ideal, and in case of the cochlear form and high degree of hearing loss – to the obliteration of the cochlea, which causes difficulties with cochlear implantation. All this motivates the expansion of methods for diagnosing otosclerosis, the use of individual tactics of conservative and surgical treatment of various forms of the disease to achieve the best functional result.

## Purpose of the study

Analysis of the diagnosis algorithm and treatment tactics of patients with otosclerosis.

## Research materials and methods

A retrospective analysis of the results of the examination of 968 patients with otosclerosis was carried out in the Department of Ear Microsurgery of Sverzhevskii' Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology of Moscow Healthcare Department from 2009 to 2017, which included otomicroscopy and audiological studies (tuning fork tests (calibrated tuning forks C<sub>128, 512</sub>), pure tone (PTA) and speech audiometry (audiometer is MA-31 (Germany) and GSI-61 (USA)), acoustic impedancemetry (AT235h, Interacoustics (Denmark)) and ultrasound audiometry), computed tomography (CT) scan of the temporal bones.

Ultrasound audiometry was performed to study the auditory function by the method of B. M. Sagalovich and K. P. Pokryvalova (1963) [6] with the definition of the auditory threshold to ultrasound (100 kHz resonant frequency, the threshold is up to 15 dB) and the phenomenon of its lateralization using an ultrasound audiometer Ekhotest-02 (Hyperion (Russia)). The temporal bones were studied with a GE Lightspeed 16 computed tomograph of General Electric (USA) using

a high-resolution CT method with a slice thickness of 0.625 mm followed by multiplanar reconstructions in axial and coronary projections in bone mode and densitometry. The analysis of the results of inactivating treatment of 288 patients with the active otosclerosis, as well as of surgical interventions in 846 patients with tympanic and mixed otosclerosis is presented. The periods of dynamic observation are 1–8 years.

**Results and its discussion**

968 patients with various forms of otosclerosis (288 (29,8%) patients had the active phase of the disease) were examined in the Department of Ear Microsurgery of Sverzhenskii' Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology of Moscow Healthcare Department from 2009 to 2017. The age of patients ranged from 16 to 74 years old (average is  $41.9 \pm 1.86$ ). Women had the disease more often (690 – 71.3%) than men (278 – 28.7%).

All patients complained of hearing loss (single or bilateral), subjective tinnitus of low or medium tone. The duration of hearing loss in patients was from 2 to 50 years.

The PTA results were interpreted in accordance with the classification of otosclerosis depending on the state of bone-conduction (BC) thresholds, proposed by N. A. Preobrazhensky and O. K. Patyakina (1973), where the following types stand out: tympanic (average BC thresholds in the range of 0.5–2 kHz to 20 dB), mixed I (from 20 to 30 dB), II (> 30 dB) and cochlear forms [3]. According to PTA, the tympanic form of otosclerosis was detected in 215 (22.2%), mixed I – in 326 (33.7%),

mixed II – in 399 (41.2%) and cochlear – in 28 (2.9%) patients out of 968. So, according to our research, 74.9% of patients have mixed otosclerosis in the structure of hearing loss.

During speech audiometry, all patients had 100% speech intelligibility depending on the severity of hearing loss, if the BC thresholds did not exceed 30–35 dB, and a type A tympanogram according to J. Jerger classification (1970) with no acoustic reflex with air-bone gap (ABG)  $\geq 25$  dB was observed during acoustic impedancemetry.

Ultrasound tests play an important role in identifying the primary or secondary nature of the sensorineural component of hearing loss in a mixed otosclerosis, as well as determining the Ménière's disease and diagnosing the cochlear otosclerosis. When analyzing the results of ultrasound audiometry, it is revealed that the hearing thresholds of ultrasound examination of otosclerosis patients correspond to 10–15 dB, and it is also normal or slightly higher for cochlear form, whereas the values are always > 15 dB for sensorineural hearing loss (SNHL).

Lateralization of ultrasound with otosclerosis and SNHL is directed to a better hearing ear in case of unilateral or asymmetric bilateral hearing loss [3, 5, 9].

CT of the temporal bones was performed in 477 (49.3%) patients with otosclerosis. The indications for this study were a young age (up to 40 years), the presence of Schwartz sign to exclude active otospongiosis, unilateral and mixed hearing loss, recurrence of hearing loss after stapedoplasty, and SNHL in the presence of a family history of hearing loss and normal ultrasound hearing thresholds to exclude the cochlear otosclerosis.

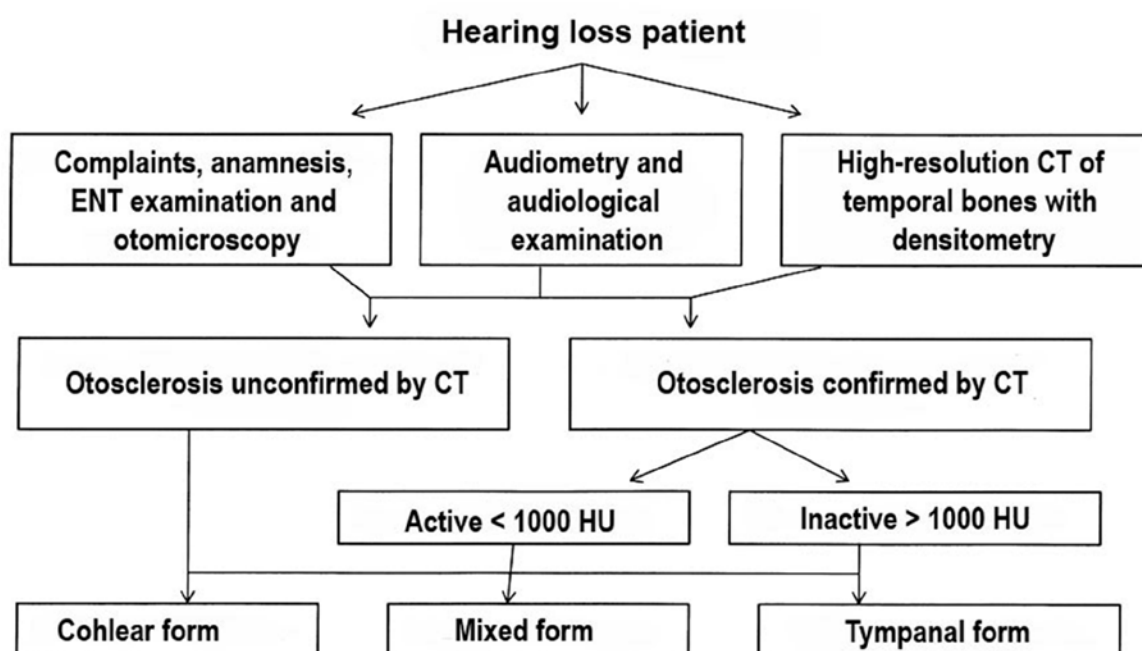


Fig. 1. Diagnosis scheme of various forms of otosclerosis in patients with hearing loss



CT of the temporal bones was performed to determine the presence and spread of foci of otosclerosis in the bony labyrinth capsule, and densitometry was performed to determine its density. Fenestral localization was characterized by the location of otosclerosis foci in the region of the vestibule of the bony labyrinth capsule, retrofenestral localization – around the basal and apical turns, at the round window, the semicircular canals and the bottom of the internal auditory canal, mixed localization – combination of previous localizations. The densitometry made it possible to determine the density of the detected foci of otosclerosis.

According to our data, CT scan of the temporal bones is important in diagnosing the pathology of the middle and inner ear with the sensitivity of the method in relation to otosclerosis (86.9%), allowing choosing adequate treatment tactics that reduce the risk of complications. Fenestral localization of foci is detected in 76.3% of cases, mixed – in 21.5% and retrofenestral – in 2.1%. A unilateral process was found in 6.5% of patients. The obliteration of the window niche was noted in 5.4% of cases, the combination of otosclerosis with the fistula of the upper semicircular canal – in 1.1% and the glomus tumour of the tympanic cavity – in 1.1%. According to an audiological survey, CT scan of the temporal bones revealed damage to the second ear in 73.3% of cases of unilateral process.

We noted that the degree of demineralization and its extension in the labyrinth capsule affected the severity of the sensorineural component of hearing loss. In addition, radiological qualifications play an important role in the diagnosis of this disease [3, 8].

We have developed an algorithm for diagnosing various forms of otosclerosis, based on a comprehensive examination of the patient, to select the optimal tactics for the rehabilitation of hearing loss in this disease (fig. 1).

The survey revealed 288 patients with the active stage of otosclerosis, who underwent inactivating therapy. The age of patients with otospongiosis ranged from 16 to 69 years (average is  $39.2 \pm 1.81$  years). According to PTA data, the tympanic form was found in 39 patients

(13.6%), mixed I – in 74 (25.7%), mixed II – in 147 (51%) and cochlear – in 28 (9.7%).

The diagnosis of the active stage was established on the basis of anamnestic data (young patient age (up to 40 years), progressive hearing loss, appearance or enhancement of specific noise, negative dynamics of hearing after pregnancy and childbirth, family history of the disease), otomicroscopy data (positive Schwartz sign, Lempert sign), dynamics of an audiological examination, CT data of the temporal bones (areas of otospongiosis of different localization  $< 1000$  Hounsfield units (HU), when  $+2000 - +2200$  HU is normal) and surgical findings (soft foci filled with blood).

Treatment of patients with otospongiosis involves the inactivation of active foci with its transition to the inactive sclerotic stage. The department has developed a pathogenetic inactivating therapy scheme which uses all the positive features of previous developments and the criteria for its effectiveness. All patients with otospongiosis were treated with three-month courses, including bisphosphonate (alendronate – 45 patients, ibandronate – 243 patients), calcium, fluoride (NaF) and vitamin D drugs, controlled by blood biochemical analysis (Ca bound and free, vitamin D, urea, creatinine), PTA and CT of the temporal bones. The number of treatment courses was chosen individually depending on the initial density of foci according to densitometry. The number of courses is determined by the density of the foci according to CT scan of the temporal bones with densitometry [7]. 4 courses of complex inactivating therapy are prescribed for a density of foci of otospongiosis  $< +300$  HU, 2–3 courses – for  $+300 - +600$  HU and 1–2 courses – for  $+600 - +900$  HU. According to CT scan of the temporal bones with densitometry, 1 treatment course (3 months) increases the density of foci to  $+150$  HU when using the alendronic acid as bisphosphonate and up to  $+250$  HU when using the ibandronic acid.

During the treatment, the audiological parameters did not show a significant difference in the values of air (AC) and bone (BC) conduction  $\pm 5-10$  dB in 207 patients. It has been proven that complex therapy contributes to

**Table 1**

**Methods of stapedoplasty used in patients with otosclerosis**

Methods	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Stapedoplasty with installation of cartilage graft to a vein graft	20	25	55	35	35	43	54	62	43	372
Piston stapedoplasty	34	53	17	9	8	5	13	12	22	173
Stapedoplasty with installation of prosthesis to a vein graft	–	–	–	20	25	35	64	66	91	301
Total	54	78	72	64	68	83	131	140	156	846

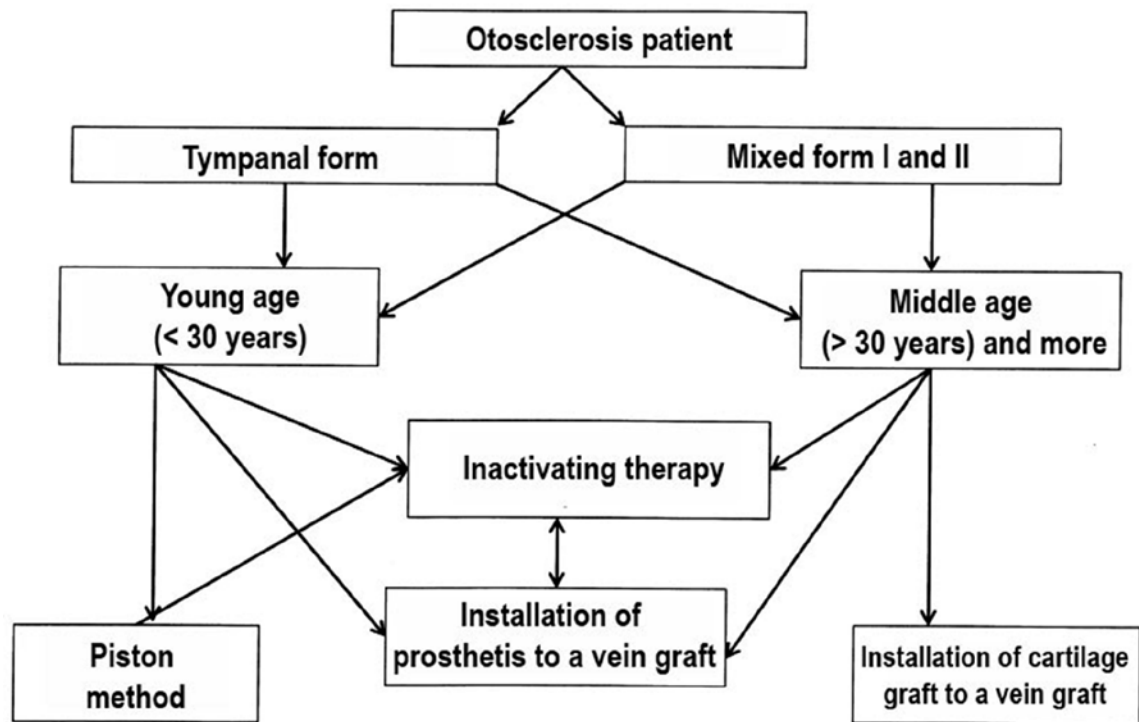


Fig. 2. Algorithm for choosing the methods of stapedoplasty in patients with otosclerosis

mineralization and inhibition of enzymatic processes in the otospongiosal foci of the labyrinth capsule, which leads to stabilization of the activity of the otosclerotic foci in the labyrinth capsule and a decrease in the rate of progressive hearing loss [3]. In addition, this therapy stops the growth of the otospongiosal foci and prevents the obliteration of the cochlea, which provides the best conditions for stapedoplasty and cochlear implantation for indications in this group of patients.

Different types of stapedoplasty were performed in 846 patients, 166 cases of which were after inactivating therapy. The age of the operated patients ranged from 19 to 74 years old (average is  $44.63 \pm 1.91$ ). Operations were performed for women more often (603 – 71.3%) than for men (243 – 28.7%). According to PTA data, the tympanic otosclerosis was detected in 229 (27.1%), mixed I – in 321 (37.9%) and mixed II – in 296 (35%) patients.

The indications for the surgery were: the presence of tympanal and mixed otosclerosis with ABG at speech frequencies of at least 25 dB, inactive otosclerotic process (density of foci of at least +1000 HU) and absence of somatic contraindications. Piston stapedoplasty was performed in 173 (20.4%), the stapedectomy by placing a prosthesis to a vein graft – in 301 (35.6%), stapedectomy by placing a cartilage graft to a vein graft – in 372 (44%) patients (table 1). The surgery was performed by an intrameatal approach mainly under local anesthesia for intraoperative hearing assessment. Laser assistance was used at the stage of stapedotomy in 801, microbore – in 40 and tool equipment – in 5 cases.

The choice of stapedoplasty method depended on the patient's age, the degree of activity and prevalence of otosclerosis, the state of auditory function, the anatomy features of the window niche and the course of the surgery (fig. 2) [2]. In most cases, a CO<sub>2</sub> laser ( $\lambda$  is 10.6 mkm) with a mirror articulated manipulator combined with a microscope, having a flash scanner and a superimpulse mode, as well as a microbore, was used to form the perforation of the base of stapes. The cartilage grafts from the patient's auricle and titanium prostheses of the stapes were used. The sizes of cartilage grafts were L – 3.5 mm, SD – 0.8–1.0 mm, size of metallized prostheses were L – 4.25 mm, SD – 0.4–0.6 mm. To assess the functional results, the bone-conduction thresholds and the ABG before the surgery and after 8–10 days, 1, 3, 6 and 12 months after the surgery over the entire range of audiometric tone-scale were determined.

Piston stapedoplasty was performed in young patients with increased bleeding during surgery, anomalies of the structure of the window niche and facial nerve and obliterating forms of otosclerosis. Wide stapedotomy or partial stapedectomy with the installation of a stapes prosthesis or cartilage graft to a vein graft, isolating the vestibule fluids, was used in patients of middle age, mixed hearing loss, small foci of otosclerosis and intraoperative perilymphorrhoea. The presence of a vein under the prosthesis improves sound transmission in the early postoperative period due to the appearance of stiffness in the ossicular chain, the hydrodynamics of the inner ear fluid and reduces the risk of postoperative complications.





Table 2

Characteristics of methods of stapedoplasty and forms of otosclerosis

Form of otosclerosis	Method of stapedoplasty			Total
	piston	prosthesis to a vein graft	cartilage graft to a vein graft	
Tympanal	67	109	53	229 (27.1%)
Mixed I	72	94	155	321 (37.9%)
Mixed II	34	98	164	296 (35%)
Total	173 (20.4%)	301 (35.6%)	372 (44%)	846 (100%)

Table 3

Features of the age of patients with various forms of otosclerosis

Form of otosclerosis and age of patients	Form of otosclerosis		
	tympanal	mixed I	mixed II
Average age, years	40.3 ± 1.48	44.4 ± 1.28	48.07 ± 1.34
Age dynamics	19–71 years	24–74 years	23–70 years

When analyzing the methods of stapedoplasty depending on the form of otosclerosis, there is a tendency to use wide stapedotomy and partial stapedectomy with the installation of a prosthesis on a vein graft isolating inner ear fluid in patients with a mixed otosclerosis (table 2). At the same time, an increase in the average age of the operated patients with high bone-conduction thresholds (table 3) was found.

After piston stapedoplasty, the best results (ABG ≤ 10 dB) were observed 6 months after surgery in 78% of patients. The best early functional results with this technique were obtained using a stapes prosthesis with a diameter of 0.6 mm. After stapedotomy with the installation of a stapes prosthesis on a vein graft, the closure of ABG of ≤ 10 dB after 6 months was observed in 96% of patients. After partial stapedectomy with the installation of a cartilage graft to a vein graft, closure of ABG up to 10 dB after 1 month was detected in 78% and in 96% of patients – 3 months after the surgery with improvement of BC thresholds over the entire frequency range within 10–20 dB. In most cases of stapedoplasty in 166 patients after inactivating therapy, a high density of otosclerosis foci and the absence of its re-activation in the future was noted. The functional results of surgeries are comparable to those in the inactive stage of otosclerosis.

In the early postoperative period, 7 (0.8%) patients showed an increase in BC thresholds by 25–30 dB in

the range of all frequencies of the audiometric tone-scale, 3 (0.5%) of them – after modified stapedoplasty, 2 (0.2%) – after partial stapedectomy with the use of stapes cartilage graft and 2 (0.2%) – after piston stapedoplasty. 2 (0.2%) patients with obliterating otosclerosis showed deafness. Recurrence of hearing loss after surgery is not marked.

### Conclusions

To sum up, modern diagnostics of otosclerosis, taking into account the high frequency of otospongiosis (in 29.8% of patients) and mixed hearing loss (in 74.9%), should be based on a comprehensive examination of the patient to select the optimal tactics for the rehabilitation of hearing loss in this disease. Comprehensive inactivating therapy regardless of the localization of active foci stops its growth, stabilizes the auditory function and creates conditions for effective surgical intervention, reducing the risk of its complications and recurrence of hearing loss. The choice of a surgical technique for the rehabilitation of hearing loss in patients with otosclerosis is individual, but wide stapedotomy with isolation of vestibule fluids is preferable, given the best functional results.

## REFERENCES

1. Donditov D. C. Funktsional'nyye rezul'taty khirurgicheskogo i inaktiviruyushchego lecheniya otoskleroza [Functional Results of Surgical and Inactivating Treatment of Otosclerosis] (abstract of a thesis of Candidate of Medical Science). – M., 2000. – 30 p.
2. Zelenkova V. N. Lazernaya stapedoplastika u bol'nykh otosklerozom [Laser Stapedoplasty in Patients with Otosclerosis] (abstract of a thesis of Candidate of Medical Science). – M., 2013. – 29 p.
3. Lechebno-dagnosticheskiy algoritm kokhlearnoy formy otoskleroza: metodicheskiye rekomendatsii [Therapeutic and Diagnostic Algorithm of the Cochlear Otosclerosis: Guidelines] / A. I. Kryukov, V. T. Palchun, N. L. Kunelskaya [et al.]. – M., 2010. – 14 p.
4. Preobrazhensky N. A., Patyakina O. K. Stapedektomiya i stapedoplastika pri otoskleroze [Stapedectomy and Stapedoplasty in Otosclerosis]. – M.: Medicine, 1973. – 272 p.
5. Sagalovich B. M. Slukhovoye vospriyatiye ul'trazvuka [Auditory Perception of Ultrasound]. – M.: Nauka, 1988. – 286 p.
6. Sagalovich B. M., Pokryvalova K. P. Slukhovoye vospriyatiye ul'trazvukov i yego znacheniye dlya differentsial'noy diagnostiki porazheniy slukha [Auditory Perception of Ultrasounds and its Significance for the Differential Diagnosis of Hearing Impairments] // Bulletin of Otorhinolaryngology. – 1963. – N 5. – P. 31–38.
7. Sposob opredeleniya dlitel'nosti lecheniya aktivnykh form otoskleroza [Method for Determining the Duration of Treatment of Active Otosclerosis]: pat. N 2557691 Russian Federation: MPK A 61 V / N. L. Kunelskaya, E. V. Garov, E. E. Zagorskaya [et al.]; publ. on 27.07.2015, Bl. – N 21.
8. Sravneniye rezul'tatov obsledovaniya i operatsionnykh nakhodok u bol'nykh otosklerozom [Comparison of the examination results and Surgical Findings in Otosclerosis Patients] / N. L. Kunelskaya, E. V. Garov, E. I. Zelikovich [et al.] // Proceedings of the XVI Russian Congress of Otorhinolaryngologists. – M., 2017. – P. 88–89.
9. Ul'trazvuk v diagnostike zabolevaniy vnutrennego ukha [Ultrasound in the Diagnosis of the Inner Ear Diseases] / N. L. Kunelskaya, E. V. Garov, E. E. Zagorskaya [et al.] // Bulletin of Otorhinolaryngology. – 2015. – N 2. – P. 12–15. – Doi: 10.17116/otorino201580212-15.
10. Cavitating otosclerosis: clinical, radiologic, and histopathologic correlation / A. Makarem, T. Hoang, W. William [et al.] // Otol. Neurotol. – 2010. – Vol. 31 (3). – P. 381–384.
11. Diagnosis of superior semicircular canal dehiscence in the presence of concomitant otosclerosis / M. Yong, E. Zaia, B. Westerberg [et al.] // Otol. Neurotol. – 2017. – Vol. 38 (8). – P. 1071–1075. – Doi: 10.1097/MAO.0000000000001490.
12. Effectiveness assessment of otosclerosis surgery / J. Perez-Lazaro, R. Urquiza, A. Cabrera [et al.] // Acta Oto-Laryngol. – 2005. – Vol. 125. – P. 935–945. – Doi: 10.1080/00016480510038202.
13. Gros A., Vatovec J., Battelino S. Hearing results regarding location and histologic activity on stapedial footplate in otosclerosis // European Archives of ORL and Head & Neck. – 2007. – Vol. 264. – P. 184.
14. Superior semicircular canal dehiscence simulating otosclerosis / M. Halmagyi, S. Aw, L. McGarvie [et al.] // Laryngol. Otol. – 2003. – Vol. 117 (7). – P. 553–557.



УДК 616.24-008.444-07

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СЛИП-ЭНДОСКОПИИ

### CONTEMPORARY SLEEP-ENDOSCOPY CLASSIFICATION SYSTEMS

<sup>1</sup>Н. А. Дайхес, <sup>1</sup>М. З. Джафарова, <sup>1</sup>В. М. Авербух,  
<sup>1</sup>А. О. Кузнецов, <sup>2</sup>А. З. Джафарова

<sup>1</sup>ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии»  
ФМБА России

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Московский государственный медицинский  
университет имени И. М. Сеченова Минздрава России  
(Сеченовский Университет)

<sup>1</sup>N. A. Daikhes, <sup>1</sup>M. Z. Dzharafarova, <sup>1</sup>V. M. Averbukh,  
<sup>1</sup>A. O. Kuznetsov, <sup>2</sup>A. Z. Dzharafarova

<sup>1</sup>Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology  
of the Federal Medical and Biological Agency

<sup>2</sup>Sechenov' First Moscow State Medical University of Ministry of Health  
of Russia (Sechenovskii University)

**РЕФЕРАТ.** На сегодняшний день полисомнография является золотым стандартом диагностики синдрома обструктивного апноэ сна. Однако, несмотря на свою высокую информативность и объективность данных, полисомнография не позволяет определить, за счет каких структур возникает обструкция верхних дыхательных путей, что является основой в определении выбора тактики лечения. В настоящее время с этой целью проводят исследование верхних дыхательных путей во время медикаментозного сна – слип-эндоскопию. Существует более 10 систем оценки слип-эндоскопии, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. В статье представлена разработанная нами система оценки МРКН (мягкое небо – ротоглотка – корень языка – надгортанник) с целью детализации информации и оптимизации анализа полученных данных с учетом вспомогательных проб, а также адаптированная для использования русскоязычными исследователями.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** СОАС, слип-эндоскопия, VOTE, NOHL, МРКН.

**SUMMARY.** To date, polysomnography is the gold standard for the diagnosis of obstructive sleep apnea. However, despite its high information content and objectivity, polysomnography does not allow determining which structures cause upper airway obstruction, which is the basis for determining the choice of treatment tactics. Currently, for this purpose, the upper respiratory tract is being examined during drug-induced sleep – sleep endoscopy. There are more than 10 sleep endoscopy classification systems, each has its own advantages and disadvantages. The article presents the MRKN classification system (soft palate – oropharynx – tongue root – epiglottis in Russian) developed by us, with the aim of detailing information and optimizing the analysis of the data obtained, taking into account auxiliary tests, and adapted for use by Russian-speaking researchers.

**KEY WORDS:** OSA, sleep endoscopy, VOTE, NOHL, MRKN.

Долгое время диагноз синдрома обструктивно-го апноэ сна (СОАС) устанавливался на основании жалоб, анамнеза, общего и оториноларингологического осмотра, оценки сопутствующей соматической патологии [1].

На сегодняшний день полисомнография (ПСГ) является золотым стандартом диагностики СОАС [1, 2, 9, 15, 19]. Однако, несмотря на свою высокую информативность и объективность данных, ПСГ не позволяет определить, за счет каких структур возникает обструкция верхних дыхательных путей (ВДП), что является основой в определении выбора тактики лечения [9]. В 1978 году В. Worowiecki с соавт. применил пробу Мюллера для определения уровня коллапса верхних дыхательных путей у пациентов с СОАС [11]. Проба Мюллера проводится в положении лежа или сидя, после форсированного

выдоха пациента просят сделать вдох при закрытом носе и рте. В это время ВДП осматривают при помощи фиброскопа [12]. Ранее эта проба широко применялась в практике оториноларинголога и являлась одним из критериев прогноза эффективности увулопалатофарингопластики [18]. В процессе использования пробы Мюллера, в частности, в связи с ее низкой информативностью в отношении гипофарингеального уровня обструкции, возникла потребность в проведении исследования в условиях, максимально приближенных к физиологическому сну.

В настоящее время с этой целью проводят исследование ВДП во время медикаментозного сна – слип-эндоскопию. По некоторым данным, после слип-эндоскопии хирургическая тактика меняется в 62% случаев, что подчеркивает кли-

нико-диагностическое значение данного метода у пациентов с СОАС [5]. Это исследование дает наиболее полную информацию об уровне, форме и степени обструкции ВДП [9]. Несмотря на широкое применение данного метода за рубежом на основе Европейского консенсусного документа *European position paper on drug-induced sedation endoscopy (DISE)* [9], сохраняются споры об анестезиологическом пособии, показаниях, интерпретации данных различных классификаций. В литературе обсуждаются вопросы относительно достоверности слип-эндоскопии, а именно: степени соответствия архитектоники ВДП во время физиологического сна с таковой при слип-эндоскопии [9].

В 1978 году В. Borowiecki провел исследование ВДП во время физиологического сна [11], а в 1991 году С. В. Croft & М. Pringle провели данную процедуру под седацией [7], что позволило увеличить комплаентность пациентов. К показаниям для проведения слип-эндоскопии относятся храп, СОАС легкой и средней степени, оценка эффективности хирургического и консервативного лечения [9]. Противопоказаниями являются беременность, непереносимость препаратов, используемых для седации, СОАС тяжелой степени. Тем не менее если CPAP-терапия неэффективна, то проведение слип-эндоскопии является обоснованным для выявления причины и идентификации структур ВДП, хирургическая коррекция которых может уменьшить индекс дыхательных расстройств [8]. Возможными осложнениями при проведении слип-эндоскопии, описанными в литературе, могут быть носовые кровотечения, аллергические реакции, ларингоспазм, а также различные дыхательные расстройства и, как следствие, экстренная интубация или трахеостомия [9].

Наиболее применяемым препаратом для седации при слип-эндоскопии на сегодняшний день является пропофол, так как он обладает коротким периодом полувыведения и не влияет на дыхательный центр и тонус мускулатуры [25]. В среднем дозировка пропофола составляет 30–50 мг, препарат вводится внутривенно с помощью инфузомата. Для контроля глубины седации используется BIS-мониторирование, которое обеспечивает прямое измерение эффекта общей анестезии и седации головного мозга за счет непрерывно регистрируемой электроэнцефалографии (ЭЭГ) [16]. Глубину седации необходимо поддерживать при значениях биспектрального индекса на уровне 60–70, что позволяет пациенту реагировать на вербальные стимулы, как при физиологическом сне [9]. При значениях биспектрального индекса на уровне 60–70 с помощью гибкого эндоскопа проводится осмотр носо-, рото-, гортаноглотки. Слип-эндоскопия выполняется в условиях операционной с приглушенным светом и минимальным звуковым фоном. Пе-

ред началом исследования допускается аспирация избыточного слизистого отделяемого из полости носа. Введение атропина или других препаратов для снижения секреции слизи, а также аппликационная анестезия и анемизация слизистой оболочки полости носа не рекомендуется во избежание изменения нативных свойств слизистой оболочки и искажения полученных результатов.

Фиброскопом проводится осмотр носо-, рото-, гортаноглотки, после чего выполняются специальные маневры, которые позволяют определить эффективность различных методов лечения. Первым этапом выполняется стабилизация мягкого неба гибким эндоскопом для определения показаний к проведению операций по укреплению мягкого неба. Затем проводятся маневры *jaw-lift* (выдвижение нижней челюсти) и *chin-lift* (запрокидывание подбородка), которые позволяют прогнозировать эффективность ортогнатических операций и внутриротовых устройств. Следующий маневр – CPAP для пациентов с СОАС тяжелой степени, который оценивает эффективность CPAP-терапии [15]. Последний маневр – ротация головы в стороны для определения позиционной зависимости. По данным исследования F. Safiruddin с соавт., достоверной разницы в результатах, полученных при слип-эндоскопии в положении пациента на боку и только при повороте головы в сторону, нет. Поворот головы ведет к уменьшению обструкции ВДП у пациентов с позиционно зависимой формой СОАС [21].

Слип-эндоскопия позволяет оценить уровень, степень сужения ВДП, форму сужения стенок глотки, форму надгортанника [9]. Систематизировать данные, полученные при слип-эндоскопии, пытались с 1990-х годов. Наиболее распространенными системами оценки считаются NOHL и VOTE. Именно на них и основан европейский согласительный документ по слип-эндоскопии.

Система NOHL (*nose – oropharynx – hypopharynx – larynx*) включает в себя носовой, орофарингеальный, гипофарингеальный, ларингеальный уровни обструкции. Степень обструкции оценивается в процентах от 0 до 25%, 25–50%, 50–75%, 75–100%. Эта система получила широкое распространение в Испании и Италии [8].

В системе VOTE (*velum – oropharynx – tongue base – epiglottis*) выделяют обструкцию на уровне мягкого неба, ротоглотки, корня языка и надгортанника [9]. Различают три степени тяжести: первая – отсутствие обструкции, вторая – частичная и третья – тотальная обструкция ВДП, а также три формы сужения: переднезадняя, латеральная и концентрическая [9]. Систему VOTE активно используют в Нидерландах и Германии [9].

Представляет интерес исследование корреляции между данными, полученными при исследовании ВДП во время медикаментозного сна, и данными



ПСГ у пациентов с СОАС. В исследовании S. Salama с соавт. статистически достоверной разницы между степенью обструкции на различных уровнях ВДП и ИАГ не было выявлено. Тем не менее было установлено, что обструкция на уровне корня языка чаще встречается при средней степени СОАС, чем при легкой [20]. Однако в исследовании K. P. Pang с соавт., наоборот, выявили корреляцию между сужением на определенном уровне и степенью тяжести СОАС. Чаще всего для СОАС тяжелой степени характерна обструкция на уровне корня языка, которая отмечена у 65,9% обследованных [14]. По мнению H. Y. Kim с соавт., степень тяжести СОАС будет выше при боковом типе сужения на уровне глотки и мягкого неба, чем при переднезаднем [24]. Также слип-эндоскопия позволяет оценить состояние надгортанника и выявить редкие и трудно диагностируемые причины обструкции дыхательных путей. В норме задняя поверхность надгортанника слегка вогнутая. В исследовании роли слип-эндоскопии при СОАС S. Salama с соавт. отмечено, что надгортанник был глубоко вогнутым, а у ряда пациентов имел O-образную форму. При последней форме надгортанника у пациентов с СОАС отмечался более высокий ИАГ [20]. Это подтверждается исследованием M. Gazayerli с соавт., в котором пациентам с различным ИМТ (от 21 до 63) выполнялась ЭГДС. Отмечена значительная корреляция между ИМТ и степенью вогнутости задней поверхности надгортанника. Так, у пациентов с нор-

мальным ИМТ задняя поверхность надгортанника была минимально вогнутой. Авторы пришли к выводу, что степень тяжести СОАС, как и аномальная форма надгортанника, коррелирует с ИМТ [3].

На основании вышеизложенного сохраняется необходимость в разработке единой классификации интерпретации данных слип-эндоскопии, которая будет простой и удобной в применении, отвечающей потребностям использования ее русскоязычными специалистами.

Мы оценивали данные слип-эндоскопии по системам NOHL, VOTE и по собственной системе оценки МРКН (мягкое небо – ротоглотка – корень языка – надгортанник), разработанной с целью детализации информации и оптимизации анализа полученных данных, с учетом вспомогательных проб, а также адаптированной для использования русскоязычными исследователями.

В процессе работы выявлен ряд недостатков системы оценки данных слип-эндоскопии NOHL и VOTE. В частности, в системе NOHL данные, полученные при исследовании полости носа, носоглотки и гортани во время медикаментозного сна, существенно не отличались от таковых при стандартном эндоскопическом осмотре. На сегодняшний день, по данным большинства исследований, устранение обструкции на носовом уровне существенно не снижает ИАГ, а также не дает значимого уменьшения храпа [6, 10, 17, 22, 23, 26].

Таблица 1

**Классификация МРКН для оценки данных, полученных при слип-эндоскопии**

		0 – нет обструкции 1 – незначимая 2 – значимая	Переднезадняя	Боковая	Концентрическая
Мягкое небо (М)					
Ротоглотка (Р)					
Корень языка (К)					
Мышцы (м)	Язычная миндалина (ям)				
Надгортанник (Н)					

**Вспомогательные пробы**

	Проба положительная (+)	Проба отрицательная (-)
Стабилизация мягкого неба фиброскопом		
Выдвижение нижней челюсти		
Поворот головы в стороны		

Коррекция носового дыхания у пациента может и должна проводиться безотносительно наличия храпа и СОАС [17, 22, 26].

В системе VOTE отсутствует детализация основных структур корня языка, которые могут быть точкой приложения конкретного хирургического вмешательства.

Гипертрофия корня языка может быть вызвана гипертрофией мышц и/или гипертрофией лимфоидной ткани. В классификации К. Е. Moore не учитывается степень гипертрофии того или иного компонента корня языка [13]. Существует классификация N. D. Friedman для оценки обструкции на уровне корня языка, в основном применяющаяся в детской практике [4]. Выделяют 4 степени обструкции: 1-я степень – обструкции нет или она минимальна, 2-я степень (легкая) – валлекулы заполнены лимфоидной тканью язычной миндалины > 50%, 3-я степень (средняя) – валлекулы заполнены < 50%, 4-я степень (тяжелая) – надгортанник не визуализируется [4].

В предложенной нами системе МРКН на гипофарингеальном уровне оценивалось состояние корня языка и язычной миндалины. В связи с низкой информативностью была исключена оценка носового уровня. На уровне корня языка нами были выделены подуровни: гипертрофия мышц корня языка, гипертрофия язычной миндалины – для определения объема хирургического вмешательства.

В нашей классификации мы выделяем следующие уровни обструкции (табл. 1):

1. мягкое небо (М): п (переднезаднее сужение), б (боковое), к (концентрическое);
2. ротоглотка (Р);
3. корень языка (К) за счет гипертрофии мышц (м) или гипертрофии язычной миндалины (ям);
4. надгортанник (Н).

Также мы внесли в систему вспомогательные пробы:

1. Стабилизация мягкого неба фиброскопом. Мягкое небо неподвижно – проба положительная (+), операция по укреплению мягкого неба прогностически эффективна. Мягкое небо продолжает вибрировать – проба отрицательная (-), эффективность операции сомнительна.

2. Выдвижение нижней челюсти.

Обструкция уменьшается – проба положительная (+), обструкция не изменяется – проба отрицательная (-).

3. Поворот головы в стороны.

Обструкция уменьшается – проба положительная (+), обструкция не изменяется – проба отрицательная (-).

Степень сужения оценивалась:

0-я степень – нет обструкции;

1-я степень – незначимая обструкция;

2-я степень – значимая обструкция.

### Выводы

В основе слип-эндоскопии лежит прямая визуализация анатомических особенностей ВДП в состоянии, близком к физиологическому сну, оценка которых определяет дальнейшую тактику лечения пациента: как хирургического, так и консервативного в виде позиционной и СРАР-терапии, а также использования внутриротовых устройств. Разработанная собственная методика оценки слип-эндоскопии позволяет оптимизировать анализ полученной информации, не перегружая ее незначимыми данными, такими как носовой уровень обструкции и полная оценка структур гортани, за исключением надгортанника, а также процентной шкалой степени сужения ВДП. С другой стороны, учитываются такие анатомические причины, как гипертрофия корня языка, а также изменения просвета ВДП при проведении специальных маневров, которые принципиально влияют на выбор метода лечения СОАС. Система оценки данных адаптирована для использования в РФ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бузунов Р. В., Легейда И. В., Царева Е. В. Храп и синдром обструктивного апноэ сна у взрослых и детей. Практическое руководство для врачей. – М., 2013. – С. 40.
2. Полуэтов М. Г. Синдром обструктивного апноэ во сне: современные представления и роль // Ожирение и метаболизм. – 2005. – № 1. – С. 2–7.
3. A correlation between the shape of the epiglottis and obstructive sleep apnea / M. Gazayerli, W. Bleibel, A. Elhorr [et al.] // Surg. Endosc. – 2006. – Vol. 20 (5). – P. 836–883. – URL: <http://doi.org/10.1007/s00464-005-0641-4>
4. A Pediatric Grading Scale for Lingual Tonsil Hypertrophy / N. D. Friedman, J. D. Prager, A. G. Ruiz [et al.] // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2016. – Vol. 154 (1). – P. 171–174. – URL: <http://doi.org/10.1177/0194599815601403>
5. A trial of drug-induced sleep-endoscopy in the surgical management of sleep-disordered breathing / M. D. Gillespie, R. P. Reddy, D. R. White [et al.] // Laryngoscope. – 2013. – Vol. 123 (1). – P. 277–282. – URL: <http://doi.org/10.1002/lary.23506>
6. Caldarelli D. D., Cartwright R., Lillie J. K. Obstructive sleep apnea: variations in surgical management // Laryngoscope. – 1985. – Vol. 95. – P. 1070–1073. – URL: <http://doi.org/10.1288/00005537-198509000-00010>



7. Croft C. B., Pringle M. Sleep-nasendoscopy: a technique of assessment in snoring and obstructive sleep apnea // Clin. Otolaryngol. Allied Sci. – 1991. – Vol. 16 (5). – P. 504–509. – URL: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2273.1991.tb02103.x>
8. Drug-induced sleep-endoscopy changes the treatment concept in patients with obstructive sleep apnea / J. Hybaskova, O. Jor, V. Novak [et al.] // Biomed Research Corporation. – 2016. – URL: <http://doi.org/10.1155/2016/6583216>
9. European position paper on drug-induced sleep-endoscopy (DISE) / A. De Vito, M. Carrasco Llatas, A. Vanni [et al.] // Sleep Breath. – 2014. – Vol. 18 (3). – P. 453–465. – URL: <http://doi.org/10.1007/s11325-014-0989-6>
10. Failure of tonsil and nasal surgery in adults with long-standing severe sleep apnea syndrome / G. Aubert-Tulkens, M. Hamoir, J. van der Eeckhaut [et al.] // Arch. Intern. Med. – 1989. – Vol. 149. – P. 2118–2121. – URL: <http://doi.org/10.1001/archinte.1989.00390090142031>
11. Fibro-optic study of pharyngeal airway during sleep in patients with hypersomnia obstructive sleep apnea syndrome / B. Borowiecki, C. P. Pollak, E. D. Weitzman [et al.] // Laryngoscope. – 1978. – Vol. 88 (8 Pt 1). – P. 1310–1313. – URL: <http://doi.org/10.1288/00005537-197808000-00010>
12. Hormann K., Maurer J. T. Klinische Untersuchungen (Nase, Nasennebenhohlen, Naso-, Oro-, Hypopharynx, Larynx) // Schulz H. (Ed). Kompendium Schlafmedizin -für Ausbildung. Klinik und Praxis. Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin. – Landsberg/Lech: Ecomed Verlagsgesellschaft AG &Co. KG, 1997. – XIV-7.1.2. – S. 1–3.
13. Moore K. E., Phillips C. A practical method for describing patterns of tongue-base narrowing (modification of Fujita) in awake adult patients with obstructive sleep apnea // J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2002. – Vol. 60 (3). – P. 252–260. – URL: <http://doi.org/10.1053/joms.2002.30567>
14. Pang K. P., Terris D. J., Podolsky R. Severity of obstructive sleep apnea: correlation with clinical examination and patient perception // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2013. – Vol. 135. – P. 555–560. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.otohns.2006.03.044>
15. Pang K. P., Woodson B. T., Rotenberg B. Textbook of advanced surgical technique in snoring and obstructive sleep apnea. – 1st ed. – San Diego: Plural Publishing, 2013.
16. Park S. W., Lee H., Ahn H. Bispectral Index Versus Standard Monitoring in Sedation for Endoscopic Procedures: A Systematic Review and Meta-Analysis // Dig. Dis. Sci. – 2016. – Vol. 61 (3). – P. 814–824. – URL: <http://doi.org/10.1007/s10620-015-3945-9>
17. Polysomnographic effects of nasal surgery for snoring and obstructive sleep apnea / S. T. Kim, J. H. Choi, H. G. Jeon [et al.] // Acta Otolaryngol. – 2004. – Vol. 124. – P. 297–300. – URL: <http://doi.org/10.1080/00016480410016252>
18. Predictive value of Mueller maneuver in selection of patients for uvulopalatopharyngoplasty / A. E. Sher, M. J. Thropy, R. J. Shprintzen [et al.] // Laryngoscope. – 1985. – Vol. 95. – P. 1483–1487. – URL: <http://doi.org/10.1288/00005537-198512000-00009>
19. Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the nares / C. E. Sullivan, F. G. Issa, M. Berthon-Jones [et al.] // Lancet. – 1981. – Vol. 8225 (1). – P. 862–865. – URL: [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(81\)92140-1](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(81)92140-1)
20. Role of sleep-endoscopy in obstructive sleep apnea syndrome / S. Salama, E. Kamel, A. Omar [et al.] // Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis. – 2013. – Vol. 62 (3). – P. 467–473. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.ejcdt.2013.07.014>
21. Safiruddin F., Koutsourelakis I., de Vries N. Upper airway collapse during drug induced sleep-endoscopy: head rotation in supine position compared with lateral head and trunk position // Eur. Arch. Otorhinolaryngol. – 2015. – Vol. 272 (2). – P. 485–488. – URL: <http://doi.org/10.1007/s00405-014-3215-z>
22. Series F., Pierre S. St., Carrier G. Effects of surgical correction of nasal obstruction in the treatment of obstructive sleep apnea // Am. Rev. Respir. Dis. – 1992. – Vol. 146. – P. 1261–1265. – URL: [http://doi.org/10.1164/ajrccm/146.5\\_pt\\_1.1261](http://doi.org/10.1164/ajrccm/146.5_pt_1.1261)
23. Series F., Pierre S. St., Carrier G. Surgical correction of nasal obstruction in the treatment of mild sleep apnea: importance of cephalometry in predicting outcome // Thorax. – 1993. – Vol. 48. – P. 360–363. – URL: <http://doi.org/10.1136/thx.48.4.360>
24. The correlation between pharyngeal narrowing and the severity of sleep-disordered breathing / H. Y. Kim, K. H. Bok, H. J. Dhong [et al.] // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2008. – Vol. 138. – P. 289–293. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.otohns.2007.09.019>
25. Validity of sleep-nasendoscopy in the investigation of sleep related breathing disorders / S. Berry, G. Roblin, A. Williams [et al.] // Laryngoscope. – 2005. – Vol. 115. – P. 538–540. – URL: <http://doi.org/10.1097/01.mlg.0000157849.16649.6e>
26. Verse T., Maurer J. T., Pirsig W. Effect of nasal surgery on sleep related breathing disorders // Laryngoscope. – 2002. – Vol. 112 (1). – P. 64–68. – URL: <http://doi.org/10.1097/00005537-200201000-00012>

## CONTEMPORARY SLEEP-ENDOSCOPY CLASIFICACION SYSTEMS

<sup>1</sup>N. A. Daikhes, <sup>1</sup>M. Z. Dzhafarova, <sup>1</sup>V. M. Averbukh,  
<sup>1</sup>A. O. Kuznetsov, <sup>2</sup>A. Z. Dzhafarova

<sup>1</sup>Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology of the Federal Medical and Biological Agency

<sup>2</sup>Sechenov' First Moscow State Medical University of Ministry of Health of Russia (Sechenovskii University)

**SUMMARY.** To date, polysomnography is the gold standard for the diagnosis of obstructive sleep apnea. However, despite its high information content and objectivity, polysomnography does not allow determining which structures cause upper airway obstruction, which is the basis for determining the choice of treatment tactics. Currently, for this purpose, the upper respiratory tract is being examined during drug-induced sleep – sleep endoscopy. There are more than 10 sleep endoscopy clasification systems, each has its own advantages and disadvantages. The article presents the MRKN clasification system (soft palate – oropharynx – tongue root – epiglottis in Russian) developed by us, with the aim of detailing information and optimizing the analysis of the data obtained, taking into account auxiliary tests, and adapted for use by Russian-speaking researchers.

**KEY WORDS:** OSA, sleep endoscopy, VOTE, NOHL, MRKN.

For a long time, the obstructive sleep apnea (OSA) was diagnosed on the basis of complaints, anamnesis, general and otorhinolaryngological examination, assessment of concomitant somatic pathology [1].

To date, polysomnography (PSG) is the gold standard for the diagnosis of obstructive sleep apnea [1, 2, 9, 15, 19]. However, despite its highly informative and objective data, PSG does not allow determining which structures cause upper airway obstruction, which is the basis for determining the choice of treatment tactics [9]. In 1978, B. Borowiecki et al. applied Müller's manoeuvre to determine the level of collapse of the upper respiratory tract in OSA patients [11]. Müller's manoeuvre is carried out in a lying or sitting position; after a forced expiration, the patient is asked to inhale with the nose and mouth closed. At this time, the upper respiratory tract is examined with a fibroscope [12]. Earlier this test was widely used in the otolaryngology practice and was one of the criteria for predicting the effectiveness of uvulopalatopharyngoplasty [18]. In the process of using the Müller's manoeuvre, in particular, due to its low informational content with respect to the hypopharyngeal obstruction, there was a need to conduct research in conditions as close to physiological sleep as possible.

Currently, a study of the upper respiratory tract (URT) during drug-induced sleep is conducted for this purpose – sleep endoscopy. According to some data, surgical tactics change in 62% of cases after a sleep endoscopy, which emphasizes the clinical and diagnostic value of this method in OSA patients [5]. This study provides the most complete information on the level, form and degree of URT

obstruction [9]. Despite the widespread use of this method abroad based on the European position paper on drug-induced sedation endoscopy (DISE) [9], disputes remain about anaesthetic support, evidence, interpretation of data from various classifications. The literature discusses questions about the reliability of sleep endoscopy, namely: the degree of compliance of the URT architecture during physiological sleep with URT architecture during sleep endoscopy [9].

In 1978 B. Borowiecki conducted a study of the upper respiratory tract during physiological sleep [11], and in 1991 C. B. Croft & M. Pringle performed this procedure under sedation [7], which made it possible to increase patient compliance. The indications for carrying out endoscopy include snoring, mild and moderate OSA, evaluation of the effectiveness of surgical and conservative treatment [9]. Contraindications are pregnancy, intolerance to drugs used for sedation, severe OSA. Nevertheless, if CPAP therapy is ineffective, then endoscopy is reasonable to identify the cause and the structures of the upper respiratory tract, the surgical correction of which can reduce the index of respiratory disorders [8]. The possible complications of sleep endoscopy, described in the literature, may be nosebleeds, allergic reactions, laryngospasm, as well as various respiratory disorders and emergency intubation or tracheostomy as a consequence [9].

Today the most used sedation drug for sleep endoscopy is propofol, as it has a short half-life and does not affect the respiratory center and muscle tone [25]. The average dose of propofol is 30–50 mg, the drug is administered intravenously





using an infusomat. The depth of sedation is controlled with BIS monitoring, which provides a direct measurement of the effect of general anesthesia and sedation to the brain due to continuously recorded electroencephalography (EEG) [16]. The sedation depth needs to be maintained at a bispectral index of 60–70, which allows the patient to respond to verbal stimuli, as during physiological sleep [9]. With the bispectral index of 60–70, the nasopharynx, oropharynx and laryngopharynx are examined with the help of a flexible endoscope. Sleep endoscopy is performed in the operating room with subdued lighting and minimal sound background. Before the start of the study, aspiration of excess nasal discharge is allowed. The atropine or other drugs injection to reduce the mucus secretion, as well as application anesthesia and nasal mucosa anemisation is not recommended in order to avoid changes in the native properties of the mucosa and distortion of the results.

The nasopharynx, oropharynx and laryngopharynx are examined with the help of a flexible endoscope, after which special maneuvers are performed that allow determining the effectiveness of various treatment methods. The first stage is the soft palate stabilization with a flexible endoscope to determine the indications for carrying out operations to strengthen the soft palate. Then, jaw-lift and chin-lift maneuvers are performed to predict the effectiveness of orthognathic operations and intraoral devices. The next maneuver is CPAP for severe OSA patients, which assesses the effectiveness of CPAP therapy [15]. The last maneuver is rotation of the head to the sides to determine the positional dependence. According to a study by F. Safiruddin et al., there is no significant difference in the results obtained from sleep endoscopy in the patient's position on the side and only when turning the head to the side. Turning the head leads to a reduction in upper airway obstruction in patients with a positional dependent OSA [21].

Sleep endoscopy allow assessing the level, degree of narrowing of the upper respiratory tract, the shape of the narrowing of the pharyngeal walls, the shape of the epiglottis [9]. Scientists tried to systematize the data obtained during sleep endoscopy since the 1990s. The most common classification systems are NOHL and VOTE, which became the basis of the European Position Paper on Sleep Endoscopy.

The NOHL (nose – oropharynx – hypopharynx – larynx) system includes nasal, oropharyngeal, hypopharyngeal, laryngeal obstructions. The obstruction degree is estimated as a percentage from 0 to 25%, 25–50%, 50–75%, 75–100%. This system is widely used in Spain and Italy [8].

The VOTE (velum – oropharynx – tongue base – epiglottis) system includes velum, oropharyngeal, tongue base and epiglottis obstructions [9]. There are three degrees of severity: the first is the absence of obstruction, the second is partial and the third is total URT obstruction; three forms of narrowing: anteroposterior, lateral and concentric [9]. The VOTE system is widely used in the Netherlands and Germany [9].

The study of the correlation between the data obtained in the URT examination during drug-induced sleep, and PSG

data in OSA patients is of the special interest. The study of S. Salama et al. did not reveal a statistically significant difference between the obstruction degree at different levels of the URT and AHI. Nevertheless, it was found that tongue base obstruction is more common with a moderate OSA than with mild OSA [20]. The study of K. P. Pang et al., on the contrary, revealed a correlation between narrowing at a certain level and the severity of OSA. Most often, severe tongue base obstruction, which was noted in 65.9% of the patients, was typical for OSAS [14]. According to H. Y. Kim et al., the severity of OSA will be higher with a lateral narrowing of the pharynx and soft palate than with anteroposterior [24]. Also, endoscopy allows assessing the state of the epiglottis and identifying rare and difficult to diagnose causes of airway obstruction. The epiglottis normally has a minimally concave posterior surface. The study of the role of sleep endoscopy with OSA of S. Salama et al. noted that the epiglottis was deeply concave, and some patients had O-shaped epiglottis. In the latter form of the epiglottis, OSA patients had a higher AHI [20]. This is confirmed by the study of M. Gazayerli et al., where EGD was performed in patients with different BMI (from 21 to 63). There was a significant correlation between BMI and the epiglottis posterior surface concavity. So, the epiglottis of patients with normal BMI had minimally concave posterior surface. The authors concluded that the OSA severity, as well as the anomalous form of the epiglottis, correlates with BMI [3].

Based on the above, there remains a need to develop a unified classification of sleep endoscopy data interpretation, which will be simple and easy to use, meeting the needs of its use by Russian-speaking specialists.

We evaluated the sleep endoscopy data using NOHL, VOTE systems and our own MRKN classification system (soft palate – oropharynx – tongue root – epiglottis in Russian), developed to detail the information and optimize the data analysis, taking into account auxiliary tests, and adapted for use by Russian-speaking researchers.

In the process, a number of shortcomings in the NOHL and VOTE sleep endoscopy data classification systems were identified. In particular, in the NOHL system, the data obtained in the study of the nasal cavity, nasopharynx and larynx during drug-induced sleep did not differ significantly from the data obtained in a standard endoscopic examination. According to most studies, the elimination of nasal obstruction does not significantly reduce AHI and snoring today [6, 10, 17, 22, 23, 26]. Nasal breathing can and should be corrected without regard to the presence of snoring and OSA [17, 22, 26].

The VOTE system has no detalization of the tongue base structures, which may be the point of application of a specific surgical intervention.

Hypertrophy of the tongue base may be caused by muscle hypertrophy and/or lymphoid tissue hypertrophy. The classification of K. E. Moore does not take into account the degree of hypertrophy of one or another component of the tongue base [13]. There is a classification of N. D. Friedman to assess tongue base obstruction, mainly used in children's practice [4]. There are 4 degrees of obstruction: degree 1 –

Table 1

MRKN classification for evaluating data obtained during sleep endoscopy

		0 – no obstruction 1 – insignificant 2 – significant	Anteroposterior	Lateral	Concentric
Soft palate (M)					
Oropharynx (R)					
Tongue root (K)					
Muscles (m)	Lingual tonsil (lt)				
Epiglottis (N)					

Auxiliary tests

		Positive test (+)	Negative test (-)
Soft palate stabilization with a fibroscope			
Mandible extension			
Turning the head to the side			

no obstruction or minimal obstruction, degree 2 (mild) – valleculae are filled with lymphoid tissue of the lingual tonsil for more than 50%, degree 3 (medium) – valleculae are filled for less than 50%, degree 4 (severe) – the epiglottis is not visualized [4].

