

DOI: 10.37988/1811-153X_2024_1_54

[Г.Г. Казарян¹](#),

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии

[В.В. Бекреев¹](#),

д.м.н., профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии

[С.Ю. Иванов^{1,2}](#),

член-корр. РАН, д.м.н., профессор, зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии; зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии

[Н.Ю. Оборотистов³](#),

к.м.н., доцент кафедры ортодонтии, зав. отделением клиники ортодонтии

[А.М. Гусаров²](#),

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии

[Т.В. Хлыстова²](#),

к.м.н., ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии

[И.В. Иванова²](#),

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии

[П.П. Солошенко²](#),

ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии

[П.А. Цай⁴](#),

студент IV курса

[И.А. Кибардин⁴](#),

студент IV курса

¹ РУДН, 117198, г. Москва, Россия² Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 119435, Москва, Россия³ МГМСУ им. А.И. Евдокимова, 127473, Москва, Россия⁴ МФТИ, 141701, Долгопрудный, Россия[G.G. Kazarian¹](#),

postgraduate at the Oral and maxillofacial surgery Department

[V.V. Bekreev¹](#),

PhD in Medical Sciences, professor of the Maxillofacial surgery and surgical dentistry Department

[S.Yu. Ivanov^{1,2}](#),

Associate Member of the Russian Academy of Sciences, PhD in Medical Sciences, full professor of the Maxillofacial surgery Department; full professor of the Maxillofacial surgery Department

[N.Yu. Oborotistov³](#),

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Orthodontics Department, head of the Orthodontics ward

Возможности ультразвуковой диагностики и применения искусственной нейронной сети для оценки морфологии и размеров суставного диска височно-нижнечелюстного сустава

Реферат. На сегодняшний день «золотым стандартом» диагностики внутренних нарушений височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) является проведение магнитно-резонансной томографии, однако ультразвуковая диагностика позволяет точно оценить наличие переднего смещения суставного диска, а также занимает меньше времени и требует менее дорогого оборудования. **Цель данной работы** — разработка и обучение искусственной нейронной сети (ИНС) для описания формы и размеров суставного диска ВНЧС на статических изображениях при ультразвуковой диагностике. **Материалы и методы.** Всего было проведено 300 ультразвуковых исследований ВНЧС, которую выполняли на высокоразрешающем оборудовании Philips HD 11XE (США) с линейным датчиком 12 МГц. Для построения ИНС была использована компьютерная программа ViSurgery (Россия). **Результаты.** Были получены следующие размеры суставного диска: ширина переднего утолщения — $2,09 \pm 0,69$ мм, заднего утолщения — $1,6 \pm 0,55$ мм, средней части — $1,98 \pm 0,69$ мм, что не противоречит данным литературы. **Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования ИНС для анализа ультрасонограмм ВНЧС и измерения его размеров с высокой точностью (0,4—0,5 мм).

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, височно-нижнечелюстной сустав, нейросеть, заболевания ВНЧС, внутренние нарушения ВНЧС

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Казарян Г.Г., Бекреев В.В., Иванов С.Ю., Оборотистов Н.Ю., Гусаров А.М., Хлыстова Т.В., Иванова И.В., Солошенко П.П., Цай П.А., Кибардин И.А. Возможности ультразвуковой диагностики и применения искусственной нейронной сети для оценки морфологии и размеров суставного диска височно-нижнечелюстного сустава. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 27 (1): 54—59. DOI: 10.37988/1811-153X_2024_1_54

Possibilities of ultrasound diagnostics and the use of artificial neural network to assess the morphology and size of the articular disc of the temporomandibular joint

Abstract. To date, the «gold standard» for diagnosing internal disorders of the temporomandibular joint (TMJ) is magnetic resonance imaging, but ultrasonography allows to accurately assess the presence of anterior displacement of the articular disc, as well as takes less time, requires less expensive equipment. **The aim of this work** was to develop and train an artificial neural network (ANN) to describe the shape and size of the TMJ articular disc on static images during ultrasonography. **Materials and methods.** A total of 300 TMJ ultrasounds were performed. The TMJ ultrasound was performed on high-resolution equipment Philips HD 11XE (USA) using a 12 MHz linear transducer. The ViSurgery computer program (Russia) was used to construct the ANN. **Results.**

A.M. Gusarov²,

PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Maxillofacial surgery Department

