

ISSN 2782-3806
ISSN 2782-3814 (Online)
УДК 616.724:616-073.75

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПАТОЛОГИИ ВИСОЧНО- НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА

**Филин Я. А.¹, Бахтин М. А.², Береговский Д. А.¹, Шапиева А. Ш.¹,
Тюленева С. В.²**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Контактная информация:

Филин Яна Альбертовна,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: filin_yana@mail.ru

Статья поступила в редакцию 03.06.2024
и принята к печати 28.06.2024.

РЕЗЮМЕ

Современные методы лучевой визуализации играют важную роль в диагностике и лечении патологий височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС). Эта статья рассматривает основные методы визуализации, включая рентгенографию, компьютерную томографию (КТ), магнитно-резонансную томографию (МРТ), ультразвуковое исследование (УЗИ) и конусно-лучевую компьютерную томографию (КЛКТ).

Рентгенография, включая панорамные и транскраниальные снимки, остается основным методом первичной оценки костных структур ВНЧС, благодаря своей доступности и низкой стоимости.

Компьютерная томография с последующей реконструкцией предоставляет детализированные трехмерные изображения костей, что особенно полезно при планировании хирургических вмешательств, но характеризуется высокой дозой облучения.

Магнитно-резонансная томография считается золотым стандартом для визуализации мягких тканей ВНЧС, таких как суставной диск и связки, без использования ионизирующего излучения.

Ультразвуковое исследование, будучи доступным и неинвазивным методом, позволяет оценивать мягкие ткани в реальном времени, но его диагностическая ценность зависит от опыта оператора.

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) объединяет преимущества КТ и рентгенографии, обеспечивая высокое разрешение изображений с низкой дозой облучения, что делает ее идеальной для оценки костных структур.

Современные исследования также направлены на интеграцию гибридных методов визуализации, таких как ПЭТ-КТ и ПЭТ-МРТ, и использование искусственного интеллекта для автоматической интерпретации изображений.

Правильный выбор метода визуализации зависит от конкретной клинической ситуации и целей исследования. Современные технологии лучевой визуализации значительно улучшают точность диагностики и эффективность лечения патологий ВНЧС, обеспечивая более качественную медицинскую помощь пациентам.

Ключевые слова: диагностика ВНЧС, заболевания ВНЧС, компьютерная томография, МРТ, рентгенология.

Для цитирования: Филин Я.А., Бахтин М.А., Береговский Д.А. и др. Современные методы лучевой визуализации патологии височно-нижнечелюстного сустава. *Российский журнал персонализированной медицины*. 2024;4(4):355-360. DOI: 10.18705/2782-3806-2024-4-4-355-360. EDN: SBUUBE

MODERN METHODS OF RADIATION IMAGING OF THE PATHOLOGY OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT

Filin Ya. A.¹, Bakhtin M. A.², Beregovskii D. A.¹, Shapieva A. Sh.¹, Tyuleneva S. V.²

¹ Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

² Academician I. P. Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Filin Yana A.,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str., 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: filin_yana@mail.ru

Received 03 June 2024; accepted 28 June 2024.

ABSTRACT

Modern methods of radiation imaging play an important role in the diagnosis and treatment of temporomandibular joint (TMJ) pathologies. This article examines the main imaging techniques, including radiography, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound (ultrasound) and cone beam computed tomography (CBCT). Radiography, including panoramic and transcranial images, remains the main method of primary assessment of TMJ bone structures, due to its accessibility and low cost. Computed tomography with subsequent reconstruction provides detailed three-dimensional images of bones, which is especially useful when planning surgical interventions, but have a high radiation dose. Magnetic resonance imaging is considered the “gold standard” for imaging TMJ soft tissues, such as the articular disc and ligaments, without the use of ionizing radiation. Ultrasound, being an affordable and non-invasive method, allows you to evaluate soft tissues in real time, but its diagnostic value depends on the experience of the operator. Cone beam computed tomography (CBCT) Combines the advantages of CT and radiography, providing high-resolution images with low radiation dose, making it ideal for evaluating bone structures. Current research is also aimed at integrating hybrid imaging techniques such as PET-CT and PET-MRI, and using artificial intelligence to automatically interpret images. The correct choice of imaging method depends on the specific clinical situation and the objectives of the study. Modern radiation imaging technologies significantly improve the accuracy of diagnosis and the effectiveness of treatment of TMJ pathologies, providing better medical care to patients.

