

© Team of authors, 2023 / © Коллектив авторов, 2023

## Navigation-assisted surgery for pyrophosphate arthropathy of the temporomandibular joint

V.V. Nazarov<sup>1</sup>, R.M. Chukumov<sup>2</sup>, M.V. Ilyin<sup>2</sup>, Ju.A. Ostaev<sup>2</sup>, D.Ju. Okshin<sup>2</sup>, A.P. Ektova<sup>3</sup>, D.V. Rogozhin<sup>4</sup>, N.N. Linde<sup>1</sup>, A.I. Batalov<sup>1</sup>, M.N. Tlisova<sup>1</sup>, D.S. Spirin<sup>1</sup>, V.A. Cherekaev<sup>1</sup>, K.B. Matuev<sup>1</sup>, D.S. Svyatoslavov<sup>5</sup>, I.V. Reshetov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup>SBHI MR Moscow Regional Clinical Research Institute named after M.F. Vladimirovsky, Moscow, Russia

<sup>3</sup>FSBI Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>4</sup>FSBI N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>5</sup>FSAEI HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Contacts: Vyacheslav V. Nazarov – e-mail: VVNazarov@nsi.ru

## Хирургическое лечение пирофосфатной артропатии височно-нижнечелюстного сустава с применением навигации

В.В. Назаров<sup>1</sup>, Р.М. Чукумов<sup>2</sup>, М.В. Ильин<sup>2</sup>, Ю.А. Остаев<sup>2</sup>, Д.Ю. Окшин<sup>2</sup>, А.П. Эктова<sup>3</sup>, Д.В. Рогожин<sup>4</sup>, Н.Н. Линде<sup>1</sup>, А.И. Баталов<sup>1</sup>, М.Н. Тлисова<sup>1</sup>, Д.С. Спиринов<sup>1</sup>, В.А. Черехаев<sup>1</sup>, К.Б. Матуев<sup>1</sup>, Д.С. Святославов<sup>5</sup>, И.В. Решетов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ, Москва, Россия

<sup>2</sup>ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, Москва, Россия

<sup>3</sup>ГФБУ НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава РФ, Москва, Россия

<sup>4</sup>ГФБУ НМИЦ им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ, Москва, Россия

<sup>5</sup>ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, Москва, Россия

Контакты: Назаров Вячеслав Вячеславович – e-mail: VVNazarov@nsi.ru

## 颞下颌关节焦磷酸盐关节病导航辅助手术

V.V. Nazarov<sup>1</sup>, R.M. Chukumov<sup>2</sup>, M.V. Ilyin<sup>2</sup>, Ju.A. Ostaev<sup>2</sup>, D.Ju. Okshin<sup>2</sup>, A.P. Ektova<sup>3</sup>, D.V. Rogozhin<sup>4</sup>, N.N. Linde<sup>1</sup>, A.I. Batalov<sup>1</sup>, M.N. Tlisova<sup>1</sup>, D.S. Spirin<sup>1</sup>, V.A. Cherekaev<sup>1</sup>, K.B. Matuev<sup>1</sup>, D.S. Svyatoslavov<sup>5</sup>, I.V. Reshetov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup>SBHI MR Moscow Regional Clinical Research Institute named after M.F. Vladimirovsky, Moscow, Russia

<sup>3</sup>FSBI Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>4</sup>FSBI N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>5</sup>FSAEI HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

通讯作者: Vyacheslav V. Nazarov – e-mail: VVNazarov@nsi.ru

Doi: 10.25792/HN.2023.11.1.44-53

**Background.** Pyrophosphate arthropathy (calcium pyrophosphate dihydrate deposition disease) refers to rare deposition disorders with the onset of the disease after 55 years, manifested by the formation and deposition of calcium pyrophosphate crystals in the joint area, which leads to aseptic inflammation of an immune nature. Clinical manifestations of calcium pyrophosphate accumulation disease are similar to those of various degenerative and inflammatory joint lesions, as well as tumors. With the progression of pyrophosphate arthropathy, surgical treatment is required, which includes both histological verification and complex reconstructive interventions involving a neurosurgeon and a maxillofacial surgeon.

**Case description.** We present a clinical case of pyrophosphate arthropathy of temporomandibular joint with a spread to the middle cranial fossa and propose an algorithm for the treatment of such lesions.

**Conclusion.** Modern computer modeling technologies and experience in the use of various materials for allotransplantation make it possible to perform one-stage surgical treatment with resection and reconstruction of the temporomandibular joint. However, further studies are needed to assess the long-term results of the use of personalized implants in order to assess tissue reactions, the frequency of infectious complications, and prosthesis migration.