T.V. Khlystova²,

PhD in Medical Sciences, assistant professor
of the Maxillofacial surgery Department

I.V. Ivanova²,

postgraduate at the Maxillofacial surgery
Department

P.P. Soloshenkov²,

assistant at the Maxillofacial surgery
Department

P.A. Tsay⁴,

4th year student

I.A. Kibardin⁴,

4th year student

¹ RUDN University,
117198, Moscow, Russia

² Sechenov University,
119435, Moscow, Russia

³ Moscow State University of Medicine
and Dentistry, 127473, Moscow, Russia

⁴ MIPT, 141701, Dolgoprudny, Russia

ВВЕДЕНИЕ

Височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС) — это парный сустав челюстно-лицевой области, характеризующийся сложной анатомией и физиологией. Нередко с целью визуализации составных частей ВНЧС используют ультразвуковые исследования (УЗИ). Данный вид инструментального исследования нашел широкое применение не только на этапе диагностического поиска, но и в качестве навигационного метода при проведении лечебных инвазивных процедур в области ВНЧС [1]. Благодаря усовершенствованию УЗ-аппаратов чувствительность и специфичность данного метода при выявлении внутренних нарушений ВНЧС значительно выросла. К преимуществам УЗИ относятся возможность получения не только статических, но и функциональных изображений внутрисуставных элементов, безопасность, возможность проведения необходимого количества повторных исследований [2, 3].

УЗИ ВНЧС проводятся при внутренних нарушениях ВНЧС, требующих динамического контроля эффективности лечения. Термин «внутреннее нарушение» ВНЧС используется при изменении анатомических и функциональных взаимоотношений между суставным диском, мышечковым отростком нижней челюсти и нижнечелюстной ямкой височной кости. Пациенты с такими нарушениями составляют более 70% всех больных с патологией этого сочленения [4].

Одним из недостатков УЗИ является трудность выявления бокового смещения суставного диска [5, 6], но его переднее смещение, которое встречается чаще всего, определяет показания к применению УЗИ ВНЧС

Following dimensions of the articular disk were obtained: width of the anterior thickening — 2.09 ± 0.69 mm, posterior thickening — 1.6 ± 0.55 mm, middle part — 1.98 ± 0.69 mm, which does not contradict the literature data. **Conclusion.** The obtained results indicate that it is possible to use ANN for visualization of the articular disc of TMJ on ultrasonograms and to measure its size with an average accuracy of 0.4–0.5 mm.

Key words: ultrasound, temporomandibular joint, artificial neural network, TMJ disorders, internal TMJ disorders

FOR CITATION:

Kazarian G.G., Bekreev V.V., Ivanov S.Yu., Oborotistov N.Yu., Gusarov A.M., Khlystova T.V., Ivanova I.V., Soloshenkov P.P., Tsay P.A., Kibardin I.A. Possibilities of ultrasound diagnostics and the use of artificial neural network to assess the morphology and size of the articular disc of the temporomandibular joint. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2024; 27 (1): 54—59 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2024_1_54

при данном виде патологии [7, 8]. По данным многочисленных сообщений, ценность УЗИ в диагностике внутренних нарушений ВНЧС достаточно высока [9].

Однако отмечаются трудности при оценке размеров, формы и структуры диска [2]. Методика точных количественных измерений степени деформации суставного диска и его подвижности до настоящего времени не разработана.

Важность определения размеров и формы суставного диска продиктована необходимостью совершенствования диагностики внутренних нарушений, в частности при переднем смещении суставного диска, а также контроля эффективности лечения таких пациентов.

Цель — разработка и обучение искусственной нейронной сети (ИНС) для описания формы и размеров суставного диска ВНЧС на статических изображениях при ультразвуковой диагностике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Правильность положения суставного диска определяется по локализации его заднего края по отношению к головке нижней челюсти в позиции «12 часов» условного циферблата относительно полной окружности головки нижней челюсти. В норме задний полюс диска располагался в диапазоне 11–13 часов. Расположение переднего края диска вариабельно — оно зависит от степени его дислокации и выраженности деформации [10].

При переднем смещении суставного диска его задний полюс может быть обнаружен в диапазоне 9–10 часов, при этом передний полюс диска смещается кпереди, вследствие его травматизации головкой нижней

челюсти происходит его деформация в виде его перегиба или сжатия.