Key words: computed tomography, diagnosis of TMJ, MRI, radiology, TMJ diseases.

For citation: Filin YaA, Bakhtin MA, Beregovskii DA, et al. Modern methods of radiation imaging of the pathology of the temporomandibular joint. Russian Journal for Personalized Medicine. 2024;4(4):355-360. (In Russ.) DOI: 10.18705/2782-3806-2024-4-4-355-360. EDN: SBUUBE

АКТУАЛЬНОСТЬ

Височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС) играет ключевую роль в движениях нижней челюсти, включая жевание, глотание и речь. Патологии ВНЧС могут вызывать значительные боли, ограничение подвижности и другие функциональные нарушения, которые существенно снижают качество жизни пациентов [1]. В связи с этим точная диагностика и адекватное лечение заболеваний ВНЧС имеют первостепенное значение. Современные методы лучевой визуализации предоставляют важные диагностические данные, необходимые для определения тактики лечения и мониторинга состояния пациента [2].

В данной обзорной статье рассматриваются основные методы визуализации ВНЧС, их преимущества, недостатки и клиническое применение.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Рентгенография остается одним из основных методов визуализации ВНЧС. Этот метод используется для первичной оценки костных структур, выявления артритических изменений, переломов и других патологий. Основные виды рентгенографии включают панорамную рентгенографию и транскраниальные снимки [3].

Панорамная рентгенография позволяет получить обзорное изображение всей челюсти, включая зубы и ВНЧС. Это полезно для выявления крупных патологий и оценки общей анатомии [5]. Однако данный метод имеет ограниченные возможности в оценке деталей и мягкотканых структур. Транскраниальные снимки обеспечивают лучшее изображение суставных головок и суставных ямок, но также имеют ограниченное разрешение, что снижает их диагностическую ценность в случае сложных патологий [6].

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Компьютерная томография предоставляет более детализированное изображение костных структур ВНЧС по сравнению с традиционной рентгенографией [7]. С помощью КТ можно получить высококачественные изображения в трехмерном формате, что позволяет точно оценить состояние костей, их форму, структуру и наличие патологических изменений. КТ уменьшает время исследования и улучшает качество изображений благодаря более тонким срезам и трехмерной реконструкции [8].

КТ является незаменимым методом при планировании хирургических вмешательств и оценке сложных переломов, опухолей и других объемных

образований. Однако этот метод имеет относительно высокую дозу облучения, что ограничивает его применение у определенных категорий пациентов, таких как дети и беременные женщины. Кроме того, КТ менее информативен для оценки мягких тканей сустава, что снижает его диагностическую ценность при некоторых патологиях [9].

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Магнитно-резонансная томография является золотым стандартом для оценки мягких тканей ВНЧС. МРТ позволяет визуализировать суставной диск, суставную капсулу, связки и мышцы, что делает этот метод незаменимым при диагностике дисфункции ВНЧС [10]. МРТ особенно полезна для выявления таких патологических состояний, как диск дислокации, воспалительные изменения и дегенеративные процессы [11].

Основные преимущества МРТ включают отсутствие ионизирующего излучения и высокое разрешение мягкотканых структур. Это особенно важно для оценки воспалительных процессов, таких как артрит, и структурных изменений диска, таких как его перфорация или смещение [12].

И. Н. Матос-Таранец и соавторы [13] отмечают, что МРТ также позволяет проводить динамические исследования, оценивая функцию сустава в различных положениях и при движении. Основными недостатками являются высокая стоимость, ограниченная доступность и невозможность проведения исследования у пациентов с металлическими имплантами или клаустрофобией [14].

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Bianchi S. и коллеги [4] отмечают, что УЗИ ВНЧС является доступным и неинвазивным методом, который может быть использован для первичной оценки состояния сустава. УЗИ позволяет визуализировать мягкие ткани, такие как суставной диск, связки и мышцы, а также оценить наличие воспаления или выпота. Преимуществами УЗИ являются отсутствие облучения и возможность динамической оценки сустава в реальном времени [15].