The proposed system MRKN estimated the state of the tongue root and lingual tonsil at the hypopharyngeal level. Due to the low information content, the assessment of the nasal level was excluded. We identified the sublevels at the level of the tongue root to determine the extent of surgical intervention: hypertrophy of the tongue root muscles, hypertrophy of the lingual tonsil.

Our classification points the following obstruction levels (table 1):

1. soft palate (myagkoye nebo, M): anteroposterior, lateral, concentric narrowing;
2. oropharynx (rotoglotka, R);
3. tongue root (koren' yazyka, K) due to muscle hypertrophy (m) or lingual tonsil hypertrophy (lt);
4. epiglottis (nadgortannik, N).

We also added auxiliary tests to the system:

1. Soft palate stabilization with a fibroscope.

The soft palate is motionless – the test is positive (+), an operation to strengthen the soft palate is prognostically effective. The soft palate continues to vibrate – the test is negative (-), the effectiveness of the operation is questionable.

2. Mandible extension.

The obstruction decreases – the test is positive (+), the obstruction does not change – the test is negative (-).

3. Turning the head to the side.

The obstruction decreases – the test is positive (+), the obstruction does not change – the test is negative (-).

The degree of narrowing was evaluated:

- 0th degree – no obstruction;
- 1st degree – insignificant obstruction;
- 2nd degree – significant obstruction.

Conclusions

Sleep endoscopy is based on direct visualization of the anatomical URT features in a state close to physiological sleep, the assessment of which determines the further tactics for treating a patient: both surgical and conservative treating in the form of positional and CPAP therapy, and the use of intraoral devices. The developed own method of evaluating sleep endoscopy allows optimizing the analysis of the information received, without overloading it with insignificant data, such as nasal obstruction and a full assessment of laryngeal structures, except for the epiglottis, as well as the percentage scale of the URT narrowing. On the other hand, such anatomical reasons as hypertrophy of the tongue root, as well as changes in the airway lumen during special maneuvers, which fundamentally influence the choice of the OSA treatment method, are taken into account. The data classification system is adapted for use in the Russian Federation.

REFERENCES

1. Buzunov R. V., Legeida I. V., Tsareva E. V. Khrap i sindrom obstruktivnogo apnoe sna u vzroslykh i detey. Prakticheskoye rukovodstvo dlya vrachey [Snoring and Obstructive Sleep Apnea Syndrome in Adults and Children. A Practical Guide for Doctors]. – M., 2013. – P. 40.



2. Poluektov M. G. Sindrom obstruktivnogo apnoe vo sne: sovremennyye predstavleniya i rol' [Obstructive Sleep Apnea Syndrome: Modern Views and the Role] // *Obesity and Metabolism*. – 2005. – N 1. – P. 2–7.
3. A correlation between the shape of the epiglottis and obstructive sleep apnea / M. Gazayerli, W. Bleibel, A. Elhorr [et al.] // *Surg. Endosc.* – 2006. – Vol. 20 (5). – P. 836–883. – URL: <http://doi.org/10.1007/s00464-005-0641-4>
4. A Pediatric Grading Scale for Lingual Tonsil Hypertrophy / N. D. Friedman, J. D. Prager, A. G. Ruiz [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2016. – Vol. 154 (1). – P. 171–174. – URL: <http://doi.org/10.1177/0194599815601403>
5. A trial of drug-induced sleep-endoscopy in the surgical management of sleep-disordered breathing / M. D. Gillespie, R. P. Reddy, D. R. White [et al.] // *Laryngoscope*. – 2013. – Vol. 123 (1). – P. 277–282. – URL: <http://doi.org/10.1002/lary.23506>
6. Caldarelli D. D., Cartwright R., Lilie J. K. Obstructive sleep apnea: variations in surgical management // *Laryngoscope*. – 1985. – Vol. 95. – P. 1070–1073. – URL: <http://doi.org/10.1288/00005537-198509000-00010>
7. Croft C. B., Pringle M. Sleep-nasendoscopy: a technique of assessment in snoring and obstructive sleep apnea // *Clin. Otolaryngol. Allied Sci.* – 1991. – Vol. 16 (5). – P. 504–509. – URL: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2273.1991.tb02103.x>
8. Drug-induced sleep-endoscopy changes the treatment concept in patients with obstructive sleep apnea / J. Hybaskova, O. Jor, V. Novak [et al.] // *Biomed Research Corporation*. – 2016. – URL: <http://doi.org/10.1155/2016/6583216>
9. European position paper on drug-induced sleep-endoscopy (DISE) / A. De Vito, M. Carrasco Llatas, A. Vanni [et al.] // *Sleep Breath*. – 2014. – Vol. 18 (3). – P. 453–465. – URL: <http://doi.org/10.1007/s11325-014-0989-6>
10. Failure of tonsil and nasal surgery in adults with long-standing severe sleep apnea syndrome / G. Aubert-Tulkens, M. Hamoir, J. van der Eeckhaut [et al.] // *Arch. Intern. Med.* – 1989. – Vol. 149. – P. 2118–2121. – URL: <http://doi.org/10.1001/archinte.1989.00390090142031>
11. Fibro-optic study of pharyngeal airway during sleep in patients with hypersomnia obstructive sleep apnea syndrome / B. Borowiecki, C. P. Pollak, E. D. Weitzman [et al.] // *Laryngoscope*. – 1978. – Vol. 88 (8 Pt 1). – P. 1310–1313. – URL: <http://doi.org/10.1288/00005537-197808000-00010>
12. Hormann K., Maurer J. T. Klinische Untersuchungen (Nase, Nasennebenhohlen, Naso-, Oro-, Hypopharynx, Larynx) // Schulz H. (Ed). *Kompendium Schlafmedizin -für Ausbildung. Klinik und Praxis. Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin*. – Landsberg/Lech: Ecomed Verlagsgesellschaft AG &Co. KG, 1997. – XIV-7.1.2. – S. 1–3.
13. Moore K. E., Phillips C. A practical method for describing patterns of tongue-base narrowing (modification of Fujita) in awake adult patients with obstructive sleep apnea // *J. Oral. Maxillofac. Surg.* – 2002. – Vol. 60 (3). – P. 252–260. – URL: <http://doi.org/10.1053/joms.2002.30567>
14. Pang K. P., Terris D. J., Podolsky R. Severity of obstructive sleep apnea: correlation with clinical examination and patient perception // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2013. – Vol. 135. – P. 555–560. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.otohns.2006.03.044>
15. Pang K. P., Woodson B. T., Rotenberg B. *Textbook of advanced surgical technique in snoring and obstructive sleep apnea*. – 1st ed. – San Diego: Plural Publishing, 2013.
16. Park S. W., Lee H., Ahn H. Bispectral Index Versus Standard Monitoring in Sedation for Endoscopic Procedures: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Dig. Dis. Sci.* – 2016. – Vol. 61 (3). – P. 814–824. – URL: <http://doi.org/10.1007/s10620-015-3945-9>
17. Polysomnographic effects of nasal surgery for snoring and obstructive sleep apnea / S. T. Kim, J. H. Choi, H. G. Jeon [et al.] // *Acta Otolaryngol.* – 2004. – Vol. 124. – P. 297–300. – URL: <http://doi.org/10.1080/00016480410016252>
18. Predictive value of Mueller maneuver in selection of patients for uvulopalatopharyngoplasty / A. E. Sher, M. J. Thropy, R. J. Shprintzen [et al.] // *Laryngoscope*. – 1985. – Vol. 95. – P. 1483–1487. – URL: <http://doi.org/10.1288/00005537-198512000-00009>
19. Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the nares / C. E. Sullivan, F. G. Issa, M. Berthon-Jones [et al.] // *Lancet*. – 1981. – Vol. 8225 (1). – P. 862–865. – URL: [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(81\)92140-1](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(81)92140-1)
20. Role of sleep-endoscopy in obstructive sleep apnea syndrome / S. Salama, E. Kamel, A. Omar [et al.] // *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*. – 2013. – Vol. 62 (3). – P. 467–473. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.ejcdt.2013.07.014>
21. Safiruddin F., Koutsourelakis I., de Vries N. Upper airway collapse during drug induced sleep-endoscopy: head rotation in supine position compared with lateral head and trunk position // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2015. – Vol. 272 (2). – P. 485–488. – URL: <http://doi.org/10.1007/s00405-014-3215-z>
22. Series F., Pierre S. St., Carrier G. Effects of surgical correction of nasal obstruction in the treatment of obstructive sleep apnea // *Am. Rev. Respir. Dis.* – 1992. – Vol. 146. – P. 1261–1265. – URL: [http://doi.org/10.1164/ajrccm/146.5\\_pt\\_1.1261](http://doi.org/10.1164/ajrccm/146.5_pt_1.1261)
23. Series F., Pierre S. St., Carrier G. Surgical correction of nasal obstruction in the treatment of mild sleep apnea: importance of cephalometry in predicting outcome // *Thorax*. – 1993. – Vol. 48. – P. 360–363. – URL: <http://doi.org/10.1136/thx.48.4.360>
24. The correlation between pharyngeal narrowing and the severity of sleep-disordered breathing / H. Y. Kim, K. H. Bok, H. J. Dhong [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2008. – Vol. 138. – P. 289–293. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.otohns.2007.09.019>
25. Validity of sleep-nasendoscopy in the investigation of sleep related breathing disorders / S. Berry, G. Roblin, A. Williams [et al.] // *Laryngoscope*. – 2005. – Vol. 115. – P. 538–540. – URL: <http://doi.org/10.1097/01.mlg.0000157849.16649.6e>
26. Verse T., Maurer J. T., Pirsig W. Effect of nasal surgery on sleep related breathing disorders // *Laryngoscope*. – 2002. – Vol. 112 (1). – P. 64–68. – URL: <http://doi.org/10.1097/00005537-200201000-00012>

# ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ УДАЛЕНИЕ ИНОРОДНЫХ ТЕЛ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ У ДЕТЕЙ

## ENDOSCOPIC MANAGEMENT OF PEDIATRIC AIRWAY FOREIGN BODY

<sup>1</sup>Ф. Карта, <sup>1</sup>А. М. Олла, <sup>1</sup>Д. Кварту, <sup>2</sup>Н. Д. Чучуева, <sup>1</sup>Р. Пушедду

<sup>1</sup>Университетская клиническая больница города Кальяри, Университет города Кальяри, Кальяри, Италия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

<sup>1</sup>F. Carta, <sup>1</sup>A. M. Olla, <sup>1</sup>D. Quartu, <sup>2</sup>N. D. Chuchueva, <sup>1</sup>R. Puxeddu

<sup>1</sup> University Clinical Hospital of Cagliari, University of Cagliari, Cagliari, Italy

<sup>2</sup> Sechenov' First Moscow State Medical University of Ministry of Health of Russia (Sechenovskii University)

**РЕФЕРАТ.** Инородные тела дыхательных путей у детей являются распространенным экстренным состоянием, нередко приводящим к летальному исходу. В статье авторы описывают личный опыт удаления инородных тел дыхательных путей у детей, акцентируя внимание на различных клинических и организационных особенностях, которые могут повлиять на стратегию лечения и послеоперационной терапии. В период с ноября 2010 года по октябрь 2017 года на кафедре оториноларингологии Университетской клинической больницы города Кальяри (Италия) наблюдались 28 пациентов (средний возраст – 2,58 года, от 8 месяцев до 11 лет), которым было выполнено эндоскопическое исследование дыхательных путей при подозрении на наличие инородного тела. В большинстве случаев после удаления инородного тела пациенты находились в оториноларингологическом или педиатрическом отделении, однако для пациентов с клиническими или радиологическими признаками наличия дооперационных осложнений со стороны легких (лихорадка, легочные ателектазы) и/или с риском развития послеоперационных отека или кровотечения в дыхательных путях предусматривалось пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).

Инородные тела были обнаружены и успешно удалены у 16 мальчиков и 7 девочек (средний возраст – 2,42 года, от 9 месяцев до 11 лет). В 11 случаях инородные тела локализовались в бронхиальном дереве справа, в 8 случаях – слева, в 2 случаях – в трахее и еще в 2 случаях – на уровне голосового отдела гортани. Восемь из 23 пациентов оставались интубированными в ОРИТ вследствие предоперационных (3 случая) или послеоперационных (5 случаев) незначительных осложнений. У всех пациентов инородные тела были удалены полностью.

Быстрая и точная диагностика, вовремя удаленное инородное тело, использование вентилируемого бронхоскопа с эндоскопическим контролем и выборочное пребывание пациентов в ОРИТ может сократить смертность вследствие аспирации инородных тел в педиатрической популяции. Программы общественного информирования должны повышать настороженность населения в отношении рисков, связанных с употреблением орехов детьми.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** дыхательные пути, инородное тело, эндоскопия, педиатрия.

**SUMMARY.** Pediatric airway foreign body is an emergency with a high morbidity and mortality rate. The authors report their experience with the management of pediatric airway foreign bodies, focusing on the different clinical and organizational features that may influence the therapeutic strategy and postoperative management. From November 2010 to October 2017, we reviewed 28 consecutive patients (mean age of 2.58 years, range of 8 months – 11 years) who underwent endoscopy of the airways for clinical suspicion of inhaled foreign bodies at the Department of Otorhinolaryngology of the University Hospital of Cagliari, Italy. After the removal of the foreign body, the patients were generally admitted to the Otorhinolaryngology or Pediatric ward, but admission to the Intensive Care Unit was considered for patients who had clinical or radiological signs of preoperative pulmonary complications (fever, pulmonary atelectasis) and/or were considered at risk of postoperative edema/bleeding of the airway. The foreign body was effectively found and removed in 16 males and 7 females (mean age of 2.42 years, range of 9 months – 11 years). The inhaled foreign bodies were in the right bronchial tree in 11 cases, in the left bronchial tree in 8 cases, in the trachea in 2 cases, and in the glottic plane in 2 cases. Eight of the 23 patients were kept intubated in an Intensive Care Unit due to preoperative (3 cases) or postoperative (5 cases) minor complications. No patient experienced residual foreign body.

The rapid and accurate diagnosis, timely removal of the foreign body, the use of the ventilating bronchoscope under endoscopic view, and the admission of selected patients to the Intensive Care Unit could reduce the occasional mortality of pediatric patients with airway foreign body. Public information programs should increase the population's awareness of the risk associated with nut consumption among the pediatric population.

**KEY WORDS:** airway, foreign body, endoscopy, pediatric.



### Введение

Инородные тела (ИТ) дыхательных путей в педиатрической популяции являются экстренным состоянием с распространенностью в мире от 10 до 20%, вызывая до 7% внезапных смертей среди детей до 4 лет в США. В соответствии с данными Министерства здравоохранения от 2005 года у 356 пациентов в Италии были диагностированы инородные тела трахеи, бронхов или легких [2, 11, 13].

Клиническая картина зависит от возраста пациента, временного промежутка между аспирацией ИТ и его обнаружением, размеров ИТ. Полная обструкция гортани может привести к внезапной смерти и требует проведения экстренных мероприятий, в то время как клиническая картина ИТ, вызвавших частичную обструкцию гортани или локализирующихся в более дистальных отделах трахеобронхиального дерева, менее специфична и приводит к разнообразным симптомам от кашля и затруднения дыхания до лихорадки [8].

Пациентам с ИТ трахеи и бронхов лечение, как правило, может проводиться после рентгенологического обследования, но в случае явной клинической картины с признаками выраженной дыхательной недостаточности лечение должно быть незамедлительным. В то время как ригидная бронхоскопия считается золотым стандартом хирургического лечения [11], послеоперационное ведение должно быть в соответствии с предоперационным состоянием и наличием потенциально опасных послеоперационных осложнений. В литературе данная патология широко обсуждалась [2, 8, 11, 13], однако роль отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИИТ) в раннем послеоперационном периоде редко принималась во внимание.

Авторы описывают личный опыт удаления инородных тел дыхательных путей у детей, акцентируя внимание на различных клинических и организационных особенностях, которые могут повлиять на стратегию лечения и проведения послеоперационной терапии.

### Материалы и методы

В ретроспективное исследование были включены 28 пациентов (средний возраст – 2,58 года, от 8 месяцев до 11 лет), которым в период с ноября 2010 года по октябрь 2017 года в отделении оториноларингологии Университетской клинической больницы города Кальяри проводилось эндоскопическое исследование дыхательных путей при наличии клинических признаков ИТ. Возраст, пол и клиническая картина далее представлены детально.

Как правило, до операции проводилась рентгенография органов грудной клетки. Компьютерная томография (КТ) ни разу не была выполнена в случае поступления детей в наше отделение напрямую, однако 8 детей были переведены из дру-

гих лечебных учреждений с уже диагностированными по данным КТ ИТ дыхательных путей. Всем пациентам проводилась эндоскопия дыхательных путей под внутривенным наркозом с использованием гибкого хирургического эндоскопа и вентилируемых педиатрических бронхоскопов (Karl Storz, Tuttlingen, Germany), соединенных с оптическими приборами и щипцами. Пациентам с неспецифическими симптомами наличия ИТ в дыхательных путях проводилась фиброэндоскопия под общим наркозом, и в случае обнаружения ИТ оно удалялось под контролем ригидной эндоскопии. В случаях, когда ИТ было аспирировано при свидетелях, или при явной клинической картине, или при наличии радиологических признаков ИТ, ригидная эндоскопия выполнялась в наиболее ранние сроки. После удаления ИТ пациенты в основном наблюдались в условиях отделения, им проводилась антибактериальная и гормональная терапия. Перевод в ОРИИТ предполагался в случае наличия в предоперационном периоде клинических или радиологических признаков бронхолегочных осложнений (лихорадка, ателектаз легкого), а также когда удаление ИТ было сопряжено с трудностями и/или при риске развития послеоперационного отека/кровотечения в дыхательных путях (рис. 1). Перед выпиской рутинно через 24–48 часов после бронхоскопии выполнялась рентгенография.

### Результаты

Двадцати восьми пациентам была выполнена эндоскопия дыхательных путей.

У 5 пациентов (медиана возраста – 3,30 года, от 9 месяцев до 9 лет, аспирация ИТ в анамнезе при отсутствии симптомов и изменений на рентгенограмме органов грудной клетки во всех случаях), при фиброскопии ИТ не были идентифицированы, и пациенты были выписаны в течение 24 часов без осложнений.

Инородные тела были обнаружены у 16 мальчиков и 7 девочек, которые проходили лечение на период проведения исследования (медиана возраста – 2,42 года, от 8 месяцев до 11 лет, табл. 1). Тринадцать из 23 детей (56,5%) поступили в отделение с точными анамнестическими данными об аспирации ИТ по свидетельству очевидцев, в то время как 10 из 23 (43,5%) пациентов были переведены в наше отделение из других медицинских учреждений с бронхолегочными инфекциями, резистентными к антибактериальной терапии и подозрением на наличие ИТ. Средний промежуток времени между аспирацией инородного тела и поступлением в наше отделение составил 3,9 дня (от 4 часов до 22 дней). Симптомы включали затруднение дыхания в 56,5% случаев ( $n = 13$ ), кашель – в 43,5% ( $n = 10$ ), цианоз – в 39,1% ( $n = 9$ ), втягивание межреберных промежутков на вдохе – в 34,8%

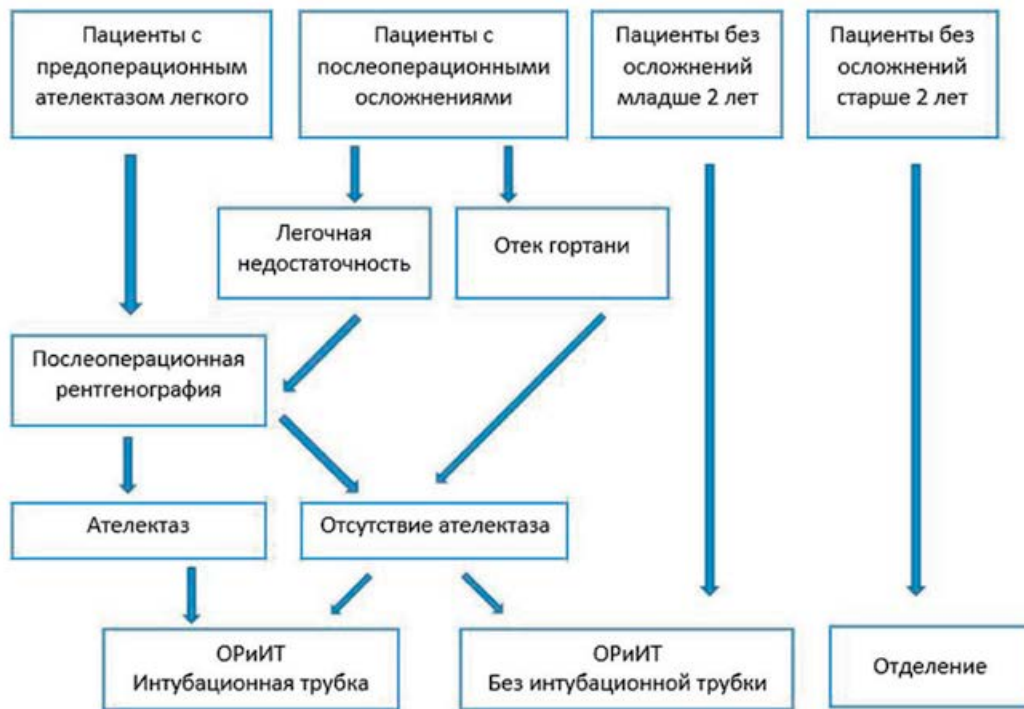


Рис. 1. Алгоритм перевода в ОРИИТ

( $n = 8$ ), лихорадка – в 21,7% ( $n = 5$ ), стридор – в 13% ( $n = 3$ ), тошнота – в 13% ( $n = 3$ ), дисфагия – в 4,3% ( $n = 1$ ), бронхоспазм – в 4,3% ( $n = 1$ ).

Предварительная рентгенография органов грудной клетки была выполнена 15 из 23 пациентов (65,5%), КТ без контрастирования 8 из 23 пациентов (34,8%). Рентгенография органов грудной клетки зарекомендовала себя надежной в идентификации значительных аномалий в 9 из 15 случаев (60%), тогда как КТ точно выявило легочные аномалии, такие как ателектаз, эмфизема, ИТ во всех 8 случаях (рис. 2).

Двадцать из 23 ИТ (87%) были удалены при помощи ригидной бронхоэндоскопии (в 6 случаях соединенной с гибким эндоскопом, рис. 3 и 4), и в 3 из 23 случаев ИТ гортани и трахеи (13%) были удалены под контролем эндоскопа без использования бронхоскопа.

Девять ИТ локализовались в правом главном бронхе, 5 – в левом главном бронхе, 1 – в правом верхнедолевом бронхе, 1 – в правом нижнедолевом бронхе, 3 – в левом нижнедолевом бронхе, 2 – в трахее и 2 – в голосовом отделе гортани.

В 16 случаях из 23 (69,6%) ИТ оказались продукты питания; среди них в 12 случаях (52,2%) был арахис.

Пятнадцать пациентов из 23 (65,2%) находились после операции в оториноларингологическом или педиатрическом отделениях в среднем 1,79 дня (от 1 до 3 дней); 8 из 23 пациентов (34,8%) находились интубированными в ОРИИТ от 12 часов до 4 дней (в среднем оротрахеальная интубация длилась

24 часа, среднее время пребывания в ОРИИТ составило 2,12 дня, от 1 до 5 дней). Три пациента (13%) со сниженной сатурацией крови кислородом были переведены в ОРИИТ и находились на ИВЛ до восстановления легочной функции, чего не произошло после удаления ИТ, в то время как 5 пациентов (21,7%) были переведены в ОРИИТ вследствие послеоперационного отека гортани и трахеи.

Через день после эндоскопического удаления ИТ всем пациентам проводилась рентгенография органов грудной клетки, в 2 случаях также была выполнена контрольная фиброэндоскопия под общим наркозом, однако остаточного ИТ у пациентов обнаружено не было.

Пациенты, аспирация инородного тела у которых произошла при свидетелях ( $n = 13/23$ ; 56,5%) находились в отделении в течение более короткого промежутка времени (2,23 дня) и среди них был отмечен более низкий уровень осложнений (38,5%) по сравнению с пациентами (10/23, 43,5%) без точного анамнеза (3,1 дня и 50% соответственно).

Пациенты, лечение которым проводилось позднее, чем через 7 дней после аспирации ИТ ( $n = 6/23$ ; 26%), имели выше риск развития послеоперационных осложнений (66,6% vs 35,3%, 17 пациентов, лечение которых было начато в течение 7 дней).

### Обсуждение

Диагностика ИТ дыхательных путей часто основывается на ингаляционном синдроме, характеризующемся внезапным временным затруднением



Таблица 1

Пациенты, вошедшие в исследование

№/пол/ возраст (лет)	Локализация ИТ	Тип ИТ/ количество ИТ	Лечение	Осложнения	ОРИИТ	Госпитализация (дни)
1/Ж/2,06	Левый главный бронх	Арахис/1	РБЭ	нет	нет	3
2/М/1,57	Правый главный бронх	Арахис/2	РБЭ	нет	нет	2
3/М/2,84	Левый нижнедолевой бронх	Гранат/1	РБЭ	нет	нет	2
4/Ж/1,62	Правый главный бронх	Пластик/1	РБЭ	нет	нет	2
5/М/1,67	Левый нижнедолевой бронх	Арахис/1	РБЭ	нет	нет	3
6/М/0,8	Правый главный бронх	Пластик/1	РБЭ	нет	нет	2
7/М/1,71	Правый нижнедолевой бронх	Арахис/1	РБЭ + ГЭ	нет	нет	1
8/М/1,52	Левый главный бронх	Морковь/1	РБЭ + ГЭ	нет	нет	1
9/М/11,1	Правый главный бронх	Пластик/1	РБЭ	нет	нет	1
10/М/2,19	Правый верхнедолевой бронх	Арахис/1	РБЭ + ГЭ	нет	нет	2
11/М/3,06	Правый главный бронх	Арахис/1	РБЭ + ГЭ	нет	нет	4
12/М/1,94	Правый главный бронх	Арахис/3	РБЭ + ГЭ	нет	да	2
13/М/2,81	Трахея	Арахис/3	РБЭ	нет	нет	1
14/М/3,29	Правый главный бронх	Овощ/1	РБЭ + ГЭ	отек	да	4
15/Ж/0,81	Правый главный бронх	Овощ/3	РБЭ	нет	нет	2
16/М/3,65	Голосовой отдел гортани	-/1	РБЭ	-	нет	2
17/М/3,35	Левый главный бронх	Арахис/3	РБЭ	отек	да	5
18/Ж/1,55	Левый нижнедолевой бронх	Арахис/1	РБЭ	отек, ателектаз легкого	да	7
19/М/1,6	Трахея	Скорлупа/2	РБЭ	отек, десатурация	да	6
20/Ж/1,13	Голосовой отдел гортани	Заколка/1	0–45-градусная оптика	отек	да	2
21/Ж/1,84	Левый главный бронх	Арахис/2	РБЭ	пред- операционная эмфизема	да	2
22/М/1,66	Правый главный бронх	Арахис/1	РБЭ	нет	нет	1
23/Ж/2,14	Левый главный бронх	Фундук/1	РБЭ	ателектаз легкого	да	3

Примечания. РБЭ – ригидная бронхоэндоскопия; ГЭ – гибкая эндоскопия



Рис. 2. Окклюзия инородным телом левого главного бронха

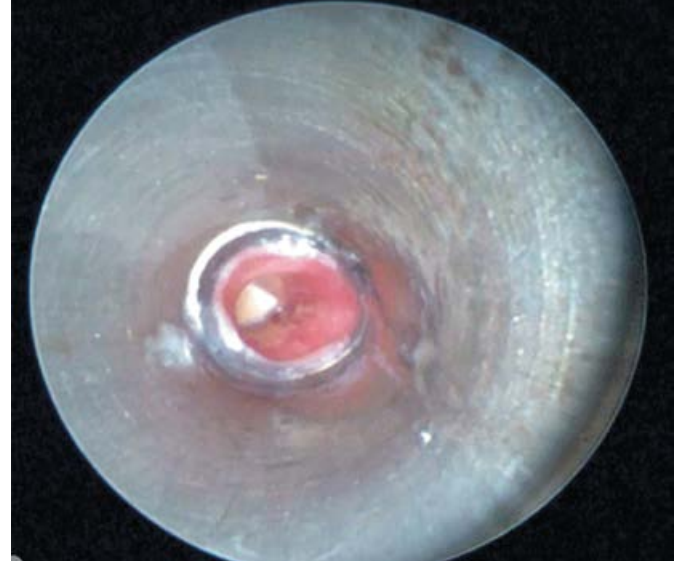


Рис. 3. Эндоскопическая картина ИТ (орех) в левом главном бронхе

дыхания и цианозом во время кормления, с развитием в последующем разнообразной симптоматики в зависимости от продвижения ИТ вниз по дыхательным путям. Несмотря на то, что значения чувствительности и специфичности свидетельствования об аспирации инородного тела находятся в пределах от 58,3% [1] до 93,2% [6] и от 32,1% [15] до 96,3% соответственно, их никогда нельзя недооценивать, так как если ингаляционный синдром не был засвидетельствован или был недооценен, ИТ не подразумевается в качестве причины таких осложнений, как рецидивирующая пневмония, бронхоэктазы и ателектазы, легочный абсцесс с высоким риском развития сепсиса [5]. В нашей серии наблюдения продолжительность госпитализации пациентов, которые поступили с четкими данными анамнеза, указывающими на аспирацию ИТ, была более короткой и с более низким уровнем осложнений (2,23 дня и 38,5% vs 3,1 дня и 50% соответственно).

Большинство ИТ локализируются в бронхах (48–50% в бронхиальном дереве справа, 29% в бронхиальном дереве слева), однако также они могут блокировать гортань и трахею (14% случаев) и приводить к тотальной или субтотальной обструкции дыхательных путей [9, 16]. Если после аспирации инородного тела пациент не может говорить или кашлять, экстренные манипуляции должны быть выполнены незамедлительно. В случае сохранения обструкции пациенту должны проводиться настолько возможно более эффективные вентиляция и оксигенация до поступления его в операционную. Никакие манипуляции не должны проводиться, если человек с подозрением на аспирацию ИТ может дышать. В этом случае он

должен быть отправлен в ближайшее подходящее лечебное учреждение [10].

При помощи рентгенографии органов грудной клетки могут быть идентифицированы только рентгеноконтрастные ИТ (рис. 5), но в случае рентгенопроницаемых ИТ в диагностике оказывают помощь косвенные признаки, такие как эмфизема, ателектазы, контралатеральное смещение средостения. По данным литературы, почти у половины пациентов с ИТ в дыхательных путях рентгенограмма органов грудной клетки нормальная [11]. По нашему опыту, предоперационная рентгенография органов грудной клетки оказалась эффективной только в 60% случаев ( $n = 9/15$ ). КТ имеет более высокую чувствительность в идентификации ИТ, чем рентгенография [10]. В нашей серии наблюдений КТ оказалось эффективным во всех случаях ( $n = 8$ ), но выполнялось в других клинических центрах, когда ИТ было заподозрено только после развития легочного ателектаза, резистентного к антибиотикотерапии. Учитывая, что в педиатрической популяции для проведения КТ необходима седация, всем пациентам с клиникой ИТ дыхательных путей, поступившим к нам в отделение, была сразу проведена трахеобронхоскопия. Это позволило избежать проведения любых манипуляций, которые могли способствовать смещению ИТ и ухудшению ситуации.

Методом выбора является ригидная бронхоскопия под общим обезболиванием [3]. Введение в наркоз начинается со спокойного дыхания через маску или с внутривенного наркоза со спонтанной вентиляцией. Для предотвращения травмы в результате кашля или сопротивления со стороны пациента проведение ригидной бронхоскопии не может быть начато до тех пор, пока движения и реф-



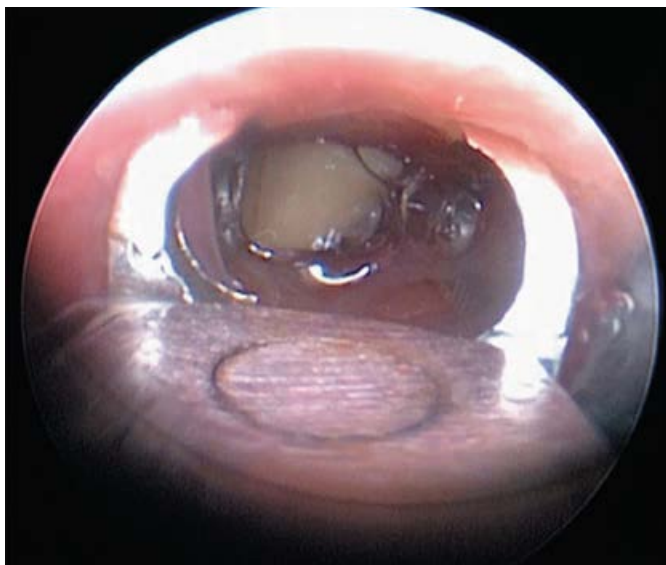


Рис. 4. Эндоскопическое удаление ИТ



Рис. 5. Рентгенография грудной клетки, показывающая рентгенконтрастное ИТ

лексы пациента не будут супрессированы нейромышечными блокаторами. Проведение искусственной вентиляции легких остается дискуссионной, так как может привести к смещению ИТ, однако ее проведение возможно для разрешения ателектаза, корректировки оксигенации и преодоления резистентности дыхательных путей [12]. Для остановки или уменьшения визуализируемого кровотечения из слизистой оболочки под контролем эндоскопа может быть введен раствор эпинефрина 100 мг/л [9].

Арахис является наиболее частым ИТ дыхательных путей у детей [11] (52,2% в нашей серии наблюдений), что подвигает к выводу о нежелательности употребления его маленькими детьми. Для предотвращения разрушения гигроскопичного и хрупкого ИТ его удаление должно проводиться при помощи специальных захватывающих щипцов. Наличие множественных ИТ, являющихся причиной рецидивирующей пневмонии, может быть следствием неправильного удаления арахиса.

Выбор послеоперационного лечения может представлять затруднение и должен основываться на предоперационном состоянии пациента, сложности проведенной операции по удалению ИТ и состоянию газообмена после удаления ИТ. В литературе и по нашему опыту, большинство осложнений наблюдалось у пациентов с недиагностированным трахеобронхиальным ИТ [4, 12, 17]. В большинстве случаев осложнения были вызваны воспаленной и отечной слизистой оболочкой, ухудшенной функцией легких вследствие травмы слизистой оболочки трахеи и бронхов из-за сложностей, возникших при удалении ИТ.

До установки адекватного спонтанного дыхания пациентам без предоперационных и послеопера-

ционных осложнений и с хорошим газообменом может быть применена вентиляция через маску [17], однако также крайне тщательно должна рассматриваться необходимость перевода в ОРИИТ с установленной интубационной трубкой. ИВЛ в режиме PPV в условиях ОРИИТ может быть необходим для разрешения легочного [14]. Также может быть необходимо прицельное наблюдение в ОРИИТ для раннего выявления и своевременного лечения пациентов с высоким риском развития выраженного послеоперационного отека гортани, бронхоспазма, пневмоторакса, пневмомедиастинума, ателектаза легкого, сердечного приступа, травмы бронха или трахеи, гипоксического повреждения головного мозга [7]. В нашей серии наблюдений перевод в ОРИИТ и оротрахеальная интубация основывались на алгоритме, представленном в таблице 1. Так, 8 пациентов (34,8%) были переведены в ОРИИТ с установленной эндотрахеальной трубкой (среднее время пребывания – 2,12 дня), проводились антибактериальная и гормональная терапия по поводу предоперационного ателектаза (2 случая) и эмфиземы (1 случай), которые не разрешились после удаления ИТ (3 случая) или в случае отека слизистой оболочки гортани и трахеи и риска развития отсроченной послеоперационной дыхательной недостаточности (5 случаев).

После преодоления критического периода выполнялось удаление эндотрахеальной трубки и осмотр дыхательных путей до перевода пациента в оториноларингологическое или педиатрическое отделение.

Двум пациентам в нашей серии наблюдений была выполнена повторно эндоскопия дыхательных путей для выявления остаточных ИТ до выписки, но они не были найдены.

**Заключение**

Пациентам с подозрением на наличие ИТ для его своевременного удаления должны проводиться бронхоскопия в условиях общего обезболивания с присоединением вентилируемого бронхоскопа под эндоскопическим контролем и прицельным мони-

торированием некоторых пациентов в ОРИИТ. Это может уменьшить частоту осложнений и снизить смертность вследствие аспирации ИТ. Программы общественного информирования должны повышать настороженность населения в отношении рисков, связанных с употреблением орехов детьми.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Airway foreign bodies in childhood / F. Oğuz, A. Citak, E. Ünüvar [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2003. – Vol. 52. – P. 11–16.
2. Application of imaging guidelines in patients with foreign body ingestion or inhalation: literature review / R. Grassi, A. Faggian, F. Somma [et al.] // *Semin. Ultrasound. C. T. M. R.* – 2015. – Vol. 36. – P. 48–56.
3. Comparison between tracheal foreign body and bronchial foreign body: a review of 1007 cases / Z. Huankang, X. Kuanlin, H. Xiaolin [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2012. – Vol. 76. – P. 1719–1725.
4. Complications of long-standing foreign body in the airway and their outcomes after endoscopic management: an experience of 20 cases / S. K. Aggarwal, S. K. Sinha, S. K. Ratan [et al.] // *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A.* – 2015. – Vol. 25. – P. 81–87.
5. Diagnosis and treatment of tracheobronchial foreign bodies in 1024 children / W. Gang, P. Zhengxia, L. Hongbo [et al.] // *J. Pediatr. Surg.* – 2012. – Vol. 47. – P. 2004–2010.
6. Erikçi V., Karaçay S., Arikan A. Foreign body aspiration: a four-year's experience // *Ulus Travma Acil. Cerrahi Derg.* – 2003. – Vol. 9. – P. 45–49.
7. Fidkowski C. W., Zheng H., Firth P. G. The anesthetic considerations of tracheobronchial foreign bodies in children: a literature review of 12 979 cases // *Anesth. Analg.* – 2010. – Vol. 111. – P. 1016–1025.
8. Foreign bodies in the upper airways causing complications and requiring hospitalization in children aged 0–14 years: results from the ESFBI study / D. Gregori, L. Salerni, C. Scarinzi [et al.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2008. – Vol. 265. – P. 971–978.
9. Foreign body aspiration in children: experience from 2624 patients / A. Boufersaoui, L. Smati, K. N. Benhalla [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2013. – Vol. 77. – P. 1683–1688.
10. Imaging Foreign Bodies: Ingested, Aspirated, and Inserted / H. J. Tseng, T. N. Hanna, W. Shuaib [et al.] // *Ann. Emerg. Med.* – 2015. – Vol. 66. – P. 570–582. – e5.
11. Inhaled foreign bodies in children: a global perspective on their epidemiological, clinical, and preventive aspects / F. Foltran, S. Ballali, H. Rodriguez [et al.] // *Pediatr. Pulmonol.* – 2013. – Vol. 48. – P. 344–351.
12. Kendigelen P. The anaesthetic consideration of tracheobronchial foreign body aspiration in children // *J. Thorac. Dis.* – 2016. – Vol. 8. – P. 3803–3807.
13. Mantor P. C., Tuggle D. W., Tunell W. P. An appropriate negative bronchoscopy rate in suspected foreign body aspiration // *Am. J. Surg.* – 1989. – Vol. 158. – P. 622–624.
14. Mechanical ventilation strategies for intensive care unit patients without acute lung injury or acute respiratory distress syndrome: a systematic review and network meta-analysis / L. Guo, W. Wang, N. Zhao [et al.] // *Crit. Care.* – 2016. – Vol. 20. – P. 226.
15. Ozsahinoglu, Rigid bronchoscopy for the suspicion of foreign body in the airway / L. B. Aydoğan, U. Tuncer, L. Soylu [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2006. – Vol. 70. – P. 823–828.
16. Pflieger A., Eber E. Management of acute severe upper airway obstruction in children // *Pediatr. Respir. Rev.* – 2003. – Vol. 14. – P. 70–77.
17. Tomaske M., Gerber A. C., Weiss M. Anesthesia and periinterventional morbidity of rigid bronchoscopy for tracheobronchial foreign body diagnosis and removal // *Pediatr. Anaesth.* – 2006. – Vol. 16. – P. 123–129.



УДК 616.2-003.6-089

## ENDOSCOPIC MANAGEMENT OF PEDIATRIC AIRWAY FOREIGN BODY

<sup>1</sup>F. Carta, <sup>1</sup>A. M. Olla, <sup>1</sup>D. Quartu, <sup>2</sup>N. D. Chuchueva, <sup>1</sup>R. Puxeddu

<sup>1</sup>University Clinical Hospital of Cagliari, University of Cagliari, Cagliari, Italy

<sup>2</sup>Sechenov' First Moscow State Medical University of Ministry of Health of Russia (Sechenovskii University)

**SUMMARY.** Pediatric airway foreign body is an emergency with a high morbidity and mortality rate. The authors report their experience with the management of pediatric airway foreign bodies, focusing on the different clinical and organizational features that may influence the therapeutic strategy and postoperative management. From November 2010 to October 2017, we reviewed 28 consecutive patients (mean age of 2.58 years, range of 8 months – 11 years) who underwent endoscopy of the airways for clinical suspicion of inhaled foreign bodies at the Department of Otorhinolaryngology of the University Hospital of Cagliari, Italy. After the removal of the foreign body, the patients were generally admitted to the Otorhinolaryngology or Pediatric ward, but admission to the Intensive Care Unit was considered for patients who had clinical or radiological signs of preoperative pulmonary complications (fever, pulmonary atelectasis) and/or were considered at risk of postoperative edema/bleeding of the airway. The foreign body was effectively found and removed in 16 males

and 7 females (mean age of 2.42 years, range of 9 months – 11 years). The inhaled foreign bodies were in the right bronchial tree in 11 cases, in the left bronchial tree in 8 cases, in the trachea in 2 cases, and in the glottic plane in 2 cases. Eight of the 23 patients were kept intubated in an Intensive Care Unit due to preoperative (3 cases) or postoperative (5 cases) minor complications. No patient experienced residual foreign body.

The rapid and accurate diagnosis, timely removal of the foreign body, the use of the ventilating bronchoscope under endoscopic view, and the admission of selected patients to the Intensive Care Unit could reduce the occasional mortality of pediatric patients with airway foreign body. Public information programs should increase the population's awareness of the risk associated with nut consumption among the pediatric population.

**KEY WORDS:** airway, foreign body, endoscopy, pediatric.

### Introduction

Pediatric airway foreign body (FB) is an emergency with a worldwide morbidity rate from 10 to 20%; it accounts for up to 7% of accidental deaths in the USA among children under 4 years, and according to data available from the Ministry of Health from 2005, 356 patients in Italy had a diagnosis of «FBs in the trachea, bronchi, and lungs» [2, 11, 13].

Clinical presentation varies according to the age of patients, the delay between the inhalation and the diagnosis, and the dimensions of the FB. Complete obstruction of the larynx can cause sudden death and must be treated with emergency procedures, while the clinical presentation of FBs that cause partial laryngeal obstruction or are lodged more distally in the tracheobronchial tree is less specific, producing a wide variety of symptoms that range from coughing and dyspnea to fever [8].

Patients with tracheal and bronchial FB generally can be treated after imaging, but a clear clinical presentation with signs of severe respiratory impairment should be managed without any delay. Although rigid bronchoscopy is generally accepted as the gold standard surgical approach [11], postoperative management must be adapted according to preoperative conditions and the potentially dangerous complications of a surgical

procedure that could be technically complex. In the literature this pathology has been widely discussed [2, 8, 11, 13], but the role of the Intensive Care Unit (ICU) in the early postoperative period has rarely been considered.

The authors report their experience on the management of pediatric airway foreign bodies, focusing on the different clinical and organizational features that may influence the therapeutic strategy and postoperative management.

### Material and methods

This was a retrospective review of 28 patients (mean age of 2.58 years, range of 8 months – 11 years) who underwent endoscopy of the airways for clinical suspicion of inhaled foreign bodies from November 2010 to October 2017 at the Department of Otorhinolaryngology of the University Hospital of Cagliari, Italy. Age, gender, and clinical presentation are detailed.

Chest X-ray was generally performed before surgery. Computed tomography (CT) was never performed in patients who were admitted directly to our department, but 8 patients were transferred from other hospitals after the CT diagnosis of airway FB. All patients underwent endoscopy of the airways under intravenous general

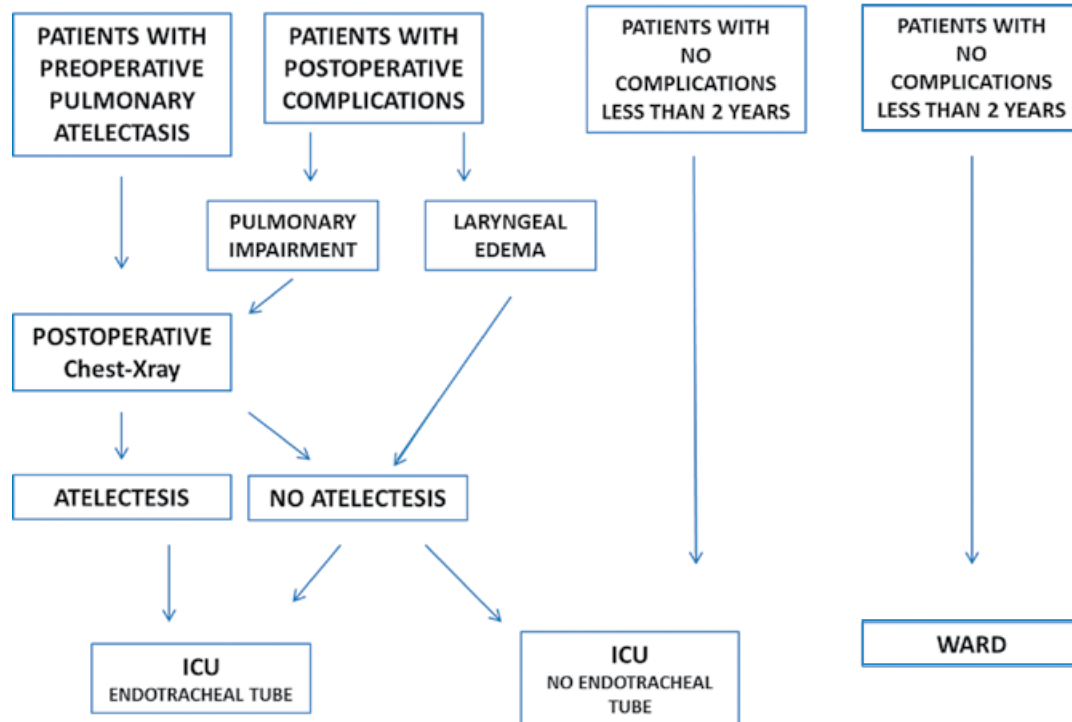


Fig. 1. ICU algorithm

anesthesia using a flexible operating endoscope and ventilating pediatric bronchoscopes (Karl Storz, Tuttlingen, Germany) coupled with optic scopes and optical forceps. Patients with nonspecific signs of airway FB underwent flexible endoscopy under general anesthesia and, if the FB was identified, the procedure was completed with a rigid endoscopic removal. When the inhalation of the FB was witnessed or in cases of clear clinical or radiographic signs of FB, rigid bronchoscopy was performed as soon as possible. After the FB removal, the patients were generally admitted to the ward, and postoperative care was provided with antibiotics and steroids. The ICU was considered when patients were admitted with clinical or radiological signs of pulmonary complications (fever, pulmonary atelectasis) and when the removal of the FB was challenging, and/or the patient was considered at risk of postoperative edema/bleeding of the airway (fig. 1). Routine chest X-ray was performed 24–48 hours after bronchoscopy before the patient was discharged.

### Results

Twenty eight patients underwent endoscopy of the airways.

In 5 patients (median age was 3.30 years, range of 9 months – 9 years, anamnestic history indicated FB inhalation in all cases without other symptomatology and normal chest X-ray), endoscopy with flexible optic instrument did not find any FB, and the patients were

discharged from the hospital within 24 hours without complications.

The FB was effectively found in 16 males and 7 females who were treated during the study period (median age was 2.42 years, range of 8 months – 11 years; table 1). Thirteen of these 23 children (56.5%) were admitted to our department with a clear history of FB inhalation that was witnessed by their entourage, while 10/23 (43.5%) patients were transferred to our department from other primary and secondary health care centers for pulmonary infections that were resistant to antibiotics and suspicion of an FB etiology. The mean delay between the inhalation event and the admission to our department was 3.9 days (range of 4 hours – 22 days). Signs and symptoms included dyspnea 56.5% (n = 13), cough 43.5% (n = 10), cyanosis 39.1% (n = 9), suprasternal and supraclavicular respiratory retractions 34.8% (n = 8), fever 21.7% (n = 5), stridor 13% (n = 3), nausea 13% (n = 3), dysphagia 4.3% (n = 1), and bronchospasm 4.3% (n = 1).

Preliminary chest X-ray was performed in 15/23 patients (65.2%), and CT of the chest without contrast medium intake was performed in 8/23 patients (34.8%). Chest X-ray was reliable for identifying notable abnormalities in 9/15 of cases (60%), while CT clearly identified pulmonary anomalies such as atelectasis, emphysema, and the FB in all 8 cases (fig. 2).

Twenty out of 23 FBs (87%) were removed with the aid of the rigid endoscopic bronchoscope (coupled in 6 cases with the flexible endoscope; fig. 3 and 4), and



Table 1

Cohort of patients

PZ NUMBER/ SEX /AGE (in years)	FB LOCATION	TYPE OF FB/ NUMBER OF FB	SURGICAL TECHNIQUE	MAIN COMPLICATIONS	ICU	LENGHT OF STAY IN THE HOSPITAL
1/F/2.06	Left main bronchus	Peanut/1	REB	NO	NO	3
2/M/1.57	Right main bronchus	Peanut/2	REB	NO	NO	2
3/M/2.84	Left inferior lobar bronchus	Vegetal/1 pomegranate	REB	NO	NO	2
4/F/1.62	Right main bronchus	Plastic/1	REB	NO	NO	2
5/M/1.67	Left inferior lobar bronchus	Peanut/1	REB	NO	NO	3
6/M/0.8	Right main bronchus	Plastic/1	REB	NO	NO	2
7/M/1.71	Right inferior lobar bronchus	Peanut/1	REB + FB	NO	NO	1
8/M/1.52	Left main bronchus	Carrot /1	REB + FB	NO	NO	1
9/M/11.1	Right main bronchus	Plastic/1	REB	NO	NO	1
10/M/2.19	Right upper lobar bronchus	Peanut/1	REB + FB	NO	NO	2
11/M/3.06	Right main bronchus	Peanut/1	REB + FB	NO	NO	4
12/M/1.94	Right main bronchus	Peanut/3	REB + FB	NO	YES	2
13/M/2.81	Trachea	Peanut/3	REB	NO	NO	1
14/M/3.29	Right main bronchus	Vegetal/1	REB + FB	EDEMA	YES	4
15/F/0.81	Right main bronchus	Vegetal non food/3	REB	NO	NO	2
16/M/3.65	Glottis	ND/1	REB	-	NO	2
17/M/3.35	Left main bronchus	Peanut/3	REB	EDEMA	YES	5
18/F/1.55	Left inferior lobar bronchus	Peanut/1	REB	EDEMA, PULMONARY ATELECTASIS	YES	7
19/M/1.6	Trachea	Eggshell/2	REB	EDEMA, DESATURATION	YES	6
20/F/1.13	Glottis	Hair fork/1	0°–45° optics	EDEMA	YES	2
21/F/1.84	Left main bronchus	Peanut/2	REB	PREOPERATIVE EMPHISEMA	YES	2
22/M/1.66	Right main bronchus	Peanut/1	REB	NO	NO	1
23/F/2.14	Left main bronchus	Hazelnut/1	REB	PULMONARY ATELECTASIS	YES	3

REB = Rigid Endoscopic Bronchoscope

FB = Flexible Bronchoscope

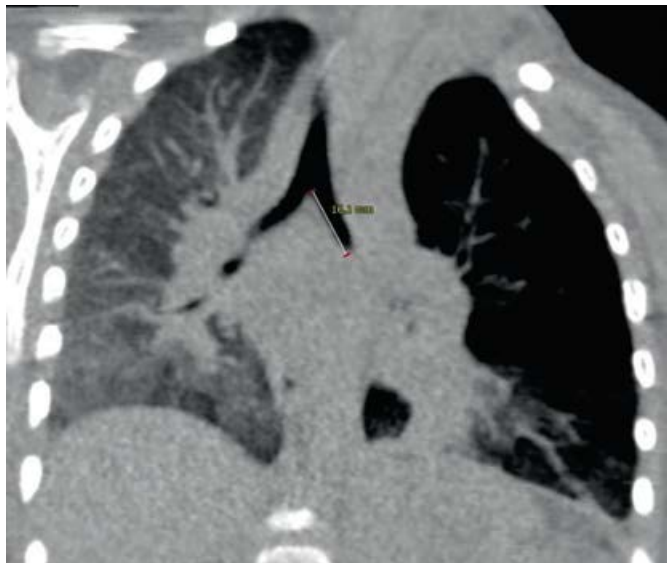


Fig. 2. Direct view of the left main bronchus occluded by the foreign body

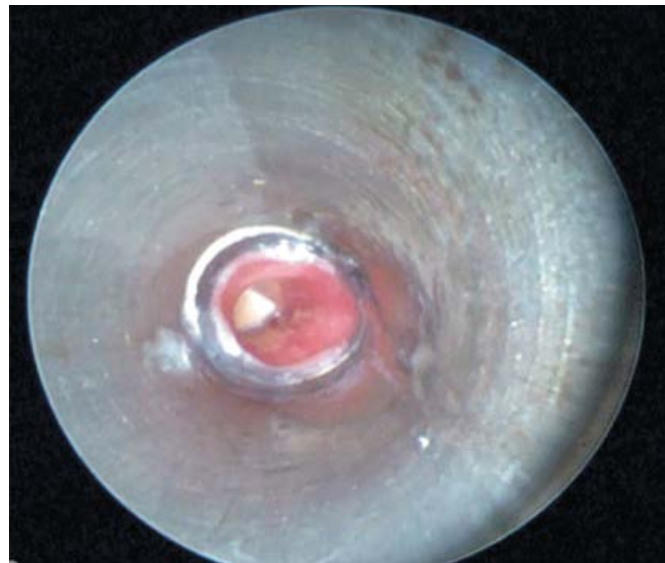


Fig. 3. Endoscopic view of a foreign body (nut) in the left main bronchus

3/23 laryngeal/tracheal FBs (13%) were removed under endoscopic view without bronchoscopes.

Nine FBs were in the right main bronchus, 5 were in the left main bronchus, 1 was in the right upper lobar bronchus, 1 was in the right lower lobar bronchus, 3 were in the left lower lobar bronchus, 2 were in the trachea, and 2 were in the glottis.

In 16/23 cases (69.6%), the FBs were food; among them, 12 (52.2%) were peanuts.