УЗИ ВНЧС проводили на высокоразрешающем оборудовании Philips HD 11XE (США) с использованием линейного датчика 12 МГц. При подготовке сонограмм для обучения ИНС в программе ViSurgery (Россия) были размечены 300 статических УЗ-изображений суставного диска. Для этого 13 реперных точек расставляли по границам диска таким образом, чтобы между соседними точками прорисовывались кривые Безье, соответствующие контурам диска (рис. 1). Форму диска оценивали по его форме, размеры диска — по расстоянию между точками: переднее утолщение — между точками 7 и 10; средняя часть диска между точками 5 и 12; заднее утолщение — между точками 1 и 4.

Обзор метода

Визуализация на сонограммах и оценка размеров внутрисуставного диска осуществлялись через сегментации изображений и извлечение информации из предсказанных масок.

Архитектура ИНС

В качестве модели для сегментации был использован U-Net с semi-weakly supervised энкодером ResNeXt101 (64x8d) [11]. Энкодер был предобучен на неразмеченном датасете IG-1B-Targeted методом «ученик/учитель» и затем доучен на датасете Imagenet1K. Такой метод предобучения энкодера позволяет использовать огромные датасеты, улучшая точность предсказаний.

Процесс обучения ИНС

В процессе тренировки были использованы следующие аугментации: окрашивание в серый (вероятность 0,5), случайная яркость в пределах 0,95—1,05 от начальной (вероятность 0,5), случайный поворот на 10° (вероятность 0,75), случайное изменение размера в пределах 0,95—1,11 от начального (вероятность 0,75).

Тренировка проходила в 3 стадии. На 1-й и 2-й стадиях из изображения вырезалось случайное окно

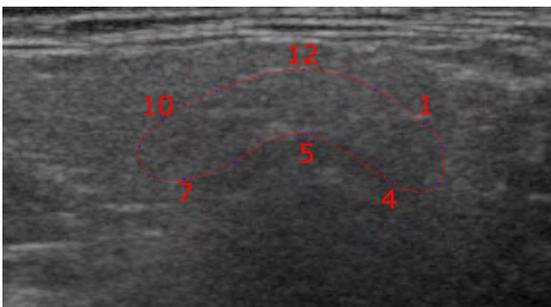


Рис. 1. Изображение суставного диска ВНЧС при ультразвуковом исследовании. Переднее утолщение измеряется между точками 7 и 10, заднее утолщение между точками 1 и 4, ширина средней части — между точками 5 и 12

Fig. 1. Image of the TMJ articular disk in ultrasound. The anterior thickening is measured between points 7 and 10, the posterior thickening between points 1 and 4, and the width of the middle part between points 5 and 12

размером 256 пикселей, а на 3-й стадии — 512 пикселей. 1-я стадия училась с замороженным энкодером, learning rate = 0,0002. На 2-й и 3-й стадиях ИНС училась полностью с learning rate = 0,00005. Везде использовалось уменьшение learning rate на плато в 2 раза и оптимизатор Adam.

В качестве функции потерь применяли Binary Cross Entropy (Binary Cross Entropy, BCE) по формуле:

$$L = \sum_x -(T_x \log P_x + (1 - T_x) \log(1 - P_x))$$

и Jaccard Loss по формуле:

$$IoU' = \frac{|T \times P|}{|T + P - (T \times P)|}, L_{IoU} = 1 - IoU'$$

где P — предсказанная маска, а T — истинная.

Указанные функции суммировали с весами 0,3 и 0,7 соответственно.

Метод сегментации

По 13 точкам строили замкнутый контур с помощью quadratic interpolator. С помощью функции cv2.fillPoly заполнялась внутренность контура — так получали маски для обучения ИНС. По предсказаниям опять получали контур, из него извлекали точки для измерения передней, средней и задней толщины суставного диска.

Извлечение точек из масок

С помощью метода cv2.findContours мы получали нужный контур в виде набора точек, близких друг к другу. Максимальную и минимальную координаты среди точек контура обозначили x_{\min} , x_{\max} , y_{\min} и y_{\max} .

Далее по нижним центральным точкам строили прямую согласно методу меньших квадратов. Чтобы получить центральные нижние, мы отбрасывали боковые точки: левее $0,9x_{\min} + 0,1x_{\max}$ и правее $0,1x_{\min} + 0,9x_{\max}$, а также все, что меньше $0,5y_{\min} + 0,5y_{\max}$.

