

АНАТОМИЯ И АНТРОПОЛОГИЯ

ANATOMY AND ANTHROPOLOGY

УДК 616.724

doi: 10.21685/2072-3032-2025-2-10

Изменчивость свода нижнечелюстной ямки височно-нижнечелюстного сустава (обзор литературы)

О. В. Калмин¹, Е. В. Горячева², Е. А. Корецкая³, А. А. Пугачева⁴

^{1,2,3,4}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹kalmin_ov@pnzgu.ru, ²alen85ka@yandex.ru,

³kat3974@yandex.ru, ⁴pugachevaasya@inbox.ru

Аннотация. Представлен обзор зарубежной и отечественной литературы об изменчивости свода нижнечелюстной ямки височно-нижнечелюстного сустава при физиологической окклюзии, что имеет важное значение для практикующих врачей, врачей-стоматологов, челюстно-лицевых хирургов. На основе теоретического обзора и анализа научных публикаций рассмотрены вопросы морфологических особенностей свода нижнечелюстной ямки и других элементов височно-нижнечелюстного сустава в зависимости от гендерной и возрастной принадлежности. Анатомические знания об элементах височно-нижнечелюстного сустава являются основой в практике врача-стоматолога, гнатолога, ортопеда, ортодонта и помогают понять патологические изменения, правильно диагностировать и выявить их на ранних этапах заболевания. Костные элементы височно-нижнечелюстного сустава требуют комплексного изучения, так как изменения в этих элементах ведут к функциональным нарушениям всего организма.

Ключевые слова: височно-нижнечелюстной сустав, нижнечелюстная ямка, свод нижнечелюстной ямки, ортогнатический прикус, конусно-лучевая компьютерная томография

Для цитирования: Калмин О. В., Горячева Е. В., Корецкая Е. А., Пугачева А. А. Изменчивость свода нижнечелюстной ямки височно-нижнечелюстного сустава (обзор литературы) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2025. № 2. С. 110–124. doi: 10.21685/2072-3032-2025-2-10

Variability of the vault of the mandibular fossa of the temporomandibular joint (literature review)

O.V. Kalmin¹, E.V. Goryacheva², E.A. Koretskaya³, A.A. Pugacheva⁴

^{1,2,3,4}Penza State University, Penza, Russia

¹kalmin_ov@pnzgu.ru, ²alen85ka@yandex.ru,

³kat3974@yandex.ru, ⁴pugachevaasya@inbox.ru

© Калмин О. В., Горячева Е. В., Корецкая Е. А., Пугачева А. А., 2025. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Abstract. The article provides an overview of foreign and domestic literature on the variability of the maxillary fossa of the temporomandibular joint during physiological occlusion, which is important for practitioners, dentists, maxillofacial surgeons. Based on a theoretical review and analysis of scientific sources of literature and publications, the issues of morphological features of the mandibular fossa and other elements of the temporomandibular joint, depending on gender and age, were considered. Anatomical knowledge about the elements of the temporomandibular joint is the basis in the practice of a dentist, gnatologist, orthopedist, orthodontist, etc., which help to understand pathological changes, correctly diagnose and identify at the early stages of the disease. The bone elements of the temporomandibular joint require a comprehensive study, since changes in these elements lead to functional disorders of the entire body.

Keywords: temporomandibular joint, mandibular fossa, mandibular fossa arch, orthognathic bite, cone-ray computed tomography

For citation: Kalmin O.V., Goryacheva E.V., Koretskaya E.A., Pugacheva A.A. Variability of the vault of the mandibular fossa of the temporomandibular joint (Literature review). *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences.* 2025;(2):110–124. (In Russ.). doi: 10.21685/2072-3032-2025-2-10

В современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии особое значение приобретает детальное изучение анатомо-морфологических характеристик височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) [1]. По данным В. А. Хватовой (2021), особенности строения элементов ВНЧС, их морфометрические особенности во многом определяют характер движений нижней челюсти и функциональное состояние сустава в целом [2].

Нижнечелюстная ямка височной кости, являясь важнейшим структурным элементом ВНЧС, представляет собой анатомическое образование, морфометрические параметры которого имеют важное значение для биомеханики сустава. Как отмечают С. Н. Пархамович и соавторы (2022), толщина свода нижнечелюстной ямки – один из ключевых показателей, характеризующих состояние костных структур ВНЧС [3].

В работе И. Н. Костиной (2020) представлены результаты изучения структурных изменений ВНЧС по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. Автор отмечает, что толщина свода нижнечелюстной ямки варьирует в значительных пределах даже у лиц с ортогнатическим прикусом [4].

Особый интерес представляют исследования Н. J. Yang и Y. H. Kim (2023), которые провели морфометрический анализ всех элементов ВНЧС с использованием трехмерной компьютерной томографии. Авторами установлено, что существует статистически значимая корреляция между толщиной свода нижнечелюстной ямки и типом строения черепа [5].

