



ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1420>

# Магнитно-резонансная томография височно-нижнечелюстного сустава у пациентов с металлоконструкциями

© Васильев Ю.А.<sup>1</sup>, Буренчев Д.В.<sup>2</sup>, Васильева Ю.Н.<sup>3</sup>, Панина О.Ю.<sup>1,3\*</sup>,  
Игнатьева В.А.<sup>3</sup>, Душкова Д.В.<sup>4</sup>, Бажин А.В.<sup>1</sup>, Привалова Е.Г.<sup>1</sup>, Ульянова В.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы»; 127051 Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева ДЗ города Москвы»; 129327 Москва, ул. Ленская, д. 15, Российская Федерация

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, 127473 Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Российская Федерация

<sup>4</sup> АО «К+31»; 119415 Москва, ул. Лобачевского, д. 42, стр. 4, Российская Федерация

Качественная визуализация височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) позволяет выбрать наиболее оптимальную тактику консервативного или оперативного лечения. Выполнение магнитно-резонансной томографии (МРТ) пациентам с металлоконструкциями в челюстно-лицевой области представляет собой острую проблему по обеспечению диагностики надлежащего качества. В представленном клиническом наблюдении наглядно продемонстрирована и описана методика выполнения диагностически значимого МРТ ВНЧС при наличии металлоконструкций в зоне интереса.

**Ключевые слова:** артефакты; металл; височно-нижнечелюстной сустав

**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** Васильев Ю.А., Буренчев Д.В., Васильева Ю.Н., Панина О.Ю., Игнатьева В.А., Душкова Д.В., Бажин А.В., Привалова Е.Г., Ульянова В.А. Магнитно-резонансная томография височно-нижнечелюстного сустава у пациентов с металлоконструкциями. *Медицинская визуализация*. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1420>

**Поступила в редакцию:** 17.11.2023. **Принята к печати:** 27.02.2024. **Опубликована online:** 11.07.2024.

## Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint in patients with metal structures

© Yuri A. Vasiliev<sup>1</sup>, Dmitry V. Burenchev<sup>2</sup>, Yulia N. Vasileva<sup>3</sup>, Olga Yu. Panina<sup>1,3\*</sup>,  
Varvara A. Ignatieva<sup>3</sup>, Daria V. Dushkova<sup>1</sup>, Alexander V. Bazhin<sup>1</sup>,  
Ekaterina G. Privalova<sup>1</sup>, Violetta A. Ulyanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Healthcare Department; 24, Petrovka str., Moscow 127051, Russian Federation

<sup>2</sup> A.K. Eramishantsev City Clinical Hospital; 15, Lenskaya str., Moscow 129327, Russian Federation

<sup>3</sup> Russian University of Medicine of the Russian Ministry of Health; 20, bld. 1, Delegatskaya str., Moscow 127473, Russian Federation

<sup>4</sup> Joint Stock Company "K+31"; 42, bld. 4, Lobachevskogo str., Moscow 119415, Russian Federation



High-quality visualization of the temporomandibular joint (TMJ) allows to choose the most optimal tactics for conservative or surgical treatment. Performing magnetic resonance imaging (MRI) in patients with metal structures in the maxillofacial area is a pressing issue in ensuring quality diagnostics. In the presented clinical case, a methodology of performing diagnostically significant MRI of the TMJ in the presence of metal structures in the region of interest (ROI) was clearly demonstrated and described.

**Keywords:** artifacts; metals; temporomandibular joint

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

**For citation:** Vasilev Yu.A., Burenchev D.V., Vasileva Yu.N., Panina O.Yu., Ignatieva V.A., Dushkova D.V., Bazhin A.V., Privalova E.G., Ulyanova V.A. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint in patients with metal structures. *Medical Visualization*. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1420>

**Received:** 17.11.2023.

**Accepted for publication:** 27.02.2024.

**Published online:** 11.07.2024.

## Введение

Заболевания височно-нижнечелюстных сустава (ВНЧС) являются широко распространенными и встречаются у 25–65% населения [1]. Клинические изменения в суставе характеризуются наличием боли, иррадирующей в область глаз и височную область. Обычно боль усиливается при широком открытии рта, приводя к рефлекторному спазму жевательных мышц и, как следствие, к выраженному дискомфорту для пациента. Оценка ВНЧС необходима для выяснения причины болевого синдрома, а также перед планированием ортодонтического и ортогнатического лечения и их контроля [2, 3].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является “золотым стандартом” визуализации мягкотканых компонентов ВНЧС [4, 5]. Преимуществом использования этого метода является высокая контрастность, позволяющая в полной мере оценить анатомические структуры сустава, а главное внутрисуставной диск. Возможность дополнительной функциональной МР-оценки сустава в движении с помощью режима “Real-time” позволяет визуализировать в динамике произвольный процесс открывания и закрывания рта в режиме реального времени [6–8]. В совокупности с МРТ помогают установить наличие дисфункции сустава, отражая взаиморасположение внутрисуставных структур, синхронность или разобщенность движения мышечка и диска [9, 10]. Недостатком методики является наличие выраженных артефактов или искажений на изображениях от несъемных металлоконструкций. Наиболее часто это зубные имплантаты, брекетки и др. Находясь в зоне сканирования, они приводят к возникновению неоднородности постоянного (В0) и переменного (В1) магнитных полей и, как следствие, к быстрой дефазировке и некогерентности спинов в пределах одного вокселя, некорректной пространственной регистрации и др. [3, 11].