По полученной прямой искали направляющий вектор, исходящий из нижней точки, ближайшей к $0,5x_{\min} + 0,5x_{\max}$, поворачивали его против часовой стрелки на 90°. Так строился луч, перпендикулярный нашей прямой. Искомая точка получалась как пересечение луча с контуром. Расстояние между двумя полученными точками и будет оценкой средней части диска. Для левого и правого утолщения алгоритм аналогичный, но теперь отбрасываются также все точки, которые правее $0,5x_{\min} + 0,5x_{\max}$, для поиска левых и точки, которые левее $0,5x_{\min} + 0,5x_{\max}$, для поиска правых, а в качестве точек, из которых мы пускали луч, брали точки контура с координатами по $0,8x_{\min} + 0,2x_{\max}$ и $0,2x_{\min} + 0,8x_{\max}$ соответственно.

Регрессия

Задачу оценки размеров суставного диска можно было решать с помощью регрессионных ИНС [12], предсказывая координаты точек на границе диска напрямую. Но так как изображение суставного диска на сонограммах не имеет четких визуальных ориентиров, полученные результаты разметки с помощью регрессионных

ИНС давали ошибки до 30%. Поэтому мы не использовали указанный подход.

Оценка точности работы ИНС

Используя обученную ИНС, были размечены 30 оригинальных сонограмм ВНЧС пациентов без патологий. Те же сонограммы были размечены врачом. Точность работы ИНС оценивали, сравнивая размеры переднего, среднего и заднего отдела суставного диска.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования была проведена серия сонограмм. На рис. 2 представлены сонограммы, размеченные врачом и нейронной сетью. Учитывая небольшие размеры диска ВНЧС и использование всего 6 точек для измерения его размеров, коррекция положения этих точек, расставленных обученной ИНС, занимает у доктора не более 1 минуты.

На этих же сонограммах измеряли усредненные размеры переднего, среднего и заднего отделов диска ВНЧС. Данные измерения врача составили $2,09 \pm 0,69$, $1,60 \pm 0,55$ и $1,98 \pm 0,69$ мм в переднем, среднем и заднем отделе соответственно, а данные измерения ИНС — $2,82 \pm 0,57$, $2,24 \pm 0,60$ и $2,26 \pm 0,57$ мм по тем же параметрам. В табл. 1 представлены данные статистической обработки координат точек на границе суставного диска, поставленные врачом и ИНС на оригинальных сонограммах.

Таблица 1. Отличие координат точек на границе суставного диска, мм

Table 1. Difference in coordinates of points on the articular disk boundary, mm

Часть суставного диска	M±m	Медиана
Левая (передняя)	$0,54 \pm 0,63$	0,34
Средняя	$0,45 \pm 0,39$	0,29
Правая (задняя)	$0,38 \pm 0,34$	0,28

Отмечается, что средняя часть диска является самой тонкой (в среднем до 1,2 мм). Считается, что задняя часть диска толще других его частей (в среднем до 3,5 мм), хотя по поводу толщины передней части диска единого мнения нет. В литературе имеются данные о том, что она

Таблица 2. Толщина частей суставного диска ВНЧС, измеренная врачом и ИНС, в сравнении с данными литературы, мм

Table 2. Thickness of TMJ articular disc parts measured by physician and INS compared to literature data, mm

Источник	Передний отдел	Центральный	Задний
Врач	$2,09 \pm 0,69$	$1,60 \pm 0,55$	$1,98 \pm 0,69$
Нейросеть	$2,82 \pm 0,57$	$2,24 \pm 0,60$	$2,26 \pm 0,57$
Костина [2]	$1,70 \pm 0,09$	$1,80 \pm 0,13$	$1,90 \pm 0,06$
Бекреев [3]	$2,40 \pm 0,17$	$1,60 \pm 0,19$	$2,63 \pm 0,23$
Кондрашин [14]	$2,40 \pm 0,27$	$1,70 \pm 0,10$	$3,90 \pm 0,26$