Fifteen out of 23 patients (65.2%) were admitted to the Otorhinolaryngology or Pediatric department with a mean postoperative hospital stay of 1.79 days (range of 1–3 days); 8/23 patients (34.8%) were admitted to an ICU and kept intubated for 12 hours – 4 days (mean duration of the oro-tracheal tube of 24 hours, mean ICU postoperative stay of 2.12 days, range of 1–5 days). Three patients (13%) with O<sub>2</sub> saturation impairment after the first attempt at spontaneous breathing were admitted to the ICU and kept intubated with high-pressure ventilation to resolve a preoperative pulmonary impairment that did not improve after the FB removal, while 5 patients (21.7%) were admitted to the ICU for postoperative laryngeal and tracheal edema.

All patients underwent postoperative chest X-ray the day after the endoscopic removal, and in 2 cases, flexible endoscopic control under general anesthesia was considered necessary, but no patient experienced residual FB.

Patients admitted for FB inhalation witnessed by the adult entourage ( $n = 13/23$ ; 56.5%) had a shorter length of stay (2.23 days) and lower complication rate (38.5%) compared with the 10/23 patients (43.5%) without a clear history of airway FB (3.1 days and 50%, respectively).

Patients treated more than 7 days after the FB inhalation ( $n = 6/23$ ; 26%) presented a higher risk of postoperative complications (66.6% vs 35.3% observed in 17/23 patients treated within 7 days).

#### Discussion

Diagnosis of airway FB is frequently based on inhalation syndrome, characterized by sudden temporary dyspnea and cyanosis during feeding followed by variable resolution of the symptoms due to the FB crossing the glottis and moving to the peripheral airways. Although the sensitivity and specificity of witnessed FB aspiration vary from 58.3% [1] to 93.2% [6] and 32.1% [15] to 96.3%, respectively, it should never be underestimated since when inhalation syndrome is not witnessed or is underestimated, the unsuspected FB causes complications such as recurrent pneumonia, bronchiectasis and atelectasis and pulmonary abscess with a high risk of sepsis [5]. The patients in our series who were admitted with a clear history of FB inhalation had a shorter length of hospitalization and lower complication rates (2.23 days and 38.5% vs 3.1 days and 50%, respectively).

Although most inhaled objects generally lodge in the bronchi (48–50% in the right bronchial tree, 29% in the left bronchial tree), sometimes the FB can block the larynx and trachea (14% of cases) and cause complete or subtotal airway obstruction [9, 16]. When patients are unable to speak or cough after FB inhalation, they should undergo emergency maneuvers and, if the obstruction is not relieved, the best possible ventilation and oxygenation should be provided until the admission in the operating room. When patients with suspected inhaled FB can breathe, all maneuvers must be avoided, and the patient must be admitted to the closest referral hospital [10].

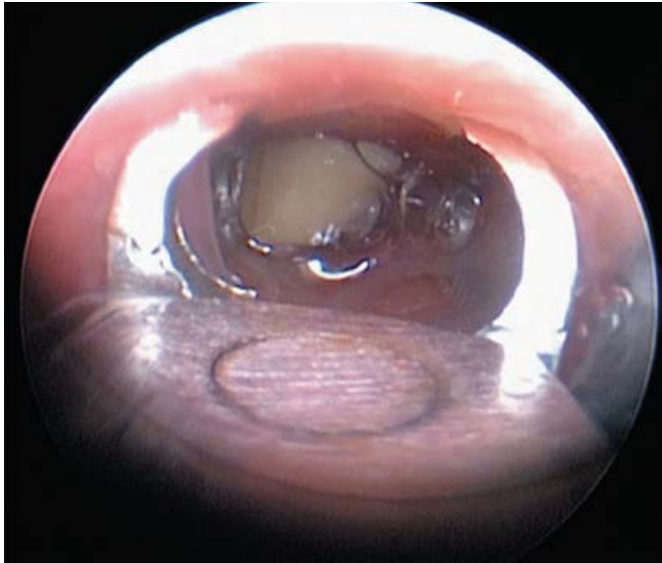


Fig. 4. Endoscopic removal of the FB



Fig. 5. Chest X-ray showing a radio-opaque laryngeal foreign body

Chest X-rays can identify only radio-opaque FBs (fig. 5), but in the case of radio-transparent FBs, it can show indirect findings such as emphysema, atelectasis, and contralateral mediastinum shift, and cannot exclude the presence of FB. In the literature almost half of inhaled FBs had normal radiography [11], and in our experience, preoperative chest X-rays were reliable only in 60% of cases ( $n = 9/15$ ). CT has been shown to have higher sensitivity than radiographs for FBs [10]. In our series, CT was reliable in all cases ( $n = 8$ ), but it was always performed at other centers when airway FB was suspected only after the development of pulmonary atelectasis that was resistant to antibiotics. Since pediatric patients generally require sedation before undergoing CT, all patients admitted to our department with a clinical history of airway FB underwent immediately tracheo-bronchoscopy to avoid any maneuver that could dislodge the FB and worsen or complicate the medical case.

Rigid bronchoscopy under general anesthesia is the recommended procedure [3]. General anesthesia starts with smooth mask inhaled induction or careful IV induction with spontaneous ventilation, but rigid bronchoscopy cannot start until the mobility and reflexes of the patient have to be suppressed with neuromuscular blocking agents to prevent airway trauma resulting from coughing and resistance; positive pressure ventilation, although controversy since could dislodge the FB, can be performed to reverse the atelectasis, correct oxygenation and overcome the airway resistance [12]. Where mucosal bleeding occurs in the visual field during surgery, 100 mg/L epinephrine solution can be injected endoscopically to stop or at least reduce the bleeding [9].

Peanuts are the most frequent pediatric inhaled FB [11] (52.2% in our series), and it is clear that they should be avoided in young children. The removal should be

routinely performed with dedicated blunt forceps as to avoid the disruption of the FB that is hygroscopic and very fragile. Multiple FBs can result from incorrect management of the retained peanut creating the potential for recurrent pneumonia.

The choice of postoperative management can be challenging and is based on the preoperative conditions, the complexity of the surgical removal and the pulmonary gas exchange after the removal of the FB. In the literature and in our experience, most of the complications were observed in patients with undiagnosed subacute tracheobronchial FB [4, 12, 17], mainly caused by mucosal inflammatory edema due to the impacted substances and by the worsened pulmonary function as a consequence of tracheobronchial mucosal trauma due to difficulties in removing the FB.

In patients without any preoperative and/or postoperative complication and with good pulmonary gas exchange, mask ventilation can be applied until adequate spontaneous ventilation is achieved [17], while the need for ICU admission and for keeping the endotracheal tube in place should be evaluated with caution. ICU admission/intubation may be necessary to resolve pulmonary atelectasis with positive pressure mechanical ventilation [14] or when close monitoring in the ICU appears safer for the early diagnosis and timely treatment of patients with a high risk of postoperative severe laryngeal edema, bronchospasm, pneumothorax, pneumomediastinum, pulmonary atelectasis, cardiac arrest, tracheal or bronchial laceration, and hypoxic brain damage [7]. In our series ICU admission and orotracheal intubation was based on the algorithm shown in figure 1: 8 patients (34.8%) were admitted to the ICU with an endotracheal tube (mean ICU stay of 2.12 days) and treated with steroids and antibiotics for preoperative pulmonary atelectasis (2 cases) and emphysema

(1 case) that was unresolved after FB removal (3 cases) or when the mucosa of the larynx and of the trachea was edematous and the patient was considered at risk of delayed postoperative respiratory distress (5 cases).

After the critical period, safe removal of the endotracheal tube was performed, and the airways were reevaluated before the patient was transferred to the Pediatric/Otorhinolaryngology ward.

Two patients in our series underwent a second endoscopy of the airways to detect eventual residual FB before discharge, but it was not found in both cases.

### Conclusions

Bronchoscopy under general anesthesia should be performed for all patients suspected of FB aspiration since the timely removal of the FB coupled with the use of a ventilating bronchoscope under endoscopic view and the close monitoring of selected patients in the ICU can reduce the incidence of complications and the occasional mortality of airway FB. Public information programs should be increased to improve awareness of the risk of nut inhalation in the pediatric population.

### REFERENCES

1. Airway foreign bodies in childhood / F. Oğuz, A. Citak, E. Unüvar [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2003. – Vol. 52. – P. 11–16.
2. Application of imaging guidelines in patients with foreign body ingestion or inhalation: literature review / R. Grassi, A. Faggian, F. Somma [et al.] // *Semin. Ultrasound. C. T. M. R.* – 2015. – Vol. 36. – P. 48–56.
3. Comparison between tracheal foreign body and bronchial foreign body: a review of 1007 cases / Z. Huankang, X. Kuanlin, H. Xiaolin [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2012. – Vol. 76. – P. 1719–1725.
4. Complications of long-standing foreign body in the airway and their outcomes after endoscopic management: an experience of 20 cases / S. K. Aggarwal, S. K. Sinha, S. K. Ratan [et al.] // *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A.* – 2015. – Vol. 25. – P. 81–87.
5. Diagnosis and treatment of tracheobronchial foreign bodies in 1024 children / W. Gang, P. Zhengxia, L. Hongbo [et al.] // *J. Pediatr. Surg.* – 2012. – Vol. 47. – P. 2004–2010.
6. Eriği V., Karaçay S., Arikan A. Foreign body aspiration: a four-years experience // *Ulus Travma Acil. Cerrahi Derg.* – 2003. – Vol. 9. – P. 45–49.
7. Fidkowski C. W., Zheng H., Firth P. G. The anesthetic considerations of tracheobronchial foreign bodies in children: a literature review of 12 979 cases // *Anesth. Analg.* – 2010. – Vol. 111. – P. 1016–1025.
8. Foreign bodies in the upper airways causing complications and requiring hospitalization in children aged 0–14 years: results from the ESFBI study / D. Gregori, L. Salerni, C. Scarinzi [et al.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2008. – Vol. 265. – P. 971–978.
9. Foreign body aspiration in children: experience from 2624 patients / A. Boufersaoui, L. Smati, K. N. Benhalla [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2013. – Vol. 77. – P. 1683–1688.
10. Imaging Foreign Bodies: Ingested, Aspirated, and Inserted / H. J. Tseng, T. N. Hanna, W. Shuaib [et al.] // *Ann. Emerg. Med.* – 2015. – Vol. 66. – P. 570–582. – e5.
11. Inhaled foreign bodies in children: a global perspective on their epidemiological, clinical, and preventive aspects / F. Foltran, S. Ballali, H. Rodriguez [et al.] // *Pediatr. Pulmonol.* – 2013. – Vol. 48. – P. 344–351.
12. Kendigelen P. The anaesthetic consideration of tracheobronchial foreign body aspiration in children // *J. Thorac. Dis.* – 2016. – Vol. 8. – P. 3803–3807.
13. Mantor P. C., Tuggle D. W., Tunell W. P. An appropriate negative bronchoscopy rate in suspected foreign body aspiration // *Am. J. Surg.* – 1989. – Vol. 158. – P. 622–624.
14. Mechanical ventilation strategies for intensive care unit patients without acute lung injury or acute respiratory distress syndrome: a systematic review and network meta-analysis / L. Guo, W. Wang, N. Zhao [et al.] // *Crit. Care.* – 2016. – Vol. 20. – P. 226.
15. Ozsahinoglu, Rigid bronchoscopy for the suspicion of foreign body in the airway / L. B. Aydoğan, U. Tuncer, L. Soyulu [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2006. – Vol. 70. – P. 823–828.
16. Pflieger A., Eber E. Management of acute severe upper airway obstruction in children // *Pediatr. Respir. Rev.* – 2003. – Vol. 14. – P. 70–77.
17. Tomaske M., Gerber A. C., Weiss M. Anesthesia and periinterventional morbidity of rigid bronchoscopy for tracheobronchial foreign body diagnosis and removal // *Pediatr. Anesth.* – 2006. – Vol. 16. – P. 123–129.





УДК 616.222-089.5

## ВАРИАНТЫ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ГОЛОСОВЫХ СКЛАДКАХ

### VARIANTS OF ANESTHESIA FOR VOCAL CORD SURGERY

*М. Г. Лейзерман, В. С. Котляр, Е. В. Курсанова,  
К. Ю. Фисенко*

*МБУЗ «Городская клиническая больница № 29 имени Н. Э. Баумана»*

*M. G. Leizerman, V. S. Kotlyar, E. V. Kirsanova,  
K. Yu. Fisenko*

*Bauman' city hospital № 29*

**РЕФЕРАТ.** Дан исторический анализ методов обезболивания при операциях на голосовых складках. В настоящее время для выполнения микрохирургических вмешательств необходимо полное выключение сознания больного и использование миорелаксантов. Для этого применяется тотальная анестезия с подачей газов через тонкую интубационную трубку, мягкий катетер (после трахеопункции) или встроенный в прямой ларингоскоп жесткий катетер. Последний вариант является максимально удобным.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** микрохирургия гортани, наркоз, голосовые складки.

**SUMMARY.** There is historical analysis of anesthesia types for vocal cord surgery. Currently, it is necessary to completely switch the patient's consciousness off and use muscle relaxants for making microsurgical operations. For this purpose, a total anesthesia is used with the gas supply through a thin endotracheal tube, a soft catheter (after intubation) or a hard catheter embedded in a direct laryngoscope. The latter option is the most convenient.

**KEY WORDS:** microsurgery of larynx, anesthesia, vocal cords.

Хирургический доступ к среднему и нижнему этажам гортани всегда считался непростым в связи с глубоким расположением органа, а также из-за высоких рефлексов, не позволяющих прицельно и спокойно манипулировать в этой зоне.

Известно, что многие годы выбор для хирурга был не велик: или местная анестезия с различной премедикацией, или наружный подход с ларингофиссурой. В первом случае применялся гортанный выкусыватель типа «Кардес», и нужно отметить, что ряд ларингологов совершенно виртуозно владели этим видом вмешательства. Однако следует заметить, что выполнить операцию при непрямой ларингоскопии удавалось не всегда. Препятствием тому служили высокий рефлекс, непереносимость анестетиков, большой размер образования, которое необходимо удалить. Кроме того, даже небольшая неточность при выполнении вмешательства приводила или к неполному удалению опухоли, или, напротив, к выкусыванию участка голосовой складки, что давало нарушение голоса, а в случае с певцами, педагогами, актерами и вовсе инвалидизировала пациента.

При больших размерах новообразования, а также при невозможности исключить его злокачественный характер ларингологи и онкологи оперировали

с подходом через ларингофиссуру. Ларингофиссура позволяла практически всегда достичь цели, однако нельзя было исключить косметический дефект прямо на шее, а также возможные осложнения в виде кровотечений и хондроперихондрита [2]. Естественно, что послеоперационный период был достаточно длинным, сопровождался болевым синдромом, зачастую обширным рубцеванием и необходимостью реабилитационных мероприятий. Стоит отметить, что и в настоящее время при наличии обильной васкуляризации опухоли (например гемангиом), распространении образования на соседние этажи гортани ларингофиссура продолжает быть актуальной.

Развитие высокотехнологичных методик в хирургии, появление современной аппаратуры и препаратов в анестезиологии позволили оптимизировать эндоларингеальные вмешательства. В последние 20–25 лет стали активно использовать лазерную, радиоволновую, холодноплазменную аппаратуру, которая позволяла выполнять высокоточные операции, исключая вышеописанные осложнения. Ларингологи при помощи анестезиологов начали оперировать в условиях тотальной внутривенной анестезии с респираторной поддержкой и ИВЛ. Данный вид наркоза выполнялся достаточно тонки-

ми интубационными трубками, которые оставляли место для выполнения вмешательства. Описаны также непредвиденные осложнения в виде расщепления и возгорания интубационных трубок. Кроме того, трубка не только закрывала часть просвета гортани, но и не позволяла обозреть межчерпаловидную зону и подскладочное пространство. Хирургу приходилось сдвигать интубационную трубку в сторону, что далеко не всегда выполнимо и отрицательно влияет на качество и исход операции [1].

Выход был найден в подаче кислорода и газов через коникопункцию или трахеопункцию с последующим введением катетера в трахею для высокочастотной инъекционной вентиляции легких. В этом случае анестезия была комбинированной, а вводный наркоз мощным и хорошо управляемым. Использовались фентанил, пропофол и неполяризующие миорелаксанты (обычно – рокуроний в паре с сугаммадексом). Эти препараты обеспечивали достаточную глубину наркоза, хорошую управляемость нейромышечным блоком и безопасность пациента на заключительном этапе операции.

Необходимо отметить, что данная методика выполнима у пациентов, вес которых не превышает 100 кг. В случае же с больными с большой массой тела проводили интубацию трубкой № 6 и осуществляли ИВЛ объемно циклическим способом. Нельзя не отметить, что конико- и трахеопункции требуют достаточного опыта, технически не всегда выполнимы (например, при опухолях и значительном увеличении щитовидной железы, деформациях и атипичном строении трахеи). А даже небольшое пункционное отверстие может привести к эмфиземе мягких тканей и средостения, а в дальнейшем изредка, но вызывали хондроперихондриты гортани и колец трахеи.

Мы оперировали пациентов с наложением трахеопункции для высокочастотной инъекции на протяжении 10 лет. При этом отмечено, что около 3% больных перенесли осложнения в виде эмфиземы тканей шеи, лица и средостения, которые были купированы симптоматическими средствами.

Наконец, около года назад мы получили специальные клинки для прямой опорной ларингоскопии с параллельным жестким катетером для проведения инъекции. Данный инструмент позволяет произвести ларингоскопию, обозреть гортань без ограничения операционного поля, не травмировать ткани гортани и трахеи, чем грешили предыдущие варианты наркоза и свободно, без ограничений, выполнять микрохирургические вмешательства с использованием как механических микроинструментов, так и радиоволновых или лазерных методов [3]. Анализируя отдаленные результаты подобных вмешательств, мы сделали вывод о том, что последний вариант анестезии является оптимальным, легче переносится пациентами, более удобен для хирурга и анестезиолога и практически не вызывает осложнений.

Имея возможность сравнить все вышеперечисленные методы, которые мы применяли у наших пациентов, можно сделать вывод о том, что каждый из них имеет свои положительные и отрицательные стороны. В идеале в отделении, занимающимся микрохирургией гортани, должны быть все условия и необходимый инструментарий для выполнения различных вариантов наркоза и операций. Следует, однако, отметить, что ИВЛ с высокочастотной вентиляцией легких через современный клинок с параллельным жестким катетером является наиболее удобным и безопасным методом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Свистушкин В. М., Пряников П. Д., Комарова Ж. Е. Опыт использования методов электрохирургии при проведении реконструктивно-восстановительных операций на гортани и трахее // XII научно-практическая конференция «Фармакологические и физические методы лечения в оториноларингологии». – М., 2014. – С. 46–47.
2. Чирешкин Д. Г., Дунаевская Э. М., Тимен Г. Э. Лазерная эндоскопическая хирургия верхних дыхательных путей. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
3. Ятрогенные осложнения трахеостомии: тез. докл. / А. И. Крюков, Е. А. Кирасирова, Е. А. Кузина [и др.] // XIV научно-практическая конференция «Фармакологические и физические методы лечения в оториноларингологии». – М., 2016. – С. 29–30.



УДК 616.222-089.5

## VARIANTS OF ANESTHESIA FOR VOCAL CORD SURGERY

*M. G. Leizerman, V. S. Kotlyar, E. V. Kirsanova,  
K. Yu. Fisenko*

*Bauman' city hospital № 29*

**SUMMARY.** There is historical analysis of anesthesia types for vocal cord surgery. Currently, it is necessary to completely switch the patient's consciousness off and use muscle relaxants for making microsurgical operations. For this purpose, a total anesthesia is used with the gas supply through a thin endotracheal tube, a soft catheter (after intubation) or a hard catheter embedded in a direct laryngoscope. The latter option is the most convenient.

**KEY WORDS:** microsurgery of larynx, anesthesia, vocal cords.

Surgical access to the middle and lower levels of the larynx has always been considered difficult due to the depth, as well as due to the high reflexes that do not allow to precisely and calmly manipulate in this area.

It is known that for many years the choice for the surgeon was not great: either local anesthesia with different premedication, or an external approach with laryngofissure. In the first case, a laryngeal cutting forceps of Cardesa type was used, and it should be noted that several laryngologists were adept at this kind of intervention. However, it should be noted that it was not always possible to perform the operation with indirect laryngoscopy. The obstacle was a high reflex, intolerance to anesthetics, a large size of tumor that must be extracted. In addition, even a small inaccuracy in the implementation led either to incomplete extraction of the tumor, or, conversely, to biting out a portion of the vocal cord, which gave voice disorder, and completely disabled the patient in the case of singers, teachers, actors.

When the tumor is large, and when it is impossible to exclude its malignancy, laryngologists and oncologists operated on the approach with laryngofissure. The laryngofissure almost always allowed to reach the goal, but it was impossible to exclude a cosmetic defect right on the neck, as well as possible complications in the form of bleeding and perichondritis [2].

Naturally, the postoperative period was quite long, accompanied by pain, often extensive scarring and the need for rehabilitation measures. It should be noted that nowadays laryngofissure continues to be relevant in the presence of abundant vascularization of the

tumor (for example, hemangioma), the dissemination of tumor on the adjacent levels of the larynx.

The development of high-tech surgery methods, the emergence of modern anesthesia equipment and drugs allowed optimizing endolaryngeal interventions. In the last 20–25 years, laser, radio-wave, and cold plasma equipment has been actively used, which allowed performing high-precision operations that excluded the above-described complications. Laryngologists with the help of anesthesiologists began to operate in conditions of total intravenous anesthesia with respiratory support and mechanical ventilation. This anesthesia type was performed with rather thin endotracheal tubes that left space for the intervention. Unforeseen complications in the form of dissection and inflammation of the endotracheal tubes are also described. In addition, the tube not only covered part of the lumen of the larynx, but also did not allow to view the interarytenoid area and subglottic space. The surgeon had to move the endotracheal tube to the side, which is not always feasible and negatively affects the surgery quality and result [1].

The problem was solved by the oxygen and gas supply through cricothyrotomy or intubation, followed by the introduction of a catheter into the trachea for high-frequency jet ventilation of the lungs. In this case, anesthesia was combined, and induction stage of anesthesia was heavy and well managed. Fentanyl, propofol and depolarizing muscle relaxants were used (usually rocuronium paired with sugammadex). These drugs ensured sufficient anesthesia depth, good controllability of the neuromuscular block and patient safety at the final stage of the operation.

It should be noted that this method is feasible in patients whose weight does not exceed 100 kg. If the patient body weight is more than 100 kg, intubation with tube N 6 and mechanical ventilation in a volume-cycled mode were carried out by.

It must be noted that cricothyrotomy and intubation require sufficient experience, not always technically feasible (for example, in case of tumors and a significant increase in the thyroid gland, deformities and atypical structure of the trachea). And even a small puncture hole can lead to soft tissue or mediastinal emphysema and rarely cause perichondritis of the larynx and tracheal rings later.

We operated on patients with intubation for high-frequency jet ventilation for 10 years. It was noted that about 3% of patients suffered complications in the form of emphysema of the neck, face and mediastinum tissues, which were stopped by symptom relieving drugs.

Finally, about a year ago we received special blades for direct supporting laryngoscopy with a parallel

rigid catheter for injection. This tool allows performing laryngoscopy, view the larynx without limiting the operative field, do not traumatize the laryngeal and tracheal tissues, which was difficult with the previous anesthesia types, and freely perform microsurgical interventions, using both mechanical micro tools and radio wave or laser methods [3]. Analyzing the long-term results of such interventions, we concluded that the latter anesthesia version is optimal, easier tolerated by patients, more convenient for the surgeon and anesthesiologist, and practically does not cause complications.

Comparing all the above methods that we used, we can conclude that each has its own positive and negative sides. Ideally, the laryngeal microsurgery department should have all the conditions and necessary tools for performing various anesthesia options and operations. However, high-frequency mechanical ventilation through a modern blade with a parallel rigid catheter is the most convenient and safe method.

## REFERENCES

1. Svistushkin V. M., Pryanikov P. D., Komarova Z. E. Opyt ispol'zovaniya metodov elektrokhirurgii pri provedenii rekonstruktivno-vosstanovitel'nykh operatsiy na gortani i trakheye [Experience of Using Electrosurgery When Conducting Reconstructive-Restorative Operations on the Larynx and Trachea] // XII scientific-practical conference «Pharmacological and physical methods of treatment in otorhinolaryngology». – M., 2014. – P. 46–47.
2. Chireshekin D. G., Dunaevskaya E. M., Timen G. E. Lazernaya endoskopicheskaya khirurgiya verkhnikh dykhatel'nykh putey [Laser Endoscopic Surgery of the Upper Respiratory Tract]. – M.: Medicine, 1990. – 192 p.
3. Yatrogenyye oslozhneniya trakheostomii [Iatrogenic Complications of Tracheostomy]: abstract / A. I. Kryukov, E. A. Kirasirova, E. A. Kuzina [et al.] // XIV scientific-practical conference «Pharmacological and physical methods of treatment in otorhinolaryngology». – M., 2016. – P. 29–30.



УДК 616.327.2-006-089

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНО-ФАСЦИАЛЬНОГО ПЕКТОРАЛЬНОГО ЛОСКУТА ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОСТРЕЗЕКЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ ОРОФАРИНГЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ

## RECONSTRUCTION OF OROPHARYNGEAL POSTRESECTION DEFECTS WITH PECTORALIS MYOFASCIAL FLAP

*Н. М. Тризна, И. В. Белоцерковский, Д. Л. Ена, Ж. В. Колядич*

*ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова»*

*N. M. Trizna, I. V. Belotserkovskii, D. L. Ena, J. V. Kolyadich*

*Alexandrov' Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology*

**РЕФЕРАТ.** Разработан способ реконструкции пострезекционных дефектов орофарингеальной зоны с помощью мышечно-фасциального пекторального лоскута, отличительной особенностью которого является то, что материалом, замещающим дефект языка, является мышечная ткань, более близкая по виду и свойствам к тканям тела языка, чем кожа. Применение разработанного способа для замещения дефектов языка, тканей дна полости рта, ротоглотки позволяет реконструировать анатомическую структуру резецируемых тканей и создать благоприятные условия для восстановления глотательной и речевой функций, повысить реабилитационный потенциал пациентов после хирургического лечения орофарингеального рака.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** орофарингеальный рак, реконструктивная хирургия, мышечно-фасциальный пекторальный лоскут, медицинская реабилитация.

**SUMMARY.** A method for reconstruction of the oropharyngeal postresection defects with pectoralis myofascial flap has been developed. The feature of this method is that structure of plastic material corresponds to the muscular tissue of the tongue more than skin. Using of our method allows to restore the anatomical structure of the resected tissue, to create favorable conditions for the restoration of swallowing and speech functions and to increase the rehabilitation potential of patients after surgical treatment of oropharyngeal cancer.

**KEY WORDS:** oropharyngeal cancer, reconstructive surgery, pectoralis myofascial flap, medical rehabilitation.

### Введение

При лечении орофарингеального рака необходимо учитывать агрессивность опухолей данной локализации и высокую вероятность скрытого лимфогенного метастазирования. Основным методом лечения является комбинированный. Лучевая терапия в качестве единственного метода лечения может использоваться при опухолях T1-T2 с минимальной инфильтрацией подлежащих тканей и без распространения на альвеолярный отросток нижней челюсти. Только при I стадии рака подвижной части языка применяется хирургический метод лечения, в остальных случаях оперативное вмешательство выполняется на первом этапе [4]. Типовой операцией на языке является гемиглоссэктомия. При распространенном раке языка объем резекции увеличивают за счет частичного удаления корня и противоположной части языка (субтотальная и тотальная глоссэктомии), пораженных тканей дна полости рта, содержимого поднижнечелюстного и подподбородочного треугольников [3, 10].

После выполнения гемиглоссэктомии у пациентов сохраняются стойкие нарушения разговорной речи и глотания, связанные с образованием обширных пострезекционных дефектов, что приводит к значительному ухудшению качества жизни пациентов, социальной дезадаптации и психосоматическим расстройствам [5].

Одномоментное выполнение реконструктивных операций по замещению образующихся дефектов позволяет восстановить анатомические структуры резецируемых органов. Традиционно для замещения послеоперационных дефектов орофарингеальной зоны используются два основных вида пластического материала: лоскуты с осевым кровоснабжением или аутотрансплантаты с наложением микрохирургических анастомозов.

Для закрытия дефектов челюстно-лицевой области наиболее часто в клинической практике используется пекторальный лоскут на сосудистой ножке [1, 6, 9–10]. В его состав включают фрагмент большой грудной

мышцы на ножке с питающими его пекторальными сосудами и прилежащей кожной площадкой (кожно-мышечный пекторальный лоскут – КМПЛ), что делает лоскут достаточно большим по объему, занимающим значительную часть полости рта. Мобилизованный лоскут перемещают через подкожный тоннель в область дефекта полости рта или глотки, послойно фиксируют к краям дефекта, при этом кожная часть сшивается со слизистой оболочкой. Недостатками КМПЛ является нерегулируемая толщина лоскута, выраженная ригидность кожной площадки по сравнению с мышечной тканью, которой представлен язык и дно полости рта, необходимость блоковой резекции нижней челюсти при дефиците слизистой оболочки дна полости рта, рост волос из кожной площадки, а также рубцовая деформация кожи и мягких тканей в области передней грудной стенки после забора лоскута.

### Цель исследования

Улучшение результатов хирургического лечения пациентов с новообразованиями орофарингеальной зоны путем разработки реконструктивной операции по одномоментному замещению пострезекционных дефектов мышечно-фасциальным пекторальным лоскутом (МФПЛ).

### Материал и методы исследования

Нами разработан способ забора пекторального лоскута (патент Республики Беларусь № 19 991), отличающийся тем, что в состав лоскута не включается кожная часть, а формируется МФПЛ. В результате лоскут имеет структуру, наиболее близкую к основному компоненту языка (мышечной ткани), обладает высокой пластичностью и дает возможность формировать тело языка, схожее по форме и консистенции к здоровой половине тела языка. Так как кожная площадка не выкраивается, на передней грудной стенке не остается кожного дефекта, при этом упрощается забор лоскута [8].

Прооперировано 23 пациента со злокачественными опухолями орофарингеальной зоны T1-3N1-2M0, которым выполнено удаление опухоли и шейная лимфодиссекция с одномоментным замещением пострезекционного дефекта МФПЛ на сосудистой ножке по разработанной методике. Среди них было 22 мужчины и 1 женщина в возрасте от 21 до 67 лет (медиана – 54 года), из них 70% – лица трудоспособного возраста.

По гистологической структуре у всех пациентов был верифицирован плоскоклеточный ороговевающий рак, преимущественно локализованный в области тела языка у 9 пациентов (39%), дна полости рта – у 10 пациентов (43,6%), боковой стенки глотки – у 4 пациентов (17,4%). У 19 пациентов (82,6%) были первичные опухоли, у 4 (17,4%) – рецидивные.

**Последовательность выполнения реконструктивной операции с использованием мышечно-пекторального фасциального лоскута**

Замещение пострезекционных дефектов орофарингеальной зоны МФПЛ осуществляется следующим образом: после выполнения нижней трахеотомии и интубации трахеи выполняется необходимый объем шейной лимфодиссекции, производится удаление первичного очага опухоли орофарингеальной зоны.

Для формирования МФПЛ выполняется разрез кожи передней грудной стенки по нижелатеральному контуру большой грудной мышцы (рис. 1а). Кожно-жировой лоскут отсепааровывается вверх, выкраивается и мобилизуется участок большой грудной мышцы с покрывающей его фасцией, соответствующий по форме и размерам пострезекционному дефекту, без формирования кожной площадки (рис. 1б), выделяется мышечная ножка лоскута по ходу питающих пекторальных сосудов.

Формируется подкожный тоннель и тоннель между мышцами дна полости рта, через который мобилизованный МФПЛ перемещается в область дефекта (рис. 1в). Воссоздание объема резецированных тканей языка осуществляется путем моделирования и послойного сшивания МФПЛ с сохраненными тканями культи языка, дна полости рта таким образом, чтобы участок мышцы лоскута, покрытый фасцией, был направлен фасциальной поверхностью в сторону полости рта и фиксирован к краям дефекта слизистой оболочки языка и дна полости рта (рис. 1г). Послеоперационные раны шеи и грудной клетки дренируются трубчатыми полихлорвиниловыми дренажами и послойно ушиваются.

Для замещения пострезекционного дефекта боковой стенки глотки использовался разработанный нами способ (патент Республики Беларусь № 19 831), отличительной особенностью которого является сшивание слизистой оболочки оставшейся части глотки с фасциальной поверхностью МФПЛ [7]. При этом мобилизованный лоскут перемещают в область дефекта через подкожный тоннель, формируют переднебоковую стенку глотки, при необходимости – глоточно-пищеводное соустье, располагая лоскут вертикально в плоскости дефекта и подшивая лоскут фасциальной поверхностью к слизистой оболочке глотки (рис. 2). Послойно ушивают кожу шеи над сформированной стенкой глотки и рану донорской области с установкой активных дренажей.

Для закрытия дефектов после резекции нижней челюсти, образующихся после удаления местнораспространенных опухолей, МФПЛ может использоваться в сочетании с титановым имплантатом (рис. 3).

### Послеоперационное ведение пациентов

В первые двое суток назначается постельный режим, далее – без ограничения двигательной активности. Зондовое питание осуществляется через назогастральный зонд в течение 10–12 суток, после удаления зонда – питание протертой пищей. Гигиенический уход за полостью рта проводится растворами антисептиков 3–5 раз в день. В течение 2–3 суток

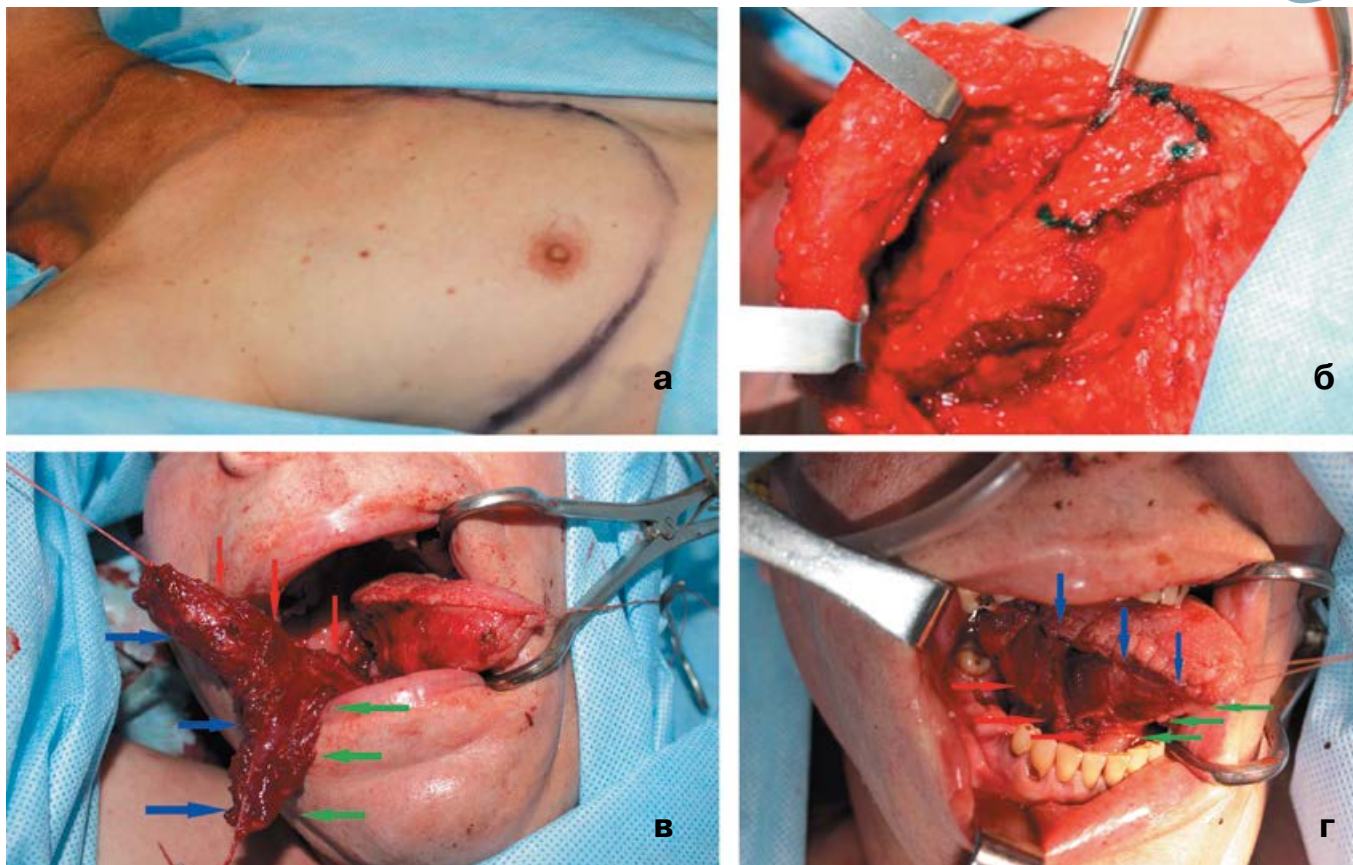


Рис. 1. Замещение пострезекционного дефекта языка мышечно-фасциальным пекторальным лоскутом  
 а – предварительная разметка; б – мобилизован участок большой грудной мышцы; в – лоскут перемещен в область дефекта; г – фиксация лоскута к краям дефекта языка и дна полости рта (цветными стрелками указаны этапы моделирования и сшивания лоскута с культей языка)

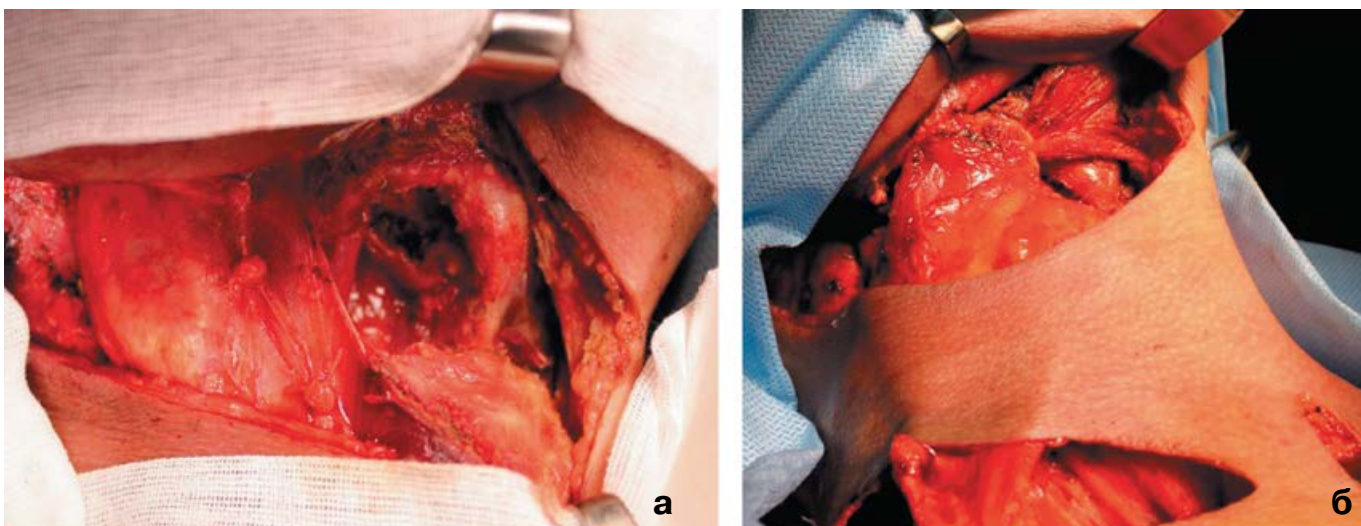


Рис. 2. Замещение пострезекционного дефекта боковой стенки глотки мышечно-фасциальным пекторальным лоскутом  
 а – пострезекционный дефект боковой стенки ротоглотки; б – мышечно-фасциальный пекторальный лоскут фиксирован к краям дефекта с формированием боковой стенки ротоглотки

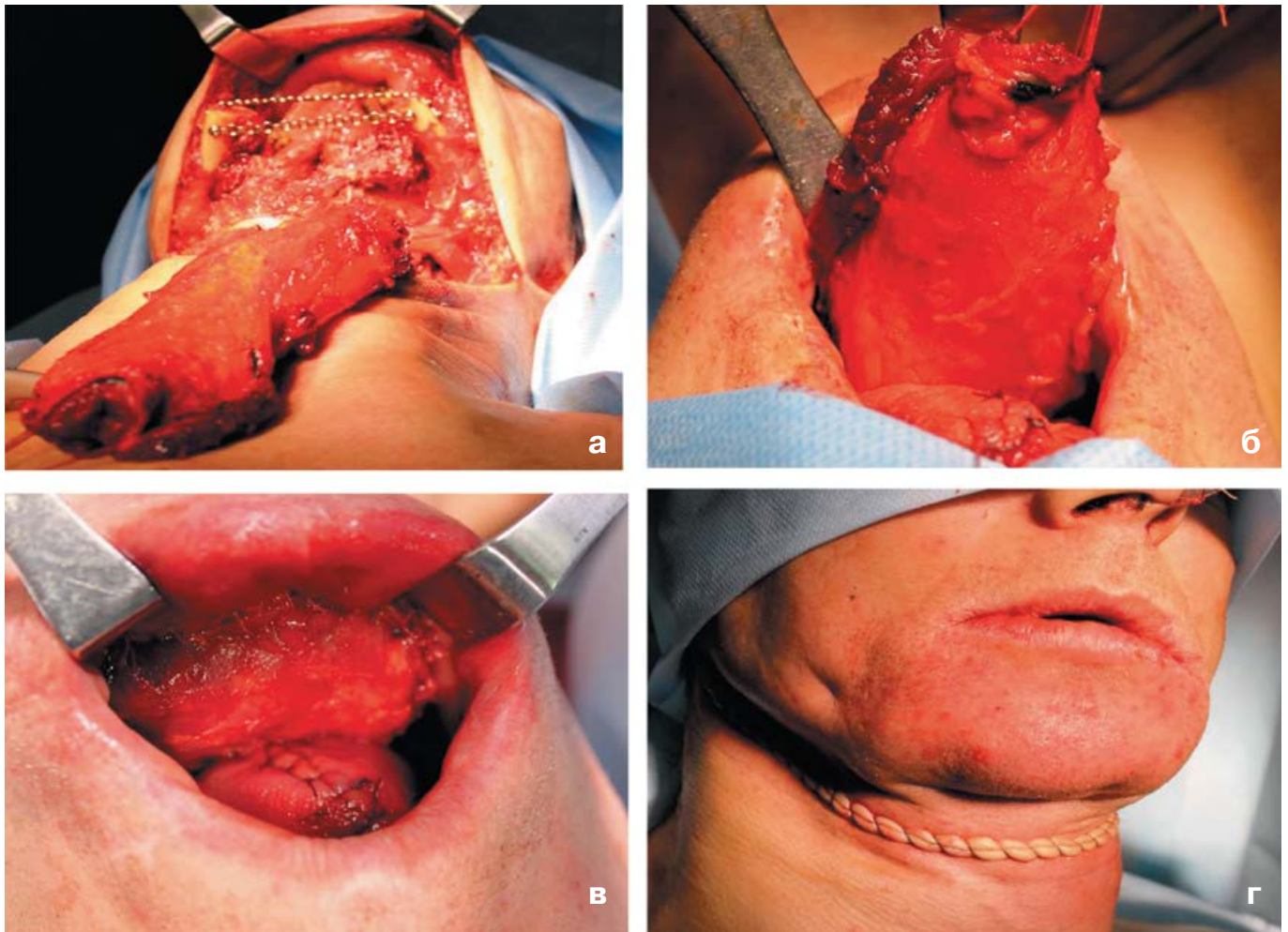


Рис. 3. Замещение пострезекционного дефекта дна полости рта мышечно-фасциальным пекторальным лоскутом а – пострезекционный дефект тканей дна полости рта и нижней челюсти во фронтальном отделе; б – мышечно-фасциальный пекторальный лоскут перемещен в область дефекта; в – мышечно-фасциальный пекторальный лоскут фиксирован к краям дефекта, сформирован язык; г – окончательный внешний вид пациента

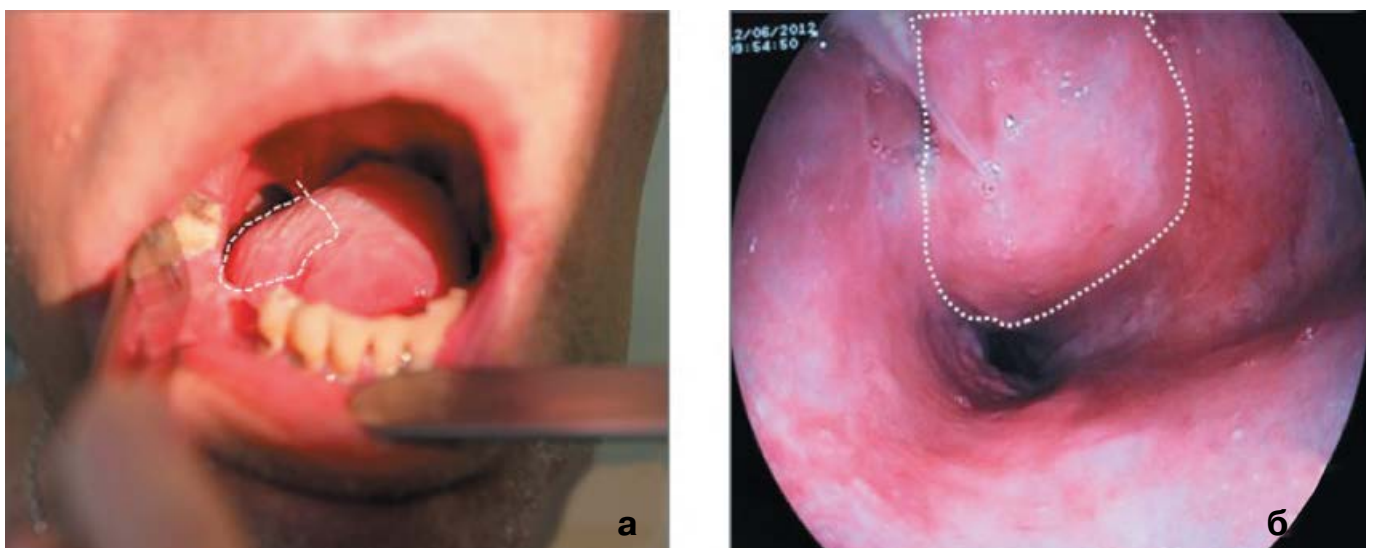


Рис. 4. Вид мышечно-фасциального пекторального лоскута при замещении дефекта языка через 2 месяца после операции (а); при видеофарингоэзофагоскопии глотки через 1 месяц после замещения дефекта боковой стенки ротоглотки (б). Пунктирной линией обозначена граница лоскута



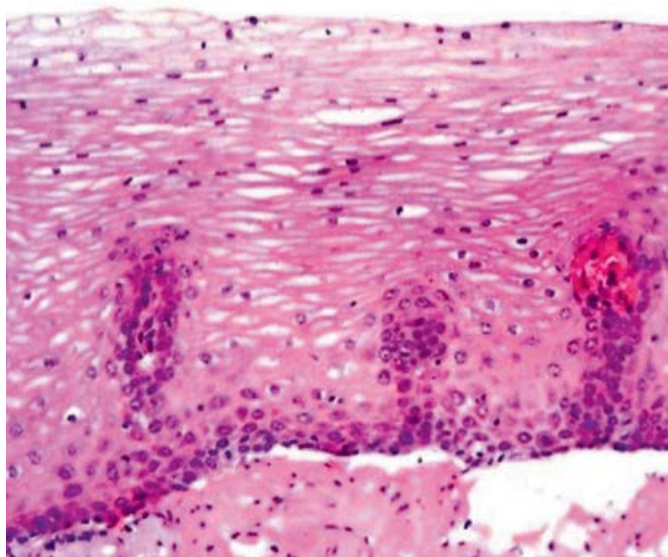


Рис. 5. Микроскопическая картина биоптата мышечно-фасциального пекторального лоскута, перемещенного в область корня языка (гематоксилин-эозин,  $\times 100$ )

назначаются ненаркотические анальгетики парентерально. С целью улучшения реологических свойств крови и микроциркуляции назначается пентоксифиллин 2% – 5,0 мл на 200 мл 0,9% натрия хлорида внутривенно капельно один раз в сутки. Ежедневно выполняется туалет ран, обработка антисептиками, смена асептической повязки. Швы снимаются на 10–12-е сутки после операции. Деканюляция осуществляется на 14–16-е сутки.

В раннем послеоперационном периоде начинается медицинская реабилитация, обязательными компонентами которой являются лечебная физкультура, направленная на профилактику пневмонии в послеоперационном периоде; магнитолазерная терапия для предотвращения гнойно-септических осложнений и нарушений микроциркуляции в перемещенных лоскутах; психологическая реабилитация с использованием методов рациональной и когнитивно-поведенческой психотерапии; логопедическая и фонопедическая коррекция речи и голоса в виде индивидуальных занятий, целью которых является тренировка мышц шеи и глотки, обучение упражнениям артикуляционной гимнастики для языка, губ, щек с последующим самостоятельным выполнением на домашнем этапе реабилитации.

Эффективность разработанной реконструктивной операции с использованием МФПЛ оценивалась по следующим критериям: частота развития и характер послеоперационных осложнений (некроз перемещенного лоскута, несостоятельность швов в области перемещенного лоскута, другие неспецифические осложнения, такие как нагноение послеоперационной раны, кровотечение и др.), состояние пациента по шкале Карновского, наличие рубцовой деформации в донорской зоне.



Рис. 6. Вид донорской зоны через 4 месяца после операции с использованием мышечно-фасциального пекторального лоскута

Состояние слизистой оболочки ротовой полости, глотки, а также нарушения сократимости и прохождения твердой или жидкой пищи по верхним отделам желудочно-кишечного тракта оценивалось с помощью орофарингоскопии, по показаниям проводилась эзофагоскопия. Для оценки состоятельности глоточно-пищеводного соустья выполнялась рентгеновская эзофагоскопия с барием.

Проводилась клиническая оценка голоса и речи, основанная на возможности свободного общения пациента с окружающими людьми, учитывающая такие параметры акустического анализа голоса, как: темп речи, который определяется количеством слов, произносимых за 1 минуту (в норме – 170–175 слов в минуту), разборчивость речи (%) и ее воспринимаемость (нормальный голос, охриплый, монотонный, «металлический» и др.) [2].

#### Результаты и их обсуждение

У всех пациентов отмечалось полное приживление перемещенного лоскута, который не отличался по своей структуре и цвету от окружающих тканей (рис. 4). При микроскопическом исследовании биоптата МФПЛ отмечалась полная эпителизация лоскута (рис. 5).

Рубцовых деформаций донорской зоны в области передней грудной стенки после забора МФПЛ не отмечалось (рис. 6).

Ранних послеоперационных осложнений у пациентов, которым выполнялось замещение пострезекционных дефектов МФПЛ, не наблюдалось. Восстановление функции глотания у всех пациентов отмечалось сразу после удаления назогастрального зонда на 14–16-е сутки после хирургического лечения. В те же сроки начиналось восстановление речи, однако судить о

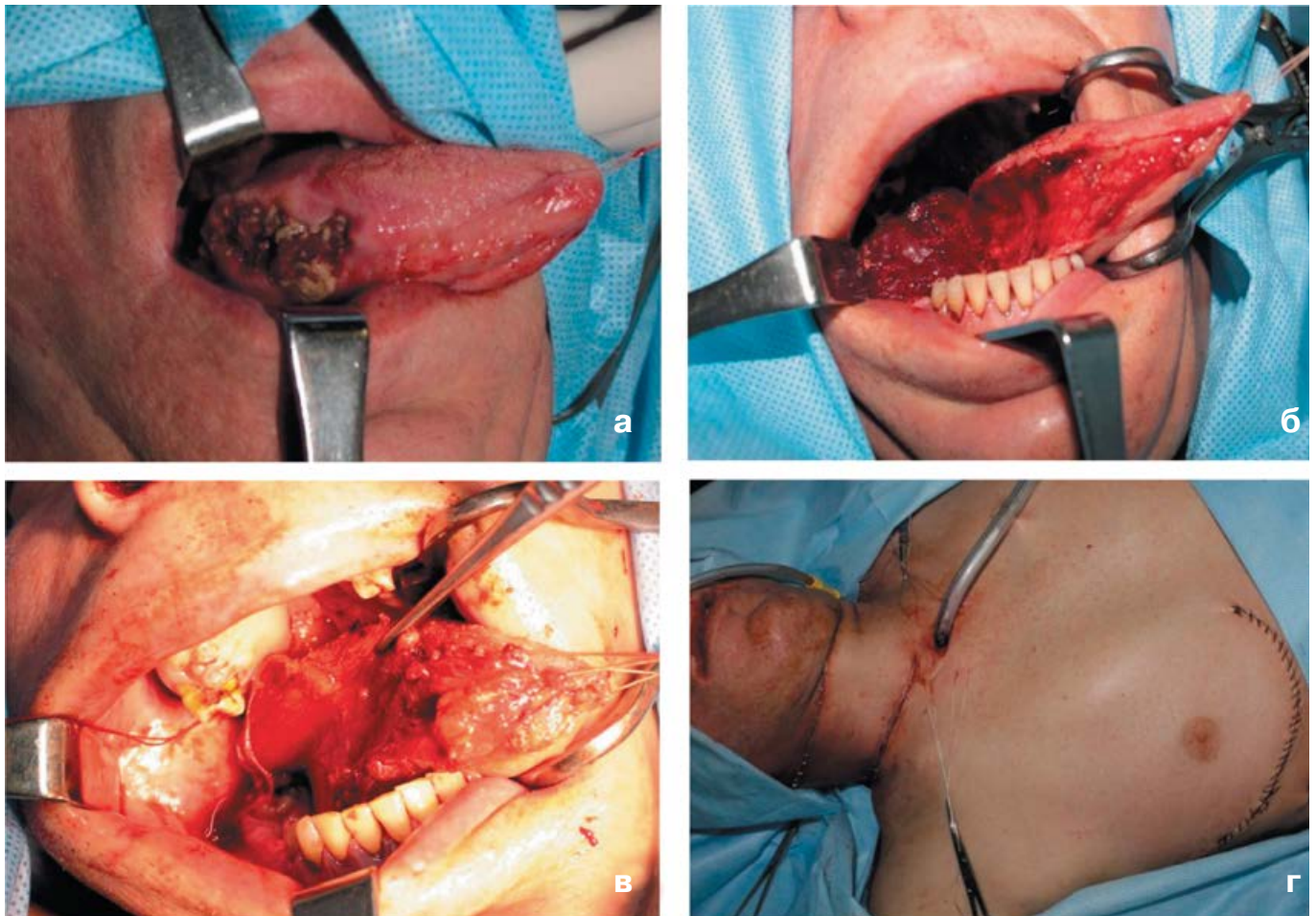


Рис. 7. Замещение пострезекционного дефекта тела языка мышечно-фасциальным пекторальным лоскутом  
 а – опухоль боковой поверхности тела языка до операции; б – пострезекционный дефект тела языка; в – дефект языка замещен мышечно-фасциальным лоскутом; г – окончательный вид послеоперационной раны донорской зоны

степени нарушений речевой функции представлялось возможным не ранее 7 недель после операции (после завершения курса реабилитации). При контрольном осмотре у пациентов громкость звучания голоса соответствовала таковой до операции; темп речи, определяемый количеством слов в минуту в послеоперационном периоде, не отличался от темпа речи до операции. У 6 (26%) пациентов отмечалось нарушение произношения шипящих звуков. Для обеспечения качества речи, кроме артикуляционной гимнастики, им потребовались индивидуальные занятия с логопедом в течение 1–3 месяцев.