**Key words:** skull base tumors, navigation, neurosurgery, maxillofacial surgery, temporomandibular joint, deposition diseases, pyrophosphate arthropathy, pyrophosphate

**Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Funding.** There was no funding for this study

**For citation:** Nazarov V.V., Chukumov R.M., Ilyin M.V., Ostaeв Ju.A., Okshin D.Ju., Ektova A.P., Rogozhin D.V., Linde N.N., Batalov A.I., Tlisova M.N., Spirin D.S., Cherekaev V.A., Matuev K.B., Svyatoslavov D.S., Reshetov I.V. Navigation-assisted surgery for pyrophosphate arthropathy of the temporomandibular joint. *Head and neck. Russian Journal.* 2023;11(1):44–53

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

**Актуальность.** Пирофосфатная артропатия – ПФА (болезнь накопления пирофосфата кальция) относится к редким заболеваниям накопления с дебютом заболевания после 55 лет, проявляется образованием и депонированием кристаллов пирофосфата кальция в области сустава, которое приводит к асептическому воспалению иммунного характера. Болезнь накопления пирофосфата кальция имеет схожую клиническую картину с различными дегенеративными и воспалительными заболеваниями суставов, а также с опухолевым поражением. При прогрессировании ПФА требуется хирургическое лечение, которое необходимо как для гистологической верификации процесса, так и для сложной реконструктивной операции с участием нейрохирурга и челюстно-лицевого хирурга.

**Клиническое наблюдение.** Описан случай ПФА височно-нижнечелюстного сустава с распространением на среднюю черепную ямку и алгоритм лечения подобных поражений.

**Заключение.** Современные технологии компьютерного моделирования и опыт применения различных материалов для аллотрансплантации позволяют выполнить одноэтапное хирургическое лечение с резекцией и реконструкцией височно-нижнечелюстного сустава. Однако необходимы дальнейшие исследования для оценки отдаленных результатов применения персонализированных имплантов с целью оценки тканевых реакций, частоты инфекционных осложнений и миграций протезов.

**Ключевые слова:** опухоли основания черепа, навигация, нейрохирургия, челюстно-лицевая хирургия, височно-нижнечелюстной сустав, болезни накопления, пирофосфатная артропатия, пирофосфат

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Назаров В.В., Чукумов Р.М., Ильин М.В., Остаев Ю.А., Окшин Д.Ю., Эктова А.П., Рогожин Д.В., Линде Н.Н., Баталов А.И., Тлисова М.Н., Спирип Д.С., Черехаев В.А., Матуев К.Б., Святославов Д.С., Решетов И.В. Хирургическое лечение пирофосфатной артропатии височно-нижнечелюстного сустава с применением навигации. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2023;11(1):44–53

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов

**背景:** 焦磷酸关节病 (焦磷酸钙二水合物沉积病) 是指55年后发病的罕见沉积障碍, 表现为关节区焦磷酸钙晶体的形成和沉积, 导致免疫性质的无菌性炎症。焦磷酸钙累积疾病的临床表现类似于各种退行性和炎性关节病变以及肿瘤的临床表现。随着焦磷酸盐关节病的进展, 需要手术治疗, 包括组织学验证和涉及神经外科医生和颌面外科医生的复杂重建干预。

**案例描述:** 我们提出了一例颞下颌关节焦磷酸盐关节病的临床病例, 并向中颅窝扩散, 并提出了治疗此类病变的算法。

**结论:** 现代计算机建模技术和在同种异体移植中使用各种材料的经验使颞下颌关节切除和重建一期手术治疗成为可能。然而, 需要进一步的研究来评估使用个性化植入物的长期结果, 以评估组织反应、感染并发症的频率和假体迁移。

**关键词:** 颅底肿瘤, 导航, 神经外科, 颌面外科, 颞下颌关节, 沉积疾病, 焦磷酸盐关节病, 焦磷酸盐

**利益冲突:** 提交人没有需要声明的利益冲突。

**基金:** 这项研究没有资金。

**引用:** Nazarov V.V., Chukumov R.M., Ilyin M.V., Ostaeв Ju.A., Okshin D.Ju., Ektova A.P., Rogozhin D.V., Linde N.N., Batalov A.I., Tlisova M.N., Spirin D.S., Cherekaev V.A., Matuev K.B., Svyatoslavov D.S., Reshetov I.V. Navigation-assisted surgery for pyrophosphate arthropathy of the temporomandibular joint. *Head and neck. Russian Journal.* 2023;11(1):44–53

作者对所提供数据的独创性以及发布说明性材料 (表格、图纸、患者照片) 的可能性负责。

## Введение

Болезнь накопления пирофосфата кальция (БНПК) (пирофосфатная артропатия – ПФА) – это редкое заболевание, проявляющееся в накоплении кристаллов пирофосфата кальция в области сустава, приводящее к асептическому воспалению иммунного характера [1]. Чаще всего заболевание проявляется в возрасте после 55 лет характеризуется разрушением костной ткани вокруг сустава, которое может быть принято за дегенеративное заболевание сустава. Для заболевания также свойственны периодические обострения, что характерно для подагрического процесса, поэтому может употребляться термин «ложная подагра». Отложения кристаллов происходят в прилежащие к суставу ткани, что проявляется масс-эффектом и симптомами сдавления соседних тканей. При этом клинко-рентгенологическая картина напоминает опухоль хрящевой ткани. Патогенез заболевания не до конца изучен. Повышенное содержания пирофосфата кальция и снижение концентрации протеогликанов в синовиальной жидкости по сравнению с плазмой крови может указывать на локальную гиперпродукцию вещества хондроцитами, например при остеоартрите.