Количество показаний к МРТ ВНЧС растет, что отчасти связано с увеличением числа пациентов с зубными или ортопедическими имплантатами, коронками, мостами, протезами и др. Существует рекомендованный протокол сканирования, однако у пациентов с металлоконструкциями челюстно-лицевой области (ЧЛО) выполнение МРТ представляет собой проблему и требует нестандартных подходов [8, 11]. На примере представленного клинического наблюдения наглядно продемонстрировано выполнение диагностически значимой МРТ ВНЧС пациенту с металлоконструкциями зубочелюстной системы.

## Клиническое наблюдение

Пациентка 29 лет в ходе проводимого лечения по коррекции прикуса и установки брекет-системы обратилась в клинику с жалобами на дискомфорт в области ВНЧС при жевании и на ощущение “заклинивания челюсти”.

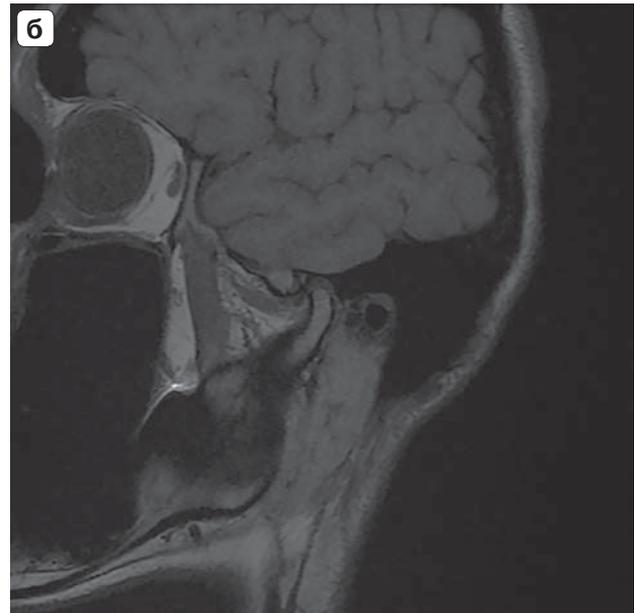
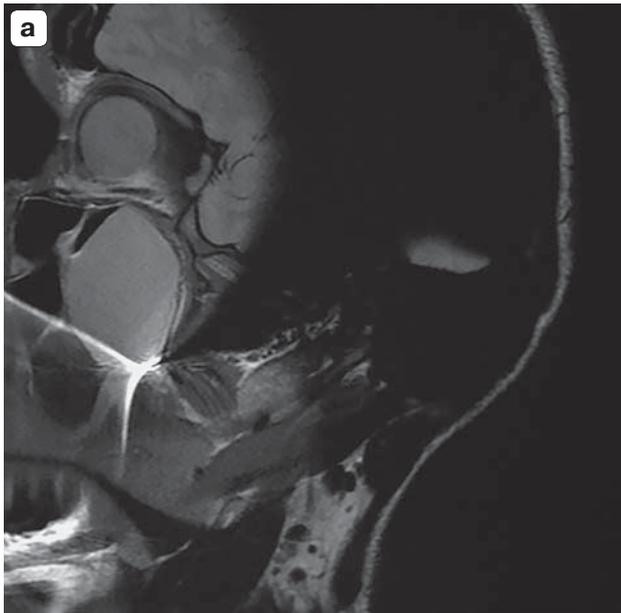
Было выполнено МР-исследование без учета наличия стоматологической металлоконструкции на томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл (GE, Optima MR 360). МР-протокол включал локализатор в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, статическую часть в положении закрытого и открытого рта (табл. 1).

При интерпретации полученных данных из-за выраженных артефактов потери сигнала и геометрических искажений отсутствовала возможность адекватной оценки суставного диска, связочного аппарата и компонентов биламинарной зоны (рис. 1). В протокол исследования входили последовательности, чувствительные к неоднородности магнитного поля (а именно, последовательности градиентного эха – GRE), что привело к появлению артефактов от металлоконструкции и потере диагностической ценности исследования.