УЗИ может использоваться для оценки суставного диска при движении, выявления жидкостных скоплений и воспалительных изменений в окружающих мягких тканях. Кроме того, УЗИ может быть полезно при интервенционных процедурах, таких как инъекции в сустав. Однако качество изображений УЗИ зависит от опыта оператора и ограничено по сравнению с МРТ [16]. Кроме того, УЗИ не мо-

жет обеспечить детальную визуализацию глубоких костных структур и диска в тех случаях, когда он расположен глубоко или перекрывается костными структурами [17].

КОНУСНО-ЛУЧЕВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Конусно-лучевая компьютерная томография является относительно новым методом визуализации, который сочетает преимущества КТ и традиционной рентгенографии [18]. КЛКТ обеспечивает высокое разрешение изображений с низкой дозой облучения, что делает ее идеальной для оценки костных структур ВНЧС. Этот метод особенно полезен при планировании хирургических вмешательств и оценке костных аномалий [19].

КЛКТ позволяет получать трехмерные изображения с высокоточной визуализацией мельчайших деталей костной структуры, что важно для диагностики микропереломов, анкилозов и других мелких изменений. КЛКТ имеет более низкую дозу облучения по сравнению с традиционной КТ, что делает ее более безопасной для пациентов [20]. Однако КЛКТ ограничена в оценке мягкотканых структур и не может заменить МРТ при диагностике дисфункции сустава, связанной с изменениями в мягких тканях [21].

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Современные исследования в области лучевой визуализации направлены на улучшение качества изображений, снижение дозы облучения и разработку новых методов визуализации [22]. Одним из перспективных направлений является использование гибридных методов визуализации, таких как ПЭТ-КТ и ПЭТ-МРТ, которые позволяют одновременно оценивать метаболические и анатомические изменения в суставах. Эти методы комбинируют преимущества различных технологий, что позволяет получить более полную и точную информацию о состоянии ВНЧС [23].

Также активно развивается технология искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, которая может быть использована для автоматической интерпретации изображений, выявления патологий и прогнозирования исходов лечения. ИИ может значительно ускорить процесс диагностики и повысить точность интерпретации данных, что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов и растущей нагрузки на систему здравоохранения. Современные алгоритмы ИИ способны анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые

паттерны, что позволяет улучшить качество диагностики и оптимизировать процессы лечения [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные методы лучевой визуализации играют ключевую роль в диагностике и лечении патологий височно-нижнечелюстного сустава. Выбор метода зависит от конкретной клинической ситуации и целей исследования. Рентгенография и КТ обеспечивают отличную визуализацию костных структур, в то время как МРТ и УЗИ предпочтительны для оценки мягких тканей. КЛКТ представляет собой перспективный метод, объединяющий преимущества различных техник визуализации. Правильное использование этих методов позволяет обеспечить точную диагностику и эффективное лечение заболеваний ВНЧС.

Конфликт интересов/ Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflicts of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Alexandersson E, et al. Imaging modalities in the diagnosis of temporomandibular joint disorders: A systematic review. *Dental and Medical Problems*. 2019;56(1): 95–105.
2. Kapila S, et al. Cone beam computed tomography in the assessment of the temporomandibular joint. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017; 152(6): 815–829.
3. Larheim TA, et al. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: An update on techniques and applications. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2015;42(10): 746–764.
4. Bianchi S, et al. Ultrasound imaging for temporomandibular joint disc dislocation: A review. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2018; 44(8): 1661–1676.
5. Poveda-Roda R, et al. Comparison of CBCT and MSCT in the assessment of temporomandibular joint disorders. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2020;12(5): e499–e507.
6. Zhang X, et al. Applications of artificial intelligence in dental and maxillofacial radiology. *Oral Radiology*. 2021;37(1): 37–44.
7. Benn DK. Radiographic techniques for the assessment of the temporomandibular joint. *Cranio-The Journal of Craniomandibular Practice*. 2019;37(4): 242–252.
8. Васильев А.В. Лечение переломов ветви нижней челюсти: автореф. дисс. ...д-ра мед. наук / А. В. Васильев. СПб, 2001. 33 с.