БНПК может быть ассоциирована с множеством дисметаболических синдромов, таких как гемохроматоз, гиперпаратиреоз, семейная гиперкальциемия и кальциурия, подагра, амилоидоз, болезнь Педжета и др. [2]. ПФА чаще поражает крупные суставы с волокнистыми хрящами, чем суставы с гиалиновой хрящевой тканью. Наиболее часто поражаются мениск коленного сустава и запястный сустав (трехгранный волокнистый хрящ). Рентгенологически при компьютерной томографии (КТ) БНПК проявляется в виде хондрокальциноза с очагами деструкции костной ткани. Однако окончательно отдифференцировать хондрокальциноз от опухолей, хрящевой ткани и артрита с накоплением кристаллов, согласно классификационным критериям заболевания (McCarty, 1961), позволяет гистологическое исследование [5]. При поляризационной световой микроскопии ПФА демонстрирует наличие ромбовидных кристаллов (рис. 1). Порог концентрации для надежной идентификации кристаллов пирофосфата кальция поляризационной микроскопией – 10–100 мкг/мл [1]. ПФА височ-

но-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) была впервые описана в 1976 г. [3]. Дифференциальный диагноз ПФА ВНЧС следует проводить с ревматическим поражением, дегенеративным процессом в области сустава, опухолью и воспалением сустава. Клиническая картина типична для поражений данной области: локальная боль, отек, тризм, нарушение окклюзии, ограничение открывания рта, снижение слуха за счет нарушения дренирования полости среднего уха за счет блокирования слуховой трубы. Данные симптомы типичны для опухолевых и воспалительных процессов в области ВНЧС.

При прогрессировании БНПК требуется хирургическое лечение. Первым этапом необходима гистологическая верификация процесса. При доброкачественном характере процесса показана резекция очага поражения с последующей реконструкцией ВНЧС. Разработано множество доступов к ВНЧС и методов реконструкции в зависимости от распространенности процесса. Мы описали случай ПФА ВНЧС с распространением на среднюю черепную ямку и предложили алгоритм лечения подобных поражений.

## Клинический случай

Пациентка 73 лет обратилась в клинику с жалобами на боль в лице слева по типу ударов током, возникающую при прикосновении, умывании, разговором. Боль беспокоила пациентку в течение 3 месяцев. Боль полностью купировалась карбамазепином в дозе 100 мг/сут, назначенном неврологом по месту жительства.

При осмотре выявлена незначительная асимметрия лица за счет припухлости в левой скуловисочной области. На КТ головы с контрастом выявлено новообразование ВНЧС с распространением в подвисочную ямку, среднюю черепную ямку, с деструкцией костных структур в области суставной ямки и головки мышечкового отростка нижней челюсти. На магнитно-резонансной томографии (МРТ) головы с контрастным усилением образование имело четкие контуры и характеризовалось нерезко выраженным гетерогенным накоплением контраста. В режиме T2 образование демонстрировало гипointенсивный сигнал, что указывало на изменения тканей фиброзного характера (рис. 1). Дифференциальный диагноз проводился