В качестве примеров приводим следующие клинические наблюдения.

Пациент Ул., 1969 г. р. Диагноз: рак тела языка с метастазами в лимфоузлах шеи слева T2N1M0, 3 ст.

До операции при пальпации определялся метастаз в верхней трети шеи слева размером 2,0 на 1,5 см. Слева в средней трети тела языка определялся опухолевый инфильтрат 2,5 на 1,8 см с изъязвлением.

После выполнения нижней трахеотомии и интубации трахеи выполнена радикальная шейная лимфодиссекция слева. Затем выполнена левосторонняя гемиглос-

сэктомия. Произведен разрез кожи передней грудной стенки по нижнелатеральному контуру большой грудной мышцы. Кожный лоскут отсепарован. Мобилизован участок большой грудной мышцы, покрытый фасцией, на питающих пекторальных сосудах, по форме и размеру соответствующий послеоперационному дефекту тела языка. Через подкожный тоннель и тоннель между мышцами дна полости рта мобилизованный МФПЛ перемещен в область послеоперационного дефекта тела языка, где окончательно сформирована резецированная половина тела языка, аналогичная противоположной стороне, и фиксирована послойно к тканям культи языка и дна полости рта (рис. 7).

Послеоперационные раны шеи и грудной клетки дренированы трубчатými дренажами и послойно ушиты. На десятые послеоперационные сутки, после удаления назогастрального зонда и деканюляции, пациент самостоятельно принимал пищу и разговаривал.

Пациент П., 1953 г. р. Диагноз: рак правого грушевидного синуса с метастазами в лимфоузлах шеи справа T2N1M0, 3 ст. Состояние после полного курса химиолучевой терапии. Рецидив.

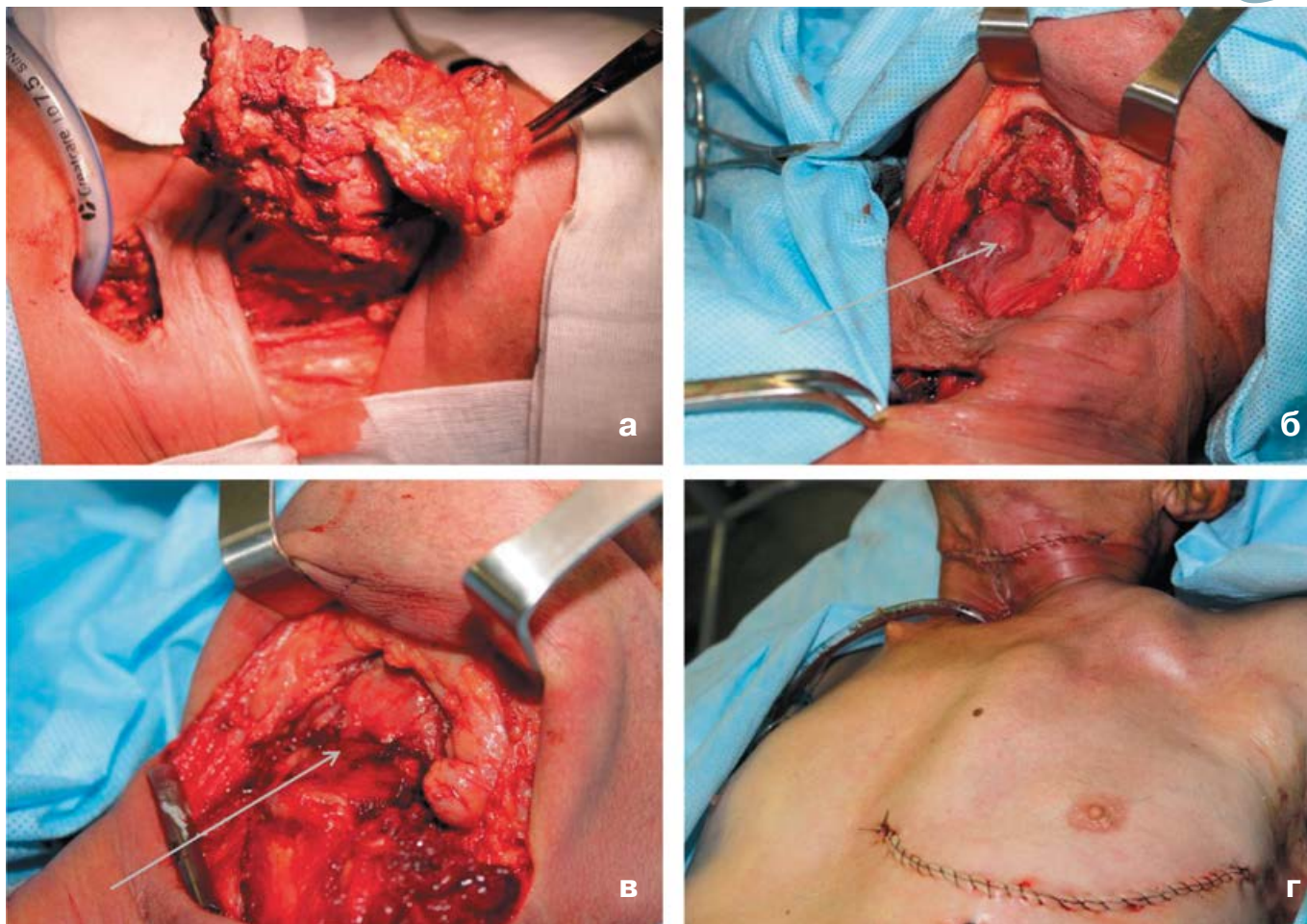


Рис. 8. Замещение пострезекционного дефекта ротоглотки мышечно-фасциальным пекторальным лоскутом а – мобилизация гортани; б – вскрыта глотка (стрелкой обозначена опухоль); в – мышечно-фасциальный пекторальный лоскут перемещен и фиксирован к слизистой глотки (обозначен стрелкой); г – внешний вид пациента после ушивания послеоперационных ран шеи и передней грудной стенки

До операции при ларингоскопии определялась опухоль в виде язвы в области передней и боковой стенок правого грушевидного синуса.

После выполнения нижней трахеотомии и интубации трахеи произведен горизонтальный разрез мягких тканей шеи, мобилизована гортань. После пересечения трахеи глотка вскрыта вручную в области левого грушевидного синуса. Отступив в пределах здоровой ткани от границ опухоли, произведена резекция глотки с опухолью и образованием фарингостомы. На передней грудной стенке по нижнелатеральному контуру большой грудной мышцы выполнен разрез кожи, отсепарован кожный лоскут, мобилизован участок большой грудной мышцы, покрытый фасцией, на питающих пекторальных сосудах, по форме и размеру соответствующий послеоперационному дефекту глотки. Через подкожный тоннель мобилизованный лоскут перемещен на место послеоперационного дефекта глотки, где фиксирован к краям ее дефекта с формированием переднебоковой стенки глотки и глоточно-пищеводного соустья. Послойно ушита кожа шеи над сфор-

мированным соустьем и рана донорской области с установкой активных дренажей (рис. 8).

На 13-е послеоперационные сутки, после удаления назогастрального зонда, пациент начал самостоятельно принимать жидкую пищу. Для оценки состоятельности глоточно-пищеводного соустья выполнена рентгеновская эзофагоскопия с барием. Результаты этого исследования представлены на рисунке 9, где визуализированы этапы прохождения контрастного вещества по начальным отделам желудочно-кишечного тракта. Дефектов стенок сформированной ротоглотки и сужения глоточно-пищеводного соустья не выявлено. При видеофарингоэзофагоскопии перемещенный МФПЛ не отличался по структуре и цвету от окружающих тканей.

#### Выводы

1. Разработанный способ реконструкции пострезекционных дефектов орофарингеальной зоны с помощью МФПЛ является менее травматичным и трудоемким по сравнению с известными способами. Предлагаемый способ забора пекторального лоскута без выкраивания кожной площадки на передней

грудной стенке не приводит к рубцовой деформации мягких тканей в донорской зоне, чем и обусловлен хороший эстетический результат.

2. Использование для реконструкции дефектов языка, тканей дна полости рта, глотки в качестве пластического материала мышечной ткани, более близкой по виду и свойствам к тканям орофарингеальной зоны, чем кожа, обеспечивает соблюдение принципа органотипичности. Большая грудная мышца обладает хорошей пластичностью и достаточным размером для замещения различных по размерам и форме дефектов. Варьируя шириной ножки лоскута, можно добиться надежной изоляции зоны сосудисто-нервного пучка шеи после лимфодиссекции и профилактики ущемления сосудистого пучка лоскута в тоннеле мышц дна полости рта.

3. Наш опыт применения мышечно-фасциального пекторального лоскута у 23 пациентов показал высокую эффективность в восстановлении пострезекционных дефектов орофарингеальной зоны. При контрольном осмотре через 1 месяц после операции перемещенный МФПЛ не отличался по структуре и цвету от окружающих тканей, нарушений глотания не отмечалось, громкость звучания голоса и темп речи соответствовали таковым до операции. Для обеспечения качества речи 6 (26%) пациентам потребовались индивидуальные занятия с логопедом по коррекции произношения шипящих звуков.



Рис. 9. Барий-контрастная рентгеновская эзофагография (стрелкой обозначено нахождение бария в глоточно-пищеводном соустье)

Таким образом, разработанный способ позволяет не только реконструировать анатомическую структуру резецируемых тканей, но и создать благоприятные условия для восстановления функций глотания и речи, повысить реабилитационный потенциал пациентов после хирургического лечения орофарингеального рака.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дельта-пекторальный лоскут в пластике обширных и сквозных дефектов лицевой области и шеи / А. А. Каюмходжаев, Ж. Д. Расулов, В. Р. Оганесян [и др.] // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2013. – № 3. – С. 23–28.
2. Ларингэктомия с трахеопищеводным шунтированием и протезированием при раке гортани (клинические, методологические и функциональные аспекты) / В. О. Ольшанский, В. И. Чиссов, И. В. Решетов [и др.]. – М.: Полиграфический центр «РИЭЛ», 2004. – С. 151–171.
3. Пачес А. И. Опухоли головы и шеи. – М., 2000. – 480 с.
4. Рак губы и слизистой оболочки полости рта (C00–C06) // Онкологический журнал. – 2013. – Т. 7, № 1 (25). – Гл. 3.1. – С. 18–30.
5. Результаты хирургического лечения местнораспространенного и рецидивного орофарингеального рака / Д. В. Сикорский, А. А. Чернявский, А. Н. Володин [и др.] // Медицинский альманах. – 2013. – № 5. – С. 56–61.
6. Реконструкция дефекта пекторальным лоскутом в хирургическом лечении местнораспространенного и рецидивного орофарингеального рака / Д. В. Сикорский, С. О. Подвизников, А. Н. Володин [и др.] // Опухоли головы и шеи. – 2014. – № 2. – С. 19–21.
7. Способ восстановления послеоперационного дефекта глотки при хирургическом лечении рака гортани: патент Республики Беларусь № 19 831, МПК А 61В 17/00 / И. В. Белоцерковский, Д. Л. Ена, Е. Н. Кузьмин, А. Г. Жуковец, Н. М. Тризна // Афіцыйны бюл. Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 1. – С. 66.
8. Способ восстановления послеоперационного дефекта при хирургическом лечении рака тела языка: патент Республики Беларусь № 19 991 Респ. Беларусь, МПК А 61В 17/00 / И. В. Белоцерковский, Д. Л. Ена, Е. Н. Кузьмин: заявитель ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова». – № а 20120867; заявл. 2012.05.31; опубл. 2014.02.28 // Афіцыйны бюл. Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 2. – С. 61.
9. Pectoralis major myocutaneous pedicled flap in head and neck reconstruction: retrospective review of indications and results in 244 consecutive cases at the Toronto General Hospital / R. J. Liu, P. Gullane, D. Brown [et al.] // Otolaryngol. – 2001. – Vol. 30 (1). – P. 34–40.
10. Shah J. P., Patel J. P. Head and Neck Surgery and Oncology. – Edinburg, London: Mosby, 2003. – P. 607–609.



УДК 616.327.2-006-089

# RECONSTRUCTION OF OROPHARYNGEAL POSTRESECTION DEFECTS WITH PECTORALIS MYOFASCIAL FLAP

*N. M. Trizna, I. V. Belotserkovskii, D. L. Ena, J. V. Kolyadich*

*Alexandrov' Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology*

**SUMMARY.** A method for reconstruction of the oropharyngeal postresection defects with pectoralis myofascial flap has been developed. The feature of this method is that structure of plastic material corresponds to the muscular tissue of the tongue more than skin. Using of our method allows to restore the anatomical structure of the resected tissue, to create favorable conditions for the restoration of swallowing and speech functions and to increase the rehabilitation potential of patients after surgical treatment of oropharyngeal cancer.

**KEY WORDS:** oropharyngeal cancer, reconstructive surgery, pectoralis myofascial flap, medical rehabilitation.

## Introduction

When treating oropharyngeal cancer, it is necessary to consider this tumor aggressiveness and the high probability of latent lymphogenous metastasis. The combined treatment method is the main one. Radiation therapy as the only treatment method can be used for T1-T2 tumors with minimal infiltration of underlying tissues and without spreading to the mandible alveolar bone. The surgical treatment is applied at stage I cancer of the movable part of the tongue only; in other cases, surgery is performed at the first stage [4]. A typical tongue operation is hemiglossectomy. With common tongue cancer, the resection volume increases due to partial removal of the root and the opposite part of the tongue (subtotal and total glossectomy), affected tissues of the mouth floor, the contents of the submandibular and submental triangles [3, 10].

After hemiglossectomy, patients still have persistent speech and swallowing disorders associated with the formation of extensive postresection defects, which leads to a significant deterioration in the patient's quality of life, social maladjustment and psychosomatic disorders [5].

Simultaneous reconstructive operations to replace the resulting defects allows restoring the anatomical structure of the resected organs. Traditionally, two main types of plastic material are used to replace oropharyngeal postoperative defects: flaps with axial blood supply or grafts with the imposition of microsurgical anastomoses.

To close maxillofacial defects, a pectoralis flap on the vascular pedicle is most often used in clinical practice [1, 6, 9–10]. It includes a fragment of the pectoralis major with the feeding pectoral vessels and the adjacent skin (pectoralis major myocutaneous flap, or PMMC flap),

which makes the flap rather large in volume, occupying a significant part of the oral cavity. The mobilized flap is moved through the subcutaneous tunnel to the defect of the oral cavity or pharynx, fixed layer-by-layer to the defect edges, while the skin part is sutured with the mucosa. The disadvantages of PMMC flap are the unregulated thickness of the flap, the severe rigidity of the skin compared to the muscle tissue, which represents the tongue and the mouth floor, the need for a block-like resection of the mandible when there is a deficiency of the mouth floor mucosa, hair growth from the skin, and scarring of the skin and soft tissues in the anterior chest wall after flap collection.

## Purpose of the study

Improving the results of surgical treatment of patients with oropharyngeal tumors through the development of reconstructive surgery for simultaneous replacement of postresection defects with a pectoralis major myofascial (PMMF) flap.

## Research material and methods

We have developed a method for collecting a pectoralis flap (patent of the Republic of Belarus N 19 991), characterized in that the skin portion is not included in the flap, but the PMMF flap is formed. As a result, the flap has a structure that is closest to the main component of the tongue (muscle tissue), has a high plasticity and makes it possible to form the tongue body, similar in shape and texture to a healthy half of the tongue body. Since the skin area is not cut out, there is no skin defect on the anterior chest wall, and the flap collection is simplified [8].

23 patients with the malignant oropharyngeal tumors T1-3N1-2M0 were operated, who underwent tumor removal and cervical lymph node dissection with simultaneous replacement of the postresection defect with PMMF flap on the vascular pedicle according to the developed technique. They were 22 men and 1 woman aged from 21 to 67 years (median – 54 years), 70% of which are people of working age.

The histological structure in all patients verified keratinizing squamous cancer, mainly localized in the tongue body of 9 patients (39%), in mouth floor of 10 patients (43.6%), in lateral pharyngeal wall of 4 patients (17.4%). 19 patients (82.6%) had primary tumors, 4 (17.4%) had recurrent tumors.

### Order of the reconstructive surgery using a pectoralis major myofascial flap

The replacement of oropharyngeal postresection defects with PMMF flap is performed as follows: after performing the lower tracheotomy and intubation, the necessary volume of cervical lymph node dissection is performed, the primary lesion of the oropharyngeal tumor is removed.

To form the PMMF flap, an anterior chest wall skin is cut along the inferolateral contour of the pectoralis major (fig. 1a). The adipocutaneous flap is separated up, a pectoralis major flap with a fascia covering it, corresponding in shape and size to a post-resection defect, is cut out and mobilized without forming a skin site (fig. 1b), the muscle leg of the flap is released along the vessels that feed pectoralis major.

A subcutaneous tunnel and a tunnel between the mouth floor muscles are formed, through which the mobilized PMMF flap moves to the defect area (fig. 1c). The volume of the resected tongue tissues is reconstructed by modeling and layer-by-layer stitching of PMMF flap with the preserved tissues of the tongue stump, mouth floor so that the muscle section of the flap covered with fascia is directed with the fascial surface towards the oral cavity and fixed to the defect edges of the tongue mucosa and mouth floor (fig. 1d). The postoperative wounds of the neck and chest are drained by drainage polyvinyl chloride pipes and sutured layer-by-layer.

To replace the postresection defect of the lateral pharyngeal wall, we used the method developed by us (patent of the Republic of Belarus N 19 831), a feature of which is the suturing of the mucosa of the remaining part of the pharynx with the fascial surface of the PMMF flap [7]. At the same time, the mobilized flap is moved to the defect area through the subcutaneous tunnel, the anterolateral pharyngeal wall and the pharyngogastric anastomosis (if necessary) is formed, placing the flap vertically in the plane of the defect and sewing the flap with the fascial surface to the pharyngeal mucosa (fig. 2). The skin of the neck is sutured layer-by-layer over the formed pharyngeal wall and the donor site wound with the installation of active drainage.

To close the defects after mandibular resection, which are formed after the removal of local tumors, PMMF flap can be used in combination with a titanium implant (fig. 3).

### Postoperative care

In the first two days, bed rest is prescribed, then there is no movement performance limitation. The nasogastric feeding is carried out for 10–12 days, the tube removal is followed by strained food diet. Hygienic oral care is carried out with antiseptic solutions 3–5 times a day. Non-narcotic analgesics are administered parenterally within 2–3 days. To improve the rheological properties of blood and microcirculation, 5.0 ml of 2% pentoxifylline per 200 ml of 0.9% sodium chloride is administered intravenously once a day. Wound cleaning, antiseptic treatments, and aseptic dressing change are performed daily. The stitches are removed on the 10th-12th day after the operation. Decannulation takes place on the 14th-16th day.

In the early postoperative period, medical rehabilitation begins, the essential components of which are physical therapy aimed at the prevention of pneumonia in the postoperative period; magnetic laser therapy to prevent purulent and septic complications and microcirculation disorders in displaced flaps; psychological rehabilitation using rational and cognitive behavioral therapy methods; speech therapy and phonopedic correction of speech and voice in the form of individual exercises, the purpose of which is to train the muscles of the neck and pharynx, learn the exercises of articulation gymnastics for the tongue, lips, cheeks, followed by independent performance at the home stage of rehabilitation.

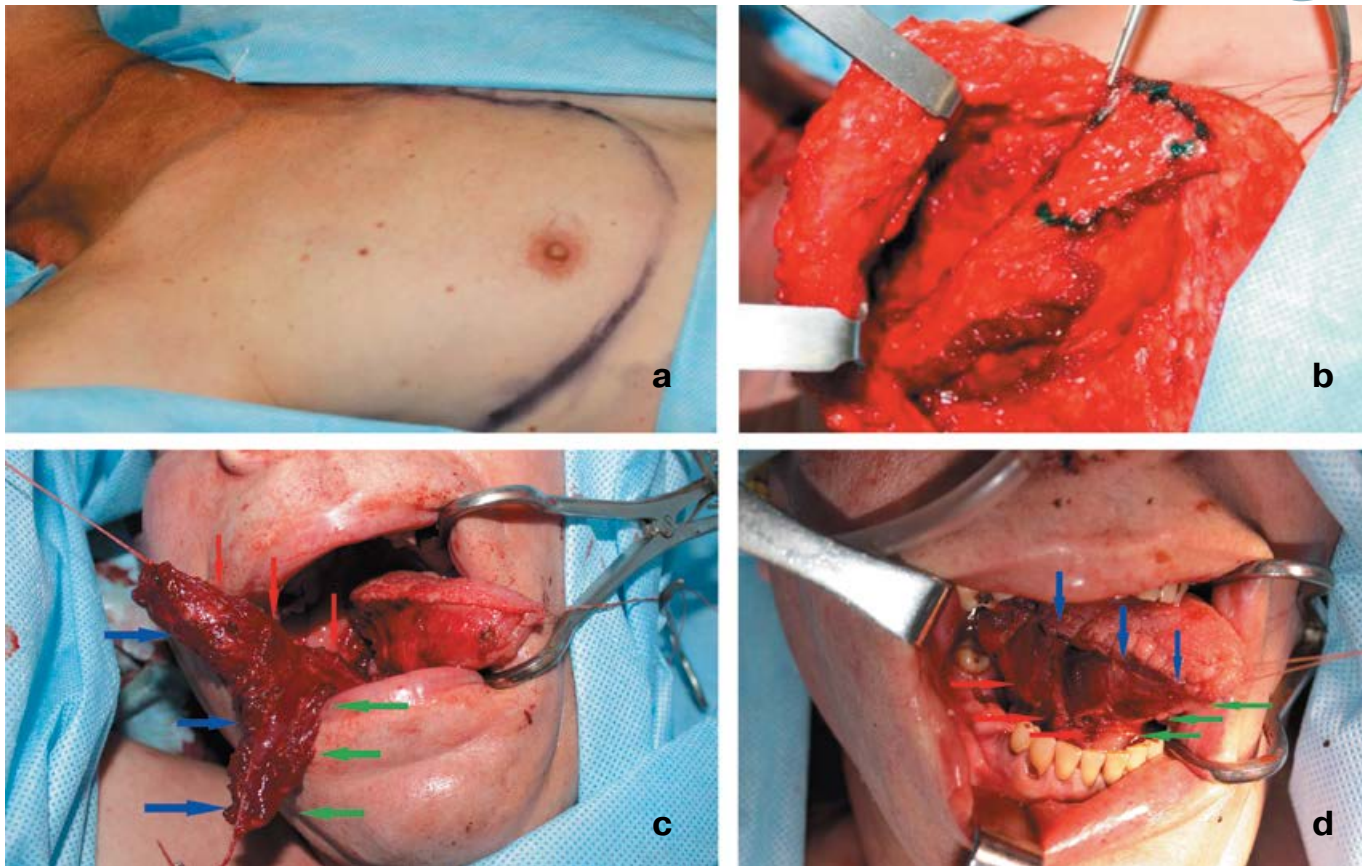
The effectiveness of the developed reconstructive surgery using the PMMF flap was evaluated by the following criteria: the incidence and nature of postoperative complications (necrosis of the displaced flap, failure of the sutures in the displaced flap area, other nonspecific complications such as postoperative wound suppuration, bleeding, etc.), the patient's well-being on a Karnovsky scale, the cicatricial deformity in the donor site.

The state of the oral mucosa, pharynx, as well as violations of contractility and passage of solid or liquid food in the upper sections of the gastrointestinal tract was assessed using oropharyngoscopy, and esophagoscopy was performed according to indications. To assess the consistency of the pharyngogastric anastomosis, barium X-ray esophagogram was performed.

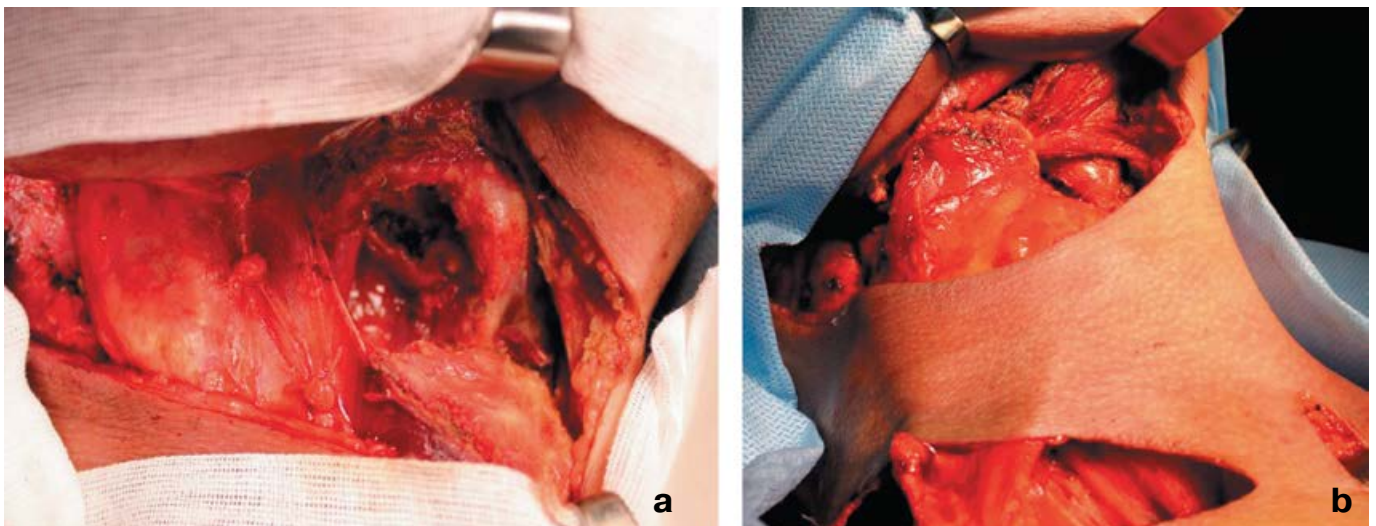
A clinical assessment of voice and speech was carried out, based on the patient's ability to freely communicate with other people, taking into account such parameters of acoustic voice analysis as: speech rate, which is determined by the number of words pronounced per 1 minute (normally 170–175 words per minute), speech intelligibility (%) and its perceptibility (normal, hoarse, monotonous, «metallic» voice, etc.) [2].

### Results and its discussion

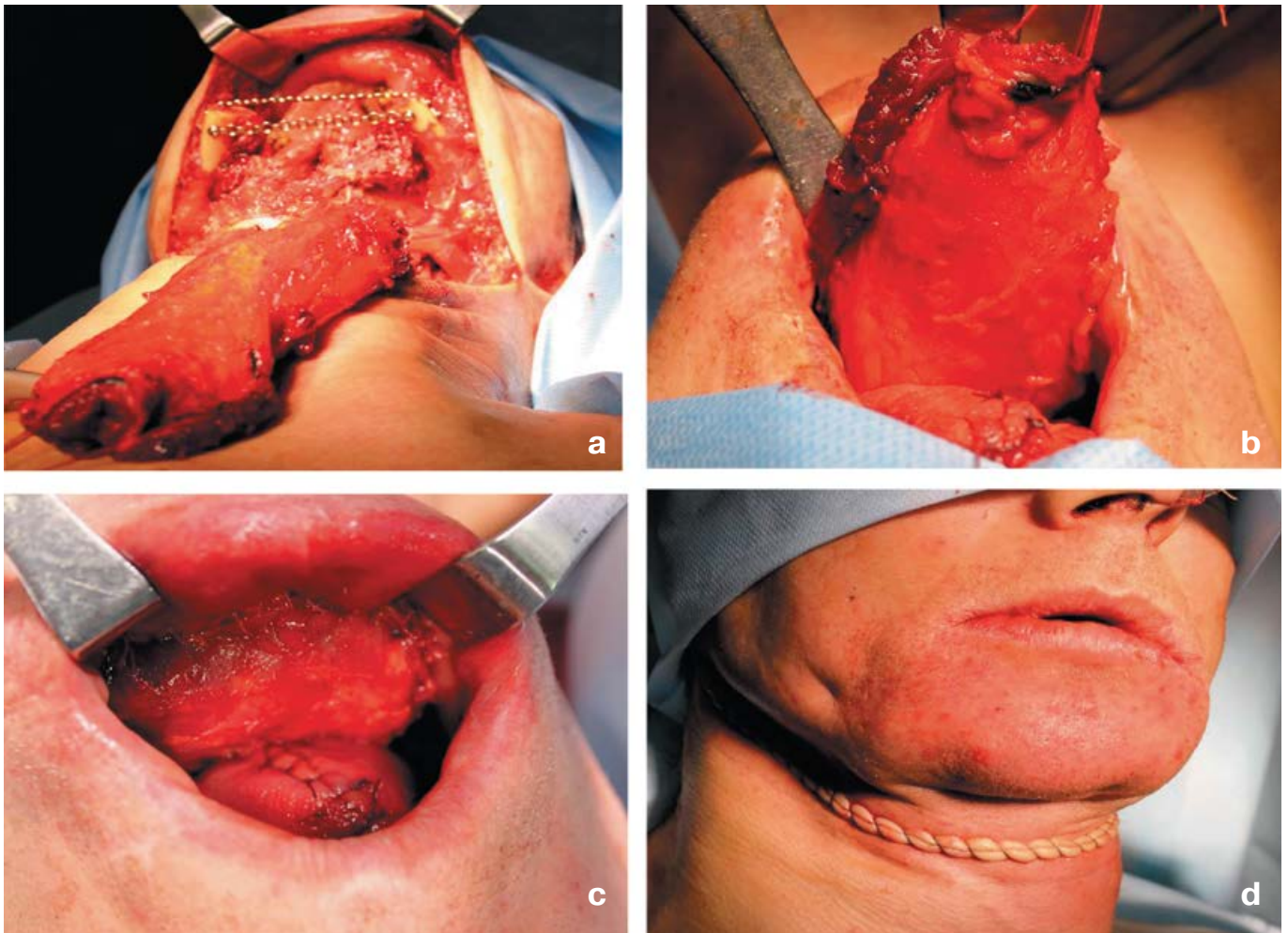
All patients showed complete engraftment of the displaced flap, which did not differ in its structure and



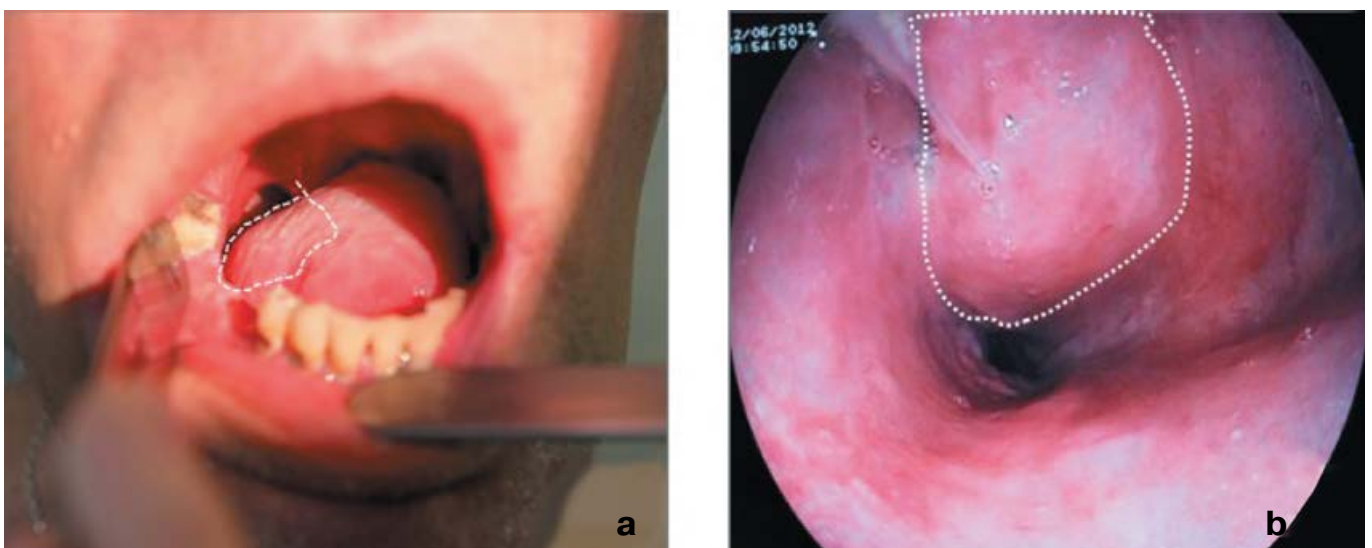
*Fig. 1. Replacement of postresection tongue defect with pectoralis major myofascial flap*  
*a – preliminary marking; b – mobilized part of the pectoralis major; c – flap is moved to the defect area; d – fixation of the flap to the defect edges of the tongue and mouth floor (colored arrows indicate the stages of modeling and stitching the flap with the tongue stump)*



*Fig. 2. Replacement of postresection defect of the lateral pharyngeal wall with pectoralis major myofascial flap*  
*a – postresection defect of the lateral oropharyngeal wall; b – pectoralis major myofascial flap is fixed to the defect edges with formation of lateral oropharyngeal wall*

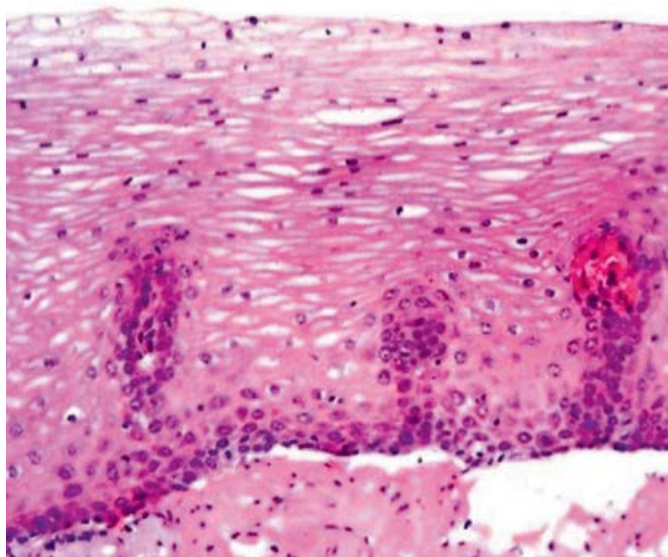


*Fig. 3. Replacement of postresection defect of the mouth floor with pectoralis major myofascial flap*  
*a – postresection defect of the mouth floor and mandibular tissues in the frontal section; b – pectoralis major myofascial flap is moved to the defect area; c – pectoralis major myofascial flap is fixed to the defect edges, the tongue is formed; d – final appearance of the patient*



*Fig. 4. Appearance of pectoralis myofascial flap in case of replacement of a tongue defect 2 month after surgery (a); pharyngeal videoesophagoscscopy 1 month after replacement of the lateral oropharyngeal wall defect (b). The dashed line marks the flap border*





*Fig. 5. Microscopic picture of the pectoralis major myofascial flap biopsy specimen moved to the tongue root area (hematoxylin-eosin,  $\times 100$ )*

color from the surrounding tissues (fig. 4). Microscopic examination of the biopsy specimen of PMMF flap showed complete epithelialization of the flap (fig. 5).

There were no cicatricial deformities of the donor site in the anterior chest wall after the collection of PMMF flap (fig. 6).

There were no early postoperative complications in patients who underwent replacement of postresection defects with PMMF flap. Restoration of swallowing function in all patients was noted immediately after removal of the nasogastric tube on 14th-16th day after surgical treatment. At the same time, recovery of speech began, but it was possible to assess the degree of speech function disorders no earlier than 7 weeks after the operation (after completion of the rehabilitation course). At the control examination of the patients, the voice volume was equal to that before the operation; the rate of speech, determined by the number of words per minute, in the postoperative period did not differ from the rate of speech before the operation. 6 (26%) patients had a lisp. To ensure the quality of speech, in addition to articulation gymnastics, they needed individual lessons with a speech therapist for 1–3 months.

The following clinical observations are shown as examples.

Patient Ul., born in 1969. Diagnosis: cancer of the tongue body with metastases in the neck lymph nodes on the left T2N1M0, stage III.

Before the operation, palpation was used to determine metastasis 2.0 cm by 1.5 cm in the upper third of the neck on the left. In the middle third of the tongue on the left, tumor infiltration 2.5 by 1.8 cm with ulceration was determined.

After performing the lower tracheotomy and intubation, a radical cervical lymph node dissection is performed on the left side. Then left-sided hemiglossectomy is performed. An incision was made in the skin of the



*Fig. 6. Appearance of the donor site 4 months after surgery using pectoralis major myofascial flap*

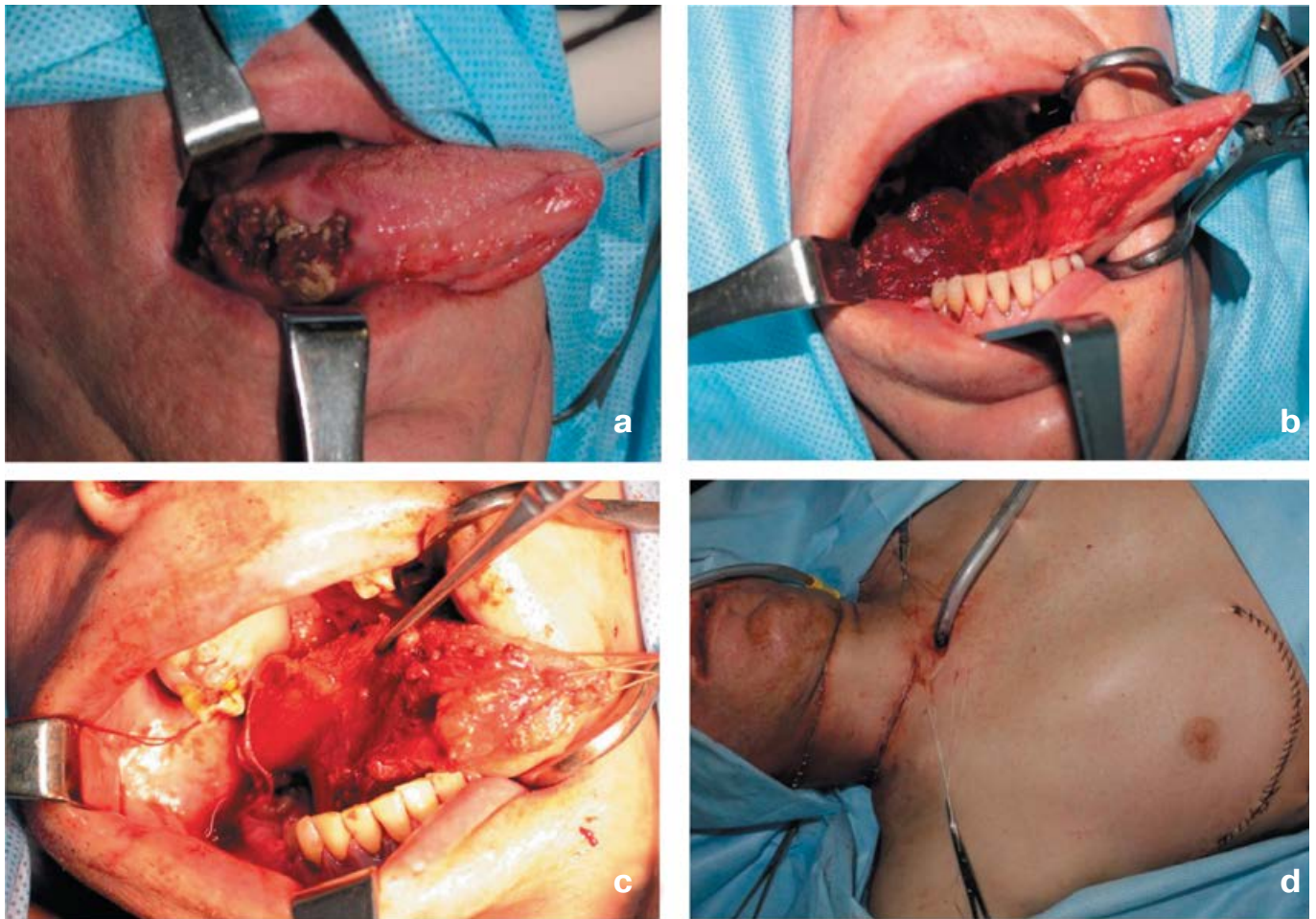
anterior chest wall along the inferolateral contour of the pectoralis major. The skin flap is peeled off. The the pectoralis major part covered with fascia on the feeding pectoral vessels, corresponding in shape and size to a post-resection defect of the tongue body, was mobilized. The mobilized PMMF flap is moved through the subcutaneous tunnel and a tunnel between the mouth floor muscles to the defect area, where the resected half of the tongue body is finally formed, similar to the opposite side, and fixed layer-by-layer to the tissues of the tongue stump and mouth floor (fig. 7).

The postoperative wounds of the neck and chest are drained by drainage pipes and sutured layer-by-layer. On the tenth postoperative day, after removal of the nasogastric tube and decannulation, the patient independently took food and talked.

Patient P., born in 1953. Diagnosis: cancer of the right piriform sinus with metastases in the right lymph nodes of the neck T2N1M0, stage III. Condition after a full course of chemoradiotherapy. Recurrence.

Before the operation, laryngoscopy was used to determine the tumor in the form of an ulcer in the anterior and lateral wall area of the right piriform sinus.

After performing the lower tracheotomy and intubation, a horizontal incision is performed in the soft tissues of the neck, the larynx was mobilized. After crossing the trachea, the pharynx is opened manually in the left piriform sinus area. Having retreated within the limits of healthy tissue from the tumor borders, the pharynx with a tumor and the pharyngostoma was resected. A skin incision was made on the anterior chest wall along the inferolateral contour of the pectoralis major, the skin flap was separated, the pectoralis major part covered with fascia was mobilized on feeding pectoral vessels, corresponding in shape and size to the postoperative pharynx defect. Through the subcutaneous tunnel, the mobilized flap is moved to



*Fig. 7. Replacement of postresection tongue body defect with pectoralis major myofascial flap  
a – tumor of a lateral surface of a tongue body before operation; b – postresection tongue body defect; c – tongue defect is replaced with myofascial flap; d – final appearance of donor site wound*

the postoperative pharyngeal defect, where it is fixed to the defect edges with the formation of the anterolateral pharyngeal wall and the pharyngogastric anastomosis. The skin of the neck over the formed anastomosis and the donor site wound are sutured layer-by-layer with the installation of active drainage (fig. 8).

On the 13th postoperative day, after removal of the nasogastric tube, the patient began to take liquid food independently. To assess the viability of the pharyngogastric anastomosis, a barium X-ray esophagogram was performed. The results of this study are presented in figure 9, where the stages of passage of a contrast agent through the initial sections of the gastrointestinal tract are visualized. Defects of the formed oropharyngeal walls and the narrowing of the pharyngogastric anastomosis were not detected. The pharyngeal videoesophagoscopy showed the displaced PMMF flap did not differ in structure and color from the surrounding tissues.

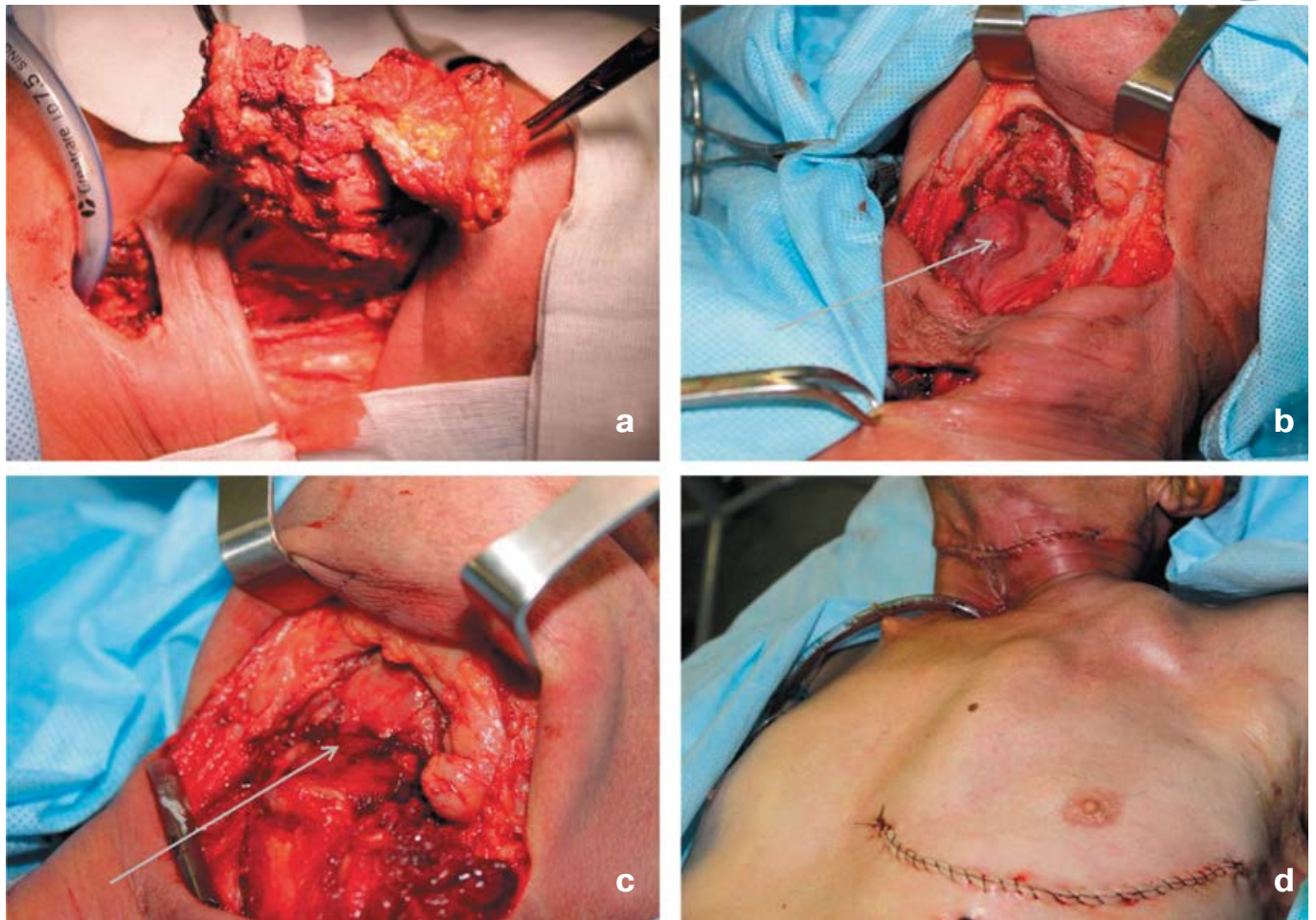
### Conclusions

1. The developed method for the reconstruction of postresection oropharyngeal defects using the PMMF flap

is less traumatic and time-consuming as compared with the known methods. The proposed method of pectoral flap collection without cutting out the skin area on the anterior chest wall does not lead to cicatricial deformation of the soft tissues in the donor site, what caused a good aesthetic result.

2. Using mouth floor and pharyngeal tissues as a plastic material of muscle tissue, more similar in appearance and properties to the oropharyngeal tissues than the skin, for the reconstruction of tongue defects ensures adherence to the principle of organotypicity. The pectoralis major has good plasticity and sufficient size to replace defects of various sizes and shapes. By varying the flap pedicle width, it is possible to achieve reliable isolation of the neck neurovascular bundle area after lymph node dissection and prevention of the entrapment of the flap vascular bundle in the muscle tunnel of the mouth floor.

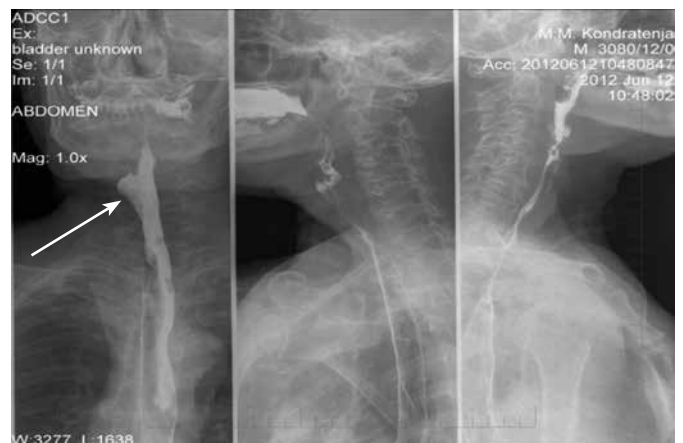
3. Our experience with the use of the pectoralis major myofascial flap in 23 patients showed high efficacy in repairing the postresection oropharyngeal defects. At the control examination 1 month after the



*Fig. 8. Replacement of postresection oropharyngeal defect with pectoralis major myofascial flap  
 a – mobilization of the larynx; b – the throat is opened (an arrow indicates a tumor); c – pectoralis major myofascial flap is moved and fixed to the pharyngeal mucosa (indicated by the arrow); d – patient's appearance after suturing postoperative wounds of the neck and anterior chest wall*

operation, the displaced PMMF flap did not differ in structure and color from the surrounding tissues, there were no violations of swallowing, the voice volume and the speech rate corresponded to those before the operation. To ensure the quality of speech, 6 patients (26%) needed individual lessons with a speech therapist on correcting the pronunciation of sibilants.

To sum up, the developed method allows not only to reconstruct the anatomical structure of resected tissues, but also to create favorable conditions for restoring the swallowing and speech functions, to increase the rehabilitation potential of patients after surgical treatment of oropharyngeal cancer.



*Fig. 9. Barium X-ray esophagogram (the arrow indicates the barium in the pharyngogastric anastomosis)*

## REFERENCES

1. Del'ta-pektoral'nyy loskut v plastike obshirnykh i skvoznykh defektov litsevoy oblasti i shei [Delta-Pectoral Flap in the plastic of Extensive and Through Defects of the Facial Area and Neck] / A. A. Kayumkhodzhaev, J. D. Rasulov, V. R. Oganeyan [et al.] // Issues of Reconstructive and Plastic Surgery. – 2013. – N 3. – P. 23–28.
2. Laringektomiya s trakheopishchevodnym shuntirovaniyem i protezirovaniyem pri rake gortani (klinicheskiye, metodologicheskkiye i funktsional'nyye aspekty) [Laryngectomy with Tracheoesophageal Shunting and Prosthetics in Laryngeal Cancer (Clinical, Methodological and Functional Aspects)] / V. O. Olshansky, V. I. Chissoy, I. V. Reshetov [et al.]. – M.: Polygraphic center RIEL, 2004. – P. 151–171.
3. Paches A. I. Head and Neck Tumors. – M., 2000. – 480 p.
4. Rak guby i slizistoy obolochki polosti rta (S00–S06) [Lip and Oral Mucosa Cancer (S00–S06)] // Onkologicheskyy zhurnal. – 2013. – Vol. 7, N 1 (25). – S. 3.1. – P. 18–30.
5. Rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya mestnorasprostranennogo i retsidivnogo orofaringeal'nogo raka [Results of Surgical Treatment of Locally Advanced and Recurrent Oropharyngeal Cancer] / D. V. Sikorskii, A. A. Chernyavskii, A. N. Volodin [et al.] // Medical Almanac. – 2013. – N 5. – P. 56–61.
6. Rekonstruktsiya defekta pektoral'nym loskutom v khirurgicheskom lechenii mestnorasprostranennogo i retsidivnogo orofaringeal'nogo raka [Reconstruction of the Defect with a Pectoral Flap in the Surgical Treatment of Locally Advanced and Recurrent Oropharyngeal Cancer] / D. V. Sikorsky, S. O. Podvyaznikov, A. N. Volodin [et al.] // Head and Neck Tumors. – 2014. – N 2. – P. 19–21.
7. Sposob vosstanovleniya posleoperatsionnogo defekta glotki pri khirurgicheskom lechenii raka gortani [Method of Recovery of Postoperative Pharyngeal Defect in the Surgical Treatment of Laryngeal Cancer]: patent of the Republic of Belarus N 19 831 MPK A 61V 17/00 / I. V. Belotserkovskii, D. L. Ena, E. N. Kuzmin, A. G. Zhukovets, N. M. Trizna // Афіцыйны бюл. Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – N 1. – P. 66.
8. Sposob vosstanovleniya posleoperatsionnogo defekta pri khirurgicheskom lechenii raka tela yazyka [Method of Recovery of Postoperative Defect in the Surgical Treatment of Tongue Body Cancer]: patent of the Republic of Belarus N 19 991 Republic of Belarus, MPK A 61V 17/00 / I. V. Belotserkovskii, D. L. Ena, E. N. Kuzmin: Applicant is Alexandrov' Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology. – N a 20120867; declared 2012.05.31; published 2014.02.28 // Афіцыйны бюл. Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – N 2. – P. 61.
9. Pectoralis major myocutanetous pedicled flap in head and neck reconstruction: retrospective review of indications and results in 244 consecutive cases at the Toronto General Hospital / R. J. Liu, P. Gullane, D. Brown [et al.] // Otolaryngol. – 2001. – Vol. 30 (1). – P. 34–40.
10. Shah J. P., Patel J. P. Head and Neck Surgery and Oncology. – Edinburg, London: Mosby, 2003. – P. 607–609.



УДК 616.289-006.2-031-089

# КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ИНФРАЛАБИРИНТНО-АПИКАЛЬНОЙ ХОЛЕСТЕАТОМЫ ПИРАМИДЫ ВИСОЧНОЙ КОСТИ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ В ОБЛАСТЬ СКАТА

## CLINICAL CASE OF INFRALABYRINTHINE APICAL CHOLESTEATOMA WITH EXTENSION INTO THE CLIVUS

<sup>1,2</sup>Х. М. Диаб, <sup>1</sup>Д. С. Кондратчиков, <sup>1</sup>О. А. Пащанина,  
<sup>1</sup>А. Г. Зухба, <sup>1</sup>О. С. Панина, <sup>1</sup>Д. А. Загорская

<sup>1</sup>ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии  
ФМБА России»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский  
медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава  
России

<sup>1,2</sup>Kh. M. Diab, <sup>1</sup>D. S. Kondratchikov, <sup>1</sup>O. A. Pashchinina,  
<sup>1</sup>A. G. Zukhba, <sup>1</sup>O. S. Panina, <sup>1</sup>D. A. Zagorskaya

<sup>1</sup>Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal  
Medical and Biological Agency

<sup>2</sup>Pirogov' Russian National Research Medical University

**РЕФЕРАТ.** В статье описан случай хирургического лечения инфралабиринтно-апикальной холестеатомы с распространением в область ската. Был выполнен расширенный доступ к вершине пирамиды височной кости с удалением улитки и использованием микрохирургической техники с эндоскопической ассистенцией. В описании этого клинического случая приведены некоторые преимущества выбора такой хирургической тактики.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** холестеатома пирамиды височной кости, инфралабиринтная холестеатома.

**SUMMARY.** The article describes the case of surgical treatment of infralabyrinthine apical cholesteatoma with extension into the clivus. Modification of transotic approach with removal of the cochlea and expansion of access to the petrous temporal bone was performed using microsurgical technique with adjuvant endoscopic assisting. We illustrate some advantages of this surgical choice in this case report.

**KEYWORDS:** petrous temporal bone cholesteatoma, infralabyrinthine cholesteatoma.

### Введение

Холестеатома пирамиды височной кости представляет собой эпидермальную кисту, являющуюся результатом бесконтрольного роста ороговевающего плоскоклеточного эпителия и занимающую каменистую часть височной кости [1, 8, 10]. Частота встречаемости холестеатомы каменистой части височной кости составляет 4–9% от всех патологических образований данной локализации [8, 10, 11].