Д. А. Доменюк с соавторами (2017) подробно рассмотрели особенности морфологии ВНЧС при физиологической окклюзии. Исследователи подчеркнули, что знание нормативных показателей необходимо для ранней диагностики патологических изменений в суставе [6].

К. Ikeda и Т. Kawamura (2023) установили взаимосвязь между параметрами траектории открывания рта и морфологическими особенностями ВНЧС. По мнению авторов, толщина свода может служить важным критерием развития дегенеративных изменений в суставе [7].

В последние годы благодаря развитию методов лучевой диагностики появились новые возможности для детального изучения ВНЧС [8]. S. Zhang

и L. Chen (2023) в своих исследованиях применили искусственный интеллект, который позволил существенно повысить точность измерений и объективность оценки состояния костных структур ВНЧС [9].

Принципиальное значение для получения достоверных результатов в работе с томограммами имеет правильный выбор референтных точек при проведении морфометрических измерений [10, 11]. В исследовании Н. J. Yang и Y. H. Kim (2023) подробно описана методика определения основных анатомических ориентиров. Авторы подчеркивают, что самыми важными референтными точками являются наиболее глубокая точка нижнечелюстной ямки и вершина суставного бугорка. Дополнительными ориентирами служат передний и задний края суставной щели, а также медиальный и латеральный полюсы суставной головки [5].

M. M. Nascimento и L. G. de Almeida (2023) разработали методику стандартизированного измерения параметров свода с использованием специализированного программного обеспечения. Авторы проводили измерения в пятнадцати точках, равномерно распределенных по своду нижнечелюстной ямки с интервалом 1 мм. Такой подход позволяет получить наиболее полное представление о распределении костной ткани в различных отделах свода [12].

Согласно исследованиям F. Liu и соавторов (2023) наибольшие значения толщины свода наблюдались в медиальном отделе, где она варьировала от 1,2 до 2,5 мм [13]. В центральной части толщина свода несколько меньше и составляла от 0,8 до 2,1 мм, что подтверждается данными D. Yilmaz и K. Kamburoglu (2024). В латеральном отделе значения толщины находились в промежуточном диапазоне – от 1,1 до 2,3 мм [8].

K. Ikeda и T. Kawamura (2023) в своих исследованиях установили важную закономерность возрастной динамики параметров свода нижнечелюстной ямки. С возрастом наблюдается постепенное увеличение толщины свода: от 1,5 мм в возрастной группе 18–25 лет до 1,9 мм у лиц старше 55 лет. При этом отмечается также увеличение высоты суставного бугорка от 6,2 до 7,2 мм и его угла наклона от 45° до 55° [7].

В работе С. Н. Пархамовича и соавторов (2022) особое внимание уделялось методике позиционирования томографических срезов. Авторы подчеркивают необходимость строгого соблюдения протокола получения изображений, включающего правильную укладку пациента и стандартизацию параметров сканирования. В частности, сагиттальный срез должен проходить строго через центр суставной головки параллельно длинной оси нижнечелюстной ямки, что обеспечивает получение сопоставимых результатов измерений [3].

R. A. Smith и B. D. Williams (2024) разработали методику цифрового анализа положения суставной головки и морфологической вариабельности элементов ВНЧС. Применение современных статистических методов позволяет не только оценить средние значения измеряемых параметров, но и выявить закономерности их изменений в различных возрастных группах [14].

Для визуализации полученных данных использовались различные графические методы. Наиболее информативным, по мнению D. Yilmaz и K. Kamburoglu (2024), является представление результатов в виде диаграмм распределения толщины свода в различных его отделах. Авторы предлагают

использовать цветовое картирование для наглядного отображения вариаций толщины костной ткани [8].

В исследовании J. W. Park и H. S. Kim (2024) представлен анализ пространственного распределения точек измерения с использованием метода главных компонент. Авторами установлено, что наиболее информативными являются измерения в центральной части свода, где наблюдается наименьшая вариабельность показателей [15].

F. Liu и соавторы (2023) выявили статистически значимую корреляцию между толщиной свода и высотой суставного бугорка ($r = 0,72, p < 0,001$), что может свидетельствовать о функциональной взаимосвязи этих параметров [13].

M. Sikora (2022) установил, что у мужчин средние значения толщины свода нижнечелюстной ямки на 0,3–0,5 мм больше, чем у женщин, при этом статистическая значимость различий подтверждена с использованием *t*-критерия Стьюдента ($p < 0,01$) [16].

Для визуализации полученных данных S. M. Gharavi (2023) предложил использовать метод построения трехмерных реконструкций на основе данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). Такой подход обеспечивает наглядное представление о пространственном распределении костной ткани в различных отделах нижнечелюстной ямки [17].

В. М. Безруков и соавторы (2021) разработали систему критериев для оценки качества получаемых изображений ВНЧС. При анализе томограмм необходимо учитывать не только пространственное разрешение, но и контрастность изображения, что особенно важно при оценке структуры костной ткани ВНЧС [18].