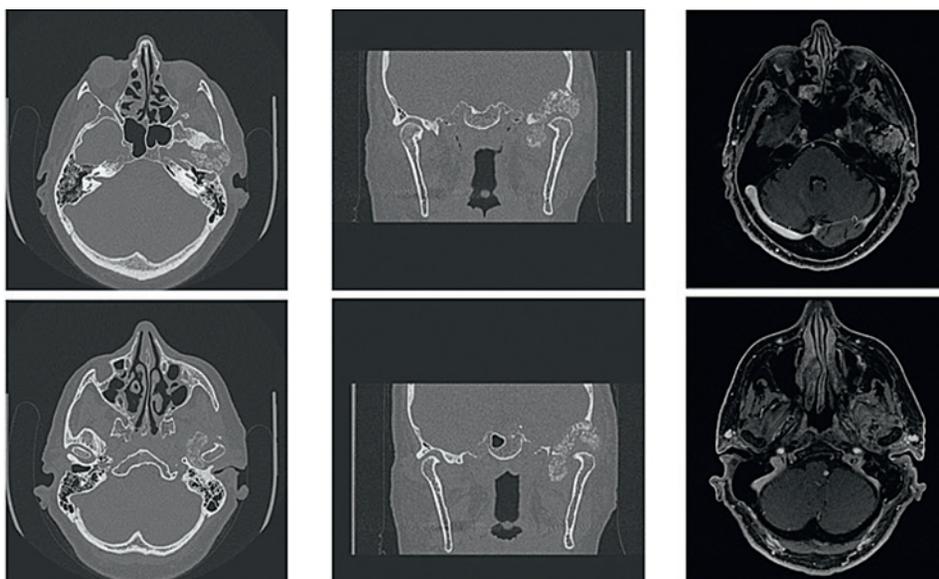


Рис. 1. КТ и МРТ пациентки до операции

Fig. 1. CT and MRI scans of the patient before surgery

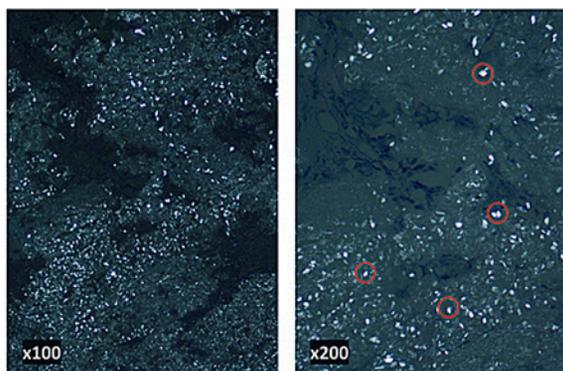


Рис. 2. Кристаллы пирофосфата кальция при поляризационной микроскопии

Fig. 2. Calcium pyrophosphate crystals under polarizing microscopy

с хондросаркомой, высокодифференцированной остеогенной саркомой, теносиновиальной гигантоклеточной опухолью, накоплением амилоида, мягкотканной опухолью с кальцификацией. Первым этапом была выполнена транскутанная биопсия опухоли в скуло-височной области слева. При первичном гистологическом исследовании определен диагноз остеосаркомы, однако при поляризационной световой микроскопии были выявлены ромбовидные кристаллы пирофосфата кальция и определен окончательный диагноз – ПФА ВНЧС по критериям пирофосфатной артропатии McCarty (рис. 2). Учитывая доброкачественный

характер процесса, было принято решение выполнить резекцию очага поражения с одномоментной реконструкцией ВНЧС предварительно сконструированным протезом с применением компьютерного моделирования и интраоперационной навигации (рис. 3). Первым этапом выполнена КТ головы с толщиной срезов 0,6 мм. Далее была изготовлена модель черепа из Rgd светоотверждаемого полимера. При помощи силового оборудования была выполнена резекция патологического очага на модели. Были определены контуры резекции основания черепа, уровень резекции головки нижней челюсти и определен оптимальный хирургический доступ (рис. 4). Затем модель была передана в конструкторское бюро, где проведено сканирование модели и проектирование импланта. Со стороны основания черепа протез был представлен суставной ямкой, фрагментом чешуйчатой части височной кости и элементом основания средней черепной ямки. Данный элемент системы был выполнен из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Протез головки сустава был выполнен из титана. При исследованиях различных вариантов материалов суставной головки и суставной ямки было определено, что выполнять и головку, и ямку сустава из титана нельзя, т.к. при длительном подвижном контакте элементов протеза возникает мелкодисперсная титановая стружка, что приводит к хроническому асептическому воспалению в окружающих тканях. На следующем этапе полный эндопротез ВНЧС был установлен на модель черепа для контроля окклюзии (рис. 5).

Хирургическое вмешательство осуществлялось мультидисциплинарной бригадой с участием нейрохирургов и челюстно-лицевых хирургов. Была осуществлена назофарингеальная

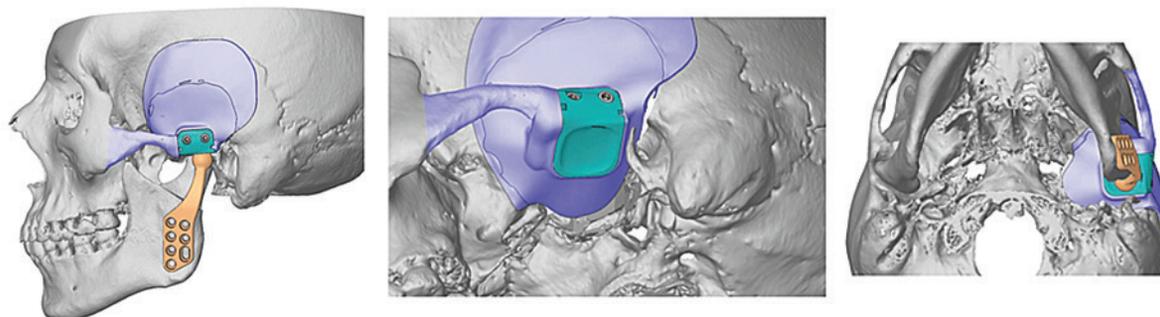


Рис. 3. Компьютерное 3D-моделирование импланта

Fig. 3. 3D computer modeling of the implant



Рис. 4. Стереолитографическая модель черепа, напечатанная на 3D-принтере из Rgd светоотверждаемого полимера для планирования оптимального хирургического доступа

Fig. 4. Stereolithographic skull model of Rgd light-curable polymer printed on a 3D printer for planning optimal surgical access