По этиологии различают врожденные и приобретенные формы холестеатомы. Первые возникают вследствие отклонений в процессе формирования эктодермального зачатка на ранних стадиях его развития. Вторые могут иметь несколько механизмов развития: врастание эпидермиса

в барабанную полость в результате ретракции (преимущественно в ненапрянутой части барабанной перепонки или в задневерхних отделах натянутой части при медиализации рукоятки молоточка) или перфорации барабанной перепонки. Распространенные приобретенные холестеатомы наиболее часто развиваются у пациентов с хирургическими вмешательствами в анамнезе вследствие неполной санации процесса.

Существует несколько современных классификаций холестеатомы пирамиды височной кости в зависимости от расположения процесса и объемов поражения. Наиболее детальными и актуальными являются классификации D. Moffat и W. Smith от 2008 года и модификация M. Sanna от 2011 года [9, 11]. Соответственно этим классификациям ин-

фралабиринтно-апикальная холестеатома локализуется в гипотимпануме и распространяется в передние отделы вершины каменистой части височной кости по инфралабиринтному и апикальному ячейным трактатам, может вовлекать скат в верхних и средних отделах, вертикальный и горизонтальный отделы внутренней сонной артерии (ВСА), клиновидную пазуху [7, 9, 11]. Описано несколько случаев распространения в носоглотку [11]. Клинически заболевание нередко протекает бессимптомно или сопровождается периодическими оторееями, снижением слуха по кондуктивному или смешанному типу. При распространении процесса во внутреннее ухо развивается сенсоневральная тугоухость. Функция лицевого нерва у таких пациентов чаще не нарушена. В случае распространения инфралабиринтно-апикальной холестеатомы в крайние передние отделы вершины пирамиды, область тройничного узла, канал Дорелло не исключена компрессия и переход воспалительного процесса на тройничный и отводящий нервы с проявлением синдрома Градениго [1]. При разрушении височной кости в зоне основания мозга могут развиваться потенциально угрожающие жизни состояния: экстрадуральный или субдуральный абсцессы, менингит, субарахноидальное кровоотечение, синус-тромбоз, отогенный сепсис.

Диагностика заболевания основывается на данных инструментальных методов исследования: КТ височных костей, МРТ головного мозга (в том числе в DWI non-EPI режиме), которые позволяют оценить локализацию, распространенность образования, отношение к сосудисто-нервным структурам области. По данным тональной аудиометрии, оценивается уровень слуха на предоперационном этапе.

Выбор объема хирургического вмешательства и доступа определяются на основании полученных данных.

#### Описание клинического случая

Пациент Н., 62 года, госпитализирован в отделение заболеваний уха ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России» с жалобами на снижение слуха на оба уха (отсутствие слуха справа), периодическое гноетечение из правого уха, шум в голове. Со слов пациента хронический средний отит и снижение слуха на правом ухе отмечает с детства. В 1975 году выполнена радикальная операция на правом ухе, после которой пациент положительного результата не отмечал, слух ухудшился до глухоты. Консервативное лечение – без эффекта, длительное время от повторного оперативного лечения отказывался. Направлен для повторного хирургического лечения правого уха.

Status localis: в заушной области справа имеется грубый послеоперационный рубец; при отомикроскопии определяется полость после радикальной



Рис. 1. Эндоскопия пациента Н. до операции. Визуализируется полость в области гипотимпанума, дно необозримо

операции, мастоидальный отдел плохо эпидермизирован, остатки барабанной перепонки представлены фиброзным кольцом, сохранившимся на передней и нижней стенках, в гипотимпануме визуализируется полость, дно которой необозримо, на латеральной поверхности полости определяются колонии грибов (рис. 1). Фистульный тест отрицательный. Спонтанного нистагма нет. Функции ЧМН без особенностей. Функция лицевого нерва в пределах нормы (I степень по шкале House – Brackmann). Фистульный тест отрицательный. Спонтанного нистагма нет. Консультация отоневролога: вестибулярная функция на момент осмотра компенсирована. На аудиограмме – правосторонняя глухота, левосторонняя сенсоневральная тугоухость III степени.

КТ височных костей (рис. 2): послеоперационная полость субтотально выполнена мягкотканым содержимым. Стенки гипотимпанума на уровне яремной ямки отсутствуют. Стенка нижней поверхности пирамиды, часть затылочной и клиновидной костей в области ската, задняя стенка сонного канала не прослеживаются. Дефект крыши барабанной полости, сигмовидного синуса, дефект костной стенки латерального полукружного канала.

После обследования (все клинико-лабораторные показатели в пределах референтных значений) и предоперационной подготовки пациенту Н. проведена повторная saniрующая операция на правом ухе с использованием системы мониторинга ли-

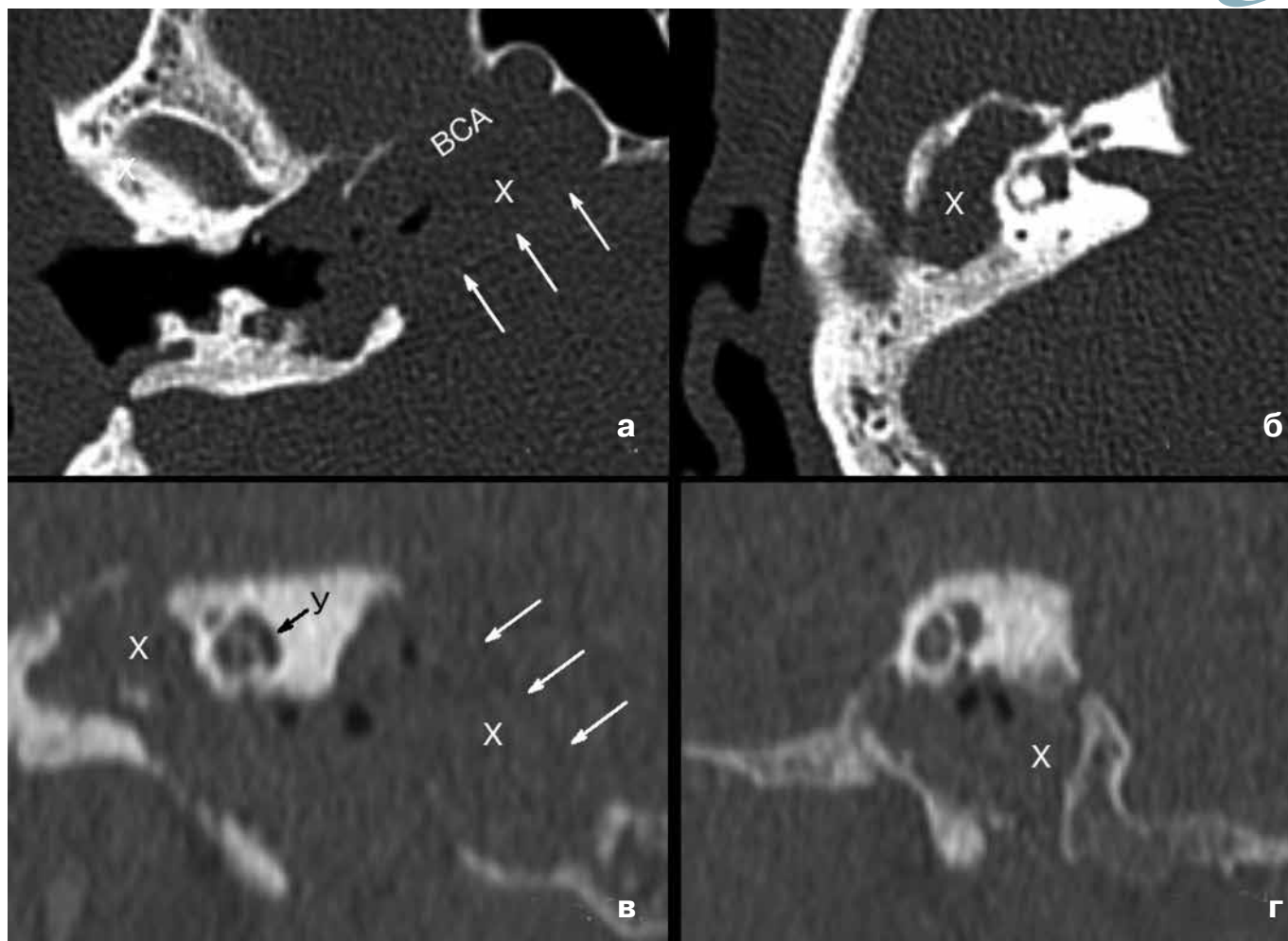


Рис. 2. КТ-исследование височных костей пациента Н. до операции:

а, б – аксиальные срезы. Послеоперационная полость субтотально заполнена мягкотканым содержимым. Стенка передненижней поверхности пирамиды, часть затылочной и клиновидной костей в области ската, медиальная стенка сонного канала в горизонтальном отделе не прослеживаются (белые стрелки);

в – коронарный срез. Медиальная стенка канала ВСА в вертикальном отделе не прослеживается (белые стрелки). Стенки гипотимпанума на уровне яремной ямки отсутствуют. Интраугулярный гребень истончен, визуализируется фрагментарно;

г – сагиттальный срез. Холестеатома субтотально заполняет тимпанальный отдел послеоперационной полости, распространяется за пределы гипотимпанума.

Примечание. X – холестеатома; Y – улитка; ВСА – внутренняя сонная артерия

цевого нерва (стимуляция с бормашины и монополярного зонда).

Особенности операционных находок (рис. 3): в послеоперационной полости – фиброзно-рубцовая ткань, холестеатома, переходящая в барабанную полость, стелющаяся через оголенный лицевой нерв в тимпанальном сегменте в гипотимпанум. Костная стенка барабанной полости в проекции луковицы яремной вены (ЛЯВ) частично отсутствует, имеется дефект стенки сигмовидного синуса около 6 мм, крыши барабанной полости 5 x 5 мм, латерального полукружного канала, слуховые косточки отсутствуют, окна лабиринта закрыты рубцовой тканью. Имеется эрозия костной стен-

ки улитки, процесс распространяется под улитку в послеоперационную полость в гипотимпануме (рис. 3а). Дно последней представлено холестеатомным матриксом, определяется передаточная пульсация. Костная стенка канала ВСА разрушена на всем протяжении вертикального отдела.

Нами была проведена расширенная антромастоидотомия, удалены костные навесы трепанационной полости, сглаживание костных неровностей мастоидального отдела, полностью открыт тимпанальный отдел, клетки ячеистого тракта височной кости. На малых оборотах режущими и алмазными борами скелетирован канал лицевого нерва до появления М-ответов от мимической мускулатуры

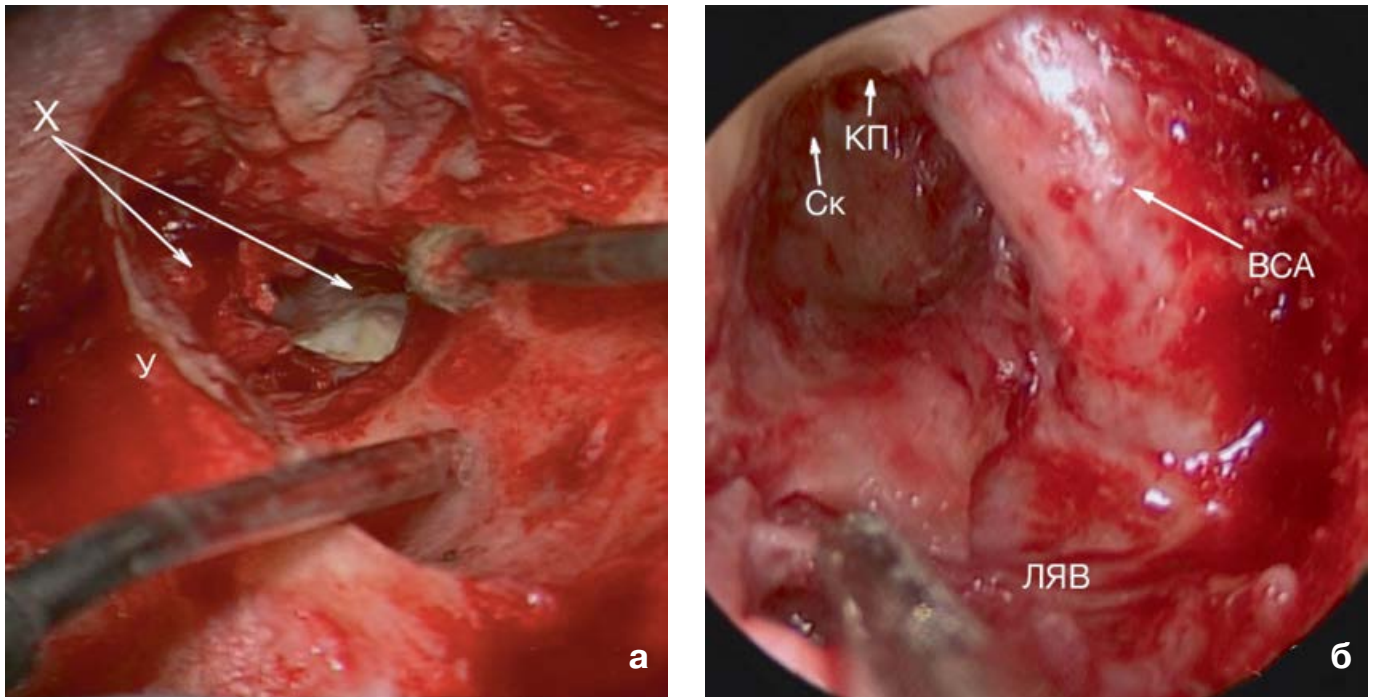


Рис. 3. Интраоперационная картина:

а – тимпанальный отдел послеоперационной полости. Холестеатома располагается под улиткой, границы распространения процесса не обозримы;

б – вид операционной полости в инфралабиринтном отделе в процессе удаления холестеатомы.

Примечание. ВСА – внутренняя сонная артерия; X – холестеатома; Ск – скат; КП – клиновидная пазуха; ЛЯВ – луковица яремной вены

при пороговой силе тока в 0,5 мА. На обозримом участке холестеатома удалена. Агрессивными режущими фрезами снесены остатки костного навеса нижней стенки наружного слухового прохода до ЛЯВ, выполнено расширение имеющейся полости. Санированы нескрытые ранее клетки инфралабиринтного клеточного тракта, заполненные холестеатомными массами, удален матрикс холестеатомы, который был интимно спаян с адвентицией внутренней сонной артерии. С учетом объема поражения необходимость полной визуализации отдела между костной капсулой улитки и стенкой ВСА, глухоты на это ухо было принято решение о выполнении доступа с частичным удалением улитки. Удалена костная стенка промоториума вместе с базальным завитком улитки по ходу распространения холестеатомы, которая уходила за внутреннюю сонную артерию в переднемедиальном направлении к вершине пирамиды височной кости, достигала области ската. Имеется обширное разрушение кости верхушки пирамиды до твердой мозговой оболочки средней черепной ямки (последняя не повреждена). Холестеатома и грануляционная ткань с ВСА переходит на яремную вену, костная пластинка между ними разрушена. При помощи микрохирургической техники и эндоскопической ассистенции (эндокоскопы

Норкинс диаметром 2,7 мм и углами обзора 0° и 30°) выполнено вылушивание холестеатомных масс тупым путем из инфралабиринтного пространства, области среднего и верхнего ската (рис. 3б). Удаление холестеатомного матрикса вокруг ВСА, ЛЯВ. Произведен гемостаз, тампонада верхушки каменной кости и инфралабиринтной области фрагментом височной мышцы. Тимпанопластика по технике underlay фрагментами аутофасции височной мышцы и аутохрящом из ушной раковины. Произведен разрез по задней стенке наружного слухового прохода в хрящевом отделе для низведения лоскутов в трепанационную полость, дальнейшей адекватной ее эпидермизации. Фиксация созданной неотимпанальной мембраны и кожных лоскутов производилась путем тампонады трепанационной полости гемостатической губкой и марлевой турундой.

В послеоперационном периоде в течение 6 дней пациент получал стандартную антибактериальную, противогрибковую, десенсибилизирующую терапию; проводились ежедневные перевязки. Послеоперационная функция лицевого нерва сохранена, соответствовала I степени по шкале House – Brackmann. Признаки ликвореи в послеоперационном периоде отсутствовали. Турунда из наружного слухового прохода правого





уха удалена на 5-е сутки; тампоны и латексные резинки, швы удалены на 7-е сутки. Перед выпиской пациенту выполнено КТ-исследование височных костей (рис. 4), по данным которого определяется дефект стенки нижней поверхности пирамиды, части затылочной и клиновидной костей в области ската, заполненного мышцей; дефект базального завитка улитки, стенка канала ВСА не прослеживаются.

Пациент Н. выписан на 11-е сутки в удовлетворительном состоянии для дальнейшего амбулаторного этапа реабилитации с динамическим наблюдением отохирурга и рекомендациями выполнения МРТ в DWI режиме и ревизии правого уха через 6–12 месяцев.

### Обсуждение

Трудности хирургического лечения больного заключались в холестеатомном отогенном поражении основания черепа в непосредственном контакте с жизненно важными анатомическими структурами, в возможности развития тяжелых вне- и внутримозговых осложнений, склонности заболевания к рецидивированию [1, 2, 8, 10]. Известно, что при неполном удалении матрикс холестеатомы приобретает более агрессивные характеристики, повышается его пролиферативная активность, что сопровождается активной деструкцией костных структур, остеитом [1, 2].

Выбор хирургической тактики лечения определяется с учетом распространенности процесса, предоперационного уровня слуха, функции лицевого нерва и особенностей анатомического положения ВСА, ЛЯВ. Необходимость тщательной санации и визуализации труднодоступных зон в большинстве случаев диктует проведение хирургических вмешательств большого объема с удалением здоровой костной ткани, диссекцией с обнажением, а в некоторых случаях и перемещением анатомических структур. По данным литературы, наиболее часто используемыми являются модифицированные transotic-доступ по Fish и доступы с удалением улитки и транслокацией лицевого нерва типа А и В по Sanna, инфратемпоральные доступы по Fish, субтотальная, крайне редко тотальная петрозэктомия [5, 7, 12]. Вариантами завершения операции могут быть облитерация образованной полости с закрытием наружного слухового прохода наглухо при глубокой сенсоневральной тугоухости или открытое ведение послеоперационной полости в случае сохранения слуха и реконструкции звукопроводящего аппарата.

Выполнение таких объемных высокотехнологичных операций требует хорошего оснащения операционной, традиционно проводится под микроскопом с применением систем навигации и мониторинга лицевого нерва. Однако использова-

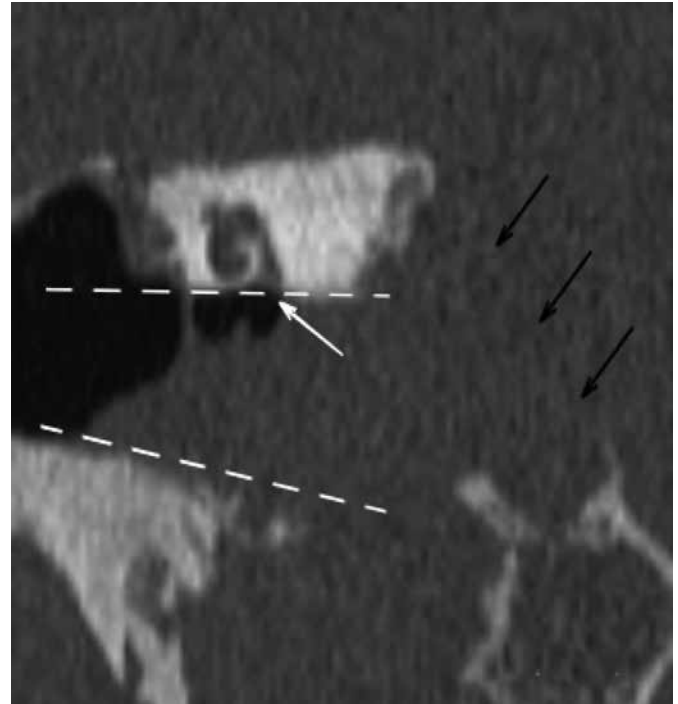


Рис. 4. КТ пациента Н. после операции, коронарная проекция. Черными стрелками отмечен дефект стенки нижней поверхности пирамиды, части затылочной и клиновидной костей в области ската, заполненный мышцей; стенка канала ВСА не прослеживается. Белой стрелкой указан костный дефект в области начального отдела базального завитка улитки. Пунктирными линиями определен расширенный коридор обзора при выполнении эндоскопического этапа операции

ние интраоперационной эндоскопической техники как вспомогательной на некоторых этапах операции делает хирургическое вмешательство более экономным к окружающим тканям и безопасным даже в случае значительной распространенности процесса, позволяя хирургу работать под прямым визуальным контролем в самых труднодоступных зонах. Основным преимуществом эндоскопической техники является лучший обзор карманов и узких пространств; главным недостатком – неудобство манипуляций одной рукой, в связи с этим невозможность адекватной работы бором на больших расстояниях. Этот минус компенсируется при совместном использовании микроскопа (на осуществлении доступа) и эндоскопа (при ревизии полученной полости) [3, 4, 6].

В описанном выше клиническом случае у пациента имелись значительные разрушения пирамиды височной кости с распространением процесса к скату, что потребовало выполнения модификации доступа с удалением улитки и расширением доступа к верхушке пирамиды. Использование эндоскопической техники позволило санировать недоступную взгляду через микроскоп область за медиальной стенкой внутренней сонной артерии

без дополнительного расширения операционного поля, выполнения инфратемпорального доступа типа В или транслокации лицевого нерва.

### **Заключение**

Холестеатома пирамиды височной кости с инфралабиринтно-апикальной локализацией является одной из самых сложных операций в отохирургии и требует от отохирурга высокой компетенции и хорошего знания микроанатомии височной кости с окружающими ее структурами. Неполноценная санация приводит к более агрессивному течению патологического процесса, что усложняет ход повторных хирургических вмешательств. Использование интраоперационной эндоскопии, а также

современное оснащение (системы мониторинга лицевого нерва, навигационные установки) позволяют добиться полного удаления холестеатомного матрикса, избежать рецидива, значительно снизить риск травмы жизненно важных структур этой области, а в части случаев (при отсутствии деструкции улитки) сохранить слух.

Всем пациентам с распространенными холестеатомами мы рекомендуем выполнять МРТ в DWI-режиме в срок от 6 до 12 месяцев после оперативного вмешательства для исключения резидуальной холестеатомы. Однако это не отменяет ревизии, учитывая невозможность в части случаев дифференцировать рецидив холестеатомы из-за небольшого размера очага и опасность более агрессивного роста.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Клинические случаи холестеатомы пирамиды височной кости / Х. М. Диаб, Н. А. Дайхес, Е. Г. Варосян [и др.] // Российская оториноларингология. – 2017. – № 5. – С. 108–113.
2. Особенности хирургического лечения пациентов с хроническим гнойным средним отитом / Х. М. Диаб, Н. А. Дайхес, О. В. Карнеева [и др.] // Материалы XIX съезда оториноларингологов России. – СПб.: Полифорум, 2016. – С. 230–231.
3. Beyond the middle ear: endoscopic surgical anatomy and approaches to inner ear and lateral skull base / L. Presutti, J. F. Nogueira, M. Alicandri-Ciufelli [et al.] // Otolaryngol. Clin. North Am. – 2013. – Vol. 46 (2). – P. 189–200.
4. Endoscopic transcanal corridors to the lateral skull base: Initial experiences / D. Marchioni, M. Alicandri-Ciufelli, A. Rubini [et al.] // Laryngoscope. – 2015. – Vol. 125. – Suppl. 5. – S1–S13.
5. Fisch U., Mattox D. Microsurgery of the Skull Base. – NY: Thieme, 1988. – P. 22–32.
6. Giant Petrous Bone Cholesteatoma: Combined Microscopic Surgery and an Adjuvant Endoscopic Approach / G. Iannella, E. Savastano, B. Pasquariello [et al.] // J. Neurol. Surg. Rep. – 2016. – Vol. 77 (1). – e46–e49.
7. House W. F., De la Cruz A., Hitselberger W. E. Surgery of the skull base: transcochlear approach to the petrous apex and clivus // Otolaryngology. – 1978. – Vol. 86, N 5. – P. 770–779.
8. Management of complex cases of petrous bone cholesteatoma / Y. Pandya, E. Piccirillo, F. Mancini [et al.] // Annals of Otolaryngology, Rhinology, Laryngology. – 2010. – Vol. 119 (8). – P. 514–525.
9. Moffat D., Jones S., Smith W. Petrous temporal bone cholesteatoma: a new classification and long-term surgical outcomes // Skull Base. – 2008. – Vol. 18 (2). – P. 107–115. – Doi: 10.1055/s-2007-991112.
10. Petrous bone cholesteatoma / M. Sanna, C. Zini, R. Gamoletti [et al.] // Skull Base Surg. – 1993. – Vol. 3 (4). – P. 201–213.
11. Petrous bone cholesteatoma: classification, management and review of the literature / M. Sanna, Y. Pandya, F. Mancini [et al.] // Audiol. Neurootol. – 2011. – Vol. 16 (2). – P. 124–136.
12. The system of the modified transcochlear approach: a lateral avenue to the central skull base / M. Sanna, A. Mazzoni, E. Saleh [et al.] // Am. J. Otol. – 1998. – Vol. 19 (1). – P. 88–97.



УДК 616.289-006.2-031-089

## CLINICAL CASE OF INFRALABYRINTHINE APICAL CHOLESTEATOMA WITH EXTENSION INTO THE CLIVUS

<sup>1,2</sup>*Kh. M. Diab, <sup>1</sup>D. S. Kondratchikov, <sup>1</sup>O. A. Pashchinina,  
<sup>1</sup>A. G. Zukhba, <sup>1</sup>O. S. Panina, <sup>1</sup>D. A. Zagorskaya*

<sup>1</sup>*Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal Medical and Biological Agency*

<sup>2</sup>*Pirogov' Russian National Research Medical University*

**SUMMARY.** The article describes the case of surgical treatment of infralabyrinthine apical cholesteatoma with extension into the clivus. Modification of transotic approach with removal of the cochlea and expansion of access to the petrous temporal bone was performed using microsurgical technique with adjuvant endoscopic assisting. We illustrate some advantages of this surgical choice in this case report.

**KEYWORDS:** petrous temporal bone cholesteatoma, infralabyrinthine cholesteatoma.

### Introduction

The petrous temporal bone cholesteatoma is an epidermal cyst resulting from the uncontrolled growth of the keratinous squamous epithelium and occupying the petrous temporal bone [1, 8, 10]. The frequency of occurrence of cholesteatoma in the petrous temporal bone is 4–9% of all pathological formations of this localization [8, 10, 11].

Congenital and acquired cholesteatomas are identified according to its etiology. The first ones appear due to deviations in the formation of the ectodermal ridge at the early stages. The latter can have several mechanisms of development: the growth of the epidermis into the tympanic cavity because of retraction (mainly in the unstressed part of the eardrum or in the posterior surface of the tensioned part when mediating the handle of malleus) or perforating the eardrum. Common acquired cholesteatomas most often develop in patients with surgical interventions in history because of incomplete rehabilitation of the process.

There are several modern classifications of the petrous temporal bone cholesteatoma, depending on the location of the process and the extent of the lesion. The most detailed and relevant are the D. Moffat and W. Smith classifications from 2008 and the M. Sanna modification from 2011 [9, 11]. According to these classifications, infralabyrinthine apical cholesteatoma localized in hypotympanum and extends in anterior petrous apex by infralabyrinthine and apical cells, can involve clivus in the upper and middle sections of vertical and horizontal parts of the internal carotid artery (ICA),

sphenoid sinus [7, 9, 11]. Several cases of nasopharyngeal spread have been described [11]. Clinically, the disease is often asymptomatic or is accompanied by periodic otorrhea, conductive or mixed hearing loss. When the process spreads to the inner ear, sensorineural hearing loss develops. The facial nerve function in these patients is often not disturbed. In the case of spread of infralabyrinthine to the extreme anterior sections of the petrous apex, the trigeminal ganglion, Dorello's canal. Compression and the transition of the inflammatory process to the trigeminal and abducent nerves with the manifestation of Gradenigo's syndrome are not excluded [1]. With the destruction of the temporal bone in the area of the base of the brain, potentially life-threatening conditions can develop: extradural abscess or subdural empyema, meningitis, subarachnoid hemorrhage, cerebral sinus venous thrombosis, otogenic sepsis.

Diagnosis of the disease is based on data from instrumental methods of examination: CT scan of the temporal bones, MRI of the brain (including non-EPI DWI), which allow to assess the localization, lesion site, attitude to the neurovascular structures. The tone audiometry allows estimating the level of hearing at the preoperative stage.

The choice of surgical intervention and access is determined on the basis of the data obtained.

### Description of the clinical case

Patient N., 62 years old, was hospitalized in the Department of Ear Diseases of the Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology of the Federal Medical

and Biological Agency of Russia with complaints of hearing loss in both ears (deafness on the right side), periodic suppuration from the right ear, noise in the head. According to the patient, chronic otitis media and hearing loss on the right ear are noted since childhood. In 1975, a radical operation on the right ear was performed, after which the patient did not notice a positive result, the hearing deteriorated to deafness. Conservative treatment was without effect, patient refused to re-surgical treatment for a long time. Sent for re-surgical treatment of the right ear.

Status localis: there is a coarse postoperative scar in the right behind-the-ear region; otomicroscopy determined a cavity after radical surgery, the mastoid part is poorly epidermized, the remnants of the eardrum are represented by a fibrous ring preserved on the anterior and lower walls, the hypothymanus has a cavity visualized, the colonies of fungi are identified on the lateral surface of the cavity (fig. 1). Fistula test is negative. There is no spontaneous nystagmus. The functions of cranial nerves without features. The function of the facial nerve is within normal limits (I degree on House-Brackmann scale). Consultation of otoneurologist: vestibular function is compensated at the time of examination. The audiogram shows right-sided deafness, left-sided sensorineural III-degree hearing loss.

CT of the temporal bones (fig. 2): the postoperative cavity is subtotal with soft tissue contents. The hypotympanum walls are absent at the level of the jugular fossa. The wall of the inferior petrous surface, part of the occipital and sphenoid bones in the region of the clivus, the posterior wall of the carotid canal is not visible. There is defect of the tympanic cavity ceiling, sigmoid sinus, defect of the bone wall of the lateral semicircular canal.

After the examination (all clinical and laboratory parameters are within reference values) and preoperative preparation, patient N. underwent a second sanitizing operation on the right ear using the facial nerve monitoring system (stimulation from a drill and a monopolar probe).

Features of operating findings (fig. 3): in the postoperative cavity there is fibrous tissue, cholesteatoma, passing into the tympanic cavity, lateral-spreading through the exposed facial nerve in the tympanic segment into the hypotympanum. The tympanic bone wall is partially absent in the jugular bulb projection, there is a defect in the sigmoid sinus wall about 6 mm, defect of the tympanic ceiling about 5 x 5 mm, of the lateral semicircular canal, the auditory ossicles are absent, the labyrinth windows are closed with scar tissue. There is the cochlear bone wall erosion, the process extends under the cochlea into the postoperative cavity in the hypotympanum (fig. 3a). The bottom of the latter is represented by the cholesteatoma matrix, the transfer pulsation is determined. The ICA bone wall is destroyed throughout the vertical section.

We carried out an expanded anthromastoidotomy, removed the bone shelves of the trephine cavity,



Fig. 1. Endoscopy of patient N. before surgery. The cavity in the area of the hypotympanum is visualized, the bottom is not visualized

smoothed the mastoid bone irregularities, fully opened the tympanic segment, temporal bone cells. The facial canal was skeletonized with cutting and diamond burs at low speeds until the M-responses from facial muscles at a threshold current of 0.5 mA. The cholesteatoma is removed in the visible area. The remnants of the bone shelves of the lower wall of the external auditory canal to the jugular bulb were removed with aggressive cutters, the existing cavity was expanded. Previously uncovered cells of the infralabyrinthine cell tract, filled with cholesteatoma masses, were sanitized, the cholesteatoma matrix, which was intimately fused with adventitia of the internal carotid artery, was removed. Considering the extent of the lesion, the need for complete visualization of the section between the cochlear bone capsule and the ICA wall, the deafness of this ear, it was decided to perform access with partial removal of the cochlea. The promontorium bone wall was removed along with the basal turn of the cochlea along the spread of the cholesteatoma, which went beyond the internal carotid artery in the anterior medial direction to the petrous apex, reached the clivus. There is extensive destruction of the petrous apex bone to the dura mater of the middle cranial fossa (the latter is not damaged). Cholesteatoma and granulation tissue spreads from the ICA to the jugular vein, the bone plate between them is destroyed. Using microsurgical techniques and endoscopic assistance (Hopkins endoscopes with a diameter of 2.7 mm and viewing angles of 0° and 30°), the cholesteatoma masses are enucleated by blunt

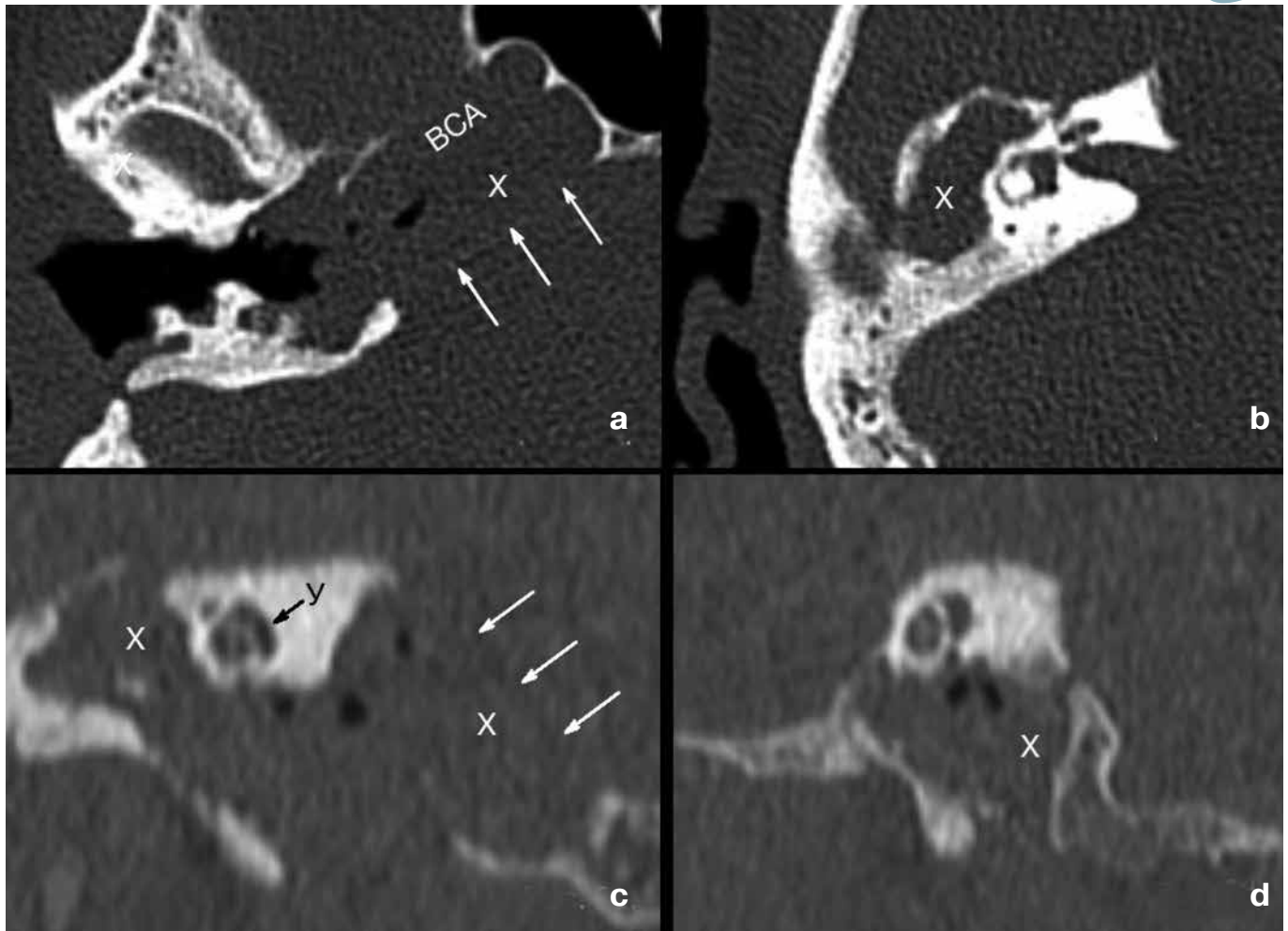


Fig. 2. CT examination of the temporal bones of patient N. before surgery:

a, b – axial sections. The postoperative cavity is subtotal filled with soft tissue contents. The wall of the anterior petrous surface, part of the occipital and sphenoid bones in the region of the clivus, the medial wall of the carotid canal in the horizontal section are not traced (white arrows);

c – coronal section. The ICA medial wall is not visible in the vertical section (white arrows). The hypotympanum walls are absent at the level of the jugular fossa. The ridge is thin, fragmentary visualized;

d – sagittal section. The cholesteatoma subtotal fills the tympanal section of the postoperative cavity, extends beyond the hypotympanum.

Note. X (Ch) – cholesteatoma; Y (C) – cochlea; BCA (ICA) – internal carotid artery

dissection from the infralabyrinthine space, the middle and upper clivus (fig. 3b). The cholesteatoma matrix was removed around ICA, jugular bulb. The hemostasis, tamponade of the petrous apex and infralabyrinthine area with a fragment of the temporal muscle was performed. Underlay tympanoplasty was performed with the temporal muscle graft and the auricle cartilage graft. An incision was made along the posterior wall of the external auditory meatus in the cartilaginous area for bringing the flaps down into the trephination cavity and its further adequate epimerization. Fixation of the created neotympanic membrane and skin grafts was performed by tamponade of the trephine cavity with a hemostatic sponge and gauze drain sponge.

During 6 days of postoperative period the patient received standard antibacterial, antifungal, desensitizing therapy; daily dressings were performed. The postoperative function of the facial nerve was preserved, it corresponded to the I degree according to the House-Brackmann score. Signs of liquorrhea were absent in the postoperative period. The gauze drain sponge was removed from the right ear canal on the 5th day; tampons and latex gum, stitches removed on the 7th day. Before discharge, the patient underwent a CT examination of the temporal bones (fig. 4), according to which the defect of the inferior petrous surface, part of the occipital and sphenoid bones in the clivus area filled with muscle is determined; the defect of the basal turn of the cochlea, the wall of the ICA canal is not visible.

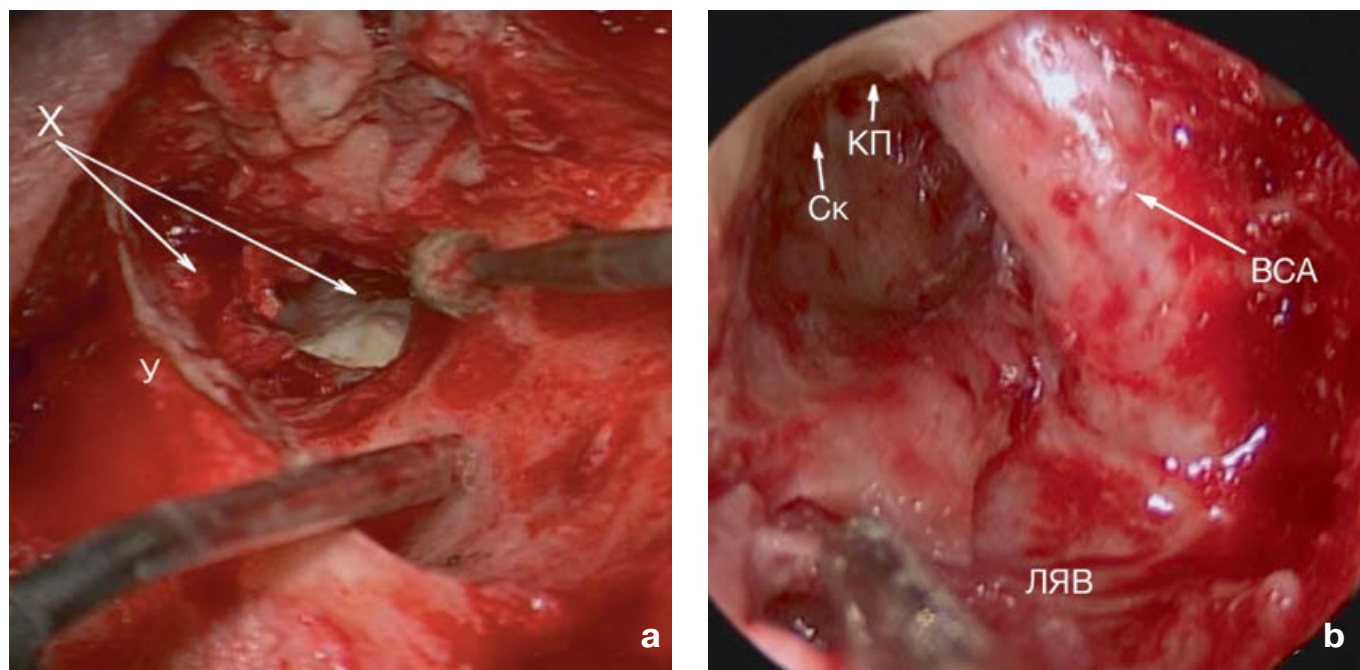


Fig. 3. Intraoperative picture:

a – tympanal section of a postoperative cavity. Cholesteatoma is located under the cochlea, the boundaries of the spread are not visible;

b – view of the operating cavity in the infralabyrinthine area in the process of cholesteatoma removal.

Note. BCA (ICA) – internal carotid artery; X (Ch) – cholesteatoma; Cк (Cl) – clivus; КП (SS) – sphenoid sinus; ЛЯВ (JB) – jugular bulb

Patient N. was discharged in a satisfactory condition on the 11th day for further outpatient rehabilitation with dynamic observation of the ENT surgeon and recommendations for performing the MRI in DWI mode and revision of the right ear in 6–12 months.

### Discussion

The difficulties of surgical treatment of the patient were in otogenous cholesteatoma of the skull base in direct contact with vital anatomical structures, in the possibility of developing severe external and intracerebral complications, the tendency of the disease to recur [1, 2, 8, 10]. It is known that in case of the incomplete removal of the matrix, cholesteatoma acquires more aggressive nature, its proliferative activity increases, which is accompanied by active destruction of bone structures, osteitis [1, 2].

The choice of surgical treatment is determined by the process spread, the preoperative level of hearing, the facial nerve function and the anatomical position of ICA and the jugular bulb. The need for thorough sanitation and visualization of hard-to-reach areas in most cases dictates the large-scale surgical interventions with the removal of healthy bone tissue, dissection with exposure, and the displacement of anatomical structures in some cases. According to the literature, the most frequently used approaches are modified transotic approach according to Fish, approach with the removal of the

cochlea and translocation of the facial nerve of type A and B according to Sanna, infratemporal approach according to Fish and subtotal, extremely rarely total petrosectomy [5, 7, 12]. Variants of completion of the operation can be obliteration of the formed cavity with tight closure of the external auditory canal with deep sensorineural hearing loss or open management of the postoperative cavity in case of hearing preservation and reconstruction of the sound-conducting apparatus.

Such large-scale high-tech operations require a well-equipped operating room and are traditionally performed under a microscope using navigation systems and monitoring of the facial nerve. However, the use of intraoperative endoscopic equipment as an auxiliary at some stages of the operation makes the surgical procedure more economical to the surrounding tissues and safe even in the case of a significant process spread, allowing the surgeon to work under direct visual control in the most hard-to-reach areas. The main advantage of endoscopic technology is the best view of pockets and narrow spaces; the main disadvantage is the inconvenience of manipulations with one hand and, therefore, the impossibility of adequate bur operation at long distances. This minus is compensated by sharing the microscope (on access) and the endoscope (upon revision of the cavity) [3, 4, 6].

The patient of the above-described clinical case had significant destruction of the petrous temporal bone with the spread of the process to the clivus, which

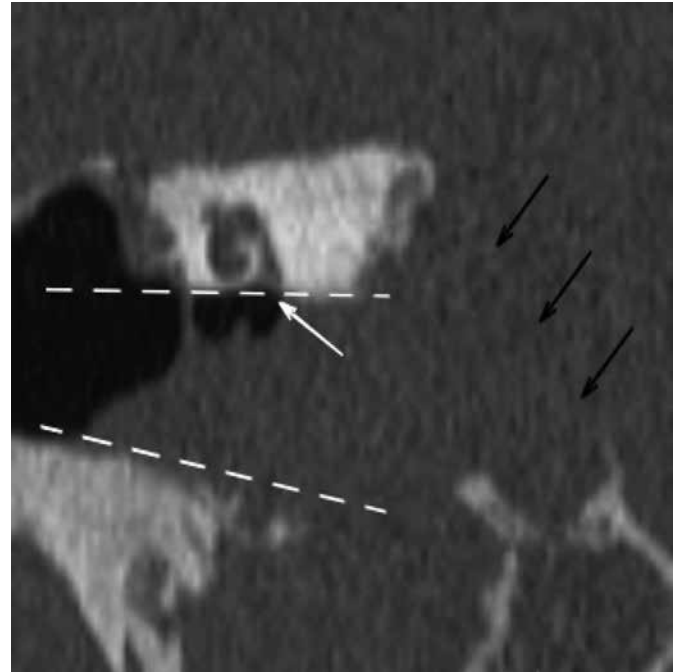


required the modification of access with the removal of the cochlea and increased access to the petrous apex. The use of endoscopic technology allowed to sanitize the area beyond the medial wall of the internal carotid artery, which is inaccessible to the view through the microscope, without additional expansion of the operative field, performing infratemporal B-type approach or translocation of the facial nerve.

### Conclusion

The infralabyrinthine apical cholesteatoma of the petrous temporal bone is one of the most complex operations in ENT surgery and requires high competence and good knowledge of the microanatomy of the temporal bone with its surrounding structures. Inadequate sanitation leads to a more aggressive pathological process, which complicates repeated surgical interventions. The use of intraoperative endoscopy, as well as modern equipment (facial nerve monitoring systems, navigation systems), allow to completely remove of the cholesteatoma matrix, avoid recurrence, significantly reduce the risk of injury to vital structures in this area and preserve hearing in some cases (in the absence of cochlear destruction).

We recommend that all patients with common cholesteatoma perform an MRI scan in a DWI mode from 6 to 12 months after surgery to rule out residual cholesteatoma. However, this does not cancel the revision, given the impossibility to differentiate the cholesteatoma recurrence due to the small size of the focus and the danger of more aggressive growth in some cases.



*Fig. 4. CT scan of patient N. after surgery, coronary projection. Black arrows indicate a defect in the inferior petrous surface, part of the occipital and sphenoid bones in the clivus area, filled with muscle; ICA wall is not traceable. The white arrow indicates a bone defect in the initial part of the basal turn of the cochlea. The dotted lines define the expanded viewing corridor when performing the endoscopic stage of the operation*

### REFERENCES

1. Klinicheskiye sluchai kholesteatomy piramidy visochnoy kosti [Clinical cases of cholesteatoma of the petrous temporal bone] / Kh. M. Diab, N. A. Daikhes, E. G. Varosyan [et al.] // Russian otorhinolaryngology. – 2017. – N 5. – P. 108–113.
2. Osobennosti khirurgicheskogo lecheniya patsiyentov s khronicheskim gnoynym srednim otitom [Features of surgical treatment of patients with chronic suppurative otitis media] / Kh. M. Diab, N. A. Daikhes, O. V. Karneyeva [et al.] // Materials of the XIX Congress of Otorhinolaryngologists of Russia. – Saint Petersburg: Poliforum, 2016. – P. 230–231.
3. Beyond the middle ear: endoscopic surgical anatomy and approaches to inner ear and lateral skull base / L. Presutti, J. F. Nogueira, M. Alicandri-Ciufelli [et al.] // Otolaryngol. Clin. North Am. – 2013. – Vol. 46 (2). – P. 189–200.
4. Endoscopic transcanal corridors to the lateral skull base: Initial experiences / D. Marchioni, M. Alicandri-Ciufelli, A. Rubini [et al.] // Laryngoscope. – 2015. – Vol. 125. – Suppl. 5. – S1–S13.
5. Fisch U., Mattox D. Microsurgery of the Skull Base. – NY: Thieme, 1988. – P. 22–32.
6. Giant Petrous Bone Cholesteatoma: Combined Microscopic Surgery and an Adjuvant Endoscopic Approach / G. Iannella, E. Savastano, B. Pasquariello [et al.] // J. Neurol. Surg. Rep. – 2016. – Vol. 77 (1). – e46–e49.
7. House W. F., De la Cruz A., Hitselberger W. E. Surgery of the skull base: transcochlear approach to the petrous apex and clivus // Otolaryngology. – 1978. – Vol. 86, N 5. – P. 770–779.
8. Management of complex cases of petrous bone cholesteatoma / Y. Pandya, E. Piccirillo, F. Mancini [et al.] // Annals of Otolaryngology, Rhinology, Laryngology. – 2010. – Vol. 119 (8). – P. 514–525.
9. Moffat D., Jones S., Smith W. Petrous temporal bone cholesteatoma: a new classification and long-term surgical outcomes // Skull Base. – 2008. – Vol. 18 (2). – P. 107–115. – Doi: 10.1055/s-2007-991112.
10. Petrous bone cholesteatoma / M. Sanna, C. Zini, R. Gamoletti [et al.] // Skull Base Surg. – 1993. – Vol. 3 (4). – P. 201–213.
11. Petrous bone cholesteatoma: classification, management and review of the literature / M. Sanna, Y. Pandya, F. Mancini [et al.] // Audiol. Neurootol. – 2011. – Vol. 16 (2). – P. 124–136.
12. The system of the modified transcochlear approach: a lateral avenue to the central skull base / M. Sanna, A. Mazzoni, E. Saleh [et al.] // Am. J. Otol. – 1998. – Vol. 19 (1). – P. 88–97.

# ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ: ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ НАЗАЛЬНОЙ ЛИКВОРЕИ

## REVIEW OF LITERATURE: PRINCIPLES OF DIAGNOSTICS OF CEREBROSPINAL FLUID RHINORRHEA

**Д. Н. Капитанов, Е. В. Шелеско, А. Д. Кравчук,  
Н. А. Черникова, Д. Н. Зинкевич**

**D. N. Kapitanov, E. V. Shelesko, A. D. Kravchuk,  
N. A. Chernikova, D. N. Zinkevich**

*ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России*

*Burdenko' National Scientific and Practical Center for Neurosurgery of the Ministry of Healthcare of Russia*

**РЕФЕРАТ.** Назальная ликворея – истечение цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) в полость носа или околоносовые пазухи вследствие врожденного или приобретенного дефекта костей основания черепа. Данное заболевание приводит к потенциально смертельным осложнениям: менингит, пневмоцефалия, пневмония. Диагностические тесты довольно сильно различаются по чувствительности, специфичности, точности, инвазивности и стоимости. С учетом всех критериев лучшими методами для подтверждения назальной ликвореи являются определение бета-2-трансферрина или бета-трассе-протеина, для локализации дефекта – компьютерная томография высокого разрешения. На основании обзора предложен диагностический алгоритм назальной ликвореи.

**SUMMARY.** Nasal liquorrhea is the leakage of cerebrospinal fluid (CSF) into the nasal cavity or the paranasal sinuses as a result of congenital or acquired defects of the skull base. This condition can lead to potentially fatal complications, such as meningitis, pneumocephalus, pneumonia. This review demonstrates that CSF rhinorrhea diagnostic approaches vary in sensitivity, specificity, accuracy, invasiveness and cost. Taking all criteria into account, we have concluded that the best methods for confirming CSF rhinorrhea are beta-2-transferrin or beta-trace protein tests, and high resolution computed tomography for localization. In accordance with the acquired data we have proposed a diagnostic algorithm for CSF rhinorrhea.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** назальная ликворея, бета-2-трансферрин, бета-трассе-протеин, компьютерная томография, цистернография, МРТ-цистернография, флуоресцеин натрия.

**KEY WORDS:** CSF leaks, beta-2-transferrin, beta-trace protein, CT, cisternography, MR cisternography, fluorescein sodium.

### Введение

Назальная ликворея – истечение цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) из ликворных пространств полости черепа в полость носа или околоносовые пазухи вследствие врожденного или приобретенного дефекта костей основания черепа и мозговых оболочек различной этиологии. По этиологии различают травматическую, ятрогенную и спонтанную назальную ликворею [45].

При профузном истечении ЦСЖ из полости носа диагностика не представляет трудностей, однако установить наличие скрытой ликвореи сложно. При этом в связи с развитием таких потенциально смертельных осложнений, как менингит, пневмоцефалия, пневмония, летальность составляет 8–10% [14]. Существуют две основные задачи диагностики данной патологии: подтверждение наличия ликвореи и точное определение локализации ликворной фистулы с целью планирования дальнейшей хирургической тактики. S. K. Wise и соавт. [23] в своем исследовании доказали, что отсутствие возможности точно локализовать место дефекта приводит к неудачной операции.

Для подтверждения диагноза назальной ликвореи используются визуальный тест, симптом «кольца», тест на определение глюкозы, бета-2-трансферрина, бета-трассе-протеина в секрете и радионуклидная цистернография. Для установления локализации дефекта используют КТ высокого разрешения (КТВР), МРТ-цистернографию (МРЦГ), КТ-цистернографию (КТЦГ), эндоскопическое исследование полости носа, флюоресцеиновый тест. Эти методы отличаются друг от друга по чувствительности, специфичности, точности, доступности, стоимости и инвазивности.

### Цель данного обзора

Освещение и сравнительный анализ всех современных методов диагностики назальной ликвореи, обоснование наиболее эффективных и перспективных подходов и алгоритмов.

### Материалы и методы

Литературный обзор, составленный на основании статей на английском и русском языках, найденных в базе данных Medline, относящихся к диагностике назальной ликвореи различной этиологии и лока-





лизации. Было отобрано 39 статей. Проводилось сравнение чувствительности, специфичности, точности 9 методов диагностики назальной ликвореи.

### **Визуальный тест**

При подозрении на назальную ликворею проводится визуальный тест. Выполняют анемизацию полости носа и просят пациента наклонить голову вперед. Выделение прозрачной бесцветной жидкости редкими или частыми каплями может свидетельствовать в пользу явной назальной ликвореи. Дифференциальный диагноз проводят с аллергическим, вазомоторным ринитом, болезнью прооперированного носа.

### **Симптом «кольца»**

При травматической назальной ликворее, если ЦСЖ выделяется вместе с кровью, то на носовом платке вокруг центрального кровавого пятна образуется характерный светло-желтый ободок – симптом «кольца» [4]. D. J. Dula и W. Fales [20] проводили исследование, посвященное этому методу диагностики. Они смешивали каплю крови с ликвором, 0,9%-ным натрием хлоридом, водой, назальным секретом. Далее полученные комбинации наносились на различные белые материалы (медицинская марля, постельное белье, бумажные салфетки). Авторы выяснили, что смесь крови и ликвора всегда образует симптом «кольца» в концентрации ЦСЖ от 30% до 90%. Однако при смешивании крови с другими прозрачными жидкостями остается подобный след на всех протестированных фильтрующих поверхностях, что говорит об отсутствии специфичности данного теста.