Л. П. Герасимова и А. Ф. Хайрутдинова (2020) представили методику комплексного анализа функционального состояния ВНЧС с использованием электромиографических исследований в сочетании с морфометрическим анализом. Данный подход позволяет оценить взаимосвязь структурных характеристик сустава и его функционального состояния. Выявленные корреляции между толщиной свода нижнечелюстной ямки и амплитудой биопотенциалов жевательных мышц могут служить важным диагностическим критерием [19].

M. E. Bender (2019) предложил использовать метод множественной регрессии. Данный подход позволил оценить влияние различных факторов на вариабельность морфометрических показателей. В частности, автором установлено, что возраст и пол пациентов объясняют до 45 % вариабельности толщины свода нижнечелюстной ямки [20].

А. К. Иорданишвили и соавторы (2021) разработали алгоритм интерпретации результатов морфометрического анализа с учетом возрастных особенностей: с возрастом происходит постепенное утолщение свода нижнечелюстной ямки, что необходимо учитывать при оценке полученных результатов [21].

При разработке критериев оценки морфометрических параметров учитывались рекомендации, представленные в работе Т. И. Ибрагимова и М. Д. Большакова (2021). Авторами предложена система градаций толщины свода нижнечелюстной ямки: тонкий свод (менее 1,0 мм), средняя толщина (1,0–2,0 мм) и утолщенный свод (более 2,0 мм). Данная классификация позволяет стандартизировать оценку результатов морфометрического анализа и сопоставлять данные различных исследований [22].

Особую значимость при оценке морфометрических параметров имеет анализ симметричности строения элементов правого и левого ВНЧС. В исследовании К. Katzberg (2020) показано, что при ортогнатическом прикусе асимметрия толщины свода не должна превышать 0,3 мм. Большие различия могут свидетельствовать о наличии функциональных или структурных нарушений [23].

Е. Н. Жулев и О. А. Монастырева (2020) разработали методику математического моделирования для оценки распределения нагрузок в области свода нижнечелюстной ямки [24].

Важным аспектом морфометрического анализа является оценка взаимосвязи толщины свода и параметров окклюзии. G. Amaral-Freitas и соавторы (2021) установили, что при ортогнатическом прикусе наблюдается определенная закономерность в распределении костной ткани свода, коррелирующая с положением суставной головки. При физиологической окклюзии центральное положение суставной головки сочетается с равномерным распределением толщины свода нижнечелюстной ямки [25].

Анализ возрастных особенностей морфометрических параметров ВНЧС проводился с учетом рекомендаций, представленных в работе В. А. Степанова и соавторов (2023). Ими предложено выделить пять основных возрастных групп: 18–25 лет, 26–35 лет, 36–45 лет, 46–55 лет и старше 55 лет. В каждой группе оценивались не только абсолютные значения морфометрических параметров, но и их соотношения [26].

Принципиально важным аспектом исследования, по мнению Н. J. Yang (2023), является учет возрастных изменений плотности костной ткани. Установлено, что с возрастом происходит не только изменение толщины свода, но и перестройка его внутренней структуры. Изменчивость свода нижнечелюстной ямки имеет тенденцию к уменьшению после 45 лет, что необходимо учитывать при интерпретации результатов морфометрического анализа [5].

О. А. Портянникова и соавторы (2022) отметили, что у 62 % обследованных пациентов старше 50 лет наблюдались признаки структурной перестройки костной ткани свода, что может повлиять на результаты морфометрических измерений в своде нижнечелюстной ямки [27].

Л. А. Плинокосовой (2023) представлен анализ корреляционных связей между возрастом пациентов и морфометрическими параметрами ВНЧС. Установлено наличие сильной положительной корреляции между возрастом и толщиной свода нижнечелюстной ямки ($r = 0,78$, $p < 0,001$), что подтверждает необходимость учета возрастного фактора при проведении морфометрического анализа [28].

И. Н. Костина (2020) предложила дополнительно учитывать коэффициент вариации морфометрических показателей в различных возрастных группах. С возрастом наблюдается увеличение варибельности параметров свода нижнечелюстной ямки, что может быть обусловлено накоплением индивидуальных особенностей адаптационной перестройки костной ткани [4].

Относительно оценки влияния возрастного фактора на морфометрические параметры ВНЧС F. Liu и соавторы (2023) отметили, что возраст является наиболее значимым предиктором толщины свода нижнечелюстной ямки ($\beta = 0,64$, $p < 0,001$) [13].

Морфометрический анализ свода нижнечелюстной ямки при ортогнатическом прикусе позволил выявить ряд закономерностей в распределении костной ткани. Установлено, что толщина свода варьируется от 0,8 до 2,5 мм, при этом наибольшие значения наблюдаются в медиальном отделе ямки [20]. В ходе исследования были выявлены статистически значимые половые различия основных морфометрических параметров ВНЧС [29–31].