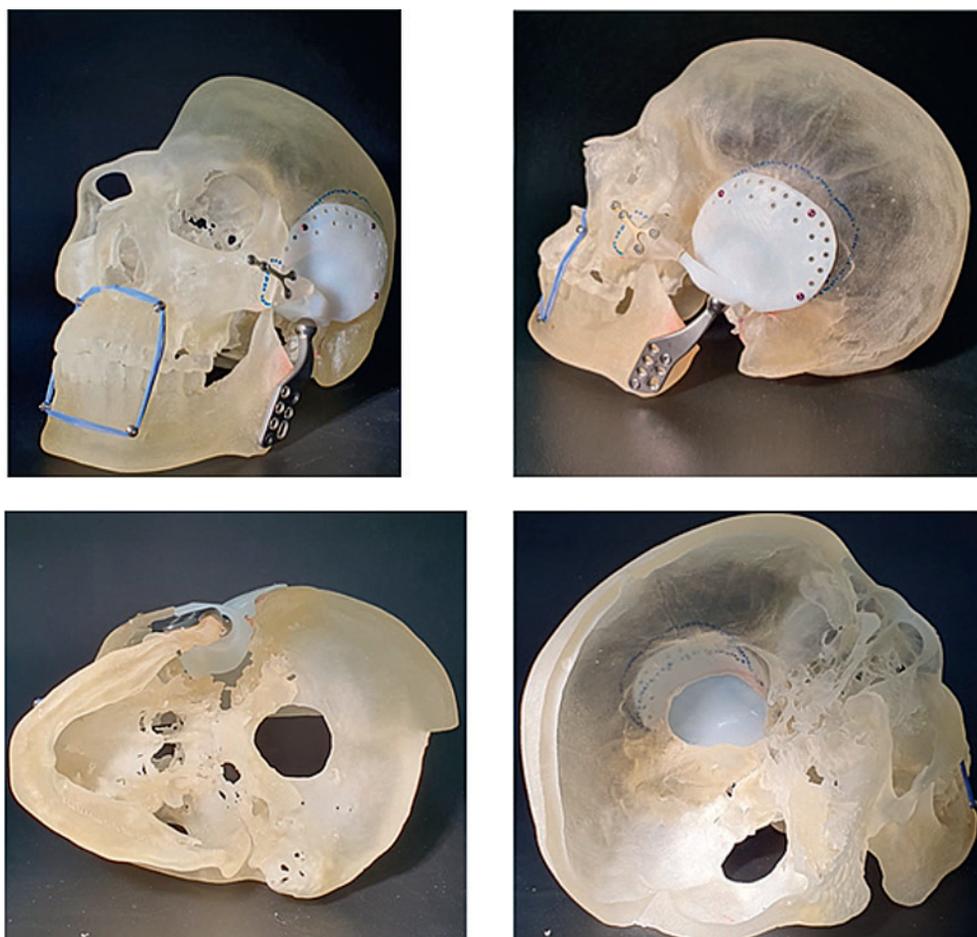


Рис. 5. Контроль окклюзии на модели черепа путем установки протеза на модель черепа  
 Fig. 5. Control of occlusion using the skull model by placing the prosthesis on the skull model

интубация, т.к. в процессе операции необходимо было фиксировать протез в положении нормальной окклюзии. В положении пациентки лежа на спине с поворотом головы вправо и

жесткой фиксацией в скобе трехточечной фиксации выполнена настройка навигационной системы (рис. 6). Первым этапом была произведена резекция головки нижней челюсти из позадиниж-

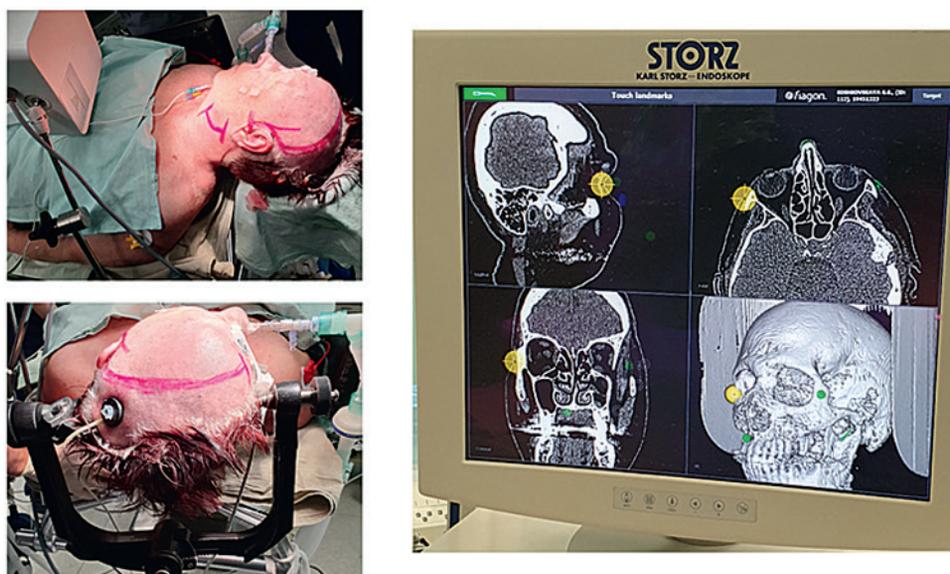


Рис. 6. Интраоперационное использование навигационной системы  
 Fig. 6. Intraoperative use of the navigation system



Рис. 7. Этап удаления головки нижней челюсти из позадиннижнечелюстного доступа  
 Fig. 7. Stage of mandibular condyle removal from the posterior mandibular access