С целью нивелирования артефактов было решено повторить исследование с использованием импульсных последовательностей, менее чувствительных к неоднородности магнитного поля. Исследование про-

**Таблица 1.** МРТ ВНЧС, протокол без учета металлоконструкций в зоне интереса**Table 1.** MRI protocol for TMJ without considering metal structures in the ROI

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| Статическая часть в положении закрытого рта<br>Static closed-mouth position | a.<br>b.<br>c.<br>d.<br>e.<br>f. | AX T2<br>COR PD FSE<br>SAG T2<br>SAG PD FSE<br>SAG T2* 3D GRE<br>SAG T1 FSE |
| Статическая часть в положении открытого рта<br>Static open-mouth position   | a.                               | SAG PD GRE  |
| Толщина срезов<br>Slice thickness   |                                  | 4 мм / 4 mm   |
| Поле обзора<br>Field of view  |                                  | 130 × 130   |
| Ширина пропускания приемника<br>Bandwidth                                   |                                  | 40  |

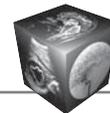
**Рис. 1.** МРТ ВНЧС, протокол без учета металлоконструкций в зоне интереса, сагиттальная плоскость. **а** – PD GRE в положении с открытым ртом; **б** – T1 GRE в положении с закрытым ртом.**Fig. 1.** MRI of the TMJ without considering metal structures in the ROI, sagittal plane. **a** – PD GRE, open mouth position; **б** – T1 GRE, closed-mouth position.

водилось на высокопольном томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл (Siemens, MAGNETOM\_ESSENZA) в другой клинике. С целью коррекции артефактов исследование проведено по протоколу, учитывающему наличие в зоне сканирования металлоконструкций (табл. 2).

Для снижения площади артефактов на изображениях были выбраны последовательности на основе Spin Echo вместо Gradient Echo, с целью изменения локали-

зации артефакта было изменено направление кодирования сигнала, увеличена ширина пропускания приемника (bandwidth). Также были уменьшены толщина среза и поле обзора (FOV).

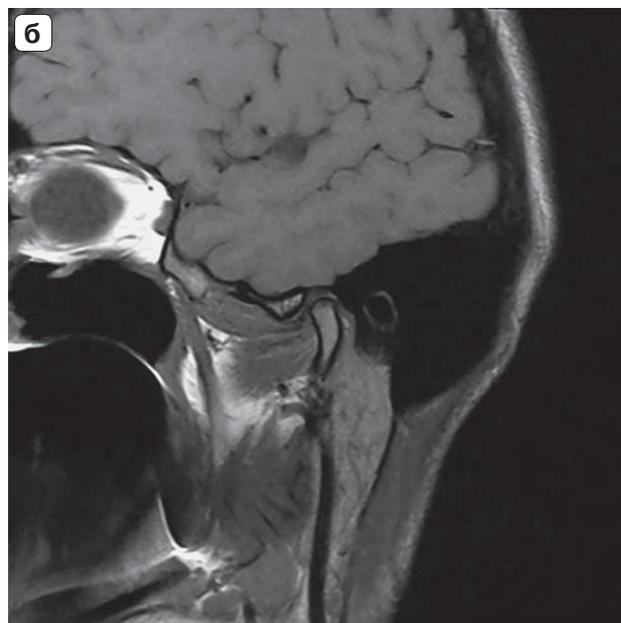
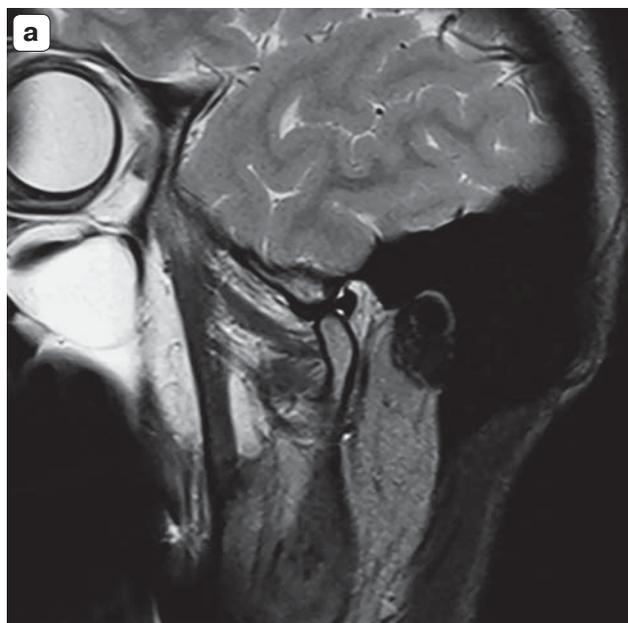
Благодаря применению всех вышеописанных подходов были обнаружены признаки дисфункции ВНЧС: уплощение суставных дисков, а также асимметричное расположение суставных отростков нижней челюсти в полости суставов при окклюзии рта (рис. 2, 3).