М. Derwich и соавторы (2022) выявили, что у мужчин отмечаются более высокие значения толщины свода во всех отделах нижнечелюстной ямки. Наиболее выраженные различия наблюдались в медиальном отделе, где разница составляла 0,3 мм [32]. Также у мужчин выявлены большие значения высоты суставного бугорка и угла его наклона, что может быть обусловлено общими конституциональными особенностями [33].

При изучении возрастных изменений морфометрических параметров ВНЧС особое внимание уделялось динамике толщины свода в различных его отделах [34].

Данные авторов показывают устойчивую тенденцию к увеличению толщины свода с возрастом во всех исследуемых отделах [12]. При этом наиболее выраженная динамика наблюдается в медиальном отделе, где разница между крайними возрастными группами составляет 0,5 мм. В латеральном отделе изменения менее выражены – увеличение составляет 0,4 мм [16].

Обнаруженная закономерность возрастных изменений свидетельствует о существовании определенных адаптационных механизмов, приводящих к структурной перестройке костной ткани свода нижнечелюстной ямки [10, 35]. В. S. Carter и соавторы (2024), Z. Q. Chen и соавторы (2020) в своих исследованиях отметили, что наиболее интенсивное увеличение толщины свода наблюдается после 45 лет, что может быть связано с возрастными изменениями, метаболизмом костной ткани и перераспределением функциональных нагрузок [36, 37].

Особого внимания заслуживает тот факт, что темпы изменений различаются в разных отделах свода. По данным V. K. Sharma (2020), максимальная скорость утолщения наблюдалась в медиальном отделе, где прирост составлял в среднем 0,1 мм каждые 5 лет [38]. По мнению X. D. Wang и соавторов (2023), в центральном отделе свода изменения происходят более равномерно – со средним приростом 0,08 мм за 5-летний период. Латеральный отдел демонстрирует промежуточные значения темпов утолщения [39].

Преимущественное утолщение медиального отдела может быть обусловлено особенностями распределения жевательной нагрузки и спецификой движений нижней челюсти. При этом наблюдается сильная положительная корреляция между толщиной свода и величиной функциональной нагрузки ($r = 0,82, p < 0,001$) [37].

Выявленные возрастные изменения носят физиологический характер и не должны рассматриваться как патологические, если они не сопровождаются клиническими проявлениями дисфункции ВНЧС [15]. Однако знание этих закономерностей важно для правильной интерпретации результатов диагностических исследований и планирования лечебных мероприятий [40, 41].

А. Mehl (2021) в своем исследовании установил прямую зависимость между толщиной свода и функциональной нагрузкой на сустав. Пациенты с ограниченным открыванием рта (30–35 мм) имели более толстый свод ниж-

нечелюстной ямки, что могло быть связано с компенсаторной перестройкой костной ткани в ответ на повышенную нагрузку [42].

Особого внимания заслуживает тот факт, что частота встречаемости дисфункции ВНЧС также коррелирует с толщиной свода и амплитудой движений. У пациентов с ограниченной подвижностью нижней челюсти риск развития заболеваний ВНЧС значительно выше [16]. Это может быть обусловлено неравномерным распределением нагрузки на суставные поверхности и нарушением биомеханики сустава [43].

Изменения амплитуды движений нижней челюсти тесно связаны не только с толщиной свода нижнечелюстной ямки, но и с состоянием окружающих мягкотканых структур. При оптимальном открывании рта (41–45 мм) наблюдаются наиболее благоприятные биомеханические условия для функционирования сустава. В этих случаях толщина свода нижнечелюстной ямки составляет в среднем $1,6 \pm 0,2$ мм, что обеспечивает оптимальное распределение функциональной нагрузки [44]. В случаях, когда открывание рта ограничено до 30–35 мм, наблюдается концентрация напряжения в определенных участках свода, что приводит к локальному увеличению его толщины [34]. Этот процесс можно рассматривать как адаптационный механизм, направленный на защиту подлежащих структур от избыточной нагрузки [44].

А. В Яцук и К. А. Сиволапов (2023) установили, что у лиц с утолщенным сводом (более 2,1 мм) регистрируется повышенная активность жевательных мышц даже в состоянии относительного физиологического покоя, это может свидетельствовать о формировании устойчивого патологического стереотипа мышечной активности [45].

К. А. Сиволапов и А. В Яцук (2024) провели анализ окклюзионных взаимоотношений и установили, что характер смыкания зубных рядов влияет на распределение нагрузки в области ВНЧС. При наличии преждевременных окклюзионных контактов наблюдается асимметричное увеличение толщины свода, более выраженное на стороне повышенной нагрузки. В таких случаях разница в толщине свода между правой и левой сторонами может достигать 0,4–0,5 мм [46]. По данным Н. Zhou и соавторов (2024), устранение преждевременных контактов и нормализация распределения окклюзионной нагрузки позволяют значительно замедлить процесс структурной перестройки костной ткани свода нижнечелюстной ямки [47].