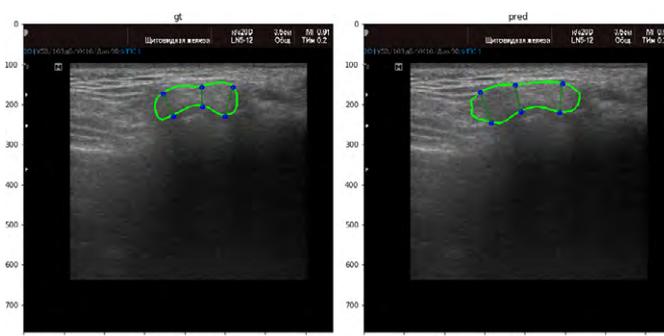


Рис. 2. Пример разметки положения суставного диска врачом (слева) и нейросетью (справа)

Fig. 2. Example of marking the position of a joint disk by a doctor (left) and neural network (right)

либо равна, либо немного объемнее, но примерно равна по своей высоте задней части диска [13].

Рядом авторов были получены следующие значения, характеризующие размеры суставного диска, при этом указываются различные значения толщины частей суставного диска ВНЧС: $2,2 \pm 0,17$ мм в переднем отделе, $1,7 \pm 0,14$ мм в центре и $2,8 \pm 0,18$ мм в заднем отделе [2, 3, 14]. В табл. 2 представлены данные толщины частей суставного диска ВНЧС, измеренные врачом, ИНС и другими авторами, проводившими подобные измерения.

Расхождения размеров суставного диска в приведенных данных разных авторов могут быть объяснены тем, что для определения формы и толщины суставного диска применялись различные методы исследования ВНЧС с разной степенью визуализации, различным контингентом пациентов, а также, возможно, с различными условиями проведения исследований (положения тела пациента, тонуса жевательных мышц и др.). Кроме того, определение границ суставного диска, в частности при сонографическом исследовании, может зависеть от способности исследователя различать мягкотканые структуры, очень схожие по эхогенности. В любом случае это свидетельствует о необходимости совершенствования методики измерений небольших по размеру и сложных по строению, а также меняющихся по форме во время движения анатомических образований путем использования новых технологий, например ИНС.

Разработанный нами подход с использованием ИНС для диагностики состояния суставного диска ВНЧС требует дальнейшей верификации, прежде всего с данными магнитно-резонансной томографии. Практическое применение ИНС возможно при ее интеграции с программным обеспечением ультразвукового аппарата, что позволит в режиме реального времени во время исследования осуществлять видеоассистирование врачу для визуализации и измерения внутрисуставного диска ВНЧС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования ИНС для анализа ультрасонограмм

ВНЧС и измерения его размеров с высокой точностью (0,4–0,5 мм). По данным ультрасонографии ВНЧС у здоровых людей суставной диск имеет двояковогнутую форму с шириной переднего утолщения — $2,09 \pm 0,69$ мм,

заднего утолщения — $1,6 \pm 0,55$ мм и средней части — $1,98 \pm 0,69$ мм, что соответствует значениям, приведенным в литературе на основе данных магнитно-резонансной томографии.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторам компьютерной программы ViSurgery, компании — участнику инновационного центра «Сколково».

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 03.10.2023 **Принята в печать:** 16.01.2024

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors of the ViSurgery computer program, a member company of the Skolkovo Innovation Center.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 03.10.2023 **Accepted:** 16.01.2024

ЛИТЕРАТУРА:

1. Казарян Г.Г., Бекреев В.В., Труфанов В.Д., Саркисян М.С., Чхиквадзе Т.В., Джуманиязова Э.Д. Современные подходы для управляемого артроцентеза височно-нижнечелюстного сустава (обзор). — *Клиническая стоматология*. — 2023; 2: 164—173. [eLibrary ID: 54167541](#)
2. Костина И.Н., Кочмашева В.В. Ультразвуковая визуализация височно-нижнечелюстного сустава в норме. — *Проблемы стоматологии*. — 2016; 2: 95—101. [eLibrary ID: 26324579](#)
3. Бекреев В.В., Иванов С.Ю., Буренчев Д.В., Груздева Т.А., Юркевич Р.И., Гарамян Б.Г. Определение ультразвуковых показателей строения и функции здорового височно-нижнечелюстного сустава. — *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. — 2018; 2: 24—29. [eLibrary ID: 35332784](#)
4. Alrizqi A.H., Aleissa B.M. Prevalence of temporomandibular disorders between 2015—2021: A literature review. — *Cureus*. — 2023; 15 (4): e37028. [PMID: 37143640](#)
5. Cakir-Ozkan N., Sarikaya B., Erkorkmaz U., Aktürk Y. Ultrasonographic evaluation of disc displacement of the temporomandibular joint compared with magnetic resonance imaging. — *J Oral Maxillofac Surg*. — 2010; 68 (5): 1075—80. [PMID: 20189702](#)
6. Dong X.Y., He S., Zhu L., Dong T.Y., Pan S.S., Tang L.J., Zhu Z.F. The diagnostic value of high-resolution ultrasonography for the detection of anterior disc displacement of the temporomandibular joint: a meta-analysis employing the HSROC statistical model. — *Int J Oral Maxillofac Surg*. — 2015; 44 (7): 852—8. [PMID: 25702588](#)
7. Byahatti S.M., Ramamurthy B.R., Mubeen M., Agnihotri P.G. Assessment of diagnostic accuracy of high-resolution ultrasonography in determination of temporomandibular joint internal derangement. — *Indian J Dent Res*. — 2010; 21 (2): 189—94. [PMID: 20657086](#)
8. Dupuy-Bonafé I., Picot M.C., Maldonado I.L., Lachiche V., Granière I., Bonafé A. Internal derangement of the temporomandibular joint: is there still a place for ultrasound? — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. — 2012; 113 (6): 832—40. [PMID: 22668712](#)
9. Habashi H., Eran A., Blumenfeld I., Gaitini D. Dynamic high-resolution sonography compared to magnetic resonance imaging for diagnosis of temporomandibular joint disk displacement. — *J Ultrasound Med*. — 2015; 34 (1): 75—82. [PMID: 25542942](#)
10. Манакова Я.Л., Дергилев А.П. Магнитно-резонансная томография височно-нижнечелюстных суставов в амбулаторной практике. — *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. — 2012; 4: 36—45. [eLibrary ID: 18855262](#)

REFERENCES:

1. Kazarian G.G., Bekreev V.V., Trufanov V.D., Sarkisyan M.S., Chkhikvadze T.V., Jumaniyazova E.D. Current approaches to guided arthrocentesis of the temporomandibular joint: A review. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023; 2: 164—173 (In Russian). [eLibrary ID: 54167541](#)
2. Kostina I.N., Kochmasheva V.V. The ultrasound visualization of the temporomandibular joint in health. *Actual Problems in Dentistry*. 2016; 2: 95—101 (In Russian). [eLibrary ID: 26324579](#)
3. Bekreev V.V., Ivanov S.U., Burenchev D.V., Gruzdeva T.A., Yurkevich R.I., Gharamyan B.G. Normal temporomandibular joint structure and function determined by ultrasound. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2018; 2: 24—29 (In Russian). [eLibrary ID: 35332784](#)
4. Alrizqi A.H., Aleissa B.M. Prevalence of temporomandibular disorders between 2015—2021: A literature review. *Cureus*. 2023; 15 (4): e37028. [PMID: 37143640](#)
5. Cakir-Ozkan N., Sarikaya B., Erkorkmaz U., Aktürk Y. Ultrasonographic evaluation of disc displacement of the temporomandibular joint compared with magnetic resonance imaging. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010; 68 (5): 1075—80. [PMID: 20189702](#)
6. Dong X.Y., He S., Zhu L., Dong T.Y., Pan S.S., Tang L.J., Zhu Z.F. The diagnostic value of high-resolution ultrasonography for the detection of anterior disc displacement of the temporomandibular joint: a meta-analysis employing the HSROC statistical model. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015; 44 (7): 852—8. [PMID: 25702588](#)
7. Byahatti S.M., Ramamurthy B.R., Mubeen M., Agnihotri P.G. Assessment of diagnostic accuracy of high-resolution ultrasonography in determination of temporomandibular joint internal derangement. *Indian J Dent Res*. 2010; 21 (2): 189—94. [PMID: 20657086](#)
8. Dupuy-Bonafé I., Picot M.C., Maldonado I.L., Lachiche V., Granière I., Bonafé A. Internal derangement of the temporomandibular joint: is there still a place for ultrasound? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012; 113 (6): 832—40. [PMID: 22668712](#)
9. Habashi H., Eran A., Blumenfeld I., Gaitini D. Dynamic high-resolution sonography compared to magnetic resonance imaging for diagnosis of temporomandibular joint disk displacement. *J Ultrasound Med*. 2015; 34 (1): 75—82. [PMID: 25542942](#)
10. Manakova Ya.L., Dergilev A.P. Magnetic resonance imaging of temporomandibular joints in out-patient setting. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2012; 4: 36—45 (In Russian). [eLibrary ID: 18855262](#)