**Таблица 2.** МРТ ВНЧС, специальный протокол с учетом металлоконструкций в зоне интереса

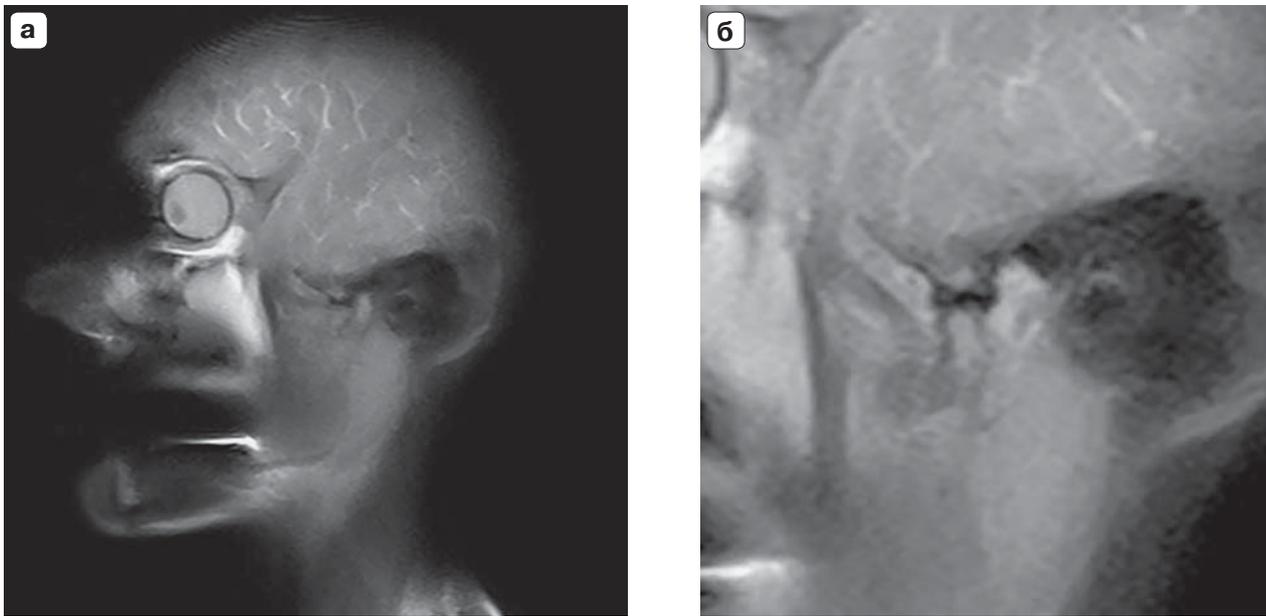
**Table 2.** Special MRI protocol for TMJ considering metal structures in the ROI

|  |    |  |
|--|----|--|
| Статическая часть<br>в положении закрытого<br>рта<br>Static closed-mouth<br>position | a. | AX T2  |
|  | b. | COR T2 (позиционирование производится по полученным томограммам параллельно оси ветви нижней челюсти)<br>COR T2 (positioning is based on the obtained scans in parallel to the axis of the mandibular ramus)   |
|  | c. | SAG T2   |
|  | d. | AX T1  |
|  | e. | COR T1   |
|  | f. | SAG T1 (позиционирование производится по полученным томограммам параллельно оси ветви нижней челюсти)<br>SAG T1 (positioning is based on the obtained scans in parallel to the axis of the mandibular ramus)   |
|  | g. | Косокорональные T2 (для оценки бокового смещения внутрисуставного диска. Позиционируется параллельно ветви нижней челюсти и перпендикулярно мениску)<br>Oblique-coronal T2 (to assess lateral displacement of the intraarticular disc; positioned in parallel to the mandibular ramus and perpendicular to the meniscus) |
| Статическая часть<br>в положении открытого<br>рта<br>Static open mouth<br>position   | a. | AX T2 HR OPEN  |
|  | b. | COR T2 HR OPEN   |
|  | c. | SAG T2 HR OPEN   |
|  | a. | Динамическая часть / Dynamic MRI<br>SAG T2   |
| Толщина срезов / Slice thickness   |    | 2 мм / 2 mm  |
| Поле обзора / Field of view  |    | 100 × 100  |
| Ширина пропускания приемника<br>Bandwidth  |    | 120  |



**Рис. 2.** МРТ ВНЧС, протокол с учетом наличия металлоконструкций, сагиттальная плоскость. **а** – T2 FSE в положении с открытым ртом; **б** – T1 FSE в положении с закрытым ртом.