нечелюстного доступа (рис. 7). Вторым этапом был осуществлен орбитозигматический доступ из лобно-височного кожного разреза. В данном случае орбитозигматический доступ позволял осуществить широкий подход к задним отделам подвисочной ямки, средней черепной ямки и ВЧНС. В то же время отсутствовала необходимость продлевать разрез ниже скуловой дуги и осуществлять препарирование мягких тканей на уровне околоушной слюнной железы, что минимизировало риски повреждения лицевого нерва. Далее под контролем навигации была осуществлена резекция чешуи височной кости по контуру образования под контролем интраоперационной навигации (рис. 8). Выявлено, что твердая мозговая оболочка интактна. Затем был уменьшен объем патологического очага, мышечковый отросток нижней челюсти вместе с суставом отделен от окружающих тканей и выведен через подкожный тоннель в рану в лобно-височной области. Далее удалена медиальная часть патологического очага, которая примыкала к экстракра-

ниальному и интрапиримидному отделам внутренней сонной артерии. Положение сосуда и границы резекции основания средней черепной ямки контролировались при помощи навигации. Патологическая ткань отделена от твердой мозговой оболочки и удалена. Реконструктивный этап начат с позиционирования протеза суставной ямки. Выявлено, что медиальная часть протеза в области основания средней черепной ямки избыточна и мешает правильному позиционированию сустава. Выполнено удаление избыточного фрагмента протеза при помощи высокоскоростного бора. Далее эндопротез суставной ямки установлен и фиксирован шурупами к чешуйчатой части височной кости. Затем выполнено позиционирование головки сустава в проекции суставной ямки (рис. 9). Нижняя челюсть зафиксирована в положении нормальной окклюзии. Выполнена окончательная фиксация протезов суставной ямки и мышечкового отростка нижней челюсти ВЧНС (рис. 10).

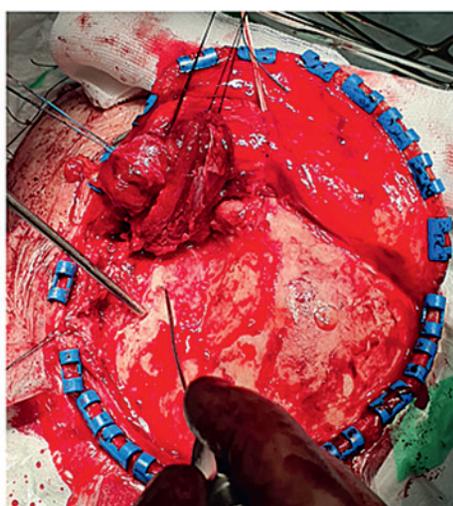


Рис. 8. Этап резекции чешуи височной кости под контролем интраоперационной навигации  
 Fig. 8. Stage of resection of the temporal squama under the control of intraoperative navigation

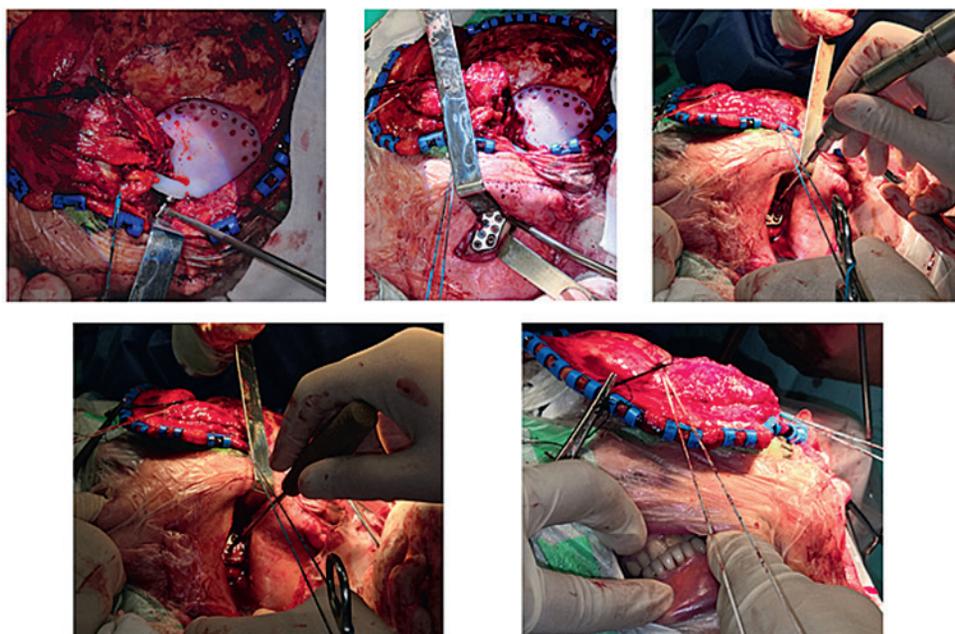


Рис. 9. Реконструктивный этап: позиционирование и фиксация протеза ВНЧС  
 Fig. 9. Reconstructive stage: positioning and fixation of the TMJ prosthesis