11. Zeki Yalniz I., Jégou H., Chen K., Paluri M., Mahajan D. Billion-scale semi-supervised learning for image classification. — *arXiv*. — 2019: 1905.00546 (preprint). DOI: [10.48550/arXiv.1905.00546](https://doi.org/10.48550/arXiv.1905.00546)
12. Мураев А.А., Кибардин И.А., Оборотистов Н.Ю., Иванов С.С., Иванов С.Ю., Персин Л.С. Использование нейросетевых алгоритмов для автоматизированной расстановки цефалометрических точек на телерентгенограммах головы в боковой проекции. — *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. — 2018; 4: 16—22. eLibrary ID: [36766125](https://elibrary.ru/36766125)
13. Alomar X., Medrano J., Cabratosa J., Clavero J.A., Lorente M., Serra I., Monill J.M., Salvador A. Anatomy of the temporomandibular joint. — *Semin Ultrasound CT MR*. — 2007; 28 (3): 170—83. PMID: [17571700](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17571700/)
14. Кондрашин С.Ю. Зависимость форм и размеров дисков височно-нижнечелюстного сустава от протяженности дефектов зубных рядов. — *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. — 2007; 2: 62—64. eLibrary ID: [18050184](https://elibrary.ru/18050184)
11. Zeki Yalniz I., Jégou H., Chen K., Paluri M., Mahajan D. Billion-scale semi-supervised learning for image classification. *arXiv*. 2019: 1905.00546 (preprint). DOI: [10.48550/arXiv.1905.00546](https://doi.org/10.48550/arXiv.1905.00546)
12. Muraev A.A., Kibardin I.A., Oborotistov N.Yu., Ivanov S.S., Ivanov S.Yu., Persin L.S. Use of neural network algorithms for the automated arrangement of cephalometric markers on lateral cefalograms. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2018; 4: 16—22 (In Russian). eLibrary ID: [36766125](https://elibrary.ru/36766125)
13. Alomar X., Medrano J., Cabratosa J., Clavero J.A., Lorente M., Serra I., Monill J.M., Salvador A. Anatomy of the temporomandibular joint. *Semin Ultrasound CT MR*. 2007; 28 (3): 170—83. PMID: [17571700](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17571700/)
14. Kondrashin S.Yu. The dependence of the forms and sizes of disks of TMJ from defects extension of teeth. *Siberian medical journal (Irkutsk)*. 2007; 2: 62—64 (In Russian). eLibrary ID: [18050184](https://elibrary.ru/18050184)

В январе 2024 г. вышло в свет 2-е, переработанное и дополненное, издание Клинических рекомендаций по лечению пациентов с расстройствами ВНЧС и жевательных мышц

В настоящий момент в России не существует единого методического подхода к лечению расстройств височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) и жевательных мышц. Широкое использование нерациональных алгоритмов комплексной терапии данных нозологических форм, а также консервативные подходы лечения, удлиняющие его сроки, не только приводят к осложнениям течения основного заболевания, но и к инвалидизации пациентов, развитию у них психоэмоциональных проблем, увеличению трудозатрат, неэффективному размещению бюджетных финансовых средств. В связи с этим назрела острая необходимость в разработке, формировании и инновационной оптимизации диагностического, терапевтического и профилактического ресурса для курации пациентов с указанными заболеваниями.

Клинические рекомендации содержат краткую информацию о клинической картине, диагностике и врачебной тактике купирования основных заболеваний ВНЧС и жевательных мышц:

- синдром болевой дисфункции ВНЧС (синдром Костена; K07.60);
- щелкающая челюсть (K07.61);
- рецидивирующие вывихи и подвывихи ВНЧС (K07.62);
- артроз ВНЧС и жевательных мышц (M19.0X);
- бруксизм (F45.82).

Дана информация о профилактике, патронаже, организационно-регламентных аспектах указанной проблемы, изложены алгоритмы ведения пациентов.

Клинические рекомендации

**В.Н. Трезубов, Е.А. Булычева,
В.В. Трезубов, Д.С. Булычева**

ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА И ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

2-е издание,
переработанное
и дополненное