**Fig. 2.** MRI of the TMJ considering metal structures in the ROI, sagittal plane. **a** – T2 FSE, open mouth position; **b** – T1 FSE, closed-mouth position.



**Рис. 3.** МРТ ВНЧС в режиме “Real-time”, протокол с учетом наличия металлоконструкций, сагиттальная плоскость. **а** – Т2ВИ в режиме “Real-time” в положении с закрытым ртом; **б** – Т2ВИ в режиме “Real-time”, приближенное изображение ВНЧС в положении с максимально открытым ртом. При выполнении динамической МРТ в данном случае артефакты не влияли на зону интереса.

**Fig. 3.** Real-time MRI of the TMJ considering metal structures, sagittal plane: **a** – T2 WI, closed-mouth position; **b** – T2 WI, approximate image, wide open-mouth position. In this case, the artifacts did not affect the ROI during dynamic MRI.

### Обсуждение

ВНЧС имеет уникальную и сложную анатомию, поэтому крайне важно выбрать правильный метод диагностики. Визуализация структур ВНЧС может быть осуществлена с помощью целого ряда методов лучевой диагностики: рентгенографии, компьютерной томографии (КТ), ультразвукового исследования (УЗИ), а также МРТ [12, 13].

Костные изменения лучше визуализируются с помощью КТ и конусно-лучевой КТ (КЛКТ), которая обеспечивает мультипланарную реконструкцию ВНЧС с высоким разрешением и с низкой дозой облучения. В сравнении с КТ и КЛКТ МРТ обеспечивает лучшую контрастность мягких тканей и других структур в области ВНЧС [4]. МРТ позволяет выявить изменение локализации суставного диска, выпот в полости сустава, оценить суставной хрящ и параартикулярные ткани, гипертрофию жевательных мышц и др. [14]. Достаточную контрастность мягких тканей имеет недорогой и безопасный метод УЗИ. Но дополнительным ограничением для УЗИ выступает визуализация положения диска. Так, при смещении суставного диска латерально и кзади ультразвуковой метод неинформативен за счет лимитированного аку-

стического окна, ограниченного костными структурами [9]. Проблема исследования пациентов с патологией ВНЧС является актуальной ввиду высокого функционального значения. Получение изображений высокого качества, в том числе у пациентов с металлоконструкциями, позволит избежать осложнений лечения и последующей инвалидизации.

К основным рекомендациям по снижению артефактов от металлоконструкций ЧЛО можно отнести уменьшение поля обзора (FOV), толщины среза, увеличение ширины пропускания приемника, времени повторения (TR), значения усреднений, отказ от градиентного эха в пользу различных типов спинового эха. Рекомендуется проводить исследование на томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл, а не 3 Тл. Однако при наличии программных алгоритмов подавления артефактов от металла (MAR – Metal Artefact Reduction) на томографах с большей индукцией могут быть получены изображения более высокого качества. Использование параллельного сбора данных, последовательностей инверсии-восстановления (STIR) и Dixon в качестве технологий подавления сигнала от жира вместо спектрально-



го подавления сигнала (FatSat) также будет способствовать лучшей визуализации в присутствии металла [11, 15].

К относительным недостаткам метода МРТ относятся высокая стоимость, низкая доступность и абсолютные противопоказания, такие как наличие в организме активных электронных медицинских приборов (электрокардиостимуляторы), клипсы сосудов головного мозга и др. [7, 16]. Рассматривая ограничения метода, также стоит учитывать техническую реализацию исследования (оснащение и квалификация персонала) [8].

Корректировка протокола должна проводиться совместно с инженером кабинета МРТ или сертифицированным представителем производителя. Также количество и вид металлоконструкций ЧЛО индивидуальны, поэтому технические параметры МР-протокола могут несколько отличаться у разных пациентов.

### Заключение

Наиболее информативным методом визуализации структур ВНЧС является МРТ. Активное развитие новых подходов в лечении стоматологических пациентов привело к увеличению количества вмешательств с установкой металлоконструкций, в том числе несъемных, усложняющих получение диагностически значимых лучевых исследований. Проведение МРТ таким пациентам является непростой задачей с необходимостью настройки специализированного протокола сканирования, позволяющего получать изображения надлежащего качества.

### Конфликт интересов

Данная статья подготовлена авторским коллективом в рамках НИР “Научное обеспечение стандартизации, безопасности и качества магнитно-резонансной томографии” (№ ЕГИСУ: № 123031500007-6) в соответствии с Приказом от 21.12.2022 № 1196 “Об утверждении государственных заданий, финансовое обеспечение которых осуществляется за счет средств бюджета города Москвы государственным бюджетным (автономным) учреждениям, подведомственным Департаменту здравоохранения города Москвы, на 2023 год и плановый период 2024 и 2025 годов” Департамента здравоохранения города Москвы.