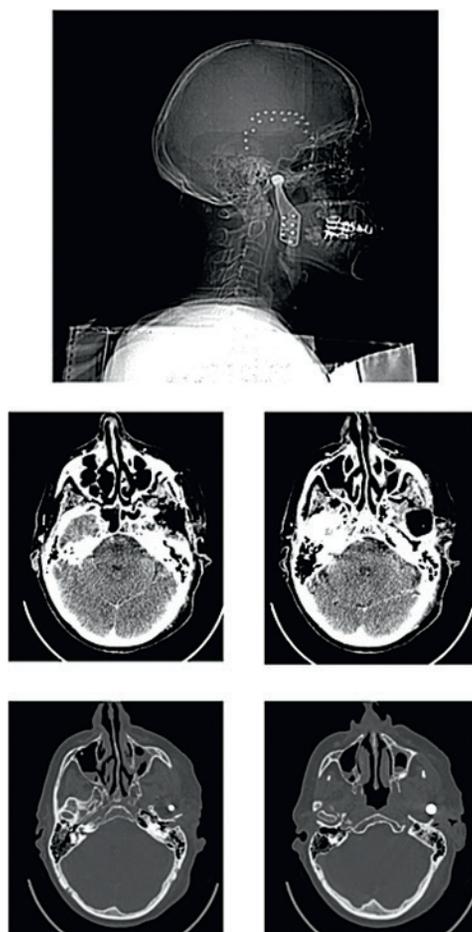


Рис. 10. КТ после оперативного вмешательства. Контроль позиционирования и фиксации протеза ВНЧС  
 Fig. 10. CT scan after the surgical intervention. Control of the positioning and fixation of the TMJ prosthesis

В послеоперационном периоде отмечалось ограничение открывания рта и транзиторный парез лицевого нерва, которые регрессировали через 2 недели после выписки (рис. 11). Пациентка наблюдалась в течение 22 месяцев после выписки без признаков послеоперационных осложнений.



Рис. 11. Регресс послеоперационных осложнений (увеличение амплитуды открывания рта)  
 Fig. 11. Regression of postoperative complications (increase of the amplitude of the mouth opening)



- Vladimirov S.A., Eliseev M.S. Modern strategy of treatment of the disease of deposition of calcium pyrophosphate crystals. *Scientific and practical rheumatology*. 2018;56(6):746–52. [Владимиров С.А., Елисеев М.С. Современная стратегия лечения болезни депонирования кристаллов пирофосфата кальция. *Научно-практическая ревматология*. 2018;56(6):746–52 (In Russ.)].
- Hollander J.L., Jessar R.A., McCarty D.J. Synovial analysis: an aid in arthritis diagnosis. *Bull. Rheum. Dis.* 1961;(12):263–64.

Поступила 30.09.22

Получены положительные рецензии 06.12.22

Принята в печать 15.12.22

Received 30.09.22

Positive reviews received 06.12.22

Accepted 15.12.22

**Вклад авторов:** В.В. Назаров, Р.М. Чукумов, М.В. Ильин, Ю.А. Остаев, Д.Ю. Окшин, Д.В. Рогожин, Д.С. Спири, В.А. Черкаев, И.В. Решетов, К.Б. Матуев — концепция и дизайн исследования. А.И. Баталов, М.Н. Тлисова, Н.Н. Линде — сбор и обработка материала. В.В. Назаров, А.П. Эктова — статистическая обработка данных. В.В. Назаров, Р.М. Чукумов, М.В. Ильин, Ю.А. Остаев, Д.Ю. Окшин, М.Н. Тлисова — написание текста. М.Н. Тлисова, Д.С. Святославов — редактирование.

**Contribution of the authors:** V.V. Nazarov, R.M. Chukumov, M.V. Ilyin, Ju.A. Ostaev, D.Ju. Okshin, D.V. Rogozhin, D.S. Spirin, V.A. Cherekaev, I.V. Reshetov, K.B. Matuev — the concept and design of the study. A.I. Batalov, M.N. Tlisova, N.N. Linde — collection and processing of the material. V.V. Nazarov, A.P. Ektova — statistical data processing. V.V. Nazarov, R.M. Chukumov, M.V. Ilyin, Ju.A. Ostaev, D.Ju. Okshin, M.N. Tlisova — writing the text. M.N. Tlisova, D.S. Syvatoslavov — editing.

### Информация об авторах:

Назаров Вячеслав Вячеславович — врач-нейрохирург ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ. Адрес: 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16; e-mail: VVNazarov@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5938-6548>.

Чукумов Ринат Маратович — к.м.н., врач-челюстно-лицевой хирург ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского. Адрес: 129110 Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, корпус 1; e-mail: chukumov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3999-1716>.

Ильин Максим Владимирович — врач-челюстно-лицевой хирург ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского. Адрес: 129110 Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, корпус 1; e-mail: maxim711@yandex.ru.

Остаев Юрий Александрович — врач-челюстно-лицевой хирург ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского. Адрес: 129110 Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, корпус 1.

Окшин Дмитрий Юрьевич — врач-челюстно-лицевой хирург ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского. Адрес: 129110 Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, корпус 1/ Эктова Анастасия Павловна — врач-патологоанатом ФГБУ НИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава РФ. Адрес: 117997 Москва, ГСП-7, ул. Саморы Машела, д. 1; e-mail: ektozz@gmail.com.

Рогожин Дмитрий Викторович — д.м.н., врач-патологоанатом, заведующий патологоанатомическим отделением ФГБУ НМИЦ им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ. Адрес: 115522 Москва, Каширское шоссе, д. 23; e-mail: pathol.777@mail.ru.