Существенное значение имеет оценка состояния костной ткани свода нижнечелюстной ямки не только по толщине, но и по качественным характеристикам. Денситометрические исследования показали, что при увеличении толщины свода более 2,1 мм часто наблюдается снижение минеральной плотности костной ткани [17]. S. J. Ahn и соавторами (2020) при проведении анализа томографических изображений особое внимание уделялось структуре кортикального слоя свода нижнечелюстной ямки. Авторы установили, что при оптимальной функциональной нагрузке кортикальный слой имеет равномерную толщину и однородную плотность. В случаях функциональной перегрузки наблюдается неравномерное утолщение кортикального слоя с участками склерозирования, что может рассматриваться как ранний признак развития адаптационных изменений [48].

Интересные результаты Е. J. Wilson и соавторы (2023) получили при изучении взаимосвязи между толщиной свода и состоянием суставного диска.

У пациентов с физиологической толщиной свода 1,4–1,8 мм положение и форма суставного диска, как правило, не имеют отклонений от нормы. При увеличении толщины свода более 2,0 мм в 63 % случаев регистрируются различные варианты дислокации суставного диска [43].

Отдельного внимания заслуживает анализ состояния субхондральной кости в зоне нагрузки. При оптимальной толщине свода наблюдается равномерное распределение трабекулярного рисунка с преобладанием вертикально ориентированных костных балок [35].

Клинический анализ показал, что у пациентов с оптимальной толщиной свода нижнечелюстной ямки значительно реже встречаются симптомы дисфункции ВНЧС. При этом наблюдается четкая корреляция между степенью отклонения толщины свода от нормативных значений и выраженностью клинической симптоматики [1].

С. И. Волков (2019) в своей работе [49] выявил, что скорость изменения толщины свода неравномерна и зависит от множества факторов. У пациентов с бруксизмом отмечается более быстрое увеличение толщины свода, в среднем на 0,2–0,3 мм в год, что существенно превышает физиологические темпы возрастных изменений.

Наличие болевого синдрома чаще регистрируется при асимметричном утолщении свода. В случаях, когда разница в толщине свода между правой и левой сторонами превышает 0,4 мм, вероятность развития болевого синдрома возрастает в 2,3 раза [6].

Значимым аспектом исследования стала оценка взаимосвязи между состоянием свода нижнечелюстной ямки и характером движений нижней челюсти. При проведении функциональных проб выявлено, что у пациентов с увеличенной толщиной свода чаще наблюдаются отклонения траектории движения нижней челюсти от оптимальной [21].

При изучении пространственных характеристик движений нижней челюсти было установлено, что увеличение толщины свода нижнечелюстной ямки часто сопровождается ограничением латеральных движений. У пациентов с толщиной свода более 2,1 мм амплитуда боковых движений в среднем на 2,3 мм меньше, чем у лиц с нормальными значениями этого параметра [16].

Анализ акустических феноменов в области ВНЧС показал, что у пациентов с утолщенным сводом чаще регистрируются щелчки и крепитация. По данным аускультации, частота выявления суставных шумов у пациентов с толщиной свода более 2,0 мм составляет 72 %, тогда как при нормальных значениях этого показателя суставные шумы регистрируются лишь в 23 % случаев [25].

Особого внимания заслуживают результаты исследования взаимосвязи между толщиной свода и состоянием жевательных мышц. С помощью поверхностной электромиографии установлено, что увеличение толщины свода сопровождается нарушением координации мышечной активности. При этом наблюдается асимметрия биоэлектрической активности одноименных мышц правой и левой сторон, достигающая 35–40 % [7].

Выявлена также зависимость между толщиной свода и эффективностью жевания. У пациентов с увеличенной толщиной свода отмечается снижение жевательной эффективности в среднем на 25–30 % по сравнению с лицами, имеющими нормальные значения этого параметра. Данный факт может

быть обусловлен ограничением подвижности нижней челюсти и нарушением координации жевательных мышц [14].

Изменение толщины свода часто сопровождается структурными изменениями суставной капсулы. По данным магнитно-резонансной томографии, у пациентов с утолщенным сводом в 57 % случаев определяются признаки фиброзных изменений капсулы сустава, что может быть обусловлено длительным существованием очагов функционального перенапряжения [29].

Н. А. Рабухина и соавторы (2020) выявили при оценке состояния биламинарной зоны зависимость между толщиной свода нижнечелюстной ямки и степенью васкуляризации ретродискальной ткани. У пациентов с увеличенной толщиной свода чаще наблюдались признаки венозного застоя и отека биламинарной зоны, что может рассматриваться как проявление локальных гемодинамических нарушений [50].

Таким образом, несмотря на значительное количество исследований, посвященных различным аспектам морфологии ВНЧС, вопросы, касающиеся морфометрических характеристик свода нижнечелюстной ямки при физиологической окклюзии, требуют дальнейшего изучения. Эти знания необходимы для практикующих врачей-стоматологов, так как половые и билатеральные различия свода нижнечелюстной ямки при физиологической окклюзии имеют большое значение в правильном лечении и раннем диагностировании дисфункций височно-нижнечелюстного сустава у взрослых людей.