### Conflicts of interest

This article was prepared by the team of authors within the framework of the research project “Scientific support for standardization, safety, and quality of magnetic resonance imaging” (EGISU No.: No. 123031500007-6) in accordance with Order No. 1196 dated December 21, 2022 “On approval of government tasks, the financial support of which is

carried out from the budget of the city of Moscow to state budgetary (autonomous) institutions subordinated to the Moscow Healthcare Department, for 2023 and the planning period of 2024 and 2025.”

### Участие авторов

Васильев Ю.А. – проведение исследования, утверждение окончательного варианта статьи.

Буренчев Д.В. – ответственность за целостность всех частей статьи.

Васильева Ю.Н. – проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных.

Панина О.Ю. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста.

Игнатьева В.А. – написание текста.

Душкова Д.В. – анализ и интерпретация полученных данных.

Бажин А.В. – сбор и обработка данных.

Привалова Е.Г. – обзор публикаций по теме статьи.

Ульянова В.А. – обзор публикаций по теме статьи.

### Authors' participation

Vasiliev Yu.A. – conducting research, approval of the final version of the article.

Burenchev D.V. – responsibility for the integrity of all parts of the article.

Vasileva Yu.N. – conducting research, analysis and interpretation of the obtained data.

Panina O.Yu. – concept and design of the study, text preparation and editing.

Ignatieva Va.A. – writing text.

Dushkova D.V. – analysis and interpretation of the obtained data.

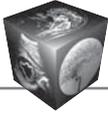
Bazhin A.V. – collection and analysis of data.

Privalova E.G. – review of publications.

Ulyanova V.A. – review of publications.

### Список литературы

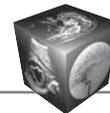
1. Hasan N.M.A., Abdelrahman T.E.F. MRI evaluation of TMJ internal derangement: Degree of anterior disc displacement correlated with other TMJ soft tissue and osseous abnormalities. *Egypt J. Radiol. Nucl. Med.* 2014; 45 (3): 735–744. <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2014.03.013>
2. Гус Л.А., Арсенина О.И., Стариков Н.А., Комолов И.С., Буренчев Д.В. Особенности МРТ-семиотики височно-нижнечелюстного сустава у пациентов с дистальной окклюзией зубных рядов при разных клинических вариантах течения дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. *Медицинская визуализация.* 2015; 4: 101–108.
3. Nazarian D., Dikarev A., Mokhiev M. et al. Maxillo-mandibular Defect Reconstruction with Bilateral Free Fibula Flaps with Dental Implant Placement and Immediate Loading: A Case Report of the Three-team Approach. *Arch. Plast. Surg.* 2022; 49 (05): 652–655. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1756350>
4. Talmaceanu D., Lenghel L.M., Bolog N. et al. Imaging modalities for temporomandibular joint disorders: An update. *Clujul. Med.* 2018; 91 (3): 280–287. <https://doi.org/10.15386/cjmed-970>