Линде Наталья Николаевна — врач-анестезиолог-реаниматолог ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ. Адрес: 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16; e-mail: hrompik.omega@gmail.com.

Баталов Артем Игоревич — к.м.н., врач-рентгенолог ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ. Адрес: 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16; e-mail: abatalov@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8924-7346>.

Тлисова Марьяна Начировна — аспирант, врач-нейрохирург ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ. Адрес: 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16; e-mail: Mtlisova@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3868-7664>.

Спири Дмитрий Сергеевич — к.м.н., врач-нейрохирург ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ. Адрес: 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16; e-mail: DSpirin@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8056-3190>.

Черкаев Василий Алексеевич — д.м.н., профессор, заведующий отделением краниофациальной нейрохирургии ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ. Адрес: 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16; e-mail: TCH@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6881-7082>.

Матуев Каспют Борисович — д.м.н., врач-нейрохирург, руководитель научно-образовательного центра ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ. Адрес: 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16; e-mail: KMatuev@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7725-7435>.

Святослав Дмитрий Сергеевич — к.м.н., врач-онколог ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ. Адрес: 119991 Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 4; e-mail: Dssvyatoslavov78@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0898-8693>

Решетов Игорь Владимирович — д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой онкологии, радиотерапии и пластической хирургии ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ. Адрес: 119991 Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 4; e-mail: reshetov\_i\_v@staff.sechenov.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>

### Information about the authors:

Vyacheslav Vyacheslavovich Nazarov — MD, Neurosurgeon at the FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047; e-mail: VVNazarov@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5938-6548>.

Rinat Maratovich Chukumov — MD, Candidate of Medical Sciences, Maxillofacial Surgeon, SBHI MR Moscow Regional Clinical Research Institute named after M.F. Vladimirov, Moscow, Russia. Address: 61/2 Shchepkina St., building 1, 129110 Moscow; e-mail: chukumov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3999-1716>.

Maxim Vladimirovich Ilyin — MD, Maxillofacial Surgeon, SBHI MR Moscow Regional Clinical Research Institute named after M.F. Vladimirov, Moscow, Russia. Address: 61/2 Shchepkina St., building 1, 129110 Moscow; e-mail: maxim711@yandex.ru.

Yury Aleksandrovich Ostaev — MD, Maxillofacial Surgeon, SBHI MR Moscow Regional Clinical Research Institute named after M.F. Vladimirov, Moscow, Russia. Address: 61/2 Shchepkina St., building 1, 129110 Moscow.

Dmitry Yurievich Okshin — MD, Maxillofacial Surgeon, SBHI MR Moscow Regional Clinical Research Institute named after M.F. Vladimirov, Moscow, Russia. Address: 61/2 Shchepkina St., building 1, 129110 Moscow; e-mail: med-fack1199912 Bolshaya Pirogovskaya str. 2, bld. 4., Moscow

Anastasiya Pavlovna Ektova — MD, Pathologist, FSBI Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 1 Samory Mashela St., 117997 Moscow, GSP-7; e-mail: ektozz@gmail.com.

Dmitry Viktorovich Rogozhin — MD, Doctor of Medical Sciences, Pathologist, Head of the Pathology Department, FSBI N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 23 Kashirskoye shosse, Moscow, 115522; e-mail: pathol.777@mail.ru.

*Natalya Nikolaevna Linde – MD, Anesthesiologist- resuscitator, FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047; e-mail: hrmpik.omega@gmail.com.*

*Artem Igorevich Batalov – MD, Candidate of Medical Sciences, Radiologist, FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047, e-mail: abatalov@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8924-7346>.*

*Maryana Nachirovna Tlisova – MD, Postgraduate Student, Neurosurgeon, FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047; e-mail: Mtilisova@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3868-7664>.*

*Dmitry Sergeevich Spirin – MD, Candidate of Medical Sciences, Neurosurgeon, FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047; e-mail: DSpirin@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8056-3190>.*

*Vasily Alekseevich Cherekaev – MD, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Craniofacial Neurosurgery, FSAI N.N. Burdenko Scientific and*

*Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047; e-mail: TCH@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6881-7082>.*

*Kaspot Borisovich Matuev – MD, Candidate of Meical Sciences, Neurosurgeon, Head of the Scientific and Educational Center, FSAI N.N. Burdenko Scientific and Research Center for Neurosurgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047; e-mail: KMatuev@nsi.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7725-7435>.*

*Dmitry Sergeevich Svyatoslavov – MD, Candidate of Medical Sciences, Oncologist, FSAEI HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 2, Bolshaya Pirogovskaya St., bld. 4, Moscow, 119991; e-mail: Dssvyatoslavov78@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0898-8693>*

*Igor Vladimirovich Reshetov – MD, Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Oncology, Radiotherapy, and Plastic Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. Address: 2, Bolshaya Pirogovskaya St., bld. 4, Moscow, 119991; e-mail: reshetov\_i\_v@staff.sechenov.ru. ORCID: [https:// orcid.org/0000-0002-0909-6278](https://orcid.org/0000-0002-0909-6278)*