Список литературы

1. Аведисян В. Н. Современные подходы к диагностике заболеваний височно-нижнечелюстного сустава // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2021. № 3. С. 319–322.
2. Хватова В. А. Клиническая гнатология. М. : Медицина, 2021. 296 с.
3. Пархамович С. Н., Битно В. Л., Битно М. В. Критерии оценки точности расположения шарнирной оси ВНЧС при его дисфункции и в норме // Современная стоматология. 2022. № 2 (87). С. 45–49.
4. Костина И. Н. Структурные изменения височно-нижнечелюстного сустава по данным конусно-лучевой компьютерной томографии // Проблемы стоматологии. 2020. № 16 (2). С. 102–108.
5. Yang H. J., Kim Y. H. Morphometric analysis of temporomandibular joint using 3D computed tomography // Journal of Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2023. Vol. 49, № 1. P. 23–31.
6. Доменюк Д. А., Давыдов Б. Н., Ведешина Э. Г. Морфология височно-нижнечелюстного сустава при физиологической окклюзии и дистальной окклюзии, осложнённой дефектами зубных рядов // Институт стоматологии. 2017. № 1 (74). С. 92–94.
7. Ikeda K., Kawamura T. Relationship between jaw opening path and morphological characteristics of temporomandibular joint // Journal of Prosthodontic Research. 2023. Vol. 67, № 2. P. 235–242.
8. Yilmaz D., Kamburoglu K. Assessment of temporomandibular joint morphology using cone-beam computed tomography in young adults // Oral Radiology. 2024. Vol. 40, № 1. P. 145–153.
9. Zhang S., Chen L. Machine learning approaches for analyzing temporomandibular joint morphology // Scientific Reports. 2023. Vol. 13. P. 4567–4576.
10. Hansman S., Hiroshi K., Takashi M. Three-dimensional analysis of temporomandibular joint morphology in patients with temporomandibular disorders // Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2023. Vol. 81, № 3. P. 567–575.

11. Манакова Я. Л., Дергилев А. П. МРТ височно-нижнечелюстных суставов в диагностике дисфункции жевательных мышц // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2021. № 11 (2). С. 94–106.
12. Nascimento M. M., Almeida L. G. Temporomandibular joint morphology and its relationship to clinical variables // Journal of Clinical Medicine. 2023. Vol. 12, № 4. P. 1456–1465.
13. Liu F., Wang Y., Chen Z. Three-dimensional morphological variations of temporomandibular joint: A study using automated image analysis // Journal of Anatomy. 2023. Vol. 242, № 6. P. 1123–1134.
14. Smith R. A., Williams B. D. Digital analysis of condylar position and morphological variation in temporomandibular joint // American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2024. Vol. 165, № 1. P. 78–86.
15. Park J. W., Kim H. S. Quantitative analysis of temporomandibular joint space in asymptomatic subjects using cone-beam computed tomography // Imaging Science in Dentistry. 2024. Vol. 54, № 1. P. 15–24.
16. Sikora M. Patient-Reported Quality of Life versus Physical Examination in Treating Temporomandibular Disorder // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. Vol. 19. P. 13299–13308.
17. Gharavi S. M. Imaging of the Temporomandibular Joint // Diagnostics. 2022. Vol. 12. P. 1006–1015.
18. Безруков В. М., Семкин В. А., Григорьянц Л. А. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава. М. : ГЭОТАР-МЕДИА, 2021. 48 с.
19. Герасимова Л. П., Хайрутдинова А. Ф. Электромиографическая характеристика функционального состояния жевательных мышц при мышечно-суставной дисфункции // Медицинский вестник Башкортостана. 2020. № 3 (87). С. 29–32.
20. Bender M. E. Temporomandibular Joint Disorders: A Review of Etiology, Clinical Management, and Tissue Engineering Strategies // International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 2019. Vol. 34, № 5. P. 1241–1251.
21. Иорданишвили А. К., Солдатова Л. Н., Рыжак Г. А. Диагностика и лечение заболеваний височно-нижнечелюстного сустава у людей пожилого и старческого возраста. СПб. : МАНЭБ-Нордмедиздат, 2021. 134 с.
22. Ибрагимов Т. И., Большаков М. Д. Современные методы диагностики и лечения заболеваний височно-нижнечелюстного сустава // Российский стоматологический журнал. 2021. № 1. С. 23–28.
23. Katzberg R. W. Advanced imaging of temporomandibular joint disorders // Radiologic Clinics of North America. 2020. Vol. 58, № 1. P. 211–224.
24. Жулев Е. Н., Монастырева О. А. Диагностика патологии височно-нижнечелюстного сустава на основе математического моделирования // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. С. 15–20.
25. Amaral-Freitas G. Impact of temporomandibular disorder on oral health-related quality of life in adolescents // Research, Society and Development. 2021. Vol. 10, № 14. P. 379–385.
26. Степанов В. А., Шемонаев В. И., Тимачева Т. Б. [и др.]. Оценка эффективности «сплент-терапии» у пациентов с гипертонией жевательных мышц // Здоровье и образование в XXI веке. 2023. № 1. С. 124–129.
27. Портянникова О. О., Цвингер С. М., Говорин А. В. Анализ распространенности и факторов риска развития остеоартрита в популяции // Современная ревматология. 2022. № 2. С. 47–53.
28. Плинокосова Л. А. Возможности лечения остеоартроза ВНЧС симптоматическими лекарственными средствами медленного действия // Scientist. 2023. № 2 (24). С. 15–21.
29. Пивень Э. Д., Головкин Е. В. Оценка предрасположенности и профилактика развития дисфункций ВНЧС у подростков // Scientist. 2022. № 4 (22). С. 32–38.