- Belgin C.A., Serindere G., Orhan K. Contemporary imaging modalities for temporomandibular joint: An update and review. *J. Exp. Clin. Med.* 2021; 38 (S2): 86–91. <https://doi.org/10.52142/OMUJECM.38.SI.DENT.2>
- Krohn S., Gersdorff N., Wassmann T. et al. Real-time MRI of the temporomandibular joint at 15 frames per second – A feasibility study. *Eur. J. Radiol.* 2016; 85 (12): 2225–2230. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.10.020>
- Душкова Д.В., Васильев Ю.А. Роль псевдокинематического и кинематического магнитно-резонансного исследования в реальном времени в диагностике заболеваний височно-нижнечелюстного сустава. *Радиология–практика.* 2019; 6: 21–32.
- Буренчев Д.В. М-54 Методология выполнения МР-исследования височно-нижнечелюстных суставов: Серия “Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики”. М., 2018. <https://telemedai.ru/biblioteka-dokumentov/metodologiya-vypolneniya-mr-issledovaniya-visochno-nizhnechelyustnyh-sustavov>
- Lomas J., Gurgenci T., Jackson C., Campbell D. Temporomandibular dysfunction. *Aust. J. Gen. Pract.* 2018; 47 (4). <https://doi.org/10.31128/AFP-10-17-4375>
- Васильев Ю.А., Душкова Д.В., Лежнев Д.А., Способ оценки дисфункции височно-нижнечелюстных суставов с помощью магнитно-резонансной томографии. Патент 2673992. 2018. [https://patents.s3.yandex.net/RU2673992C1\\_20181203.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2673992C1_20181203.pdf)
- Васильев Ю.А., Семенов Д.С., Панина О.Ю. и др. А 86 Артефакты от металлоконструкций в магнитно-резонансной томографии: Методические рекомендации. Вып. 83. М.: ГБУЗ “НПКЦ ДиТ ДЗМ”, 2022. 40 с. <https://telemedai.ru/biblioteka-dokumentov/artefakty-ot-metallokonstrukcij-v-magnitno-rezonansnoj-tomografii?ysclid=lx0116roqy252238677>
- Amin M.F., Hassan A.M., Barakat K.I. The accuracy of dynamic Magnetic Resonance Imaging in evaluation of internal derangement of the temporomandibular joint; Comparison with arthroscopic findings. *Egypt J. Radiol. Nucl. Med.* 2012; 43 (3): 429–436. <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2012.05.007>
- Tamimi D, Jalali E, Hatcher D. Temporomandibular Joint Imaging. *Radiol. Clin. N. Am.* 2018; 56: 157–175. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2017.08.011>
- Derwich M., Mitus-Kenig M., Pawlowska E. Interdisciplinary Approach to the Temporomandibular Joint Osteoarthritis-Review of the Literature. *Medicina (Kaunas).* 2020; 56 (5): 225. <https://doi.org/10.3390/medicina56050225>
- Семенов Д.С., Петрякин А.В., Васильев Ю.А., Ахмад Е.С., Панина О.Ю. Устройство фантома для настройки протоколов магнитно-резонансной томографии предстательной железы. Патент RU208239U1. 2021. <https://patents.google.com/patent/RU208239U1/ru>
- Васильев Ю.А., Панина О.Ю., Грик Е.А., Ахмад Е.С., Васильева Ю.Н. Роль магнитно-резонансной томографии в выявлении злокачественных легочных узлов: систематический обзор и метаанализ. *Digit. Diagn.* 2021; 2 (3): 301–312. <https://doi.org/10.17816/dd70306>
- Gus L.A., Arsenina O.I., Starikov N.A. et al. Features of Magnetic Resonance Tomography Semiotics of Temporomandibular Joint in Patients with Distal Occlusion in Various Clinical Variants of Temporomandibular Joint Dysfunction. *Medical Visualization.* 2015; 4: 101–108. (In Russian)
- Nazarian D., Dikarev A., Mokhirev M. et al. Maxillo-mandibular Defect Reconstruction with Bilateral Free Fibula Flaps with Dental Implant Placement and Immediate Loading: A Case Report of the Three-team Approach. *Arch. Plast. Surg.* 2022; 49 (05): 652–655. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1756350>
- Talmaceanu D., Lenghel L.M., Bolog N. et al. Imaging modalities for temporomandibular joint disorders: An update. *Clujul. Med.* 2018; 91 (3): 280–287. <https://doi.org/10.15386/cjmed-970>
- Belgin C.A., Serindere G., Orhan K. Contemporary imaging modalities for temporomandibular joint: An update and review. *J. Exp. Clin. Med.* 2021; 38 (S2): 86–91. <https://doi.org/10.52142/OMUJECM.38.SI.DENT.2>
- Krohn S., Gersdorff N., Wassmann T. et al. Real-time MRI of the temporomandibular joint at 15 frames per second – A feasibility study. *Eur. J. Radiol.* 2016; 85 (12): 2225–2230. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.10.020>
- Dushkova D.V., Vasil'Ev Yu.A. The Role of Dynamic and Pseudodynamic Magnetic Resonance Research in the Diagnosis of Temporomandibular Joint Diseases. *Radiology–Practice.* 2019; 6: 21–32. (In Russian)
- Burenchev D.V. Metodologiya vypolneniya MR-issledovaniya visochno-nizhnechelyustnykh sustavov. Luchshie praktiki luchevoj i instrumental'noj diagnostiki [MRI sequence for evaluating the temporomandibular joints. Best Practices in Radiation and Instrumental Diagnostics]. Moscow, 2018. <https://telemedai.ru/biblioteka-dokumentov/metodologiya-vypolneniya-mr-issledovaniya-visochno-nizhnechelyustnyh-sustavov> (In Russian)
- Lomas J., Gurgenci T., Jackson C., Campbell D. Temporomandibular dysfunction. *Aust. J. Gen. Pract.* 2018; 47 (4). <https://doi.org/10.31128/AFP-10-17-4375>
- Vasilev Yu.A., Dushkova D.V., Lezhnev D.A. Method for estimating dysfunction of temporomandibular joints by means of magnetic resonance imaging in real-time. Patent 2673992. 2018. [https://patents.s3.yandex.net/RU2673992C1\\_20181203.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2673992C1_20181203.pdf) (In Russian)
- Vasilev Yu.A., Semenov D.S., Pанина О.Ю. et al. Artefakty ot metallokonstruktsii v magnitno-rezonansnoi tomografii: Metodicheskie rekomendatsii [Metal-induced artifacts in magnetic resonance imaging: best practices]. Moscow, 2022. 40 p. <https://telemedai.ru/biblioteka-dokumentov/artefakty-ot-metallokonstrukcij-v-magnitno-rezonansnoj-tomografii?ysclid=lx0116roqy252238677> (In Russian)
- Amin M.F., Hassan A.M., Barakat K.I. The accuracy of dynamic Magnetic Resonance Imaging in evaluation of internal derangement of the temporomandibular joint; Comparison with arthroscopic findings. *Egypt J. Radiol. Nucl. Med.* 2012; 43 (3): 429–436. <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2012.05.007>
- Tamimi D, Jalali E, Hatcher D. Temporomandibular Joint Imaging. *Radiol. Clin. N. Am.* 2018; 56: 157–175. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2017.08.011>
- Derwich M., Mitus-Kenig M., Pawlowska E. Interdisciplinary Approach to the Temporomandibular Joint Osteoarthritis-