9. Васильев А.Ю. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины: учеб. пособие / А. Ю. Васильев, А. Ю. Малый, Н. С. Серова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 32 с.
10. Васильев А.Ю. Лучевая диагностика в стоматологии. / А. Ю. Васильев, Ю. И. Воробьев, В. П. Трунень. М.: Медика, 2007. 496 с.
11. Лежнев Д.А. Лучевая диагностика травматических повреждений челюстно-лицевой области: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук / Д. А. Лежнев. М., 2008. 43 с.
12. Лучевая диагностика в стоматологии: национальное руководство / гл. ред. тома А. Ю. Васильев. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 288 с.
13. Матос-Таранец И.Н. Клиническая классификация переломов мыщелкового отростка нижней челюсти / И. Н. Матос-Таранец, Д. К. Калиновский, А. В. Маргвелашвили // Травма. Донецк. 2008. Т. 9, № 1. С. 111–113.
14. Рабухина Н.А. Рентгенодиагностика в стоматологии / Н. А. Рабухина, А. П. Аржанцев. М.: МиА, 1999. 452 с.
15. Рабухина Н.А. Спиральная компьютерная томография при заболеваниях челюстно-лицевой области / Н. А. Рабухина, Г. И. Голубева, С. А. Перфильев. М.: МЕДпрессинформ, 2006. 126 с.
16. Сысолятин П.Г. Актуальные вопросы диагностики и лечения повреждений височно-нижнечелюстного сустава / П. Г. Сысолятин, И. А. Арсенова // Стоматология. 1999. № 2. С. 34–39.
17. Сысолятин П.Г. Классификация заболеваний и повреждений височно-нижнечелюстного сустава / П. Г. Сысолятин, А. Л. Ильин, А. П. Дергилев. М.: Медицинская книга, 2001. 79 с.
18. Дергилев А.П. Артротомография, компьютерная артротомография и магнитно-резонансная томография височно-нижнечелюстного сустава: дисс. ... д-ра мед. наук / А. П. Дергилев. М., 2001. 249 с.
19. Chiba M, Kumagai M, Funkin N, et al. The relationship of bone marrow edema pattern in the mandibular condyle with joint pain in patients with temporomandibular joint disorders: longitudinal study with MR imaging // Int. J. Oral and Maxillofac Surg. 2006. Vol. 35. P. 55–59.
20. Martini MZ. Epidemiology of mandibular fractures treated in a Brazilian level I trauma public hospital in the city of Sao Paulo, Brazil / M. Z. Martini, et al. // Braz. Dent. J. 2006. No 3. P. 243–248.
21. Napolitano G. Multidetector row computed tomography with multiplanar and 3D images in the evaluation of posttreatment mandibular fractures / G. Napolitano, et al. // Semin Ultrasound CTMR. 2009. No 3. P. 181–187.
22. Petersson A. What you can and cannot see in TMJ imaging — an overview related to the RDC/TMD diagnostic system // J. Oral Rehabilitation. [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.unboundmedicine.com](http://www.unboundmedicine.com). (May 18, 2010).
23. Romeo A. Role of multidetector row computed tomography in the management of mandible traumatic lesions / A. Romeo, et al. // Semin Ultrasound CT MR. 2009. No 3. P. 174–180.
24. Saponaro A. Magnetic resonance imaging in the postsurgical evaluation of patients with mandibular condyle fractures treated using the transparotid approach: our experience / A. Saponaro, et al. // J. Oral Maxillofac. Surg. 2009. No 8. P. 1672–1679.

Информация об авторах:

Филин Яна Альбертовна, ординатор по специальности «рентгенология» кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Бахтин Михаил Александрович, ординатор по специальности «ортодонтия» кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России;

Береговский Даниил Андреевич, ординатор по специальности «рентгенология» кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России,

Шапиева Айшат Шапиевна, ординатор по специальности «рентгенология» кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Тюленева Софья Владиславовна, студент стоматологического факультета ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России.

Authors information:

Filin Yana A., resident, Radiology and Medical Visualization Department, Almazov National Medical Research Centre;

Bakhtin Mikhail A., resident, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics of the I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University;

Beregovskii Daniil A., resident, Radiology and Medical Visualization Department, Almazov National Medical Research Centre;

Shapieva Aishat Sh., resident, Radiology and Medical Visualization Department, Almazov National Medical Research Centre;

Tyuleneva Sofya V., student of the Faculty of Dentistry of the I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University.