### **Глюкозный тест (биохимическое исследование концентрации глюкозы в отделяемом из носа)**

Н. С. Благовещенская предложила использовать биохимический анализ на определение концентрации глюкозы в назальном секрете [3]. Данный лабораторный метод традиционно считался скрининговым в диагностике назальной ликвореи из-за простоты исполнения и низкой стоимости. Концентрация глюкозы в ликворе в норме 2,2–3,9 ммоль/л, что выше, чем в нормальном носовом секрете или слезной жидкости. Мы выявили 5 исследований, посвященных этому методу диагностики [19, 21, 26, 27, 46]. D. J. Steedman и M. Gordon [46] проводили исследование назального секрета 50 здоровых добровольцев. Они обнаружили повышенный уровень глюкозы в 26% случаев. Еще в 1960-е годы появились исследования, доказывающие, что обнаружение глюкозы в выделениях из носа у пациентов с другой патологией возможно. В. J. Philips и соавт. [26] оценивали содержание глюкозы в выделениях из носа у 19 здоровых добровольцев, у 20 пациентов – с острым вирусным ринитом, у 24 пациентов – с сахарным диабетом и у 60 – находящихся на ИВЛ в отделении интенсивной терапии.

Было установлено, что глюкоза не определялась у здоровых пациентов, но была обнаружена у 50% больных острым вирусным ринитом, у 90% больных с сахарным диабетом и в 52% случаев у пациентов на ИВЛ. Таким образом, повышенный уровень глюкозы определяется в условиях острого воспаления и гипергликемии. Оба эти патологических состояния могут быть в случае острой ЧМТ с повреждением основания черепа. D. M. Wood с соавт. [21] проводили исследование на 30 здоровых добровольцах до и после сахарной нагрузки. Они использовали 20%-ный раствор декстрозы внутривенно или 75 мг глюкозы перорально. По результатам опыта, глюкоза была обнаружена в носовом секрете при уровне глюкозы в крови от 6,7 до 9,7 ммоль/л, и изменения произошли в течение 10 минут.

D. T. Chan с соавт. [27] сравнивали глюкозные тест-полоски и определение бета-2-трансферрина в отделяемом в 15 случаях назальной ликвореи и оторреи. Они доказали, что тест-полоски обладают нулевой специфичностью и низкой чувствительностью (80%). A. Warnescke с соавт. [19] также анализировали применение глюкозных тест-полосок у 19 пациентов. По их данным, чувствительность составила 100%, специфичность – 45% по сравнению с результатами анализа на бета-2-трансферрин.

Таким образом, глюкозный тест будет объективным, если известно, что образец не содержит крови, нет признаков вирусной инфекции дыхательных путей, пациент имеет нормальный уровень глюкозы в крови. Однако эти критерии трудновыполнимы, особенно при травматической, ятрогенной ликворее, и в случае тяжелобольных высок риск ложноположительных результатов, что может привести к неоправданным хирургическим вмешательствам.

### **Определение бета-2-трансферрина и бета-trace-протеина**

Бета-2-трансферрин и бета-trace-протеин – это специфические белки, которые синтезируются клетками мягкой мозговой оболочки и сосудистыми сплетениями [5]. В США и Европе тест на определение уровня этих гликопротеинов в назальном секрете является «золотым» стандартом лабораторной диагностики ликвореи, так как метод позволяет быстро, неинвазивно, с высокой чувствительностью и специфичностью диагностировать данную патологию [19, 25, 31, 36].

В мировой литературе было найдено 5 исследований, посвященных бета-2-трансферриновому тесту и 5 статей по диагностике назальной ликвореи с помощью определения бета-trace-протеина. Все эти исследования сравнивали результаты анализа на эти гликопептиды с другими методами, такими как тест с флюоресцеином, радионуклидная цистернография, проводился анализ медицинской документации. Все авторы отмечают простоту метода диагностики: осуществляется сбор назального секрета в пробирку

с последующим направлением в лабораторию для биохимического анализа. При скудном характере выделений материал может быть собран в течение нескольких дней. В. S. Bleier и соавт. [37] оценивали достоверность анализа бета-2-трансферрина в образцах ЦСЖ, хранимых в течение 7 дней в холодильнике и при комнатной температуре, у 6 пациентов. Было установлено, что температура и длительность хранения не оказывают существенного влияния на точность теста.

По данным исследований, чувствительность теста на бета-2-трансферрин находится в диапазоне от 87% до 100%, а специфичность – от 71% до 100% [19, 25, 31, 37, 43]. Так, А. Warnecke и соавт. [19] проводили тесты на бета-2-трансферрин у 205 пациентов с подозрением на назальную ликворею и отоликворею. По результатам исследования, чувствительность и специфичность метода составляет 97% и 99%.

А. Н. Marshall с соавт. [31] сообщают в своей статье, что из 30 пациентов с назальной ликвореей 18 были протестированы на бета-2-трансферрин и все результаты были положительными. Это подтверждено интраоперационной визуализацией, флуоресциновым тестом и КТ высокого разрешения (КТВР).

Высокие чувствительность и специфичность в большом количестве наблюдений, а также тот факт, что определение бета-2-трансферрина является неинвазивным и недорогим, отличают его как очень надежный и экономически выгодный тест для подтверждения назальной ликвореи [19, 25, 31, 37, 43].

По данным мировой литературы, чувствительность и специфичность теста на бета-трассе-протеин колеблется от 91% до 100% и 86% до 100%, что превосходит показатели чувствительности и специфичности (71% до 94%) бета-2-трансферрина [8, 9, 10, 15, 36]. Из дополнительных преимуществ тест отличает низкая стоимость и быстрое время обработки данных (требуется менее 15 минут на проведение анализа) [8, 9, 36]. Однако бета-трассе-протеин содержится не только в ЦСЖ, но и в крови, хотя и в очень низких концентрациях. Е. Arrer и соавт. [9] сообщают, что почечная недостаточность увеличивает содержание бета-трассе-протеина, а бактериальные менингиты уменьшают его уровень, поэтому тест не рекомендуют использовать у этих групп пациентов.

### Радионуклидная цистернография

Радионуклидная цистернография является инвазивным лучевым методом, при котором эндолумбально вводится радиоактивный сывороточный альбумин, меченный  $^{131}\text{I}$  или бета-излучающий радиоактивный фосфор ( $^{32}\text{P}$ ) в виде двузамещенного фосфата натрия, радиоактивное золото, пертехнетат технеция ( $^{99}\text{Tc}$ -ДТПК),  $^{111}\text{In}$  [30]. Затем в гамма-камере оценивают их распределение в подбололочечном пространстве спинного и головного мозга. Метод является подтверждающим наличие назальной ликвореи, но не служит для определения локализации

дефекта. Радионуклидная цистернография была самым распространенным методом для диагностики ликворных фистул до появления КТ и МРТ [11]. В настоящее время этот метод практически не применяется в связи с его низкой эффективностью, высокой стоимостью и высоким уровнем осложнений [12].

Три исследования имеют отношение к использованию радионуклидной цистернографии для диагностики назальной ликвореи. Эти исследования показывают, что ее чувствительность находится в диапазоне от 76% до 100%, специфичность 100% и точность 90% [7, 35, 38]. Таким образом, метод дорогой, инвазивный и имеет более низкую чувствительность, чем определение бета-2-трансферрина.

На основании этих данных радионуклидная цистернография не рекомендована для рутинного подтверждения назальной ликвореи.

### КТ высокого разрешения

Компьютерная томография высокого разрешения является методом выбора для определения локализации костного дефекта с ликворной фистулой (рис. 1 а, б).

Было проанализировано 5 статей, посвященных этому методу диагностики. Чувствительность и специфичность, по разным данным, варьируется от 60% до 100% и от 50% до 100% соответственно, точность – 87–93% [16, 18, 24, 29, 44]. В большинстве исследований значения находятся в верхних пределах шкалы.

М. J. Sillers с соавт. [44] сообщают низкий процент обнаружения ликворных фистул, по данным КТВР, – 62%. В дальнейшем все находки на КТ были подтверждены хирургически. Возможно, это связано с тем, что в данное исследование включались в основном пациенты с закрытыми черепно-мозговыми травмами и после эндоскопической хирургии околоносовых пазух, то есть с мельчайшими дефектами, а не с очевидными переломами основания черепа. В некоторых случаях при КТВР можно не только выявить переломы черепа, но и зафиксировать истечение ликвора через дефект. R. P. Manes с соавт. [29] наблюдали 15 пациентов со спонтанной назальной ликвореей, получив отрицательные данные по КТВР. Они обнаружили, что у этих 15 больных с неопределенным костным дефектом имелось контрастирование фистулы в области ситовидной пластинки, которое в дальнейшем было подтверждено интраоперационно в 100% случаев.

V. La Fata с соавт. [16] сообщают, что чем тоньше срезы КТВР, тем точнее можно определить размер дефекта. Если шаг КТВР около 2 мм, точность определения размера – 75%.

По данным J. A. Stone с соавт. [24], точность КТВР составила 100% (21 из 21 случая, подтвержденных интраоперационно). По данным G. M. Oakley с соавт. [18], чувствительность метода – 87%, а цена – 504 доллара. Таким образом, по этим данным,

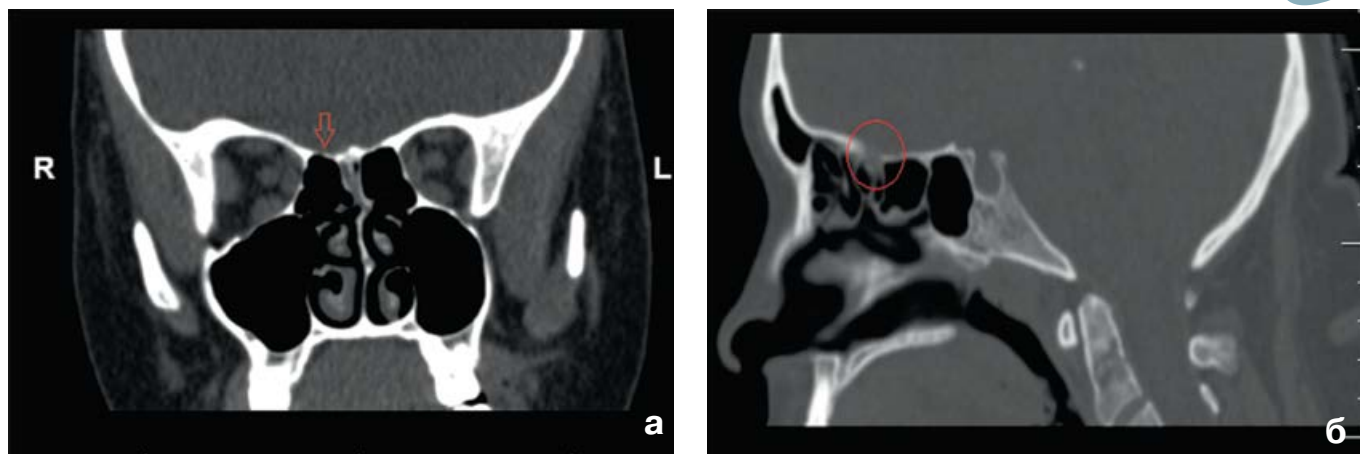


Рис. 1. КТ высокого разрешения:

а) фронтальная проекция. Сложный дефект основания черепа в области ситовидной пластинки;  
б) сагиттальная проекция. Дефект основания черепа в области ситовидной пластинки

возможно сделать вывод, что КТВР более чувствительный и дешевый метод по сравнению с МРТ-или КТ-цистернографией.

Следует заметить, что в норме на КТВР могут определяться подозрительные на наличие дефекта участки основания черепа, но не все дефекты являются источниками ликвореи. Из-за недостатка специфичности в некоторых исследованиях рекомендуется использовать комбинацию КТ и МРТ [2]. При этом сочетании чувствительность и точность методов – 90–96%.

Несмотря на противоречивые данные в литературе, КТВР является лучшим методом для обнаружения дефекта, а также особенностей анатомии полости носа и околоносовых пазух и для планирования эндоскопических вмешательств на основании черепа.

#### Магнитно-резонансная цистернография

МР-цистернография – неинвазивный метод визуализации, используемый для диагностики назальной ликвореи, так как ЦСЖ имеет гиперинтенсивный сигнал на T2-взвешенных изображениях. Так как на изображении отсутствует сигнал от костных структур, метод малоинформативен для ликворных фистул малого размера (менее 3 мм), но МР-цистернография способствует лучшей идентификации менингоэнцефалоцеле [2].

Было найдено 5 исследований, в которых обсуждалась МР-цистернография для диагностики ликвореи. Чувствительность этого метода, по данным разных авторов, составляет от 56% до 94%, специфичность – от 57% до 100%, точность – от 78% до 96% [28, 33, 39, 47, 48].

Во многих исследованиях описана МР-цистернография с контрастом (гадолинием), введенным эндолюмбально. Несмотря на то, что это исследование инвазивное в отличие от стандартной МР-цистернографии, некоторые авторы считают ее безопасной и эффективной альтернативой для

установления локализации ликворной фистулы. По их данным, чувствительность МР-цистернографии с гадолинием находится в диапазоне от 61% до 100%, специфичность – от 66% до 80% [39, 47].

В двух из этих исследований [33, 48] оценивалась безопасность метода. Для этого проводилось неврологическое обследование пациентов во время введения контраста и в период наблюдения в течение нескольких месяцев. Эндолюмбальное введение контрастного вещества может вызвать такие осложнения, как аллергические реакции, различную неврологическую симптоматику, эпилептический приступ, нарушение мозгового кровообращения. Ни в одном исследовании не было зарегистрировано подобных осложнений, за исключением головной боли (24% пациентов), которая купировалась консервативными методами лечения.

При сравнении МР-цистернографии с введением гадолиния эндолюмбально со стандартной МР-цистернографии в T2-режиме авторы делают вывод, что первая более эффективна в выявлении локализации ликворной фистулы [28, 47, 48]. Однако с учетом инвазивности методики более разумно использовать ее в неоднозначных и сложных случаях.

Таким образом, стандартная МР-цистернография и МР-цистернография с введением гадолиния эндолюмбально – очень точные методы для локализации ликворной фистулы. Возможно их сочетание с другими методами визуализации. Однако, учитывая высокую стоимость и инвазивность МР-цистернографии с введением гадолиния, они показаны, если результаты других тестов неоднозначны [28, 39, 47, 48].

#### КТ-цистернография

Для проведения КТ-цистернографии необходимо выполнить люмбальную пункцию и ввести эндолюмбально контрастное вещество. Затем делается ряд снимков, по которым, как и при МР-цистернографии, можно подтвердить назальную ликворею и локализо-

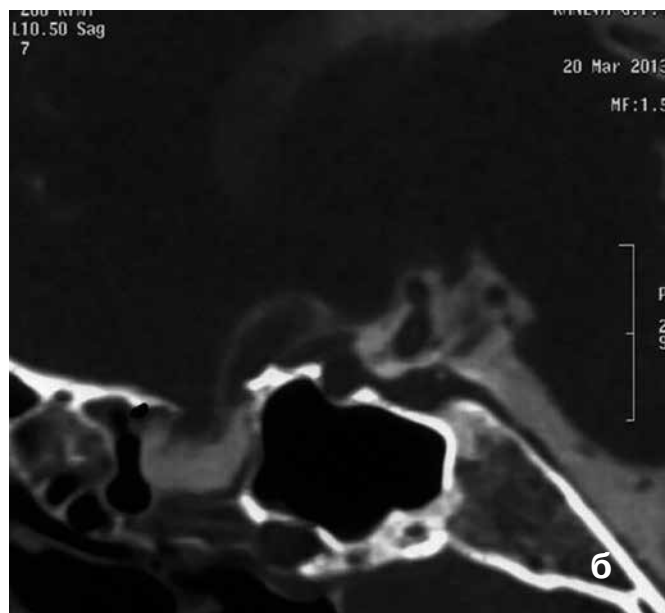


Рис. 2. КТ-цистернография:  
а) фронтальная проекция. Дефект в крыше решетчатого лабиринта слева;  
б) дефект в крыше решетчатого лабиринта

вать ликворную фистулу по месту распространения контраста экстракраниально (рис. 2 а, б) [6].

В 5 исследованиях, посвященных КТ-цистернографии, сообщается, что чувствительность метода колеблется от 33% до 100%, специфичность – 94% и точность находится в диапазоне от 33% до 63% [1, 13, 17, 34, 40].

По сравнению с МР-цистернографией КТ-цистернография имеет ниже показатели чувствительности – 33–72% (МР-цистернография без контраста – 67–93%, с эндолюмбально введенным гадолинием – 80%) [34]. Однако по сравнению с МР-цистернографией КТ-цистернография обладает более низкой стоимостью.

Н. В. Арутюнов и соавт. сообщают, что при сочетании КТВР и МРТ чувствительность повышается до 100%, и эти методы диагностики неинвазивные [1].

Таким образом, КТ-цистернография, хотя и имеет более низкую чувствительность и точность по сравнению с другими методами, однако широко используется в диагностике назальной ликвореи до настоящего времени [1, 17].

### Флуоресцеиновый тест

Эндолюмбальное введение флуоресцеина позволяет точно локализовать дефект в основании черепа во время диагностической эндоскопии или оперативного вмешательства за счет окрашивания ЦСЖ в зеленый цвет (рис. 3).

Применение флуоресцеинового теста в литературе еще не имеет определенности, так как отсутствуют четкие рекомендации относительно дозировки и алгоритма введения препарата [22].

В базах данных pubmed было найдено 5 исследований, целью которых было изучить точность и безопасность флуоресцеинового теста. В исследованиях сообщается, что идентификация дефекта с помощью флуоресцеинового теста колеблется в диапазоне от 46% до 100% [32, 42, 49, 51, 52]. R. Seth с соавт. [51] отмечают, что введение флуоресцеина во время операции не оказывает статистически значимого влияния на частоту рецидивов назальной ликвореи.

Важным вопросом, широко обсуждаемым в литературе, является безопасность этого диагностического метода. Последние исследования показали, что побочные эффекты, во-первых, непосредственно связаны с дозировкой и концентрацией флуоресцеина, а во-вторых, управляемы. R. Keerl с соавт. [52] сообщают о своем опыте диагностики назальной ликвореи с помощью флуоресцеинового теста. В их серии случаев было выполнено 420 введений флуоресцеина, дозировка находилась в диапазоне от 0,5 до 2 мл 0,5–5%-ного флуоресцеина, что эквивалентно от 2,5 до 100 мг. J. I. Moseley с соавт. [32] проводили опрос 1111 членов Американской ассоциации нейрохирургов. По их данным, флуоресцеин используется в дозе от 0,1 до 5,0 мл 5%-ного флуоресцеина, разведенного в 0–10 мл ЦСЖ пациента. Имеются сообщения, что серьезные побочные эффекты, такие как парез нижних конечностей, эпилептические приступы, нарушение функции черепно-мозговых нервов, летальный исход, могут возникнуть при введении препарата в высоких дозах – 500–1250 мг [32, 42, 49]. В дозах от 25 до 50 мг могут возникнуть незначительные побочные эффекты, которые объясняются не только одним действием флуоресцеина [42, 49].



Флуоресцеиновый тест является вариантом для подтверждения и локализации ликворной фистулы. Преимуществом считается высокая точность, диагностика в реальном времени и низкая стоимость. Однако необходимы исследования на более высоком уровне, чтобы разработать наиболее безопасные и эффективные методики применения препарата.

**Дискуссия**

Для диагностики назальной ликвореи существует множество методов. Этот обзор показывает, что диагностические тесты довольно сильно различаются по чувствительности, специфичности, точности, инвазивности и стоимости. Хотя, по свидетельствам мировой литературы, невозможно разработать клинические рекомендации. На основании полученных данных был сформирован оптимальный алгоритм для диагностики назальной ликвореи.

В 2002 году J. S. Zapalac с соавт. [53] предложили алгоритм, который был усовершенствован в 2015 году G. M. Oakley с соавт. [18]. Учитывая точность и финансовые затраты на проведение диагностических тестов, авторы пришли к выводу, что лучшими

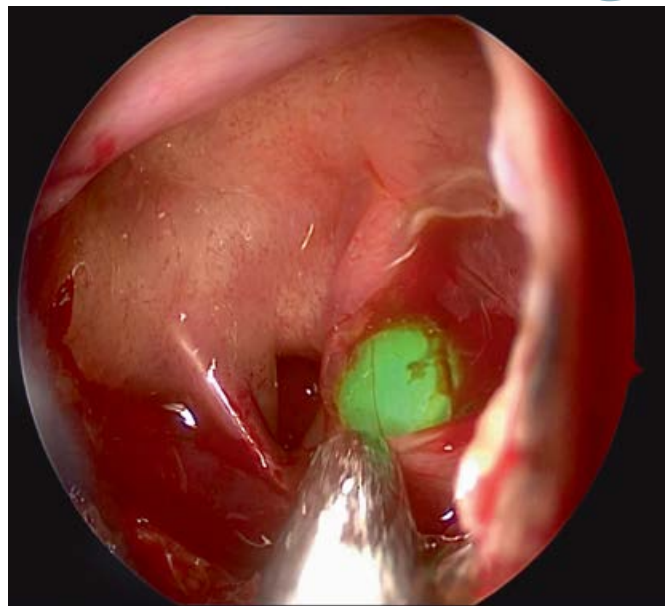


Рис. 3. Положительный флуоресцеиновый тест. Менингоцеле клиновидной пазухи, окрашенное зеленым цветом при введении флуоресцеина натрия эндлюмбально

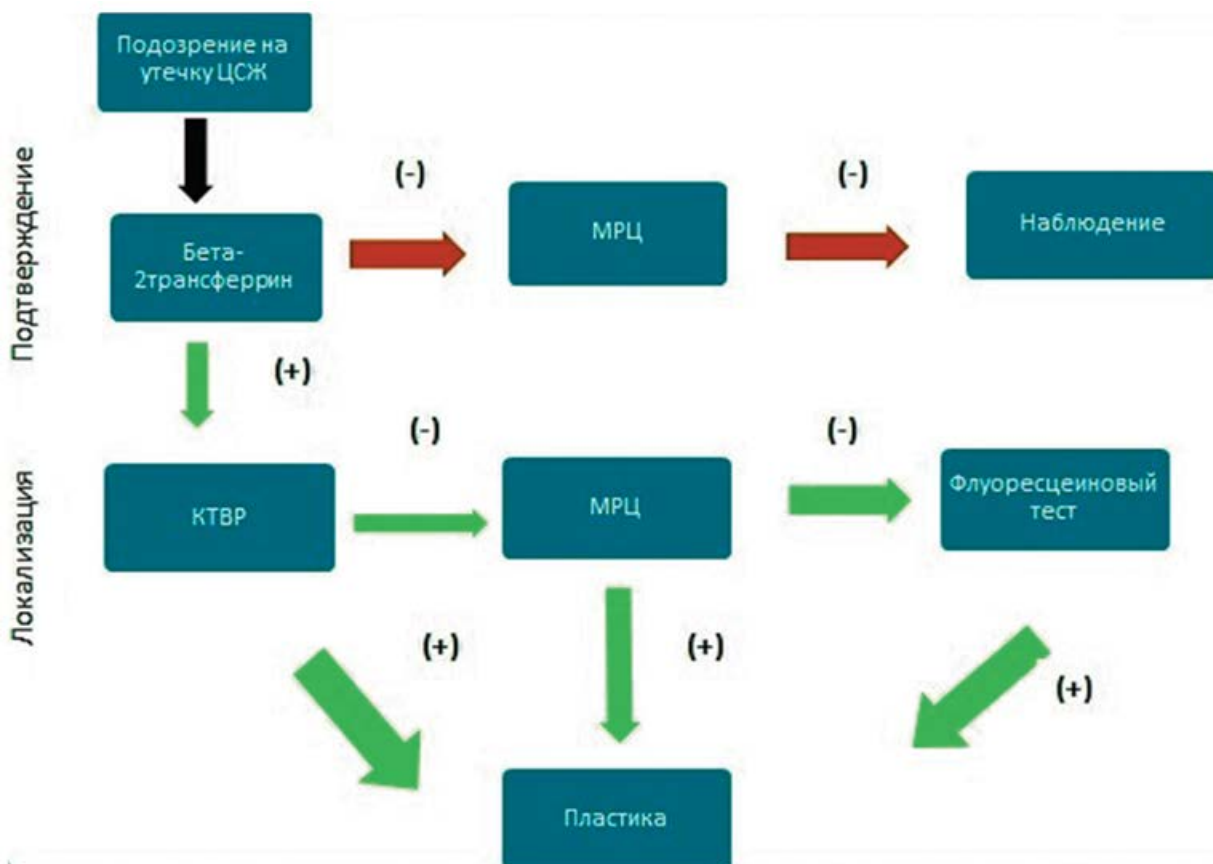


Рис. 4. Алгоритм, предложенный G. M. Oakley с соавт. [18] в 2016 году

Примечание. ЦСЖ – цереброспинальная жидкость, КТВР – компьютерная томография высокого разрешения, МРЦ – магнитно-резонансная цистернография

методами для подтверждения назальной ликвореи является определение бета-2-трансферрина или бета-trace-протеина, для локализации дефекта – КТВР.

Из-за высокой стоимости, имеющих рисков, низкой чувствительности, специфичности и точности не рекомендуется рутинное использование радионуклидной цистернографии. Отсутствие работ за последнее время позволяет рассматривать данный метод уже в историческом контексте.

По данным G. M. Oakley с соавт. [18], МР-цистернография без контраста может быть столь же эффективной для подтверждения ликвореи, как и радионуклидная цистернография, так как этот метод неинвазивный и более доступный. Поэтому, если нет возможности для проведения бета-2-трансферринового теста или результаты сомнительны (например, из-за недостаточного количества назального секрета), методом выбора, подтверждающим ликворею, является МР-цистернография. Эти выводы дополняют алгоритм J. S. Zapalac [53], который в 2002 году не использовал этот метод.

Для определения локализации дефекта методом выбора по-прежнему является КТВР, так как она легкодоступна, неинвазивна и обладает высокой точностью, а также почти в 3 раза дешевле МР-цистернографии. Поэтому мы согласны с алгоритмом J. S. Zapalac и G. M. Oakley с соавт. [18, 53], что для определения локализации в первую очередь нужно делать КТВР.

Все исследования за последнее время [1, 2, 6, 13, 16, 17, 18, 24, 28, 33, 34, 39, 40, 47, 48], касающиеся КТ-цистернографии, ставят под сомнение первосте-

пенность этого метода в определении локализации фистулы, что связано с его инвазивностью, меньшей чувствительностью, специфичностью и точностью, чем КТВР.

Флуоресцеиновый тест можно использовать как для подтверждения ликвореи, так и для определения локализации, в том числе интраоперационной. Но из-за существенных рисков, связанных с введением препарата, авторы предлагают использовать его в качестве дополнительного метода. J. S. Zapalac [53] ставит флуоресцеиновый тест на третье место после КТВР и МР-цистернографии. Однако после 2002 года появилось много публикаций, свидетельствующих о безопасности и высокой эффективности метода при введении препарата в малых дозах [41, 42, 49, 50]. Тем не менее требуется дальнейшее проведение исследований по изучению данной темы и разработки оптимальной методики применения флуоресцеина. Сводные данные по чувствительности, специфичности, точности, стоимости даны в таблице 1.

В общей сложности с 2002 года имеется мало публикаций, которые изменяют алгоритм J. S. Zapalac [53]. Исключениями являются замена радионуклидной цистернографии на МР-цистернографию в качестве подтверждающего исследования (G. M. Oakley с соавт. в 2016 году [18]). Обновленный алгоритм представлен на рисунке 4.

Практика доказательной медицины подразумевает объединение научных данных с индивидуальным подходом к каждому пациенту в случаях назальной ликвореи. В случае диагностики назальной ликво-

**Таблица 1**
**Сводные данные разных методов диагностики назальной ликвореи**

Метод исследования	Чувствительность	Специфичность	Стоимость	Инвазивность
Глюкозный тест	80–100%	0–45%	низкая	–
β2-трансферриновый тест	87–100%	71–100%	37,90\$	–
β-trace-протеиновый тест	91–100%	86–100%	20,31\$	–
Компьютерная томография высокого разрешения	44–100%	85–100%	280,32\$	–
Компьютерная цистернография	33–72%	94%	542,76\$	+
Магнитно-резонансная цистернография	56–94%	57–100%	807,34\$	–
Флуоресцеиновый тест	73–100%	100%	высокая	+



реи доказательства, включенные в данный обзор, к сожалению, не очень надежные, но это указывает на существующую потребность в более точных исследованиях. В последнее время было опубликовано много исследований с уровнем доказанности 4. Поэтому необходимо проведение дополнительных исследований с более высокой доказательной базой.

В России для подтверждения назальной ликвореи используется глюкозный тест в связи с отсутствием лаборатории для определения бета-2-трансферринов и бета-трассе-протеина. Для определения ликвореи и локализации дефекта в качестве рутинного метода до сих пор используется КТ-цистернография, так как она входит в список квотируемых диагностических методов. МР-цистернография не входит в перечень методов, оплачиваемых государством в диагностике

назальной ликвореи, в связи с чем ее использование резко ограничено.

#### Выводы

1) Учитывая чувствительность, специфичность, точность и финансовые затраты на проведение диагностических тестов, лучшими методами для подтверждения назальной ликвореи является определение бета-2-трансферрина или бета-трассе-протеина, для локализации дефекта – КТ высокого разрешения.

2) В случае диагностики назальной ликвореи доказательства, включенные в данный обзор, к сожалению, не очень надежные, но это указывает на существующую потребность в более точных исследованиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнов Н. В., Гриндель О. М. КТ-цистернография с современными неионными рентгеноконтрастными препаратами в диагностике базальных ликворей различного генеза // Вопросы нейрохирургии. – 1994. – № 4. – С. 27–29.
2. Арутюнов Н. В., Петряйкин А. В., Корниенко В. Н. Визуализация ликворотока на основе магнитно-резонансной томографии // Вопросы нейрохирургии. – 2000. – № 3. – С. 140–144.
3. Благовещенская Н. С. Ринологические и отоневрологические данные в диагностике носовой ликвореи и значение их для выбора вида оперативного вмешательства // Вестник оториноларингологии. – 1995. – № 2. – С. 14–19.
4. Грузин П. Т., Ларионов С. Н. Посттравматическая назальная ликворея // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 1999. – Т. 16, № 1. – С. 40–45.
5. Диагностика и лечение спонтанной назальной ликвореи у больных с метаболическим синдромом / М. С. Махмурян, А. Д. Кравчук, Д. Н. Капитанов [и др.] // Вопросы нейрохирургии. – 2011. – № 4. – С. 82–91.
6. Современные методы исследования патологии ликворной системы / Н. В. Арутюнов, В. Н. Корниенко, Л. Н. Фадеева [и др.] // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2010. – Т. 4, № 1. – С. 34–40.
7. A retrospective analysis of spontaneous sphenoid sinus fistula: MR and CT findings / P. G. Shetty, M. M. Shroff, G. M. Fatterpekar [et al.] // AJNR Am. J. Neuroradiol. – 2000. – Vol. 21 (2). – P. 337–342.
8. Bateman N., Jones N. S. Rhinorrhea feigning cerebrospinal fluid leak: nine illustrative cases // J. Laryngol. Otol. – 2000. – Vol. 114 (6). – P. 462–464. – URL: <https://doi.org/10.1258/0022215001905850>
9. Beta-Trace protein as a marker for cerebrospinal fluid rhinorrhea / E. Arrer, C. Meco, G. Oberascher [et al.] // Clin. Chem. – 2002. – Vol. 48 (6 Pt 1). – P. 939–941.
10. Beta-trace-protein test: new guidelines for the reliable diagnosis of cerebrospinal fluid fistula / C. Meco, G. Oberascher, E. Arrer [et al.] // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2003. – Vol. 129 (5). – P. 508–517. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0194-5998\(03\)01448-7](https://doi.org/10.1016/s0194-5998(03)01448-7)
11. Casiano R. R., Jassir D. Endoscopic cerebrospinal fluid rhinorrhea repair: is a lumbar drain necessary? // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 1999. – Vol. 121 (6). – P. 745–750. – URL: <https://doi.org/10.1053/hn.1999.v121.a98754>
12. Cerebrospinal fluid rhinorrhea: A review of the literature / M. K. Zlab, G. F. Moore, D. T. Daly [et al.] // Ear. Nose Throat. J. – 1992. – Vol. 71 (7). – P. 314–317.
13. Cisternography in combination with single photon emission tomography for the detection of the leakage site in patients with cerebrospinal fluid rhinorrhea: preliminary report / F. Servadei, G. Moscatelli, G. Giuliani [et al.] // Acta Neurochir (Wien). – 1998. – Vol. 140 (1). – P. 1183–1189. – URL: <https://doi.org/10.1007/s007010050235>
14. Closure of cerebrospinal fluid leaks prevents ascending bacterial meningitis / M. Bernal-Sprekelsen, I. Alobid, J. Mullol [et al.] // Rhinology. – 2005. – Vol. 43 (4). – P. 277–281. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0194-5998\(03\)01254-3](https://doi.org/10.1016/s0194-5998(03)01254-3)
15. Comparison of beta-2-transferrin and beta-trace-protein for detection of cerebrospinal fluid in nasal and ear fluids / C. Schnabel, E. Di Martino, J. M. Gilsbach [et al.] // Clin. Chem. – 2004. – Vol. 50 (3). – P. 661–663. – URL: <https://doi.org/10.1373/clinchem.2003.024158>

16. CSF leaks: correlation of high-resolution CT and multiplanar reformations with intraoperative endoscopic findings / V. La Fata, N. McLean, S. K. Wise [et al.] // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* – 2008. – Vol. 29 (3). – P. 536–541. – URL: <https://doi.org/10.3174/ajnr.a0885>
17. CT cisternography in evaluation of cerebrospinal fluid rhinorrhea / T. Ozgen, I. H. Tekkok, A. Cila [et al.] // *Neuroradiology.* – 1990. – Vol. 32 (6). – P. 481–484. – URL: <https://doi.org/10.1007/bf02426459>
18. Diagnosis of cerebrospinal fluid rhinorrhea: an evidence-based review with recommendations / G. M. Oakley, J. A. Alt, R. J. Schlosser [et al.] // *International Forum of Allergy & Rhinology.* – 2016. – Vol. 6 (1). – P. 8–16. – URL: <https://doi.org/10.1002/alr.21637>
19. Diagnostic relevance of beta-2-transferrin for the detection of cerebrospinal fluid fistulas / A. Warnecke, T. Averbek, U. Wurster [et al.] // *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2004. – Vol. 130 (10). – P. 1178–1184. – URL: <https://doi.org/10.1001/archotol.130.10.1178>
20. Dula D. J., Fales W. The “ring sign”: is it a reliable indicator for cerebral spinal fluid // *Ann. Emerg. Med.* – 1993. – Vol. 22 (4). – P. 718–720. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(05\)81855-4](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(05)81855-4)
21. Effect of hyperglycaemia on glucose concentration of human nasal secretions / D. M. Wood, A. L. Brennan, B. J. Philips [et al.] // *Clin. Sci.* – 2004. – Vol. 106 (5). – P. 527–533. – URL: <https://doi.org/10.1042/cs20030333>
22. Endoscopic Identification and Repair of CSF Leaks of the Anterior Skull Base Using Intrathecal Sodium Fluorescein / K. Greistorfer, G. Wolf, W. Luxenberger [et al.] // *Otolaryngol. Head and Neck Surgery.* – 1996. – Vol. 115, N 2. – P. 165–166. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0194-5998\(96\)80878-3](https://doi.org/10.1016/s0194-5998(96)80878-3)
23. Endoscopic repair of skull base defects presenting with pneumocephalus / S. K. Wise, R. J. Harvey, S. J. Patel [et al.] // *J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2009. – Vol. 38 (4). – P. 509–516.
24. Evaluation of CSF leaks: high-resolution CT compared with contrast-enhanced CT and radionuclide cisternography / J. A. Stone, M. Castillo, B. Neelon [et al.] // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* – 1999. – Vol. 20 (4). – P. 706–712.
25. Evaluation of high resolution gel beta-(2)-transferrin for detection of cerebrospinal fluid leak / C. R. McCudden, B. A. Senior, S. Hainsworth [et al.] // *Clin. Chem. Lab. Med.* – 2013. – Vol. 51 (2). – P. 311–315. – URL: <https://doi.org/10.1515/cclm-2012-0408>
26. Factors determining the appearance of glucose in upper and lower respiratory tract secretions / B. J. Philips, J. X. Meguer, J. Redman [et al.] // *Intensive Care Med.* – 2003. – Vol. 29 (12). – P. 2204–2210. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00134-003-1961-2>
27. How useful is glucose detection in diagnosing cerebrospinal fluid leak. The rational use of CT and beta-2-transferrin assay in detection of cerebrospinal fluid fistula / D. T. Chan, W. S. Poon, C. P. Ip [et al.] // *Asian J. Surg.* – 2004. – Vol. 27. – P. 39–42. – URL: [https://doi.org/10.1016/s1015-9584\(09\)60242-6](https://doi.org/10.1016/s1015-9584(09)60242-6)
28. Intrathecal gadolinium-enhanced magnetic resonance cisternography in cerebrospinal fluid rhinorrhea: road ahead? / G. Goel, S. Ravishankar, P. N. Jayakumar [et al.] // *J. Neurotrauma.* – 2007. – Vol. 24 (10). – P. 1570–1575. – URL: <https://doi.org/10.1089/neu.2007.0326>
29. Manes R. P., Ryan M. W., Marple B. F. A novel finding on computed tomography in the diagnosis and localization of cerebrospinal fluid leaks without a clear bony defect // *Int. Forum Allergy Rhinol.* – 2012. – Vol. 2 (5). – P. 402–404. – URL: <https://doi.org/10.1002/alr.21048>
30. Marentette L. J., Valentino J. Traumatic anterior fossa cerebrospinal fluid fistulae and craniofacial considerations // *Otolaryngol. Clin. North Am.* – 1991. – Vol. 24 (1). – P. 151–163.
31. Marshall A. H., Jones N. S., Robertson I. J. An algorithm for the management of CSF rhinorrhea illustrated by 36 cases // *Rhinology.* – 1999. – Vol. 37 (4). – P. 182–185.
32. Moseley J. I., Carton C. A., Stern W. E. Spectrum of complications in the use of intrathecal fluorescein // *J. Neurosurg.* – 1978. – Vol. 48 (5). – P. 765–767. – URL: <https://doi.org/10.3171/jns.1978.48.5.0765>
33. Mostafa B. E., Khafagi A. Combined HRCT and MRI in the detection of CSF rhinorrhea // *Skull Base.* – 2004. – Vol. 14 (3). – P. 157–162. – URL: <https://doi.org/10.1055/s-2004-832259>
34. MR cisternography: a new method for the diagnosis of CSF fistulae / K. E. Eberhardt, H. P. Hollenbach, M. Deimling [et al.] // *Eur. Radiol.* – 1997. – Vol. 7 (9). – P. 1485–1491. – URL: <https://doi.org/10.1007/s003300050321>
35. Postpuncture CSF leakage: a potential pitfall of radionuclide cisternography / K. Sakurai, M. Nishio, S. Sasaki [et al.] // *Neurology.* – 2010. – Vol. 75 (19). – P. 1730–1734. – URL: <https://doi.org/10.1212/wnl.0b013e318217e733>
36. Predictive values of beta-trace-protein (prostaglandin D synthase) by use of laser-nephelometry assay for the identification of cerebrospinal fluid / G. Bachmann, H. Petereit, U. Djenabi [et al.] // *Neurosurgery.* – 2002. – Vol. 50. – P. 571–576. – URL: <https://doi.org/10.1227/00006123-200203000-00027>





37. Preliminary study on the stability of beta-2-transferrin in extracorporeal cerebrospinal fluid / B. S. Bleier, I. Debnath, B. P. O'Connell [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2011. – Vol. 144 (1). – P. 101–103. – URL: <https://doi.org/10.1177/0194599810390887>
38. Radionuclide cisternography in the diagnosis and management of cerebrospinal fluid leaks: the test of choice / B. M. Flynn, S. P. Butler, R. J. Quinn [et al.] // *Med. J. Aust.* – 1987. – Vol. 146 (92). – P. 82–84.
39. Ragheb A. S., Mohammed F. F., El-Anwar M. W. Cerebrospinal fluid rhinorrhea: diagnostic role of gadolinium enhanced MR-cisternography // *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* – 2014. – Vol. 45 (3). – P. 841–847. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejrm.2014.05.010>
40. Role of computed tomographic cisternography in the management of cerebrospinal fluid rhinorrhea / R. J. Payne, S. Frenkiel, R. Glikstein [et al.] // *Otolaryngol.* – 2003. – Vol. 32 (2). – P. 93–100. – URL: <https://doi.org/10.2310/7070.2003.37260>
41. Saafan M. E., Ragab S. M., Albirmawy O. A. Topical intranasal fluorescein: the missing partner in algorithms of cerebrospinal fluid fistula detection // *Laryngoscope.* – 2006. – Vol. 116 (7). – P. 1158–1161.
42. Safety of low-dose intrathecal fluorescein in endoscopic cranial base surgery / D. G. Placantonakis, A. Tabaee, V. K. Anand [et al.] // *Neurosurgery.* – 2007. – Vol. 61 (3 Suppl). – P. 165–166. – URL: <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000289729.20083.dc>
43. Separation of beta-2-transferrin by denaturing gel electrophoresis to detect cerebrospinal fluid in ear and nasal fluids / T. Gorogh, P. Rudolph, J. E. Meyer [et al.] // *Clin. Chem.* – 2005. – Vol. 51 (9). – P. 1704–1710. – URL: <https://doi.org/10.1373/clinchem.2005.054916>
44. Sillers M. J., Morgan C. E., el Gammal T. Magnetic resonance cisternography and thin coronal computerized tomography in the evaluation of cerebrospinal fluid rhinorrhea // *Am. J. Rhinol.* – 1997. – Vol. 11 (5). – P. 387–392. – URL: <https://doi.org/10.2500/105065897781286052>
45. Spontaneous cerebrospinal fluid leaks: a variant of benign intracranial hypertension / R. J. Schlosser, B. A. Woodworth, E. M. Wilensky [et al.] // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* – 2006. – Vol. 115 (7). – P. 495–500. – URL: <https://doi.org/10.1177/000348940611500703>
46. Steedman D. J., Gordon M. CSF rhinorrhea: significance of the glucose oxidase strip test // *Injury.* – 1987. – Vol. 18 (5). – P. 327–328. – URL: [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(87\)90053-2](https://doi.org/10.1016/0020-1383(87)90053-2)
47. T2-weighted vs intrathecal contrast-enhanced MR-cisternography in the evaluation of CSF rhinorrhea / G. Ecin, A. Y. Oner, N. Tokgoz [et al.] // *Acta. Radiol.* – 2013. – Vol. 54 (6). – P. 698–701. – URL: <https://doi.org/10.1177/0284185113478008>
48. The contribution of 3D-CISS and contrast-enhanced MR-cisternography in detecting cerebrospinal fluid leak in patients with rhinorrhea / O. Algin, B. Hakyemez, G. Gokalp [et al.] // *Br. J. Radiol.* – 2010. – Vol. 83 (987). – P. 225–232. – URL: <https://doi.org/10.1259/bjr/56838652>
49. The use of low-dose intrathecal fluorescein in endoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea / S. A. Javadi, H. Samimi, F. Naderi [et al.] // *Arch. Iran Med.* – 2013. – Vol. 16 (5). – P. 264–266. – URL: <https://doi.org/013165/AIM.004>
50. The use of topical intranasal fluorescein in endoscopic endonasal repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea / H. S. Liu, Y. T. Chen, D. Wang [et al.] // *Surg. Neurol.* – 2009. – Vol. 72 (4). – P. 341–345. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.surneu.2009.03.034>
51. The utility of intrathecal fluorescein in cerebrospinal fluid leak repair / R. Seth, K. Rajasekaran, M. S. Benninger [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2010. – Vol. 143 (5). – P. 626–632. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2010.07.011>
52. Use of sodium fluorescein solution for detection of cerebrospinal fluid fistulas: an analysis of 420 administrations and reported complications in Europe and the United States / R. Keerl, R. K. Weber, W. Draf [et al.] // *Laryngoscope.* – 2004. – Vol. 14 (2). – P. 266–272. – URL: <https://doi.org/10.1097/00005537-200402000-00016>
53. Zapalac J. S., Marple B. F., Schwade N. D. Skull base cerebrospinal fluid fistulas: a comprehensive diagnostic algorithm // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2002. – Vol. 126 (6). – P. 669–676. – URL: <https://doi.org/10.1067/mhn.2002.125755>

# REVIEW OF LITERATURE: PRINCIPLES OF DIAGNOSTICS OF CEREBROSPINAL FLUID RHINORRHEA

*D. N. Kapitanov, E. V. Shelesko, A. D. Kravchuk,  
N. A. Chernikova, D. N. Zinkevich*

*Burdenko' National Scientific and Practical Center for Neurosurgery  
of the Ministry of Healthcare of Russia*

**SUMMARY.** Nasal liquorrhea is the leakage of cerebrospinal fluid (CSF) into the nasal cavity or the paranasal sinuses as a result of congenital or acquired defects of the skull base. This condition can lead to potentially fatal complications, such as meningitis, pneumocephalus, pneumonia. This review demonstrates that CSF rhinorrhea diagnostic approaches vary in sensitivity, specificity, accuracy, invasiveness and cost. Taking all criteria into account, we have concluded that the best methods for confirming CSF rhinorrhea are beta-2-transferrin or beta-trace protein tests, and high resolution computed tomography for localization. In accordance with the acquired data we have proposed a diagnostic algorithm for CSF rhinorrhea.

**KEYWORDS:** CSF leaks, beta-2-transferrin, beta-trace protein, CT, cisternography, MR cisternography, fluorescein sodium.

## Introduction

Nasal liquorrhea is the leakage of cerebrospinal fluid (CSF) from cerebrospinal fluid spaces of cranial cavity into the nasal cavity or the paranasal sinuses as a result of congenital or acquired defects of the skull base and the meninges of various etiologies. Nasal liquorrhea is classified as traumatic, iatrogenic, and spontaneous according to the etiology [45].

In case of a severe CSF leak from the nasal cavity, the diagnosis is not difficult, however, it is difficult to determine the hidden liquorrhea. Moreover, the fatality rate is 8–10% due to the development of such potentially fatal complications as meningitis, pneumocephalus, pneumonia [14]. There are two main tasks for the diagnosis of this disease: confirmation of the liquorrhea and precise localization of the CSF fistula to plan further surgical tactics. S. K. Wise et al. [23] in their study proved that the inability to accurately localize the defect leads to an unsuccessful operation.

To confirm the diagnosis of nasal liquorrhea, a visual test, a “ring sign” test, a glucose, beta-2-transferrin and beta-trace protein tests and a radionuclide cisternography are used. To localize the defect, high-resolution CT (HRCT), MR cisternography (MRC), CT cisternography (CTC), nasal endoscopic examination and fluorescein test are used. These methods differ from each other in sensitivity, specificity, accuracy, availability, cost and invasiveness.

## Purpose of this review

Presentation and comparative analysis of all modern methods of diagnosis of nasal liquorrhea, justification of the most effective and promising approaches and algorithms.

## Materials and methods

A literature review based on articles in English and Russian found in the Medline database and related to the diagnosis of nasal liquorrhea of various etiologies and localizations. 39 articles were selected. The sensitivity, specificity, accuracy of 9 methods of diagnosis of nasal liquorrhea was compared.

## Visual test

When nasal liquorrhea is suspected, a visual test is performed. Anemisation of the nasal mucosa is performed, the patient is asked to tilt the head forward. The secretion of rare or frequent drops of a clear, colorless liquid may support the clear diagnosis of nasal liquorrhea. The differential diagnosis is carried out with allergic, vasomotor rhinitis, operated nose disease.

## «Ring sign» test

In case of traumatic nasal liquorrhea, if CSF is mixed with blood, then a characteristic light yellow ring is formed around the central blood spot on the handkerchief, that is a “ring sign” [4]. D. J. Dula and W. Fales [20] conducted a study on this diagnostic method. They mixed a drop



of blood with liquor, 0.9% sodium chloride, water, nasal secretions. Next, the resulting combinations were applied to various white materials (medical gauze, bed linen, paper napkins). The authors found that a mixture of blood and cerebrospinal fluid always forms a “ring sign” with the CSF concentration from 30% to 90%. However, when mixing blood with other transparent liquids, a similar sign remains on all tested filtering surfaces, which indicates the absence of specificity of this test.

#### **Glucose test (biochemical study of the glucose level in the nasal fluid)**

N. S. Blagoveshchenskaya suggested using a biochemical analysis to determine the glucose concentration in the nasal secretion [3]. This laboratory method has traditionally been considered screening in the diagnosis of nasal liquorrhea due to its simplicity and low cost. The normal glucose level in the cerebrospinal fluid is 2.2–3.9 mmol/L, which is higher than in normal nasal secretion or tear fluid. We identified 5 studies on this diagnostic method [19, 21, 26, 27, 46]. D. J. Steedman and M. Gordon [46] studied a nasal secretion of 50 healthy volunteers. They found high glucose level in 26% of cases. As early as the 1960s, studies appeared proving that the detection of glucose in nasal fluid of patients with other pathologies is possible. B. J. Philips et al. [26] evaluated the presence of glucose in nasal secretions of 19 healthy volunteers, of 20 patients with acute viral rhinitis, of 24 patients with diabetes mellitus and of 60 patients receiving mechanical ventilation in the intensive care unit. It was found that glucose was not detected in healthy patients, but was found in 50% of patients with acute viral rhinitis, in 90% of patients with diabetes mellitus and in 52% of patients receiving mechanical ventilation. As can be seen from the above, high glucose level is determined in case of acute inflammation and hyperglycemia. Both of these pathological conditions can result from severe TBI with damage to the base of skull. D. M. Wood et al. [21] conducted a study on 30 healthy volunteers before and after GTT. They used a dextrose 20 % intravenous infusion or ingestion of 75 g of glucose. According to the results of the experiment, glucose was detected in the nasal secretion at a blood glucose level of 6.7 to 9.7 mmol/L, and changes occurred within 10 minutes.

D. T. Chan et al. [27] compared the glucose test strips and the determination of beta-2-transferrin in the fluid in 15 cases of nasal liquorrhea and otorrhea. They proved that the test strips have zero specificity and low sensitivity (80%). A. Warnecke et al. [19] also analyzed the use of glucose test strips of 19 patients. According to their data, the sensitivity was 100%, specificity was 45% compared with the results of the beta-2-transferrin analysis.

To sum up, the glucose test will be objective, if it is known that the sample does not contain blood, there are no signs of a viral respiratory tract infections, the

patient has a normal blood glucose level. However, these criteria are difficult to implement, especially with traumatic, iatrogenic liquorrhea, and there is a high risk of false positive results in case of seriously ill patients, which can lead to unnecessary surgery.

#### **Determination of beta-2-transferrin and beta-trace protein**

Beta-2-transferrin and beta trace-protein are specific proteins that are produced by the pial cells and choroid plexuses [5]. As the method allows to diagnose this pathology quickly, non-invasively, with high sensitivity and specificity [19, 25, 31, 36]. A test for determining the level of these glycoproteins in nasal secretions is the gold standard for laboratory diagnosis of liquorrhea in the USA and Europe, since the method allows to diagnose this pathology quickly, non-invasively, with high sensitivity and specificity [19, 25, 31, 36].

5 studies on the beta-2-transferrin test and 5 articles on the nasal liquorrhea diagnostics using the determination of beta-trace protein were found in the world literature. All these studies compared the results of the analysis of these glycopeptides with other methods, such as the fluorescein test, radionuclide cisternography; medical documentation was analyzed. All authors note the simplicity of the diagnostic method: the nasal secretion is collected in a test tube and then sent to a laboratory for biochemical analysis. In case of the scanty fluid, material can be collected within a few days. B. S. Bleier et al. [37] evaluated the reliability of beta-2-transferrin analysis in CSF samples of 6 patients stored for 7 days in a refrigerator and at room temperature. It was found that the temperature and duration of storage do not have a significant impact on the test accuracy.

According to research, the beta-2-transferrin test sensitivity is in the range from 87% to 100%, and the specificity is from 71% to 100% [19, 25, 31, 37, 43]. So, A. Warnecke et al. [19] conducted beta-2-transferrin tests in 205 patients with suspected nasal liquorrhea and otoliquorrea. According to the results of the study, the sensitivity and specificity of the method is 97% and 99%.

A. H. Marshall et al. [31] report in their article that 18 out of 30 nasal liquorrhea patients were tested for beta-2-transferrin and all the results were positive. This is confirmed by intraoperative imaging, fluorescein test and high-resolution CT (HRCT).

The high sensitivity and specificity of a large number of observations, as well as the fact that the beta-2-transferrin determination is non-invasive and inexpensive, characterize it as a very reliable and cost-effective test to confirm nasal liquorrhea [19, 25, 31, 37, 43].

According to world literature, the beta-trace protein test sensitivity and specificity range from 91% to 100% and from 86% to 100%, which exceeds the beta-2-transferrin test sensitivity and specificity (from 71% to 94%) [8, 9, 10, 15, 36]. Additional advantages of the test

are low cost and fast data processing time (less than 15 minutes is required for analysis) [8, 9, 36]. However, beta-trace protein is not only found in the CSF, but also in the blood, although in very low concentrations. E. Arrer et al. [9] report that renal failure increases the content of beta-trace protein, and bacterial meningitis reduces its level, so the test is not recommended for use in these groups of patients.

**Radionuclide cisternography**

Radionuclide cisternography is an invasive radiation method, in which radionuclide 131I-labeled serum albumin or radionuclide beta-emitting phosphorus-32 in the form of disubstituted sodium phosphate, radioactive gold, technetium pertechnetate (99Tc-DTPC), 111-In is administered intrathecally [30]. Then, its distribution in the subhepatic space of the spinal cord and brain is assessed in the gamma camera. The method confirms the nasal liquorrhea, but does not localize the defect. Radionuclide cisternography was the most common method for the diagnosis of cerebrospinal fluid fistulas before the advent of CT and MRI [11]. Currently, this method is practically not used due to its low efficiency, high cost and high level of complications [12].

Three studies are related to the use of radionuclide cisternography for the diagnosis of nasal liquorrhea. These studies show that its sensitivity ranges from 76% to 100%, specificity is 100% and accuracy is 90% [7, 35, 38]. As can be seen from the above, the method is expensive, invasive and has lower sensitivity than the beta-2-transferrin determination.

Based on these data, radionuclide cisternography is not recommended for routine confirmation of nasal liquorrhea.

**High-resolution CT**

High resolution computed tomography is the method of choice for localization of a bone defect with a cerebrospinal fluid fistula (fig. 1a, b).

5 articles on this diagnostic method were analyzed. According to various sources, the sensitivity and specificity vary from 60% to 100% and from 50% to 100% respectively, accuracy is 87–93% [16, 18, 24, 29, 44]. In most studies, the values are in the upper limits of the scale.

M. J. Sillers et al. [44] reported a low rate of detection of cerebrospinal fluid fistulas according to the HRCT – 62%. In the future, all CT findings were confirmed surgically. Perhaps this is due to the fact that this study mainly included patients with closed head injuries and after endoscopic surgery of the paranasal sinuses, that is, with the smallest defects but not with obvious fractures of the skull base. In some cases, HRCT can not only to detect skull fractures but also to record the CSF leak through a defect. R. P. Manes et al. [29] observed 15 spontaneous nasal liquorrhea patients after receiving negative HRCT data. They found that these 15 patients with an unspecified bone defect had fistula contrast in the cribriform plate region, which was later confirmed intraoperatively in 100% of cases.

V. La Fata et al. [16] report that the thinner the HRCT sections are, the more accurately the defect size can be determined. If the HRCT pitch is about 2 mm, the accuracy of determining the size is 75%.

According to J. A. Stone et al. [24], the accuracy of the HRCT was 100% (21 of 21 cases confirmed intraoperatively). According to G. M. Oakley et al. [18], the sensitivity of the method is 87%, and the price is 504 dollars. To sum up, it is possible to conclude according to these data that HRCT is a more sensitive and cheaper method compared to MRI or CT cisternography.