## References

- Hasan N.M.A., Abdelrahman T.E.F. MRI evaluation of TMJ internal derangement: Degree of anterior disc displacement correlated with other TMJ soft tissue and osseous abnormalities. *Egypt J. Radiol. Nucl. Med.* 2014; 45 (3): 735–744. <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2014.03.013>



- Review of the Literature. *Medicina (Kaunas)*. 2020; 56 (5): 225. <https://doi.org/10.3390/medicina56050225>
15. Semenov D.S., Petryakin A.V., Vasilev Yu.A., et al. A phantom device for setting up the protocols of magnetic resonance imaging of the prostate gland in patients with metal structures of the hip joint. Patent RU208239U1. 2021. <https://patents.google.com/patent/RU208239U1/en>
16. Vasilev Y.A., Panina O.Y., Grik E.A. et al. Role of chest MRI for the diagnosis of malignant pulmonary nodules: a systematic review and a meta-analysis. *Digit. Diagn.* 2021; 2 (3): 301–312. <https://doi.org/10.17816/dd70306> (In Russian)

**Для корреспонденции\***: Панина Ольга Юрьевна – e-mail: [olgayurpanina@gmail.com](mailto:olgayurpanina@gmail.com)

**Васильев Юрий Александрович** – канд. мед. наук, директор ГБУЗ “Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0208-5218>

**Буренчев Дмитрий Владимирович** – доктор мед. наук, заведующий отделением рентгенологических и радиоизотопных методов исследований ГБУЗ “Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2894-6255>

**Васильева Юлия Николаевна** – канд. мед. наук, ассистент кафедры ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1066-3989>

**Панина Ольга Юрьевна** – младший научный сотрудник ГБУЗ “Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы”; младший научный сотрудник ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-8684-775X>

**Игнатьева Варвара Александровна** – студентка ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0009-0009-6229-0342>

**Душкова Дарья Владимировна** – врач-рентгенолог АО «К+31», Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3011-6752>

**Бажин Александр Владимирович** – канд. мед. наук, заведующий учебным центром ГБУЗ “Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3198-1334>

**Привалова Екатерина Геннадьевна** – доктор мед. наук, эксперт ГБУЗ “Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9851-9390>

**Ульянова Виолетта Алексеевна** – врач-рентгенолог отдела экспертизы и качества ГБУЗ “Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0009-0002-7008-8151>

**Contact\***: Olga Yu. Panina – e-mail: [olgayurpanina@gmail.com](mailto:olgayurpanina@gmail.com)

**Yuri A. Vasiliev** – Cand. of Sci. (Med.), Director of the Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0208-5218>

**Dmitry V. Burenchev** – Doct. of Sci. (Med.), Head of the X-ray and Radioisotope Research Methods Department, A.K. Eramishantsev City Clinical Hospital, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2894-6255>

**Yulia N. Vasileva** – Cand. of Sci. (Med.), assistant of the Russian University of Medicine of the Russian Ministry of Health, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1066-3989>

**Olga Yu. Panina** – Junior Researcher, State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow “Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department,” Moscow; Junior Scientist Researcher Russian University of Medicine of the Russian Ministry of Health, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-8684-775X>

**Varvara A. Ignatieva** – student Russian University of Medicine of the Russian Ministry of Health, Moscow. <https://orcid.org/0009-0009-6229-0342>

**Daria V. Dushkova** – Radiologist, Joint Stock Company “K+31”, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-3011-6752>

**Alexander V. Bazhin** – Cand. of Medical Sciences, Head of Educational Center of the State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow “Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department,” Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-3198-1334>

**Ekaterina G. Privalova** – Doct. of Sci. (Med.), expert State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow “Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department,” Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9851-9390>

**Violetta A. Ulyanova** – Radiologist, Department of Quality and Expert evaluation, State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow “Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department,” Moscow. <https://orcid.org/0009-0002-7008-8151>