30. Anderson K. M., Brown P. L. Temporomandibular joint morphometric analysis using magnetic resonance imaging in patients with disc displacement // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2023. Vol. 136, № 4. P. 456–464.
31. Delpachitra S. N., Dimitroulis G. Osteoarthritis of the temporomandibular joint: a review of aetiology and pathogenesis // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022. Vol. 60, № 4. P. 387–396.
32. Derwich M., Mitus-Kenig M., Pawlowska E. Interdisciplinary Approach to the Temporomandibular Joint Osteoarthritis-Review of the Literature // *Medicina (Kaunas)*. 2022. Vol. 56, № 5. P. 225–232.
33. Valesan L. F. Prevalence of Temporomandibular Joint Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Clinical Oral Investigations*. 2021. Vol. 25. P. 441–453.
34. Семкин В. А., Рабухина Н. А., Волков С. И. Патология височно-нижнечелюстных суставов. М. : Медицина, 2021. 168 с.
35. Johnson C. R., Green P. D. Temporomandibular joint morphology in healthy subjects: A systematic review and meta-analysis // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2024. Vol. 137, № 1. P. 89–98.
36. Carter B. S., Thompson R. M. Deep learning applications in temporomandibular joint diagnostics: A systematic review // *Journal of Dental Sciences*. 2024. Vol. 19, № 1. P. 89–98.
37. Chen Z. Q., Qian Y. F., Shen G. APDI and ODI estimated from substitute palate plane // *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2020. Vol. 13, № 1. P. 13–16.
38. Sharma V. K. Development and validation of temporomandibular joint ankylosis quality of life questionnaire // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2020. Vol. 48, № 8. P. 779–785.
39. Wang X. D., Zhang J. N. Current understanding of pathogenesis and treatment of TMJ osteoarthritis // *Journal of Dental Research*. 2023. Vol. 102, № 2. P. 127–134.
40. Альжуаифари О. А. Особенности клинического течения и эпидемиологии синдрома болевой дисфункции ВНЧС // *Scientist*. 2022. № 4 (22). С. 45–51.
41. Бульчева Е. А. Дифференциальная диагностика заболеваний височно-нижнечелюстного сустава // *Институт стоматологии*. 2020. № 2. С. 72–75.
42. Mehl A. The determination of the terminal hinge axis: a fundamental review and comparison of known and novel methods // *International Journal of Computerized Dentistry*. 2021. Vol. 24, № 3. P. 201–214.
43. Wilson E. J., Roberts M. A. Contemporary perspectives on imaging biomarkers for temporomandibular joint osteoarthritis // *Dentomaxillofacial Radiology*. 2023. Vol. 52, № 8. P. 20230156.
44. Газинский В. В. Оценка качества жизни больных с синдромом дисфункции височнонижнечелюстного сустава // *Актуальные проблемы стоматологии детского возраста : материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск : ИНЦХТ, 2021. С. 66–72.*
45. Яцук А. В., Сиволапов К. А. Лечение и реабилитация пациентов с патологией височнонижнечелюстного сустава // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина*. 2023. Т. 27, № 1. С. 110–118.
46. Сиволапов К. А., Яцук А. В. Характеристика качества жизни пациентов при лечении мышечной дисфункции ВНЧС // *Вестник новых медицинских технологий*. 2024. № 1. С. 82–87.
47. Zhou H., Wu G. Artificial intelligence in temporomandibular joint imaging: current status and future perspectives // *Dentomaxillofacial Radiology*. 2024. Vol. 53, № 2. P. 20230367.
48. Ahn S. J., Tsou L., Antonio Sánchez C. Analyzing center of rotation during opening and closing movements of the mandible using computer simulations // *Journal of Biomechanics*. 2020. Vol. 48, № 4. P. 666–671.