It should be noted that HRCT can identify parts of the base of the skull that are suspicious of a defect under normal conditions, but not all defects are sources of liquorrhea. Due to the lack of specificity in some studies, it is recommended to use a combination of CT and MRI [2]. This combination provides the sensitivity and accuracy of the methods of 90–96%.

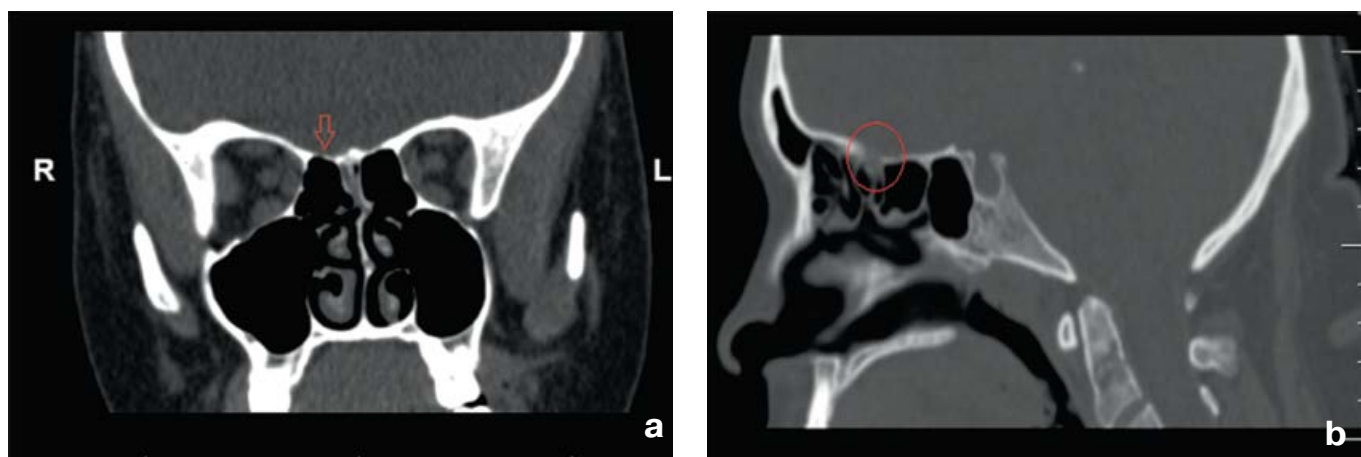


Fig. 1. High-resolution CT:  
 a) frontal projection. Complicated defect of the base of the skull in the cribriform plate region;  
 b) sagittal projection. The skull base defect in the cribriform plate region



Despite contradictory data in the literature, HRCT is the best method for detecting a defect, as well as the features of the anatomy of the nasal cavity and paranasal sinuses, and for planning endoscopic skull base surgery.

### Magnetic resonance cisternography

MR cisternography is a non-invasive imaging method used to diagnose nasal liquorrhea, since CSF has a hyperintense signal on T2-weighted images. Since there is no signal from bone structures in the image, the method is uninformative for cerebrospinal fluid fistulas of small size (less than 3 mm), but MR cisternography promotes better identification of the meningoencephalocele [2].

5 studies were found, in which MR cisternography for the diagnosis of liquorrhea was discussed. According to different authors, the sensitivity of this method ranges from 56% to 94%, specificity – from 57% to 100%, and accuracy – from 78% to 96% [28, 33, 39, 47, 48].

Many studies have described intrathecal contrast-enhanced (gadolinium-enhanced) MR cisternography. Despite the fact that this study is invasive in contrast to the standard MR cisternography, some authors consider it a safe and effective alternative for localization of the cerebrospinal fluid fistula. According to their data, the sensitivity of MR cisternography with gadolinium is in the range from 61% to 100%, the specificity is from 66% to 80% [39, 47].

Two of these studies [33, 48] evaluated the safety of the method. For this purpose, a neurological examination of patients was carried out during the administration of contrast and during the observation period for several months. Intrathecal administration of a contrast agent can cause complications such as allergic reactions,

various neurological symptoms, an epileptic seizure and impaired cerebral circulation. None of the studies reported such complications, except for headache (24% of patients), which was stopped by conservative methods of treatment.

When comparing intrathecal gadolinium-enhanced MR cisternography with a standard MR cisternography with T2 weighted images, the authors conclude that the former is more effective in localization of the cerebrospinal fluid fistula [28, 47, 48]. However, taking into account the invasiveness of the method, it is more reasonable to use it in ambiguous and complex cases.

In summary, standard MR cisternography and intrathecal gadolinium-enhanced MR cisternography are very precise methods for localizing the cerebrospinal fluid fistula. It is possible to combine it with other visualization methods. However, given the high cost and invasiveness of gadolinium-enhanced MR cisternography, it is indicated if the results of other tests are ambiguous [28, 39, 47, 48].

### CT cisternography

To perform a CT cisternography, it is necessary to perform a lumbar puncture and intrathecal injection of contrast agent. Then a series of images is taken, which, like MR cisternography, can confirm nasal liquorrhea and localize the cerebrospinal fluid fistula at the place of extracranial distribution of the agent (fig. 2 a, b) [6].

5 studies on CT cisternography reported that the sensitivity of the method ranges from 33% to 100%, the specificity is 94% and the accuracy ranges from 33% to 63% [1, 13, 17, 34, 40].

Compared with MR cisternography, CT cisternography has lower sensitivity indicators – 33–72% (MR cisterno-

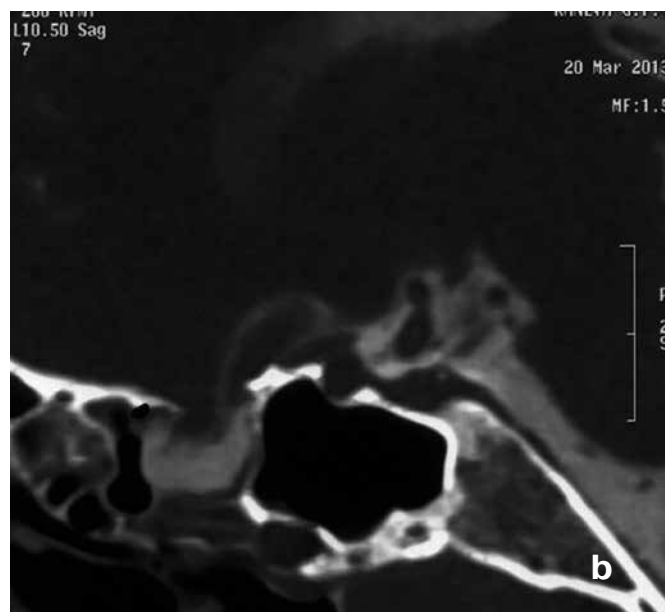


Fig. 2. CT cisternography:  
a) frontal projection. Defect in the roof of the ethmoidal labyrinth on the left;  
b) defect in the roof of the ethmoidal labyrinth

graphy without contrast agent – 67–93%, with intrathecal injection of gadolinium – 80%) [34]. However, the CT cisternography has a lower cost than the MR cisternography.

N. V. Arutyunov et al. reported that combination of HRCT and MRI increases the sensitivity to 100%, and these diagnostic methods are non-invasive [1].

Thus, even though the CT cisternography has a lower sensitivity and accuracy compared to other methods, it is widely used in the diagnosis of nasal liquor up to now [1, 17].

**Fluorescein test**

Intrathecal fluorescein administration allows precise localization of the skull base defect during diagnostic endoscopy or surgery due to staining of the cerebrospinal fluid in green (fig. 3).

The use of the fluorescein test is not yet certain in the literature, as there are no clear recommendations regarding the dosage and the algorithm for administering the agent [22].

5 studies were found in the PubMed databases, whose purpose was to study the accuracy and safety of the fluorescein test. Studies have reported that identifying a defect using a fluorescein test ranges from 46%

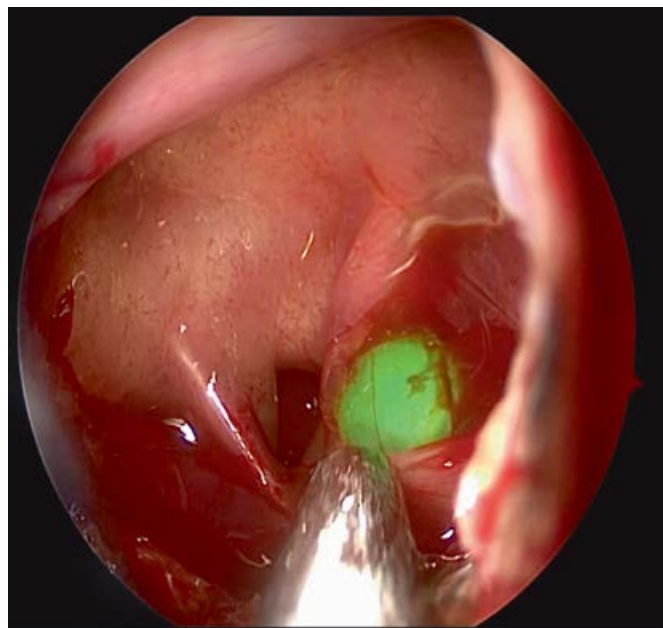


Fig. 3. Positive fluorescein test. Sphenoid sinus meningocele is colored green with the intrathecal administration of fluorescein sodium

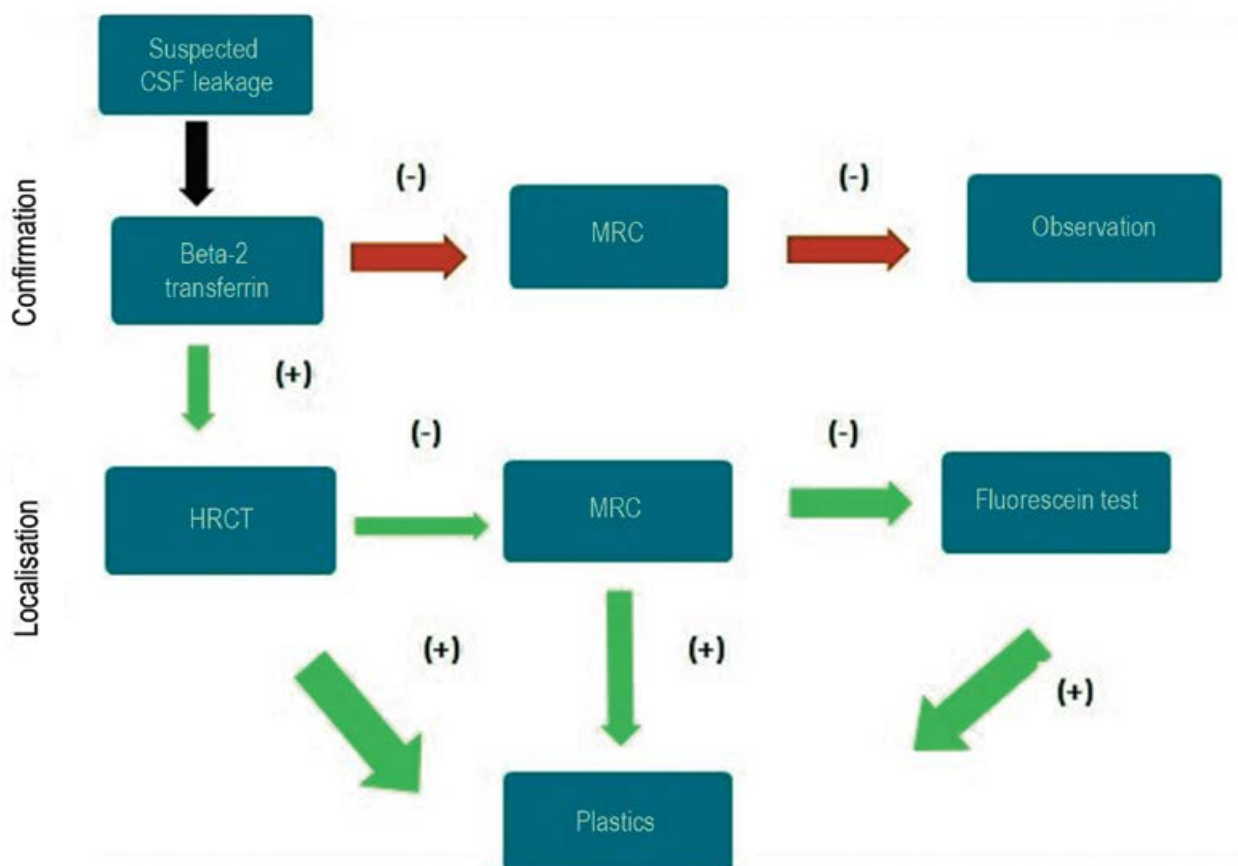


Fig. 4. Algorithm proposed by G. M. Oakley et al. [18] in 2016

Note: CSF is cerebrospinal fluid, HRCT is high-resolution computed tomography, MRC is magnetic resonance cisternography



to 100% [32, 42, 49, 51, 52]. R. Seth et al. [51] note that the fluorescein introduction during surgery does not have a statistically significant effect on the recurrence rate of nasal liquorrhea.

An important issue widely discussed in the literature is the safety of this diagnostic method. Recent studies have shown that side effects, firstly, are directly related to the dosage and concentration of fluorescein, and secondly, are manageable. R. Keerl et al. [52] report their experience in diagnosing nasal liquorrhea using a fluorescein test. In their series of cases, 420 fluorescein injections were performed, the dosage was in the range from 0.5 to 2 ml of 0.5–5% fluorescein, which is equivalent to 2.5–100 mg. J. I. Moseley et al. [32] surveyed 1111 members of the American Association of Neurosurgeons. According to their data, fluorescein is used in a dose of from 0.1 to 5.0 ml of 5% fluorescein diluted in 0–10 ml of the patient’s CSF. There are reports that serious side effects, such as lower extremity paresis, epileptic seizures, disorders of the cranial nerves, death, can occur when the agent is administered in high doses of 500–1250 mg [32, 42, 49]. In case of doses of 25 to 50 mg, minor side effects may occur, which are explained not only by the single effect of fluorescein [42, 49].

The fluorescein test is an option to confirm and localize the CSF fistula. The advantage is high accuracy, real-time diagnostics and low cost. However, research is needed at a higher level in order to develop the most safe and effective methods of using the agent.

**Discussion**

There are many methods of nasal liquorrhea diagnosis. This review shows that diagnostic tests vary widely in sensitivity, specificity, accuracy, invasiveness and cost. Although, according to the testimony of world literature, it is impossible to develop clinical guidelines. Based on the data obtained, an optimal algorithm of nasal liquorrhea diagnosis was formed.

In 2002, J. S. Zapalac et al. [53] proposed an algorithm that was improved in 2015 by G. M. Oakley et al. [18]. Taking into account the accuracy and financial costs of conducting diagnostic tests, the authors concluded that the best methods for confirming nasal liquorrhea are the beta-2-transferrin or beta-trace protein determination, for the defect localization is HRCT.

Because of the high cost, the risks involved, the low sensitivity, specificity and accuracy, the routine use of the radionuclide cisternography is not recommended. The lack of recent works allows us to consider this method in a historical context. According to G. M. Oakley et al. [18], a non-enhanced MR cisternography can be just as effective for confirming liquorrheas as a radionuclide cisternography, since this method is non-invasive and more accessible. Therefore, if it is not possible to conduct a beta-2-transferrin test or the results are questionable (for example, due to an insufficient amount of nasal liquid), the MR cisternography is the method of choice confirming liquorrhea. These findings complement the algorithm of J. S. Zapalac [53], who did not use this method in 2002.

**Table 1**

**Summary data on different methods of nasal liquorrhea diagnosis**

Research method	Sensitivity	Specificity	Cost	Invasiveness
Glucose test	80–100%	0–45%	low	–
β2-transferrin test	87–100%	71–100%	37.90\$	–
β-trace protein test	91–100%	86–100%	20.31\$	–
High-resolution computed tomography	44–100%	85–100%	280.32\$	–
Computer cisternography	33–72%	94%	542.76\$	+
Magnetic resonance cisternography	56–94%	57–100%	807.34\$	–
Fluorescein test	73–100%	100%	high	+

To localize the defect, the method of choice is still HRCT, since it is easily accessible, non-invasive and highly accurate, and almost 3 times cheaper than an MR cisternography. Therefore, we agree with the algorithm of J. S. Zapalac and G. M. Oakley et al. [18, 53], that, first of all, it is necessary to do HRCT for localization.

All recent studies [1, 2, 6, 13, 16, 17, 18, 24, 28, 33, 34, 39, 40, 47, 48] concerning CT cisternography question the primacy of this method in localization of a fistula, which is associated with its invasiveness and lower sensitivity, specificity, accuracy than HRCT.

Fluorescein test can be used to confirm liquorria, and to perform localization, including intraoperative one. But because of the significant risks associated with the introduction of the agent, the authors propose to use it as an additional method. J. S. Zapalac [53] puts the fluorescein test in third place after HRCT and MR cisternography. However, there have been many publications after 2002 testifying to the safety and high efficiency of the method when administering the agent in small doses [41, 42, 49, 50]. Nevertheless, further research is needed to study this topic and develop an optimal methodology for the use of fluorescein. Summary data on sensitivity, specificity, accuracy, cost are given in table 1.

In total, since 2002 there have been few publications that modify the algorithm of J. S. Zapalac [53]. Exceptions are the replacement of a radionuclide cisternography with an MR cisternography as a confirmatory study (G. M. Oakley et al. in 2016 [18]). The updated algorithm is shown in figure 4.

The practice of evidence-based medicine involves combining scientific data with an individual approach to each patient in cases of nasal liquorria. In the case of nasal liquorria diagnosis, the evidence included in this review is unfortunately not very reliable, but this indicates an existing need for more accurate studies. Recently, many studies have been published with a level IV of evidence. Therefore, additional research with a higher evidence base is needed.

In Russia, a glucose test is used to confirm nasal liquorria due to the absence of a laboratory to determine beta-2-transferrin and beta-trace protein. A CT cisternography is still used as a routine method to determine liquorria and localize the defect, since it is included in the list of quotable diagnostic methods. MR cisternography is not included in the list of methods that are paid by the state in the nasal liquorria diagnosis, therefore its use is sharply limited.

### Conclusions

1) Considering the sensitivity, specificity, accuracy and financial costs of conducting diagnostic tests, the best methods for confirming nasal liquorria are the beta-2-transferrin or beta-trace protein determination and for localizing defect is high-resolution CT.

2) In the case of nasal liquorria diagnosis, the evidence included in this review is unfortunately not very reliable, but this indicates an existing need for more accurate studies.

### REFERENCES

1. Arutyunov N. V., Grindel O. M. KT-tsisternografiya s sovremennymi neionnymi rentgenokonstrastnymi preparatami v diagnostike bazal'nykh likvorey razlichnogo geneza [CT Cisternography with Modern Non-ionic X-ray Contrast Agents in the Diagnosis of Basal Liquorrias of Various Origins] // *Voprosy neirokhirurgii*. – 1994. – N 4. – P. 27–29.
2. Arutyunov N. V., Petryaykin A. V., Kornienko V. N. Vizualizatsiya likvorotoka na osnove magnitno-rezonansnoy tomografii [Visualization of the Cerebrospinal Fluid Based on Magnetic Resonance Imaging] // *Voprosy neirokhirurgii*. – 2000. – N 3. – P. 140–144.
3. Blagoveshchenskaya N. S. Rinologicheskiye i otonevrologicheskiye dannyye v diagnostike nosovoy likvorei i znachenie ikh dlya vybora vida operativnogo vmeshatel'stva [Rhinologic and Otoneurological Tests in the Diagnosis of Nasal Liquorria and Their Significance in the Choice of Surgical Treatment] // *Bulletin of Otorhinolaryngology*. – 1995. – N 2. – P. 14–19.
4. Gruzin P. T., Larionov S. N. Posttravmaticheskaya nazal'naya likvoreya [Post-traumatic Nasal Liquorria] // *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. – 1999. – Vol. 16, N 1. – P. 40–45.
5. Diagnostika i lecheniye spontannoy nazal'noy likvorei u bol'nykh s metabolicheskim sindromom [Diagnosis and Treatment of Spontaneous Nasal Liquorria in Patients with Metabolic Syndrome] / M. S. Makhmuryan, A. D. Kravchuk, D. N. Kapitanov [et al.] // *Voprosy neirokhirurgii*. – 2011. – N 4. – P. 82–91.
6. Sovremennyye metody issledovaniya patologii likvornoy sistemy [Modern methods of study of the pathology of the cerebrospinal fluid system] / N. V. Arutyunov, V. N. Kornienko, L. N. Fadeeva [et al.] // *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. – 2010. – Vol. 4, N 1. – P. 34–40.
7. A retrospective analysis of spontaneous sphenoid sinus fistula: MR and CT findings / P. G. Shetty, M. M. Shroff, G. M. Fatterpekar [et al.] // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* – 2000. – Vol. 21 (2). – P. 337–342.
8. Bateman N., Jones N. S. Rhinorrhea feigning cerebrospinal fluid leak: nine illustrative cases // *J. Laryngol. Otol.* – 2000. – Vol. 114 (6). – P. 462–464. – URL: <https://doi.org/10.1258/0022215001905850>





9. Beta-trace protein as a marker for cerebrospinal fluid rhinorrhea / E. Arrer, C. Meco, G. Oberascher [et al.] // *Clin. Chem.* – 2002. – Vol. 48 (6 Pt 1). – P. 939–941.
10. Beta-trace-protein test: new guidelines for the reliable diagnosis of cerebrospinal fluid fistula / C. Meco, G. Oberascher, E. Arrer [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2003. – Vol. 129 (5). – P. 508–517. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0194-5998\(03\)01448-7](https://doi.org/10.1016/s0194-5998(03)01448-7)
11. Casiano R. R., Jassir D. Endoscopic cerebrospinal fluid rhinorrhea repair: is a lumbar drain necessary? // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1999. – Vol. 121 (6). – P. 745–750. – URL: <https://doi.org/10.1053/hn.1999.v121.a98754>
12. Cerebrospinal fluid rhinorrhea: A review of the literature / M. K. Zlab, G. F. Moore, D. T. Daly [et al.] // *Ear. Nose Throat. J.* – 1992. – Vol. 71 (7). – P. 314–317.
13. Cisternography in combination with single photon emission tomography for the detection of the leakage site in patients with cerebrospinal fluid rhinorrhea: preliminary report / F. Servadei, G. Moscatelli, G. Giuliani [et al.] // *Acta Neurochir (Wien).* – 1998. – Vol. 140 (1). – P. 1183–1189. – URL: <https://doi.org/10.1007/s007010050235>
14. Closure of cerebrospinal fluid leaks prevents ascending bacterial meningitis / M. Bernal-Sprekelsen, I. Alobid, J. Mullol [et al.] // *Rhinology.* – 2005. – Vol. 43 (4). – P. 277–281. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0194-5998\(03\)01254-3](https://doi.org/10.1016/s0194-5998(03)01254-3)
15. Comparison of beta-2-transferrin and beta-trace-protein for detection of cerebrospinal fluid in nasal and ear fluids / C. Schnabel, E. Di Martino, J. M. Gilsbach [et al.] // *Clin. Chem.* – 2004. – Vol. 50 (3). – P. 661–663. – URL: <https://doi.org/10.1373/clinchem.2003.024158>
16. CSF leaks: correlation of high-resolution CT and multiplanar reformations with intraoperative endoscopic findings / V. La Fata, N. McLean, S. K. Wise [et al.] // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* – 2008. – Vol. 29 (3). – P. 536–541. – URL: <https://doi.org/10.3174/ajnr.a0885>
17. CT cisternography in evaluation of cerebrospinal fluid rhinorrhea / T. Ozgen, I. H. Tekkok, A. Cila [et al.] // *Neuroradiology.* – 1990. – Vol. 32 (6). – P. 481–484. – URL: <https://doi.org/10.1007/bf02426459>
18. Diagnosis of cerebrospinal fluid rhinorrhea: an evidence-based review with recommendations / G. M. Oakley, J. A. Alt, R. J. Schlosser [et al.] // *International Forum of Allergy & Rhinology.* – 2016. – Vol. 6 (1). – P. 8–16. – URL: <https://doi.org/10.1002/alr.21637>
19. Diagnostic relevance of beta-2-transferrin for the detection of cerebrospinal fluid fistulas / A. Warnecke, T. Aeverbeck, U. Wurster [et al.] // *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2004. – Vol. 130 (10). – P. 1178–1184. – URL: <https://doi.org/10.1001/archotol.130.10.1178>
20. Dula D. J., Fales W. The “ring sign”: is it a reliable indicator for cerebral spinal fluid // *Ann. Emerg. Med.* – 1993. – Vol. 22 (4). – P. 718–720. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(05\)81855-4](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(05)81855-4)
21. Effect of hyperglycaemia on glucose concentration of human nasal secretions / D. M. Wood, A. L. Brennan, B. J. Philips [et al.] // *Clin. Sci.* – 2004. – Vol. 106 (5). – P. 527–533. – URL: <https://doi.org/10.1042/cs20030333>
22. Endoscopic Identification and Repair of CSF Leaks of the Anterior Skull Base Using Intrathecal Sodium Fluorescein / K. Greistorfer, G. Wolf, W. Luxenberger [et al.] // *Otolaryngol. Head and Neck Surgery.* – 1996. – Vol. 115, N 2. – P. 165–166. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0194-5998\(96\)80878-3](https://doi.org/10.1016/s0194-5998(96)80878-3)
23. Endoscopic repair of skull base defects presenting with pneumocephalus / S. K. Wise, R. J. Harvey, S. J. Patel [et al.] // *J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2009. – Vol. 38 (4). – P. 509–516.
24. Evaluation of CSF leaks: high-resolution CT compared with contrast-enhanced CT and radionuclide cisternography / J. A. Stone, M. Castillo, B. Neelon [et al.] // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* – 1999. – Vol. 20 (4). – P. 706–712.
25. Evaluation of high resolution gel beta-(2)-transferrin for detection of cerebrospinal fluid leak / C. R. McCudden, B. A. Senior, S. Hainsworth [et al.] // *Clin. Chem. Lab. Med.* – 2013. – Vol. 51 (2). – P. 311–315. – URL: <https://doi.org/10.1515/cclm-2012-0408>
26. Factors determining the appearance of glucose in upper and lower respiratory tract secretions / B. J. Philips, J. X. Meguer, J. Redman [et al.] // *Intensive Care Med.* – 2003. – Vol. 29 (12). – P. 2204–2210. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00134-003-1961-2>
27. How useful is glucose detection in diagnosing cerebrospinal fluid leak. The rational use of CT and beta-2-transferrin assay in detection of cerebrospinal fluid fistula / D. T. Chan, W. S. Poon, C. P. Ip [et al.] // *Asian J. Surg.* – 2004. – Vol. 27. – P. 39–42. – URL: [https://doi.org/10.1016/s1015-9584\(09\)60242-6](https://doi.org/10.1016/s1015-9584(09)60242-6)
28. Intrathecal gadolinium-enhanced magnetic resonance cisternography in cerebrospinal fluid rhinorrhea: road ahead? / G. Goel, S. Ravishankar, P. N. Jayakumar [et al.] // *J. Neurotrauma.* – 2007. – Vol. 24 (10). – P. 1570–1575. – URL: <https://doi.org/10.1089/neu.2007.0326>
29. Manes R. P., Ryan M. W., Marple B. F. A novel finding on computed tomography in the diagnosis and localization of cerebrospinal fluid leaks without a clear bony defect // *Int. Forum Allergy Rhinol.* – 2012. – Vol. 2 (5). – P. 402–404. – URL: <https://doi.org/10.1002/alr.21048>
30. Marentette L. J., Valentino J. Traumatic anterior fossa cerebrospinal fluid fistulae and craniofacial considerations // *Otolaryngol. Clin. North Am.* – 1991. – Vol. 24 (1). – P. 151–163.

31. Marshall A. H., Jones N. S., Robertson I. J. An algorithm for the management of CSF rhinorrhea illustrated by 36 cases // *Rhinology*. – 1999. – Vol. 37 (4). – P. 182–185.
32. Moseley J. I., Carton C. A., Stern W. E. Spectrum of complications in the use of intrathecal fluorescein // *J. Neurosurg.* – 1978. – Vol. 48 (5). – P. 765–767. – URL: <https://doi.org/10.3171/jns.1978.48.5.0765>
33. Mostafa B. E., Khafagi A. Combined HRCT and MRI in the detection of CSF rhinorrhea // *Skull Base*. – 2004. – Vol. 14 (3). – P. 157–162. – URL: <https://doi.org/10.1055/s-2004-832259>
34. MR cisternography: a new method for the diagnosis of CSF fistulae / K. E. Eberhardt, H. P. Hollenbach, M. Deimling [et al.] // *Eur. Radiol.* – 1997. – Vol. 7 (9). – P. 1485–1491. – URL: <https://doi.org/10.1007/s003300050321>
35. Postpuncture CSF leakage: a potential pitfall of radionuclide cisternography / K. Sakurai, M. Nishio, S. Sasaki [et al.] // *Neurology*. – 2010. – Vol. 75 (19). – P. 1730–1734. – URL: <https://doi.org/10.1212/wnl.0b013e318217e733>
36. Predictive values of beta-trace-protein (prostaglandin D synthase) by use of laser-nephelometry assay for the identification of cerebrospinal fluid / G. Bachmann, H. Petereit, U. Djenabi [et al.] // *Neurosurgery*. – 2002. – Vol. 50. – P. 571–576. – URL: <https://doi.org/10.1227/00006123-200203000-00027>
37. Preliminary study on the stability of beta-2-transferrin in extracorporeal cerebrospinal fluid / B. S. Bleier, I. Debnath, B. P. O’Connell [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2011. – Vol. 144 (1). – P. 101–103. – URL: <https://doi.org/10.1177/0194599810390887>
38. Radionuclide cisternography in the diagnosis and management of cerebrospinal fluid leaks: the test of choice / B. M. Flynn, S. P. Butler, R. J. Quinn [et al.] // *Med. J. Aust.* – 1987. – Vol. 146 (92). – P. 82–84.
39. Ragheb A. S., Mohammed F. F., El-Anwar M. W. Cerebrospinal fluid rhinorrhea: diagnostic role of gadolinium enhanced MR-cisternography // *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. – 2014. – Vol. 45 (3). – P. 841–847. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2014.05.010>
40. Role of computed tomographic cisternography in the management of cerebrospinal fluid rhinorrhea / R. J. Payne, S. Frenkiel, R. Glikstein [et al.] // *Otolaryngol.* – 2003. – Vol. 32 (2). – P. 93–100. – URL: <https://doi.org/10.2310/7070.2003.37260>
41. Saafan M. E., Ragab S. M., Albirmawy O. A. Topical intranasal fluorescein: the missing partner in algorithms of cerebrospinal fluid fistula detection // *Laryngoscope*. – 2006. – Vol. 116 (7). – P. 1158–1161.
42. Safety of low-dose intrathecal fluorescein in endoscopic cranial base surgery / D. G. Placantonakis, A. Tabaee, V. K. Anand [et al.] // *Neurosurgery*. – 2007. – Vol. 61 (3 Suppl). – P. 165–166. – URL: <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000289729.20083.dc>
43. Separation of beta-2-transferrin by denaturing gel electrophoresis to detect cerebrospinal fluid in ear and nasal fluids / T. Gorogh, P. Rudolph, J. E. Meyer [et al.] // *Clin. Chem.* – 2005. – Vol. 51 (9). – P. 1704–1710. – URL: <https://doi.org/10.1373/clinchem.2005.054916>
44. Sillers M. J., Morgan C. E., el Gammal T. Magnetic resonance cisternography and thin coronal computerized tomography in the evaluation of cerebrospinal fluid rhinorrhea // *Am. J. Rhinol.* – 1997. – Vol. 11 (5). – P. 387–392. – URL: <https://doi.org/10.2500/105065897781286052>
45. Spontaneous cerebrospinal fluid leaks: a variant of benign intracranial hypertension / R. J. Schlosser, B. A. Woodworth, E. M. Wilensky [et al.] // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* – 2006. – Vol. 115 (7). – P. 495–500. – URL: <https://doi.org/10.1177/000348940611500703>
46. Steedman D. J., Gordon M. CSF rhinorrhea: significance of the glucose oxidase strip test // *Injury*. – 1987. – Vol. 18 (5). – P. 327–328. – URL: [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(87\)90053-2](https://doi.org/10.1016/0020-1383(87)90053-2)
47. T2-weighted vs intrathecal contrast-enhanced MR-cisternography in the evaluation of CSF rhinorrhea / G. Ecin, A. Y. Oner, N. Tokgoz [et al.] // *Acta. Radiol.* – 2013. – Vol. 54 (6). – P. 698–701. – URL: <https://doi.org/10.1177/0284185113478008>
48. The contribution of 3D-CISS and contrast-enhanced MR-cisternography in detecting cerebrospinal fluid leak in patients with rhinorrhea / O. Algin, B. Hakyemez, G. Gokalp [et al.] // *Br. J. Radiol.* – 2010. – Vol. 83 (987). – P. 225–232. – URL: <https://doi.org/10.1259/bjr/56838652>
49. The use of low-dose intrathecal fluorescein in endoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea / S. A. Javadi, H. Samimi, F. Naderi [et al.] // *Arch. Iran Med.* – 2013. – Vol. 16 (5). – P. 264–266. – URL: <https://doi.org/013165/AIM.004>
50. The use of topical intranasal fluorescein in endoscopic endonasal repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea / H. S. Liu, Y. T. Chen, D. Wang [et al.] // *Surg. Neurol.* – 2009. – Vol. 72 (4). – P. 341–345. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.surneu.2009.03.034>
51. The utility of intrathecal fluorescein in cerebrospinal fluid leak repair / R. Seth, K. Rajasekaran, M. S. Benninger [et al.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2010. – Vol. 143 (5). – P. 626–632. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2010.07.011>
52. Use of sodium fluorescein solution for detection of cerebrospinal fluid fistulas: an analysis of 420 administrations and reported complications in Europe and the United States / R. Keerl, R. K. Weber, W. Draf [et al.] // *Laryngoscope*. – 2004. – Vol. 14 (2). – P. 266–272. – URL: <https://doi.org/10.1097/00005537-200402000-00016>
53. Zapalac J. S., Marple B. F., Schwade N. D. Skull base cerebrospinal fluid fistulas: a comprehensive diagnostic algorithm // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2002. – Vol. 126 (6). – P. 669–676. – URL: <https://doi.org/10.1067/mhn.2002.125755>



УДК 616.21(32)

# ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНЕ И ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ В ДРЕВНЕМ ЕГИПТЕ

## INNOVATIONS IN MEDICINE AND OTORHINOLARYNGOLOGY IN ANCIENT EGYPT

*X. Негм**Каирский университет, Египет*

**РЕФЕРАТ.** В статье представлен исторический очерк развития медицины и оториноларингологии в Древнем Египте с различными клиническими примерами. Медицинские навыки древних египтян далеко продвинулись дальше своего времени. Они написали первые медицинские тексты, выполнили первые хирургические методы, использовали первые повязки и лекарственную терапию. Древние египтяне революционизировали мир медицины и заложили рамки достижений медицины, которые существуют в нашем мире сегодня.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** оториноларингология в Древнем Египте, трепанация черепа, мумификация.

Медицина всегда была одной из самых почетных профессий на протяжении всей истории, и она известна с самого начала существования человечества на Земле. Она принимала различные формы и типы в зависимости от потребностей в каждом времени, связанных с магией, религией и т. д.

В Древнем Египте медицина была развита, и врачи имели очень уважаемый статус. Поскольку древние египтяне верили в загробную жизнь, они прилагали все усилия для сохранения человеческого тела в хорошем состоянии с помощью медицинских и хирургических мер в течение жизни и с мумификацией после смерти (рис. 1).

Медицинские знания продолжали расти и развиваться до эллинистической эпохи, когда Александрия со своей знаменитой библиотекой стала центром науки и образования в Древнем мире.

Мы начнем с Имхотепа. Имхотеп был министром Джосера, основателя III династии, и он был главным архитектором, который построил для своего правителя пирамиду в Сахаре, первое каменное сооружение в мире. Он был самым известным египетским врачом, а также строителем, астрономом и магом. Считался сыном бога Бетахом, создателем бога Мемфиса. Также он считался главным священником Гелиополиса и главным врачом. Позже он был возведен в бога медицины (рис. 2).

*Kh. Negm**Cairo University, Egypt*

**SUMMARY.** The article presents a historical outline of the development of medicine and otorhinolaryngology in ancient Egypt with various clinical examples. The medical skills of ancient Egyptians were far advanced beyond their time. They wrote the first medical texts, performed the first surgical techniques, used the first bandages and drug therapies. The ancient Egyptians revolutionized the world of medicine and laid the framework for the advances in medicine that exist in our world today.

**KEY WORDS:** otorhinolaryngology in Ancient Egypt, trepanation of the skull, mummification.

Затем был Хеси-Ре. Недавние исследования показали, что Хеси-Ре был первым египтянином, который носил титул врача. Он был современником Имхотепа и, вероятно, заслужил звание «Отец медицины». Он носил следующие титулы: начальник стоматологов, начальник врачей, царский писарь, известный царю и священнику бога Хорусу.

Далее был Най Анкх Ре. Он был врачом царя, который жил во время V династии. Египтологи считали, что он в свое время занимался медицинским образованием. Вокруг Пирамиды в Гизе (рис. 3) недавно были обнаружены гробницы рабочих или строителей пирамид, в рентгеновских снимках некоторых скелетов, найденных в могиле рабочих, мы можем видеть восстановленные и излеченные переломы (рис. 4а, б), обозначая знание ортопедической практики. Еще один образец скелета показывает операцию на черепе.

В Некрополе Сахары в ходе раскопок, проведенных в 2006 году, были обнаружены гробницы дантистов. Самой важной была гробница дантиста Эмри. В том же районе Некрополя Сахары они также обнаружили гробницу доктора Кар. Кар был врачом царя, относящимся ко времени VI династии. Его гробница находится в форме одного Мастаба, построенного из глиняных кирпичей. В глубине гробницы Кар обнаружили хирургические инстру-

менты из бронзы (рис. 5). В другой гробнице Анх Ма-Хор из VI династии на стене изображена операция мужского обрезания (рис. 6).

В храме Дандары находилась известняковая стела, которая теперь представлена в Луврском музее во Франции, изображающая женщину в родах, которой помогает богиня Хатхор. Она сидит на рабочем месте (рис. 7). Стена из храма Ком Омбо показывает царицу во время работы в виде богини Исиды, и она также сидит во время работы. Древние египтяне держали беременных женщин за две недели до и две недели после родов в чистом, хорошо аэрированном месте под названием «мамису», чтобы защитить их от инфекции и дать им лучший уход.

Далее мы расскажем о шедевре. Это первое известное доказательство реконструктивной хирургии, где мы видим деревянный большой палец, прикрепленный к подножию мумии (рис. 8). Этот экземпляр теперь находится в Египетском музее в Каире.

Медицинские папирусы являются первыми медицинскими текстами, датированными с конца XII по XX династию (1993–1090 гг. до н. э.). Они были написаны относительно поздно, но большинство из них отражает более старые знания еще IV династии. Семь медицинских папирусов хорошо известны:

- Кайнунский гинекологический папирус;
- Папирус внутренней медицины Эберса;
- Хирургический папирус Эдвина Смита (самый известный);
- Херст;
- Честер;
- Берлин;
- Лондон.

Папирус внутренней медицины Эберса является самым длинным папирусом. Его длина более 20 метров и содержит 877 средств защиты. Он написан в Иератике. И теперь хранится в Лейпцигской библиотеке университета.

Папирус Эдвина Смита намного короче, хотя сохранившаяся часть составляет около 4,7 м и содержит 48 хирургических договоров, и теперь он находится в Нью-Йоркской академии наук (рис. 9). Он написан более научным слогом, чем папирус Эберса. Этот вывод основан на грамматических особенностях и архаической терминологии в том виде, в каком он был написан. Он дополняется многочисленными глянцами, которые составляют самую ценную часть папируса. Выживший текст систематически детализирует лечение травмы в нисходящем анатомическом порядке – от верха головы до позвонков. Сохраненные 48 случаев расположены в когерентном узоре, указав прикроватный способ египетского врача. После каждого названия



Рис. 1. Древний египетский врач

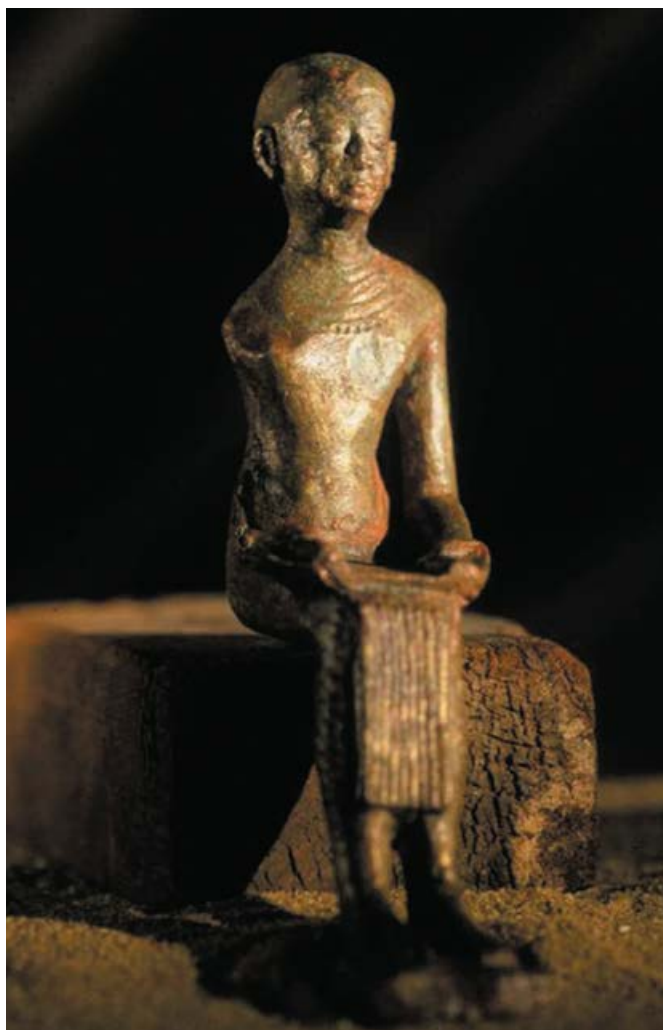


Рис. 2. Имхотеп – бог медицины



Рис. 3. Пирамиды Гизы



Рис. 5. Хирургические инструменты Куара

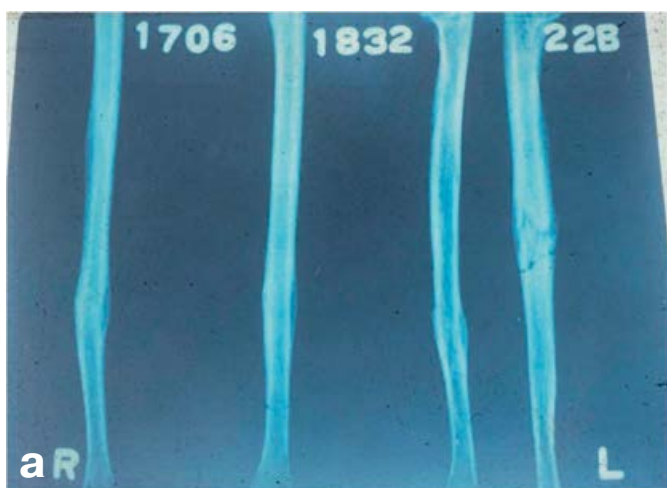


Рис. 4. а) Рентгенография сросшихся переломов  
б) Хирургическая трепанация черепа

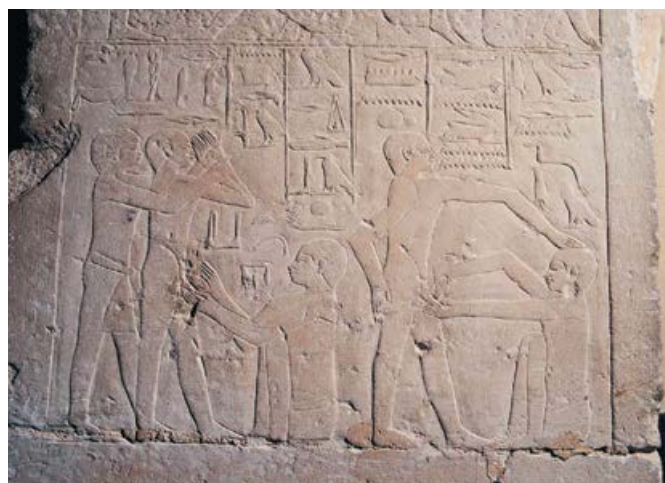


Рис. 6. Операция обрезания



Рис. 7. Роды богини Хатхор



Рис. 8. Протез большого пальца

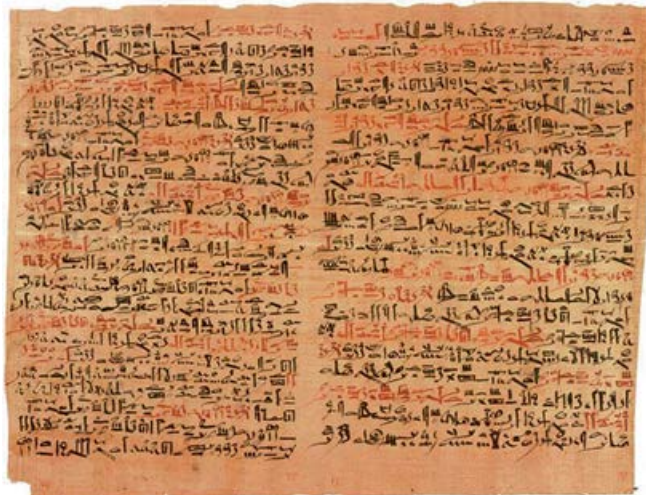


Рис. 9. Папирус Эдвина Смита



Рис. 10. Мумификация

описание начинается с фразы «Если вы исследуете человека, который имеет то-то» и продолжает подробный список симптомов и этапов обследования. Затем врач произносит устный диагноз, оценку вероятности выживания пациента, заявив: «Болезнь, которую я буду лечить...», или «Недуг, с которым я буду бороться...», или «Недуг, который нельзя лечить...», поэтому пациент умрет. Когда считается возможным, лечение описано в заключительном разделе. Приведем несколько примеров из папируса Эдвина Смита относительно нескольких оториноларингологических случаев.

**Случай 1**

**Инструкции при ушибе носа**

- Исследование: если вы исследуете человека, имеющего ушиб носа, деформирующий его, после удаления крови вы должны сказать: «У кого-то есть травма носа. Я буду лечить эту болезнь».
- Лечение: очистите нос с помощью двух виниловых тампонов, поместите две другие бельевые турунды с жиром в обе ноздри, постельный режим, пока опухоль не опустится, наложите тугую бельевую повязку.



Рис. 11. Одна из египетских мумий

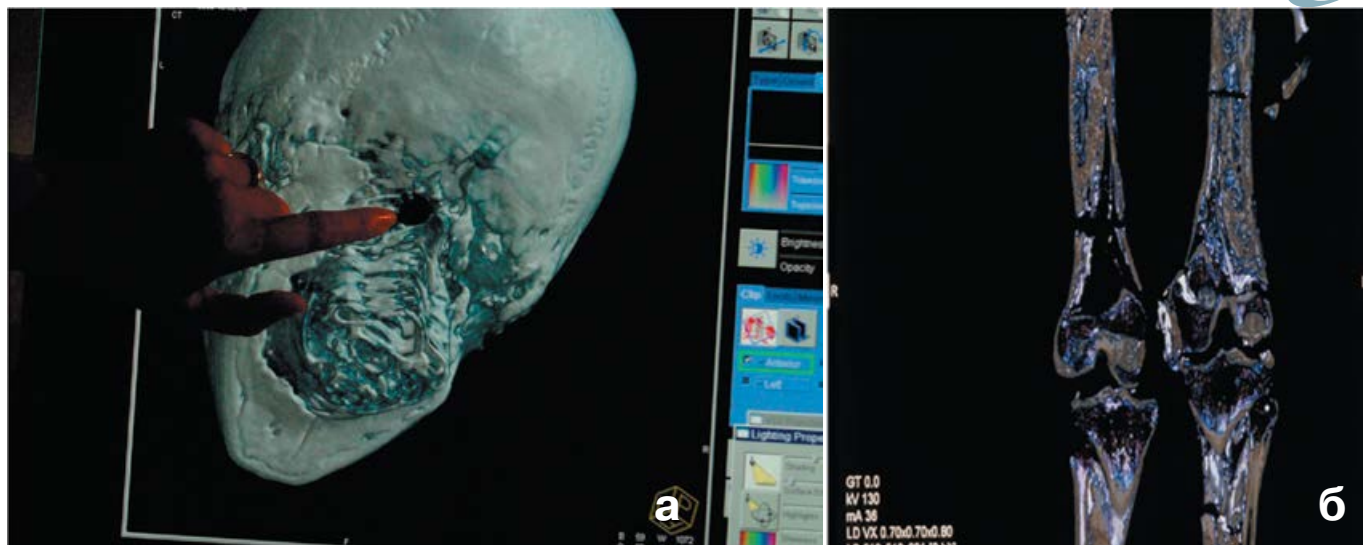


Рис. 12. Скан Тутанхамона

вую повязку, обрабатывайте медом и жиром до тех пор, пока он восстанавливается.

В то время мед использовался как антисептик, и им смазывали раны. Далее описывается та же проблема, но с применением других материалов.

#### Случай 2

##### Инструкции при переломе носа

- Исследование: если вы исследуете человека, имеющего перелом носа со смещением, уродующим лицо, вы должны сказать: «У одного есть перелом носа. Недуг, который я буду лечить».

- Лечение: положите больного, очистите внутреннюю часть носа, возьмите две льняных турунды, пропитанных жиром, и поместите их в полость носа, накладывайте повязку, обработанную медом, жиром и воском, до тех пор, пока он не восстановится.

#### Случай 3

##### Инструкции при травме носа

- Исследование: при исследовании человека, получившего травму носа, положите руку на нос. Если под рукой вы ощутите крепитацию, будет кровотечение из носа и уха на стороне травмы, пациент не может говорить – это перелом основания черепа.

- Диагноз: вы должны сказать: «У кого-то есть рваная рана носа. Болезнь невозможно вылечить». Этот человек умрет.

#### Случай 4

##### Инструкции при ране носа

- Исследование: если вы исследуете человека с проникающей раной носа, вы должны зашить рану. Вы должны сказать: «У пациента есть проникающая рана носа, которую я буду лечить».

- Лечение: сделайте две салфетки из льна, очистите рану от крови, освежите края раны и стяните их швами, обрабатывайте медом, жиром и воском до тех пор, пока он не поправится.

#### Случай 5

##### Инструкции при ране уха

- Исследование: если вы исследуете человека, имеющего рану на его ухе, находящуюся в нижней ее части, вы должны смоделировать ухо, зашив рану.

Затем следует сказать: «У него есть проникающая рана в ухе. Недуг, который я буду лечить».

- Лечение: возьмите края раны и сшейте их, затем положите тугую повязку из льна и положите кзади уха. Затем вы должны лечить его, перевязывая повязкой с медом каждый день, пока он не выздоровеет.

#### Случай 6

##### Инструкции при ране горла

- Исследование: если вы исследуете человека, имеющего зияющую рану в горле, пронзающую его горло; когда он пьет воду, он задыхается, и она выходит из-за раны; у него жар, развивается лихорадка; вы должны зашить рану. Тогда вы должны сказать о нем: «У кого-то есть рана в горле. Недуг, с которым я буду бороться».

- Первое лечение: вы должны зашить рану в первый день. После этого вы должны лечить его жиром и медом каждый день, пока он не поправится.

Второе лечение: если вы обнаружите, что у него продолжают лихорадки от этой раны, вы должны менять повязку на сухую на ране, пока он не восстановится.

Это были некоторые примеры случаев из папируса Эдвина Смита, и мы можем отметить, что многие из них имели ту же стратегию лечения, что и сейчас. Затем мы перейдем к последней части, которая касается мумификации или сохранения тела после смерти. На яркой картинке представлено фото деревянного саркофага в форме бога Анубиса с головой шакала, выполняющего мумификацию между Изидой и Нефтисом (рис. 10).

Первое достоверное доказательство успешной преднамеренной мумификации произошло в IV династии, в гробнице царицы Хетепер в Гизе. Разложение тела избегали двумя путями: удаление внутренних органов и обезвоживание тканей. Существовали только два основных дополнения к этим основным процедурам. Первым, которое практиковалось у некоторых мумий, вставление металлической подпорки в черепную полость через ноздри и этмоидальную кость. Второе (было введено в XXI династии), использовались наполнители, которые заполняли тело, пытаясь в какой-то степени сохранить исходный его контур. Внутренние органы после того, как удаляли из тела, помещались в трех банках, которые находились под столом бальзамировщиков (рис. 10). Рисунок 11 показывает египетскую мумию, и мы можем видеть, что тело находится в относительно хорошем состоянии спустя тысячи лет.

Информация о мумификации появилась у нас от Геродота, но недавние исследования с использованием компьютерной томографии (КТ) с 3D-переформатированием и объемной реконструкцией в дополнении к эндоскопии показали нам дополнительную информацию. Например, рассматривая многослойную КТ тела Тутанхамона, было обнаружено, что он не был убит ударом по голове, как было раньше известно. Нет никаких доказательств повреждения задней части черепа. Отверстие в черепе (рис. 12а) не могло произойти из-за травмы перед смертью. Эта перфорация, скорее всего, сделана бальзамировщиками, чтобы ввести свои материалы через череп. Было обнаружено два свободных фрагмента кости. Это, очевидно, часть передней границы большого затылочного отверстия и заднего рога атланта. Их состояние свидетельствует о том, что они выполнены после смерти, в противном случае они должны быть заполнены бальзамирующей жидкостью. Таким образом, полностью исключена проникающая травма черепа.

Кроме этого, была замечена трещина левой нижней бедренной кости на уровне эпифизарной пластинки, присутствовали реактивные физиологические изменения, которые образуются при жизни. Плотный бальзамирующий материал, покрывающий края перелома, предполагает его появление незадолго до смерти (рис. 12б).



Рис. 13. Тутмос

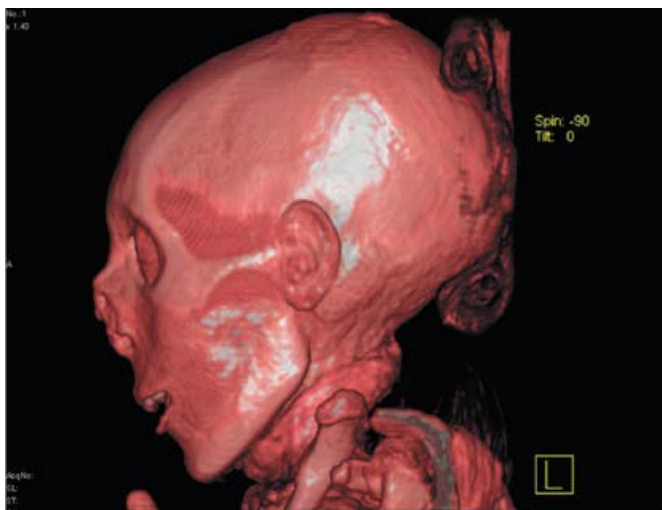


Рис. 14. Череп Тутмоса



Рис. 15. Отверстие в решетчатой кости





Вполне возможно, что он попал в аварию, может быть, был следствием аварии на колеснице во время охоты в Мемфисе. Перелом ноги, возможно, осложненный инфекцией, приводил к угрожающей жизни ситуации, особенно при наличии малярии.

Тутмос III являлся одним из самых могущественных царей (рис. 13), был отсканирован, и в отчетах демонстрировалось, что у него развился атрофический ринит (носовые турбины были очень маленькими). Также его предполагаемый возраст составлял 45–60 лет, его расчетная высота – 1,75 см, а его череп был относительно удлиннен назад, долихоцефалический (рис. 14).

Исследование проводилось в Александрийском университете (Gaafar et al., 1999). С использованием эндоскопии носа и КТ для мумий и черепов доказано удаление мозга в некоторых случаях. Он показал, что процесс удаления головного мозга проводился с хорошо изученной техникой и обученным персоналом, с хорошим знанием анатомии, с применением специальных инструментов для создания равномерной чистой эндоназальной краниотомии (рис. 15 и 16).

В заключение медицина в Древнем Египте была лишь одним из аспектов великой цивилизации. Медицинские навыки древних египтян далеко продвинулись дальше своего времени. Они написали первые медицинские тексты, выполнили первые хирургические методы, использовали первые шипы и повязки и применяли первую лекарственную терапию. Древние египтяне революционизировали



Рис. 16. Ход и пустой череп

мир медицины и заложили рамки достижений медицины, которые существуют в нашем мире сегодня. Развитие человеческого разума, создающего новые идеи и современные технологии, помогло раскрыть тайну древних событий и связать прошлое с настоящим и будущим.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Andrews C. Egyptian Mummies. – London: British Museum Publications, 1984. – 73 p.
2. Bardinot T. Les Papyrus Médicaux de l’Egypte Pharonique. – Paris: Fayard Paris, 1995. – 590 p.
3. Breasted J. H. The Edwin Smith Surgical Papyrus. – Chicago–Illinois: University of Chicago Press, 1930.
4. Hawas Z. Scanning of the Pharaohs. – Cairo a NY: The American University in Cairo press, 2016. – 336 p.
5. Jonckheere F. Les Medecins de L’Egypte Pharaonique. – Brussels: Fondation Egyptologique Reine Elizabeth, 1958.
6. Nunn J. F. Ancient Egyptian Medicine. – London: The British Museum Press, 1996.

## INNOVATIONS IN MEDICINE AND OTORHINOLARYNGOLOGY IN ANCIENT EGYPT

*Kh. Negm*

*Cairo University, Egypt*

**SUMMARY.** The article presents a historical outline of the development of medicine and otorhinolaryngology in ancient Egypt with various clinical examples. The medical skills of ancient Egyptians were far advanced beyond their time. They wrote the first medical texts, performed the first surgical techniques, used the first bandages and drug therapies. The ancient Egyptians revolutionized the world of medicine and laid the framework for the advances in medicine that exist in our world today.

**KEY WORDS:** otorhinolaryngology in Ancient Egypt, trepanation of the skull, mummification.

Medicine has always been one of the most honorable professions throughout history and, it has been known since the beginning of the existence of mankind on Earth. It took different forms and types according to the needs in each time, related to magic, to religion, etc.

Medicine was advanced and physicians acquired a highly respectable position in Ancient Egypt. Because the ancient Egyptians believed in the afterlife, they did every effort to preserve the human body in good condition by medical and surgical measures during life, and with mummification after death (fig. 1).

The medical knowledge continued to grow and develop until the Hellenistic era, when Alexandria, with its famous library became the center of science and education in the Ancient world.

We will start with Imhotep. Imhotep was the Minister of King Zoser, the founder of the 3rd Dynasty, and he was the Chief Architect who built for his King the Step Pyramid in Sakkara, the first stone building in the world. He was the most famous Egyptian physician, also architect, astronomer and magician. Considered as the son God Betah, the creator of the God of Memphis. The chief priest of Heliopolis, and the chief physician and architect. Later, he was elevated to God of Medicine (fig. 2).

Then we had Hesi-Re. Recent research has shown evidence that Hesi-Re was the first Egyptian who bore the title of physician or SENW. He was a contemporary of Imhotep and probably deserves the title of «Father of Medicine». He carried the following titles: Chief of dentists, Chief of physicians, Royal scribe, known to the King and Priest of God Horus.

Then we had Ny Ankh Re. He was a royal physician who lived during 5th Dynasty. From the unique position of his statue the Egyptologists believed that he was concerned with medical education at his time.

Around the Pyramid's plateau in Giza (fig. 3), the tombs of the workers, or the pyramid builders were recently discovered. In the X-Ray pictures of some of the skeletons

found in the tomb of the workers we can see reduced and healed fractures (fig. 4a, b). denoting the knowledge of orthopedic practice during this time. Also another skeleton specimen shows a trephine operation in the skull.

In the Sakkara Necropolis, tombs of the Royal Dentists were recently discovered during excavations made in 2006. They discovered three tombs. The most important was a tomb of dentist Emry. In the same area of the Sakkara Necropolis, they also discovered the tomb of physician Qar. Qar was a physician of the Royal Court, dating back to the time of the 6th Dynasty. His tomb is in the form of one Mastaba, built of mud bricks. In the interior of Qar's Tomb, they discovered his surgical instruments. made of bronze (fig. 5). In a another tomb of Ankh Ma-Hor from the 6th Dynasty, drawing on the wall shows the operation of male circumcision (fig. 6).

From Dandara Temple there is a limestone stela, that it is now present in the Louvre Museum in France, showing a woman in delivery, being helped by the Goddess Hathor. She is seated on the labor chair (fig. 7). A wall from Kom Ombo temple shows the queen during labor in the form of the Goddess Isis, and she is also seated on the labor chair. The ancient Egyptians used to keep the pregnant women 2 weeks before and 2 weeks after delivery in a clean, well aerated place called «mamisy» to protect them from infection and to give them the best care.

Then we come to the masterpiece. This is the first known evidence or reconstructive surgery, where we can see a wooden big toe fixed to the foot of a mummy (fig. 8). This specimen is now present in the Egyptian museum in Cairo.

The Medical Papyri are the first medical texts, dated from late 12th to 20th Dynasty (1993–1090 B. C.). They have been written relatively late, but most of them reflect older knowledge as far back as the 4th Dynasty. Seven medical papyri are well known:

- The Kahun Gynecological Papyrus;
- The Ebers Papyrus of internal medicine;
- The Edwin Smith Surgical Papyrus, the most famous;



Fig. 1. Ancient Egyptian physician



Fig. 3. The Pyramids of Giza



Fig. 2. Imhotep God of Medicine

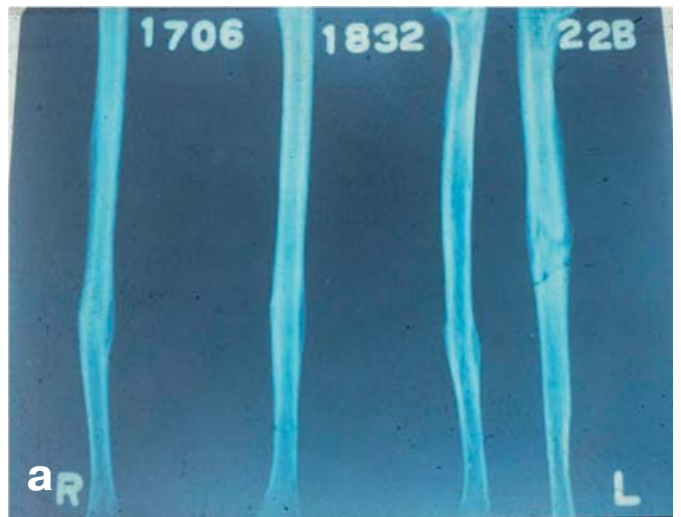


Fig. 4. a) X-Ray reduced/healed fractures  
b) Skull with trephine surgery

- The Hearst;
- The Chester;
- The Berlin;
- The London.

The Ebers internal medicine papyrus is the longest papyrus ever. It's length is more than 20 meters and it contains 877 remedies. It is written in Hieratic. And now it is present in Leipzig University Library.

The famous Edwin Smith Papyrus is much shorter, although the still preserved part is about 4.7 meters and it contains 48 surgical treaties, and it is now present in New York Academy of Sciences (fig. 9). It is written in a more scientific script than the Ebers papyrus. It is an incomplete copy of an older reference, manuscripts dating from the Old Kingdom. This conclusion is based on gramatical features and archaic terminology in the way it has been written. It is supplemented by numerous glosses, which constitute the most valuable part of the papyrus. The surviving text systematically details the treatment of trauma in descending anatomical order, from the top of the head to the vertebrae. The preserved 48 cases are arranged in a coherent pattern, specifying the bedside manner of the Egyptian physician. Following each title, a description of the examination begins with the phrase «If you examine a man who has so and so», and continues with a detailed list of symptoms and steps of examination. Then the physician pronounces an oral diagnosis, an assessment of the patient's chance of survival, by stating either: «An ailment which I will treat», or «An ailment with which I will contend», or «An ailment not to be treated» so the patient will die. When considered feasible, treatment is described in the final section. We will give some examples from Edwin Smith's papyrus concerning several otorhinolaryngological cases.

**Case 1**

**Instructions concerning a break of the column of the nose**

- Examination: If thou examinest a man having a break of the column of his nose, with disfigurement, and depression, and has discharged blood from his nostrils, you should say: «One having a break of the column of his nose, an ailment I will treat».

- Treatment: So clean the nose with 2 plugs of linen, place 2 other plugs of grease saturated linen in the 2 nostrils, bed rest until the swelling subside, apply stiff rolls of linen to hold the nose fast and treat with honey and grease until he recovers.

Honey was used as an antiseptic at that time and grease as we are using now Vaseline. So, it's the same idea but with different materials.

**Case 2**

**Instructions concerning a break in the chamber of his nose**

- Examination: If thou examinest a man having a break in the chamber of his nose, with his nose bent, and face disfigured, you should say: «One having a break in the chamber of his nose. An ailment I will treat».



Fig. 5. Qar's Surgical instruments



Fig. 6. The Circumcision surgery



Fig. 7. Lady in delivery helped by Goddess Hathor



Fig. 8. Big toe prosthesis

- Treatment: Force it to fall in, to lie in its place (like reduction). Clean the inside, apply 2 grease saturated plugs of linen, and place 2 stiff rolls of linen, bound on, and treat with honey, grease and lint until he recovers.

**Case 3**

**Instructions concerning a smash in the nostril**

- Examination: If thou examinest a man having a smash in his nostril, put your hand upon the nose, should it crepitate under the finger, while he discharges blood from his nose and ear on the side of smash, and he is speechless (he is having a fracture base).
- Diagnosis: You should say: «One having a smash in his nostril. An ailment not to be treated». So at that time, this man would die.

**Case 4**

**Instructions concerning a wound in his nostril**

- Examination: If thou examinest a man with a wound in his nostrils piercing through, you should find the 2 lips of the wound and stitch together. You should say: «One having a wound in his nostril, piercing through, an ailment which I will treat».
- Treatment: Make 2 swabs of linen, clean every worm of blood, bind with fresh meat until the stitches loosen (like debridement), and treat with honey, grease and lint until he recovers.

**Case 5**

**Instructions concerning a wound in his ear**

- Examination: If thou examinest a man having a wound in his ear, cutting through its flesh, the injury

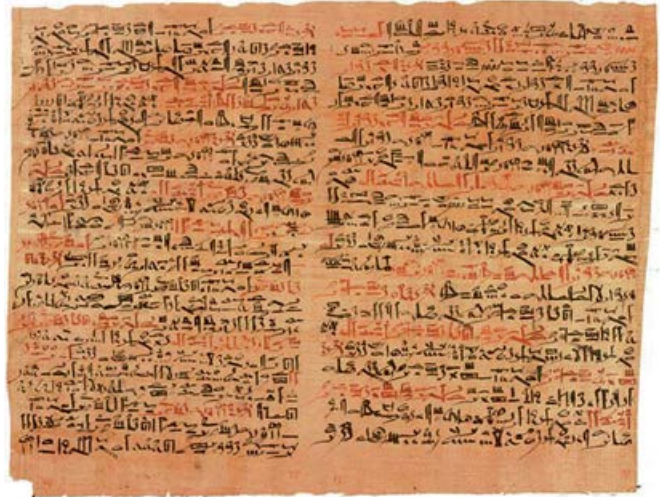


Fig. 9. Edwin Smith Papyrus



Fig. 10. Mummification



Fig. 11. One of the Egyptian Mummies

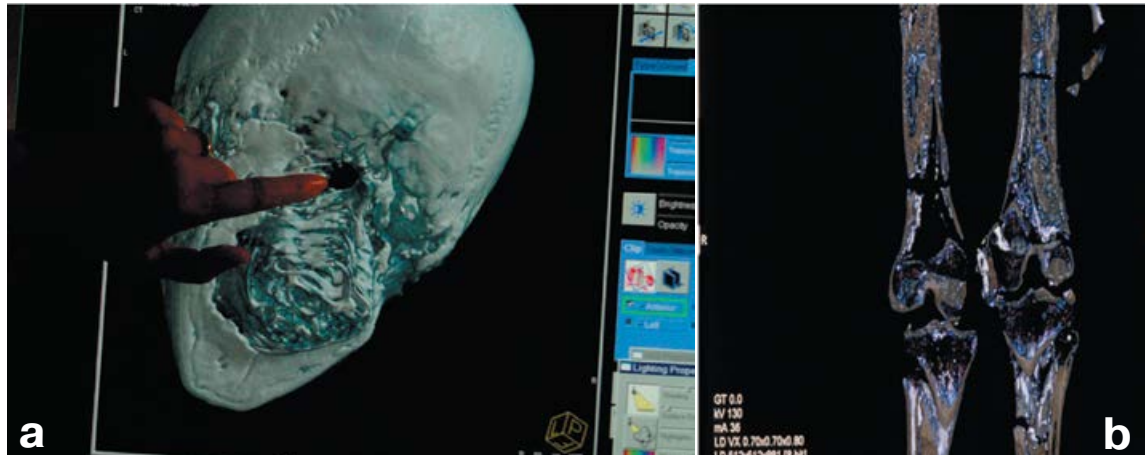


Fig. 12. Tutankhamun scan

being in the lower part of his ear and confined to the flesh, you should draw it together with stitching behind the hollow of his ear. Then should say: «One having a wound in his ear, cutting through its flesh. An ailment which I will treat».

- Treatment: If you find the stitching of that wound loosen, stick in the 2 lips of his wound, then you should make for him stiff rolls of linen and pad the back of his ear. Then you should treat it afterwards with grease, honey, and lint every day until he recovers.

### Case 6

#### Instructions concerning a wound in his throat

- Examination: If thou examinest a man having a gaping wound in his throat piercing through to his gullet; if he drinks water he chokes and it comes out of the mouth of his wound; it is greatly inflamed, so that he develops fever from it; you should draw together that wound with stitching. You should say then, concerning him: «One having a wound in his throat, piercing through to his gullet. An ailment with which I will contend».

- The first treatment: You should bind it with fresh meat the first day. You should treat it afterwards with grease, honey, and lint every day, until he recovers.

- Second examination: If, however, you find him continuing to have fever from that wound, you should apply dry lint in the mouth of his wound, and moor him at his mooring stakes until he recovers.

These were some examples of cases from the Edwin Smith papyrus, and we can note that many of them had the same strategy of treatment like we are using nowadays.

Then we will move to the last part, which is about mummification, or preserving the body after death. In a very nice, colorful picture, which is a painting from a wooden sarcophagus, we can see the embalmer, in the form of God Anubis with the head of a jackal performing mummification (fig. 10), between Isis and Nephtysl.

The first convincing evidence of a successful intentional mummification occurred in the 4th Dynasty, in the tomb of Queen Hetepheres in Giza. The two

crucial steps to arrest the decomposition of the body were evisceration and dehydration of the tissues. There were only two major additions to these basic procedures. The first innovation was excerebration, practiced in some mummies by inserting a metal hook into the cranial cavity through the nostrils and ethmoid bone; to remove the contents of the head. The second innovation was introduced in the 21st Dynasty, when they used subcutaneous filling materials trying to retain the original body contour to some extent. They kept the internal viscera after removing them from the body in 3 Canopic Jars seen under the embalmers table in (fig. 10). Figure 11 shows an Egyptian mummy, and we can see that the body is in a relatively good condition after thousands of years.

The information about mummification came to us through Herodotus, but recent studies using the CT with 3D reformatting and volume rendering techniques in addition to endoscopy showed us some more information. For example, examining through multi slice CT the body of Tutankhamun, it was discovered that he was not murdered by a blow to his head as they knew before. There is no evidence for partially healed injury to the back of the skull. The hole in the skull (fig. 12a) could not have come from an ante-mortem injury. This hole is most probably made by the embalmers as the second route to introduce their materials through the skull. Two free bone fragments were found, these are clearly the detached part of the foramen magnum border and the posterior arch of atlas. They are obviously loose therefore they are postmortum, otherwise they should be adherent to the embalming fluids.

A penetrating intra vitam skull injury is completely ruled out.

A fracture was noticed of the left lower femur at the level of the epiphyseal plate, reactive physiologic changes in vivo were present. Dense embalming material covering the edges of the fracture suggesting its occurrence shortly before death (fig. 12b).

It is possible that he had an accident, could have been a result of chariot accident while hunting in Memphis. A leg fracture possibly complicated by infection resulted in life threatening situation, specially in the presence of malaria.



Fig. 13. Tuthmosis



Fig. 15. Post. Ethmoid hole

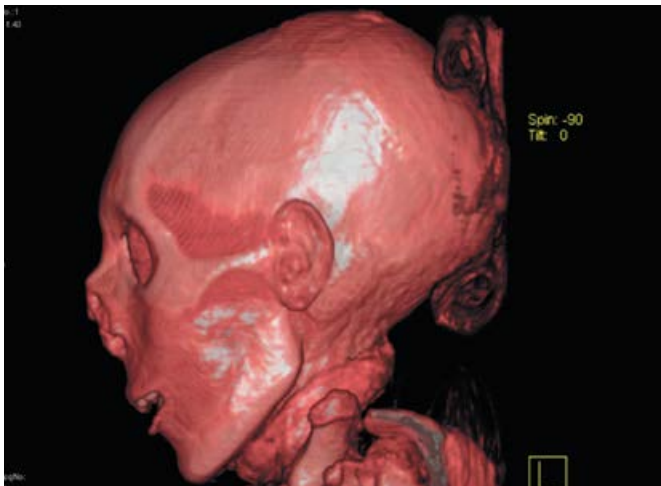


Fig. 14. Tuthmosis skull



Fig. 16. Passage and empty skull

Tuthmosis III, one of the most powerful kings (fig. 13) was scanned and the reports showed that he developed atrophic rhinitis (the nasal turbinates were very small). Also his estimated age was 45–60 years, his estimated height was 1.75 cm and his skull was relatively elongated backward, dolichocephalic (fig. 14).

A study was conducted in Alexandria University by Gaafar et al. 1999 Using Nasal Endoscopy and C. T. for the Mummies and skulls proved the removal of the brain in some cases. It showed that the process of brain removal was performed with a well studied technique and trained personnel, with good knowledge of anatomy, using special instruments to create a uniform clean-cut endonasal craniotomy (fig. 15, 16).

In conclusion, medicine in Ancient Egypt was only one aspect of a great civilization. The medical skills of ancient Egyptians were far advanced beyond their time. They wrote the first medical texts, performed the first surgical techniques, used the first splints and bandages, and used the first drug therapies. The ancient Egyptians revolutionized the world of medicine and laid the framework for the advances in medicine that exist in our world today.

The development of the human mind creating new ideas and modern technologies helped to unveil the mystery of ancient events and connect the past with the present and the future.

## REFERENCES

1. Andrews C. Egyptian Mummies. – London: British Museum Publications, 1984. – 73 p.
2. Bardinet T. Les Papyrus Médicaux de l’Egypte Pharonique. – Paris: Fayard Paris, 1995. – 590 p.
3. Breasted J. H. The Edwin Smith Surgical Papyrus. – Chicago–Illinois: University of Chicago Press, 1930.
4. Hawas Z. Scanning of the Pharaohs. – Cairo a NY: The American University in Cairo press, 2016. – 336 p.
5. Jonckheere F. Les Medecins de L’Egypte Pharaonique. – Brussels: Fondation Egyptologique Reine Elizabeth, 1958.
6. Nunn J. F. Ancient Egyptian Medicine. – London: The British Museum Press, 1996.

# МАСТЕР? В КЛАСС!

На сегодняшний день растет количество пациентов с острыми и хроническими заболеваниями уха. Развитие высокотехнологичной медицинской помощи позволяет существенно улучшить ситуацию с доступностью и качеством оказания лечения пациентов с мезо- и эпитимпанитами, отосклерозом, доброкачественными опухолями уха. Однако и прогресс требует от специалистов постоянного совершенствования навыков проведения современных операций. В связи с этим существует спрос на курсы повышения квалификации для врачей-оториноларингологов.

На вопросы отвечает руководитель курса по амбулаторной отохирургии, директор центра оториноларингологии Федерального Сибирского научно-клинического центра, доктор медицинских наук, отохирург, врач высшей категории *Константин Добрецов*.

## – В чем уникальность данного курса?

Впервые в России обучение по амбулаторной отохирургии проводится на искусственных ушных моделях компании Phacoon (Германия), произведенных по уникальной 3D-технологии с использованием компьютерной томографии височных костей. Модели полностью повторяют структуры среднего и внутреннего уха и изготовлены из специальных минеральных соединений, которые напоминают костную ткань, при этом слуховые косточки подвижны.

Программа мастер-класса начинается с теоретической части, которая включает в себя вопросы анатомии уха, микроскопической отоскопии, консервативного лечения острого и хронического отита, участниками обсуждаются показания к амбулаторной хирургии уха (удаление доброкачественных образований слухового прохода, миринготомия, шунтирование барабанной полости), техника местной анестезии, возможные осложнения при амбулаторной хирургии уха, виды слухоулучшающих операций, уход за ухом после слухоулучшающих операций. Отрабатываются практические навыки выполнения шунтирования барабанной полости, удаление доброкачественных образований в слуховом проходе, а также другие навыки, которые необходимы каждому специалисту в ежедневной работе.

## – Для кого предназначен этот курс?

Курс предназначен для широкого круга оториноларингологов. Самая важная задача – научить лор-врачей амбулаторного звена работать с микроскопом, определять анатомические ориентиры при любых заболеваниях среднего уха, выполнять малоинвазивные хирургические вмешательства, например, такие как тимпанотомия и тимпаностомия. Также мы предоставляем возможность обучиться на ушных моделях установке титановых протезов среднего уха, провести тренировочную стапедопластику и оссикулотимпанопластику.

## – Как часто планируется проводить подобные мастер-классы?

Потребность в таких мастер-классах очень высока. Обычно занятия проходят в Москве в учебном меди-

цинском центре врачебной практики PRAXI Первого МГМУ имени И. М. Сеченова. Причем у врачей зачастую нет возможности приехать в столицу. Поэтому мы решили проводить выездные занятия. В 2019 году мы планируем посетить Санкт-Петербург, Екатеринбург, Казань, Ростов-на-Дону и Новосибирск. По окончании курса всем слушателям выдается сертификат о повышении квалификации Первого МГМУ имени И. М. Сеченова (Москва).



Даты мастер-классов:

17 мая – **Новосибирск**;

31 мая – **Калининград**;

19 июня – **Санкт-Петербург**;

20 декабря – **Уфа**.

**Организатор: ООО «МедЗнанияПро»**

Бирюков Владимир,  
Biryukov.v@medq.ru,  
тел. +7 (968) 966-18-89,  
<https://medq.ru>





## Сведения об авторах

1. Авербух Владимир Михайлович, к. м. н., главный научный сотрудник отделения заболеваний верхних дыхательных путей, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии» ФМБА России, 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2
2. Белоцерковский Игорь Валерьевич, заведующий отделением, Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова, 223040, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ, МИНСКИЙ РАЙОН, агр. Лесной, тел. +375 (29) 669-95-01, e-mail: belatsarkouski@gmail.com
3. Варга Лукаш, д. м. н., ассистент кафедры отоларингологии, головы и шеи, медицинский факультет, Университет Коменского в Братиславе, 85107, СЛОВАЦКАЯ РЕСПУБЛИКА, БРАТИСЛАВА, Антольска, д. 11, тел./факс: +421 2 635-315-41-43
4. Власова Мария Михайловна, ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, 305041, РОССИЯ, КУРСК, ул. К. Маркса, д. 3; врач отделения КТ и МРТ-диагностики, БМУ «Курская областная клиническая больница», 305007, РОССИЯ, КУРСК, ул. Сумская, д. 45а
5. Дайхес Николай Аркадьевич, д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, директор, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии» ФМБА России, 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2
6. Джафарова Амина Зауровна, студентка 6-го курса лечебного факультета, ФГАОУ ВО «Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава России», 119991, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Трубецкая, д. 8
7. Джафарова Марьям Зауровна, младший научный сотрудник отделения заболеваний верхних дыхательных путей, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии» ФМБА России, 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2
8. Диаб Хассан Мохамед Али, д. м. н., руководитель научно-клинического отдела заболеваний уха, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России», 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2, тел. +7 (919) 101-33-00, e-mail: Hasandjab@mail.ru; кафедра оториноларингологии, факультет дополнительного профессионального образования, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России
9. Добрецов Константин Григорьевич, директор центра оториноларингологии, ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр ФМБА России», 660037, РОССИЯ, КРАСНОЯРСК, Коломенская ул., д. 26, тел. +7 (913) 507-01-41, e-mail: ekdobretsov@rambler.ru
10. Ена Дмитрий Леонидович, онколог-хирург, Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова, 223040, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ, МИНСКИЙ РАЙОН, агр. Лесной, тел. +375 (29) 661-75-40, e-mail: dimayena@gmail.com
11. Загорская Дарья Алексеевна, оториноларинголог, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России», 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2
12. Загорская Елена Евгеньевна, к. м. н., ведущий научный сотрудник отдела патологии внутреннего уха, ГБУЗ «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии имени Л. И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы, 117152, РОССИЯ, МОСКВА, Загородное шоссе, д. 18а, стр. 2, тел. +7 (495) 633-99-38, e-mail: zagorskaya\_elena@mail.ru
13. Зеленкова Виктория Николаевна, к. м. н., ведущий научный сотрудник отдела микрохирургии уха, ГБУЗ «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии имени Л. И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы, 117152, РОССИЯ, МОСКВА, Загородное шоссе, д. 18а, стр. 2, тел. +7 (495) 633-99-38, e-mail: Zelenkova.07.78@mail.ru
14. Зеликович Елена Исаевна, д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики детского возраста, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, 125993, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, тел. +7 (916) 632-41-97, e-mail: rmapo@rmapo.ru
15. Зинкевич Денис Николаевич, врач отделения оториноларингологии, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России, 125047, РОССИЯ, МОСКВА, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16, тел. +7 (499) 251-46-96, e-mail: Dzhinkevich@nsi.ru
16. Зухба Амина Гарриевна, оториноларинголог, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России», 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2
17. Кабатова Зузана, д. м. н., доцент кафедры отоларингологии, хирургии головы и шеи, медицинский факультет, Университет Коменского в Братиславе, 85107, СЛОВАЦКАЯ РЕСПУБЛИКА, БРАТИСЛАВА, Антольска, д. 11, тел./факс: +421 2 635-315-41-43
18. Капитанов Дмитрий Николаевич, д. м. н., профессор, заведующий отделением оториноларингологии, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России, 125047, РОССИЯ, МОСКВА, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16, тел. +7 (916) 128-80-63, e-mail: DKapitanov@nsi.ru
19. Карта Филиппо, отделение оториноларингологии, Университетская клиническая больница города Кальяри, доцент кафедры, Университет города Кальяри, Италия, поликлиника «D. Casula», 09124, ИТАЛИЯ, КАЛЬЯРИ, Монсератто, SS 554, тел. +39 070 510-966-68, e-mail: filippocarta@unica.it
20. Кварту Даниэла, отделение оториноларингологии, Университетская клиническая больница города Кальяри, ординатор кафедры, Университет города Кальяри, поликлиника «D. Casula», 09124, ИТАЛИЯ, КАЛЬЯРИ, Монсератто, SS 554, тел. +39 070 510-966-68, e-mail: danielaquartu@gmail.com
21. Кириченко Андрей Константинович, профессор, заведующий патологоанатомическим отделением, НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Красноярск ОАО «РЖД», 660058, РОССИЯ, КРАСНОЯРСК, ул. Ломоносова, д. 47, тел. +7 (391) 248-87-69, e-mail: Krasak.07@mail.ru
22. Кирсанова Елена Валерьевна, врач-анестезиолог, МБУЗ «Городская клиническая больница № 29 имени Н. Э. Баумана», 111250, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Госпитальный Вал, д. 5/1, кв. 149, тел. +7 (910) 215-72-76, e-mail: kirelena@yandex.ru
23. Киселюс Витаутас Эдуардо, аспирант, отдел микрохирургии уха, ГБУЗ «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии имени Л. И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы, 117152, РОССИЯ, МОСКВА, Загородное шоссе, д. 18а, стр. 2, тел. +7 (495) 633-99-38, e-mail: moomer@mail.ru

24. Колядич Жанна Викторовна, заведующая лабораторией, Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова, 223040, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ, МИНСКИЙ РАЙОН, агр. Лесной, тел. +375 (29) 669-05-23, e-mail: janept@list.ru
25. Кондратчиков Дмитрий Сергеевич, младший научный сотрудник научно-клинического отдела заболеваний уха, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России», 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2, тел. +7 (968) 757-74-79, e-mail: Kondratchikov@gmail.com
26. Котляр Вячеслав Сергеевич, заведующий отделением анестезиологии, МБУЗ «Городская клиническая больница № 29 имени Н. Э. Баумана», 111398, РОССИЯ, МОСКВА, Перовская ул., д. 22, к. 1, кв. 189, тел. +7 (916) 316-82-20, e-mail: kot1609@yandex.ru
27. Кравчук Александр Дмитриевич, заведующий отделением нейротравмы, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России, 125047, РОССИЯ, МОСКВА, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16, тел. +7 (499) 251-46-96, e-mail: AKravchuk@nsi.ru
28. Кузнецов Александр Олегович, д. м. н., ведущий научный сотрудник отдела аудиологии, слухопротезирования и слухоречевой реабилитации, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии» ФМБА России, 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2
29. Куриленков Григорий Владимирович, к. м. н., врач-рентгенолог, МДЦ «Рэмси Диагностика», 127473, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 2, тел. +7 (916) 632-42-29, e-mail: grkur@mail.ru
30. Лейзерман Михаил Григорьевич, Заслуженный врач РФ, д. м. н., профессор, заместитель главного врача по медицинской части, МБУЗ «Городская клиническая больница № 29 имени Н. Э. Баумана», 119415, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Удальцова, д. 17, к. 2, кв. 55, тел. +7 (903) 579-38-12, e-mail: Leyzerman@yandex.ru
31. Негм Хешам, заведующий кафедрой оториноларингологии, Медицинский факультет, Каирский университет, ЕГИПЕТ, e-mail: drnegment@hotmail.com
32. Никитин Никита Александрович, к. м. н., ассистент кафедры оториноларингологии, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, 305041, РОССИЯ, КУРСК, ул. К. Маркса, д. 3; врач лор-отделения, БМУ «Курская областная клиническая больница», 305007, РОССИЯ, КУРСК, ул. Сумская, д. 45а, тел. +7 (920) 265-55-99, e-mail: Nikitin\_n\_a@mail.ru
33. Олла Аврора Марта, отделение оториноларингологии, Университетская клиническая больница города Кальяри, ординатор кафедры, Университет города Кальяри, поликлиника «D. Casula», 09124, ИТАЛИЯ, КАЛЬЯРИ, Монсератто, SS 554, тел. +39 070 510-966-68, e-mail: yarp86@hotmail.it
34. Панина Ольга Сергеевна, врач-ординатор, ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России», 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2, тел. +7 (916) 077-77-93, e-mail: dr.panina@gmail.com
35. Пащинина Ольга Александровна, к. м. н., заведующая оториноларингологическим отделением (заболеваний уха), ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России», 123182, РОССИЯ, МОСКВА, Волоколамское шоссе, д. 30, стр. 2, тел. +7 (916) 024-83-83, e-mail: Olga83@mail.ru
36. Пискунов Виктор Серафимович, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой оториноларингологии, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, 305041, РОССИЯ, КУРСК, ул. К. Маркса, д. 3
37. Пискунов Игорь Серафимович, д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, 305041, РОССИЯ, КУРСК, ул. К. Маркса, д. 3; заведующий отделением КТ и МРТ-диагностики, БМУ «Курская областная клиническая больница», 305007, РОССИЯ, КУРСК, ул. Сумская, д. 45а
38. Профант Милан, д. м. н., д. филос. н., профессор и председатель отделения хирургии отоларингологии, головы и шеи, медицинский факультет, Университет Коменского в Братиславе, 85107, СЛОВАЦКАЯ РЕСПУБЛИКА, БРАТИСЛАВА, Антольска, д. 11, тел.: +421 2 635-315-41-43, +421 905 320-960, e-mail: profant@fnorl.sk
39. Пушедду Роберто, отделение оториноларингологии, Университетская клиническая больница города Кальяри, профессор, заведующий кафедрой, Университет города Кальяри, поликлиника «D. Casula», 09124, ИТАЛИЯ, КАЛЬЯРИ, Монсератто, SS 554, тел. +39 070 510-966-68, e-mail: puxeddu@unica.it
40. Столяр Сергей Викторович, профессор, Сибирский федеральный университет, 660041, РОССИЯ, КРАСНОЯРСК, пр. Свободный, д. 79; начальник международного научного центра изучения экстремальных состояний организма, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 660036, РОССИЯ, КРАСНОЯРСК, Академгородок, д. 50, стр. 38, тел. +7 (923) 293-85-86, e-mail: stol@iph.krasn.ru
41. Тризна Наталья Михайловна, заведующая отделением, Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова, 223040, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ, МИНСКИЙ РАЙОН, агр. Лесной, тел. +375 (29) 673-48-97, e-mail: triznachka@gmail.com
42. Фисенко Кирилл Юрьевич, врач-анестезиолог, МБУЗ «Городская клиническая больница № 29 имени Н. Э. Баумана», 125047, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Чайнова, д. 18а, кв. 58, тел. +7 (916) 674-23-23, e-mail: fisnina@yandex.ru
43. Черникова Надежда Алексеевна, врач отделения оториноларингологии, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России, 125047, РОССИЯ, МОСКВА, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16, тел. +7 (965) 420-87-19, e-mail: Chernikhope@gmail.com
44. Чучуева Наталия Дмитриевна, ассистент кафедры болезней уха, горла и носа, ФГАУ ВО «Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава России», 119991, МОСКВА, РОССИЯ, ул. Трубецкая, д. 8, тел.: +7 (916) 235-17-83, e-mail: natalia.chuchueva@gmail.com
45. Шелеско Елизавета Владимировна, к. м. н., врач отделения оториноларингологии, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России, 125047, РОССИЯ, МОСКВА, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16, тел. +7 (499) 251-46-96, e-mail: Eshesko@nsi.ru



## Data on authors

1. Averbukh V. M., PhD, Chief Researcher, Department of Upper Respiratory Diseases, Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology of the Federal Medical and Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182
2. Belotserkovskii I. V., Chief of Department, Alexandrov' Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology, agr. Lesnoy, MINSK REGION, REPUBLIC OF BELARUS, 223040, +375 (29) 669-95-01, e-mail: belatsarkouski@gmail.com
3. Carta F., Department of Otorhinolaryngology, University Clinical Hospital of Cagliari, Associate Professor, University of Cagliari, Italy, polyclinic «D. Casula», SS 554, Monseratto, CAGLIARI, ITALY, 09124, +39 070 510-966-68, e-mail: filippocarta@unica.it
4. Chernikova N. A., doctor of otorhinolaryngology department, Burdenko' National Physical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia, dom 16, 4th Tverskaya-Yamskaya ulitsa, MOSCOW, RUSSIA, 125047, +7 (965) 420-87-19, e-mail: Chernikhope@gmail.com
5. Chuchueva N. D., assistant chair, Department of Ear, Throat and Nose Diseases, Sechenov' First Moscow State Medical University of Ministry of Health of Russia, dom 8, ulitsa Trubetskaya, MOSCOW, RUSSIA, 119991, +7 (916) 235-17-83, e-mail: natalia.chuchueva@gmail.com
6. Daikhes N. A., MD, professor, a member of the correspondent RAS, Director, Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology of the Federal Medical and Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182
7. Diab Kh. M. A., MD, Head of Clinical Research Department of Diseases of Ear, Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal Medical Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182, +7 (919) 101-33-00, e-mail: Hasandiab@mail.ru; Department of Otorhinolaryngology, Faculty of Postgraduate education, Pirogov' Russian National Research Medical University
8. Dobretsov K. G., the director of the ENT center, Federal Siberian Scientific and Clinical Center of FMBA of Russia, dom 26, ulitsa Kolomenskaya, KRASNOYARSK, RUSSIA, 660037, +7 (913) 507-01-41, e-mail: ekdobretsov@rambler.ru
9. Dzhaifarova A. Z., 6th year student of the Faculty of Medicine, Sechenov' First Moscow State Medical University of Ministry of Health of Russia, dom 8, ulitsa Trubetskaya, MOSCOW, RUSSIA, 119991
10. Dzhaifarova M. Z., Junior Researcher, Department of Upper Respiratory Diseases, Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology of the Federal Medical and Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182
11. Ena D. L., oncologist-surgeon, Alexandrov' Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology, agr. Lesnoy, MINSK REGION, REPUBLIC OF BELARUS, 223040, +375 (29) 661-75-40, e-mail: dimayena@gmail.com
12. Fisenko K. Yu., anesthesiologist, Bauman' City Hospital № 29, apartment 58, dom 18a, ulitsa Chayanova, MOSCOW, RUSSIA, 125047, +7 (916) 674-23-23, e-mail: fisnina@yandex.ru
13. Kabátová Z., MD, PhD, docent, Department of Otolaryngology, Head and Neck, Faculty of Medicine, Comenius University in Bratislava, dom 11, Antolska, BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC, 85107, +421 2 635-315-41-43
14. Kapitanov D. N., MD, professor, Head of Otolaryngology Department, Burdenko' National Physical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia, dom 16, 4th Tverskaya-Yamskaya ulitsa, MOSCOW, RUSSIA, 125047, +7 (916) 128-80-63, e-mail: DKapitanov@nsi.ru
15. Kirichenko A. K., professor, head of the pathoanatomical department, Road Clinical Hospital at the station Krasnoyarsk, JSC Russian Railways, dom 47, ulitsa Lomonosova, KRASNOYARSK, RUSSIA, 660058, +7 (391) 248-87-69, e-mail: Krasak.07@mail.ru
16. Kirsanova E. V., anesthesiologist, Bauman' City Hospital № 29, apartment 149, dom 5/1, ulitsa Hospitalnuy Val, MOSCOW, RUSSIA, 111250, +7 (910) 215-72-76, e-mail: kirelena@yandex.ru
17. Kiselius V. E., post-graduate student, Department of Ear Microsurgery, Sverzhetskii' Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology of Moscow Municipal Health Department, block 2, dom 18a, Zagorodnoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 117152, +7 (495) 633-99-38, e-mail: moomer@mail.ru
18. Kolyadich J. V., Chief of Laboratory, Alexandrov' Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology, agr. Lesnoy, MINSK REGION, REPUBLIC OF BELARUS, 223040, +375 (29) 669-05-23, e-mail: janept@list.ru
19. Kondratchikov D. S., junior research assistant, Scientific and Clinical Department of Ear Diseases, Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal Medical Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182, +7 (968) 757-74-79, e-mail: Kondratchikov@gmail.com
20. Kotlyar V. S., head of anesthesiology department, Bauman' City Hospital № 29, apartment 189, building 1, dom 22, Perovskaya ulitsa, MOSCOW, RUSSIA, 111398, +7 (916) 316-82-20, e-mail: kot1609@yandex.ru
21. Kravchuk A. D., Head of Neurotrauma Department, Burdenko' National Physical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia, dom 16, 4th Tverskaya-Yamskaya ulitsa, MOSCOW, RUSSIA, 125047, +7 (499) 251-46-96, e-mail: AKravchuk@nsi.ru
22. Kurilenkov G. V., PhD, radiologist, Remsi Diagnostics, block 2, dom 16, ulitsa Krasnoproletarskaya, MOSCOW, RUSSIA, 127473, +7 (916) 632-42-29, e-mail: grkur@mail.ru
23. Kuznetsov A. O., MD, leading research assistant, Department of Audiology, Hearing and Speech Rehabilitation, Scientific and Clinical Center of Otorhinolaryngology of the Federal Medical and Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182

24. Leizerman M. G., Honored Physician of the Russian Federation, MD, professor, Deputy Chief Medical Officer, Bauman' City Hospital № 29, apartment 55, building 2, dom 17, ulitsa Udaltsova, MOSCOW, RUSSIA, 119415, +7 (903) 579-38-12, e-mail: Leyzerman@yandex.ru
25. Negm Kh., Chairman of ORL department, Faculty of Medicine, Cairo University, EGYPT, e-mail: drnegment@hotmail.com
26. Nikitin N. A., PhD, assistant, Department of Otorhinolaryngology, Kursk State Medical University, dom 3, ulitsa K. Marksa, KURSK, RUSSIA, 305041; Doctor of ENT, Kursk Regional Clinical Hospital, dom 45a, ulitsa Sumskaya, KURSK, RUSSIA, 305007, +7 (920) 265-55-99, e-mail: Nikitin\_n\_a@mail.ru
27. Olla A. M., Department of Otorhinolaryngology, University Clinical Hospital of Cagliari, resident of the department, University of Cagliari, polyclinic «D. Casula», SS 554, Monseratto, CAGLIARI, ITALY, 09124, +39 070 510-966-68, e-mail: yap86@hotmail.it
28. Panina O. S., resident physician, Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal Medical Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182
29. Pashchinina O. A., PhD, Head of Otorhinolaryngological Department (Ear Diseases), Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal Medical Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182, +7 (916) 024-83-83, e-mail: Olga83@mail.ru
30. Piskunov I. S., MD, professor, Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Kursk State Medical University, dom 3, ulitsa K. Marksa, KURSK, RUSSIA, 305041; Head of the Department of CT and MRI Diagnostics, Kursk Regional Clinical Hospital, dom 45a, ulitsa Sumskaya, KURSK, RUSSIA, 305007
31. Piskunov V. S., MD, professor, Head of the Department of Otorhinolaryngology, Kursk State Medical University, dom 3, ulitsa K. Marksa, KURSK, RUSSIA, 305041
32. Profant M., MD, Doctor of Philosophical sciences, professor and chairman in the Otolaryngology, Head and Neck surgery Department in the Faculty of Medicine, Comenius University in Bratislava, dom 11, Antolska, BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC, 85107, +421 2 635-315-41-43, +421 905 320-960, e-mail: profant@fnorl.sk
33. Puxeddu R., Department of Otorhinolaryngology, University Clinical Hospital of Cagliari, professor, Head of Department, University of Cagliari, polyclinic «D. Casula», SS 554, Monseratto, CAGLIARI, ITALY, 09124, +39 070 510-966-68, e-mail: puxeddu@unica.it
34. Quartu D., Department of Otorhinolaryngology, University Clinical Hospital of Cagliari, resident of the department, University of Cagliari, polyclinic «D. Casula», SS 554, Monseratto, CAGLIARI, ITALY, 09124, +39 070 510-966-68, e-mail: danielaquartu@gmail.com
35. Shelesko E. V., PhD, doctor of otorhinolaryngology department, Burdenko' National Physical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia, dom 16, 4th Tverskaya-Yamskaya ulitsa, MOSCOW, RUSSIA, 125047, +7 (499) 251-46-96, e-mail: Esheslesko@nsi.ru
36. Stolyar S. V., professor, Siberian Federal University, dom 79, prospect Svobodny, KRASNOYARSK, RUSSIA, 660041; Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», leader of International Center for the Study of Extreme Conditions, block 38, dom 50, Akademgorodok, KRASNOYARSK, RUSSIA, 660036, +7 (923) 293-85-86, e-mail: stol@iph.krasn.ru
37. Trizna N. M., Chief of Department, Alexandrov' Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology, agr. Lesnoy, MINSK REGION, REPUBLIC OF BELARUS, 223040, +375 (29) 673-48-97, e-mail: trznachka@gmail.com
38. Varga L., MD, PhD, assistant, Department of Otolaryngology, Head and Neck, Faculty of Medicine, Comenius University in Bratislava, dom 11, Antolska, BRATISLAVA, SLOVAK REPUBLIC, 85107, +421 2 635-315-41-43
39. Vlasova M. M., assistant, Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Kursk State Medical University, dom 3, ulitsa K. Marksa, KURSK, RUSSIA, 305041; doctor of CT department and MRI-diagnostics, Kursk Regional Clinical Hospital, dom 45a, ulitsa Sumskaya, KURSK, RUSSIA, 305007
40. Zagorskaya D. A., otorhinolaryngologist, Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal Medical Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182
41. Zagorskaya E. E., PhD, Leading Researcher, Department of Pathology of the Inner Ear, Sverzhetskii' Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology of Moscow Municipal Health Department, block 2, dom 18a, Zagorodnoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 117152, +7 (495) 633-99-38, e-mail: zagorskaya\_elena@mail.ru
42. Zelenkova V. N., PhD, Leading Researcher, Department of Ear Microsurgery, Sverzhetskii' Scientific Research Clinical Institute of Otorhinolaryngology of Moscow Municipal Health Department, block 2, dom 18a, Zagorodnoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 117152, +7 (495) 633-99-38, e-mail: Zelenkova.07.78@mail.ru
43. Zelikovich E. I., MD, professor, Department of Radiation Diagnostics of Childhood, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of Russia, block 1, dom 2/1, ulitsa Barrikadnaya, MOSCOW, RUSSIA, 125993, +7 (916) 632-41-97, e-mail: rmapo@rmapo.ru
44. Zinkevich D. N., doctor of otorhinolaryngology department, Burdenko' National Physical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia, dom 16, 4th Tverskaya-Yamskaya ulitsa, MOSCOW, RUSSIA, 125047, +7 (499) 251-46-96, e-mail: Dzhinkevich@nsi.ru
45. Zukhba A. G., otorhinolaryngologist, Federal Research Clinical Center of Otorhinolaryngology of Federal Medical Biological Agency, block 2, dom 30, Volokolamskoe shosse, MOSCOW, RUSSIA, 123182



## Правила для авторов

Журнал «Экспериментальная и клиническая оториноларингология» выпускается ежеквартально.

В журнал принимаются статьи и сообщения по наиболее значимым вопросам научной и научно-практической, лечебно-профилактической и клинической, а также учебной и учебно-методической работы.

Работы для опубликования в журнале должны быть представлены в соответствии со следующими требованиями:

1. Статья должна быть напечатана на одной стороне листа формата А4, с полуторным интервалом между строчками, со стандартными полями (слева – 3 см, справа – 1 см, сверху и снизу – 2,5 см), с нумерацией страниц (сверху в центре, первая страница без номера). Текст необходимо печатать в редакторе Word версии до 2003 включительно, шрифтом Times New Roman, 14 кеглем, без переносов.

2. Объем обзорных статей не должен превышать 20 страниц печатного текста, оригинальных исследований, исторических статей – 10 страниц, включая список литературы.

3. Присылать следует 1 распечатанный экземпляр, подписанный на титульном листе всеми авторами с указанием даты, и электронный вариант на электронном носителе. В начале первой страницы указываются инициалы и фамилии авторов, название статьи, наименование учреждения\*, где выполнена работа (на русском и английском языках), краткие сведения об авторах, а также должность, телефонный номер и электронный адрес автора, ответственного за связь с редакцией.

4. Первая страница должна содержать реферат на русском и английском языках (объемом не более 100 слов). В реферате должны быть изложены основные результаты, новые и важные аспекты исследования или наблюдений. Реферат не должен содержать аббревиатур. Далее должны быть приведены ключевые слова на русском и английском языках (не более 10 слов).

5. Текст статьи должен быть тщательно выверен и не должен содержать смысловых, орфографических, пунктуационных и стилистических ошибок.

6. Особенно тщательно следует описывать материалы и методы исследования, точно указывать названия использованных реактивов, фирму-изготовителя и страну происхождения.

7. Недопустимо использовать в статье фамилии, инициалы больных или номера историй болезни, особенно на рисунках или фотографиях.

8. При изложении экспериментов на животных укажите, соответствовало ли содержание и использование лабораторных животных правилам, принятым в учреждении, рекомендациям национального совета по исследованиям, национальным законам.

9. Все иллюстрации должны быть предоставлены отдельными файлами в СМУК-модели, в формате TIFF либо EPS (без использования JPG-компрессии) с разрешением не меньше 300 dpi в масштабе 1:1. Название приложенного файла должно соответствовать порядку нумерации рисунка в тексте. Подписи к иллюстрациям должны быть размещены в основном тексте. На каждый рисунок, диаграмму или таблицу в тексте обязательно должна быть ссылка. В подписях к микрофотографиям, электронным микрофотографиям обязательно следует указывать метод окраски и обозначать масштабный отрезок. Диаграммы должны быть выполнены в программе Excel и приложены отдельным файлом.

10. Библиографические ссылки в тексте должны даваться цифрами в квадратных скобках и соответствовать списку литературы в конце статьи. В начале списка в алфавитном порядке указываются отечественные авторы, затем – зарубежные, также в алфавитном порядке. Общий объем ссылок не более 15.

11. Библиографическое описание литературных источников должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления», ГОСТ 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования к правилам составления».

12. Не принимаются работы, ранее опубликованные в других изданиях.

13. Редакция имеет право требовать от авторов уточнений, изменений, а также сокращения объема материала.

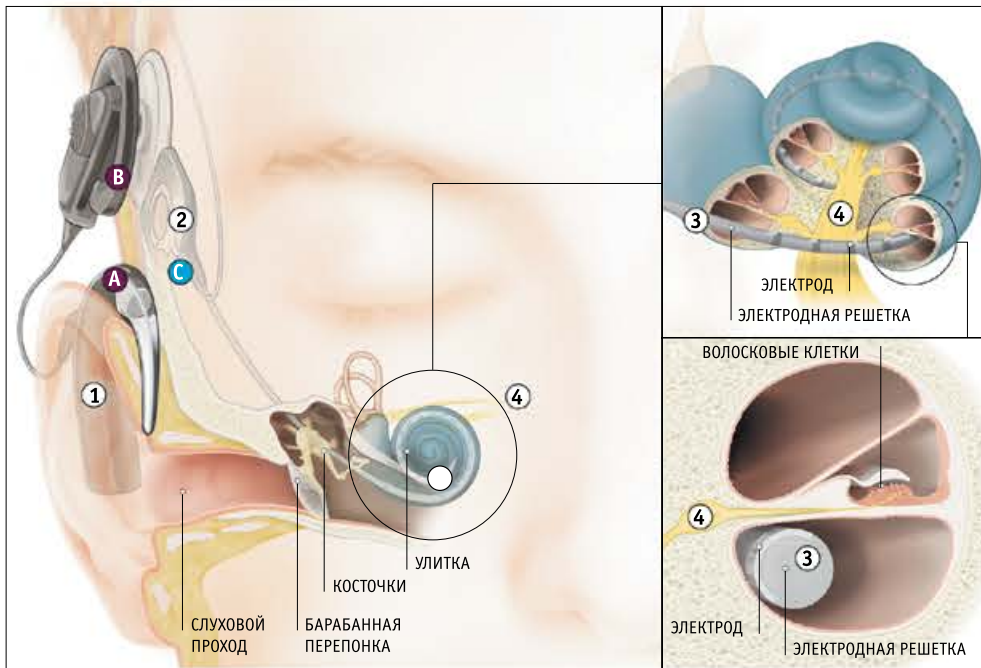
14. Материалы, оформленные не в соответствии с правилами, к публикации не принимаются.

15. Присланные материалы по усмотрению редколлегии направляются для рецензирования членам редакционного совета.

### **Примечание**

\* – Указывается полное название организации, учреждения, как в учредительных документах.

# Добро пожаловать в мир интеллектуального звучания



• Звуковой процессор **A** с катушкой **B** носят за ухом.

• Кохлеарный имплант **C** помещается под кожей за ухом.

① Звуковой процессор улавливает звуки и преобразует их в цифровой код.

② Звуковой процессор передает закодированный цифровой сигнал через катушку в имплант, находящийся под кожей.

③ Имплант преобразует закодированный цифровой сигнал в электрические импульсы и посылает их по электродной решетке, которую располагают в улитке.

④ Электроды импланта стимулируют слуховой нерв в улитке, который посылает импульсы в мозг, где они воспринимаются как звук.



## Звуковой процессор CP910

- ① Катушка
- ② Два всенаправленных микрофона
- ③ Световой индикатор
- ④ Встроенная телефонная катушка
- ⑤ Кнопки
- ⑥ Рожок
- ⑦ Крышка разъема для подключения аксессуаров

LiteWear – различные варианты ношения для детей младшего возраста

Цветные наклейки для катушки



Диапазон цветов

В наличии имеются звуковые процессоры четырех различных цветов

LiteWare кабель

Цветные наклейки для процессора



СЕГОДНЯ В МИРЕ ЖИВУТ БОЛЕЕ **115 000** ВЛАДЕЛЬЦЕВ ИМПЛАНТОВ NUCLEUS CI24RE С НАКОПИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕНТОМ ОТКАЗА МЕНЕЕ **1%** ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ



# Система Cochlear™ Nucleus® 6



## Звуковой процессор CP920 в режиме Hybrid™

- 1 Катушка
- 2 Два всенаправленных микрофона
- 3 Световой индикатор
- 4 Встроенная телефонная катушка
- 5 Кнопки
- 6 Рожок Hybrid
- 7 Динамик Power
- 8 Одноразовый колпачок Power



## Устройство дистанционного управления CR210

- 1 Программная индикация
- 2 Клавиша индукционной катушки
- 3 Переключение программы
- 4 Громкость или чувствительность
- 5 Переключатель Вкл./Выкл.
- 6 Регулировка громкости или чувствительности



## Устройство дистанционного управления CR230

- 1 Кнопки программ
- 2 Главная кнопка
- 3 Навигация по меню (стрелки влево/вправо)
- 4 Ползунок блокировки/разблокировки
- 5 Кнопка OK
- 6 Регулировка громкости или чувствительности



Просто умнее в любой акустической ситуации SmartSound® iQ



ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Выбор мощных батареек

В наличии аккумуляторные и одноразовые воздушно-цинковые батареи.

Hear now. And always

  
Cochlear®

# Четкость визуализации

## OPMI VARIO 700



**Оптика ZEISS с интегрированным оптико-волоконным ксеноновым освещением дает возможность микрохирургам наблюдать более четкую картину и оперировать более уверенно.**

- Микроскоп оснащен системой Varioskop® с апохроматической оптикой, обеспечивает высокое разрешение и цветопередачу.
- Для увеличения глубины резкости изображения в окуляре, микроскоп OPMI® VARIO 700 имеет автоматическую ирисовую диафрагму.
- Интегрированная система видеозаписи Full HD.

### **Настроен на эффективность**

Передовая системная эргономика и автоматизированные функции повышают комфортность работы хирурга и направляют рабочий процесс от предоперационной подготовки до послеоперационной терапии.

- **Функция AutoBalance** обеспечивает сбалансированность системы и быструю готовность к работе при изменении конфигурации подвесной системы микроскопа.
- **Функция AutoDrape®** облегчает процесс зачехления операционного микроскопа посредством автоматического удаления воздуха из стерильной оболочки.

Подробнее о приборах на сайте ОПТЭК ZEISS Group  
[www.optecgroup.com](http://www.optecgroup.com)

8-800-2000-567 Звонки по России бесплатно