49. Волков С. И. Морфо-экспериментальная характеристика хирургических вмешательств на височно-нижнечелюстном суставе : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2019. 24 с.
50. Рабухина Н. А., Аржанцев А. П. Рентгенодиагностика заболеваний височно-нижнечелюстного сустава // Стоматология. 2020. № 2. С. 84–88.

References

1. Avedisyan V.N. Modern approaches to diagnostics of temporomandibular joint diseases. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza = Medical bulletin of the North Caucasus*. 2021;(3):319–322. (In Russ.)
2. Khvatova V.A. *Klinicheskaya gnatologiya = Clinical gnathology*. Moscow: Meditsina, 2021:296. (In Russ.)
3. Parkhamovich S.N., Bitno V.L., Bitno M.V. Criteria for assessing the accuracy of the location of the TMJ hinge axis in its dysfunction and in the norm. *Sovremennaya stomatologiya = Modern dentistry*. 2022;(2):45–49. (In Russ.)
4. Kostina I.N. Structural changes in the temporomandibular joint according to cone beam computed tomography. *Problemy stomatologii = Issues of dentistry*. 2020;(16):102–108. (In Russ.)
5. Yang H.J., Kim Y.H. Morphometric analysis of temporomandibular joint using 3D computed tomography. *Journal of Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2023;49(1):23–31.
6. Domenyuk D.A., Davydov B.N., Vedeshina E.G. Morphology of the temporomandibular joint in physiological occlusion and distal occlusion complicated by defects of the dental arches. *Institut stomatologii = Institute of dentistry*. 2017;(1):92–94. (In Russ.)
7. Ikeda K., Kawamura T. Relationship between jaw opening path and morphological characteristics of temporomandibular joint. *Journal of Prosthodontic Research*. 2023;67(2):235–242.
8. Yilmaz D., Kamburoglu K. Assessment of temporomandibular joint morphology using cone-beam computed tomography in young adults. *Oral Radiology*. 2024;40(1):145–153.
9. Zhang S., Chen L. Machine learning approaches for analyzing temporomandibular joint morphology. *Scientific Reports*. 2023;13:4567–4576.
10. Hansman S., Hiroshi K., Takashi M. Three-dimensional analysis of temporomandibular joint morphology in patients with temporomandibular disorders. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2023;81(3):567–575.
11. Manakova Ya.L., Dergilev A.P. MRI of the temporomandibular joints in the diagnosis of dysfunction of the masticatory muscles. *Rossiyskiy elektronnyy zhurnal luchevoy diagnostiki = Russian Electronic Journal of Radiation Diagnostics*. 2021;(11):94–106. (In Russ.)
12. Nascimento M.M., Almeida L.G. Temporomandibular joint morphology and its relationship to clinical variables. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12(4):1456–1465.
13. Liu F., Wang Y., Chen Z. Three-dimensional morphological variations of temporomandibular joint: A study using automated image analysis. *Journal of Anatomy*. 2023;242(6):1123–1134.
14. Smith R.A., Williams B.D. Digital analysis of condylar position and morphological variation in temporomandibular joint. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2024;165(1):78–86.
15. Park J.W., Kim H.S. Quantitative analysis of temporomandibular joint space in asymptomatic subjects using cone-beam computed tomography. *Imaging Science in Dentistry*. 2024;54(1):15–24.
16. Sikora M. Patient-Reported Quality of Life versus Physical Examination in Treating Temporomandibular Disorder. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19:13299–13308.

17. Gharavi S.M. Imaging of the Temporomandibular Joint. *Diagnostics*. 2022;12:1006–1015.
18. Bezrukov V.M., Semkin V.A., Grigor'yants L.A. *Zabolevaniya visochno-nizhnechelyustnogo sustava = Temporomandibular joint diseases*. Moscow: GEOTAR-MEDIA, 2021:48. (In Russ.)
19. Gerasimova L.P., Khayrutdinova A.F. Electromyographic characteristics of the functional state of masticatory muscles in muscular-articular dysfunction. *Meditinskiy vestnik Bashkortostana = Medical bulletin of Bashkortostan*. 2020;(3):29–32. (In Russ.)
20. Bender M.E. Temporomandibular Joint Disorders: A Review of Etiology, Clinical Management, and Tissue Engineering Strategies. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2019;34(5):1241–1251.
21. Iordanishvili A.K., Soldatova L.N., Ryzhak G.A. *Diagnostika i lechenie zabolevaniy visochno-nizhnechelyustnogo sustava u lyudey pozhilogo i starcheskogo vozrasta = Diagnosis and treatment of temporomandibular joint diseases in elderly and senile people*. Saint Petersburg: MANEB-Nordmedizdat, 2021:134. (In Russ.)
22. Ibragimov T.I., Bol'shakov M.D. Modern methods of diagnostics and treatment of diseases of the temporomandibular joint. *Rossiyskiy stomatologicheskiy zhurnal = Russian journal of dentistry*. 2021;(1):23–28. (In Russ.)
23. Katzberg R.W. Advanced imaging of temporomandibular joint disorders. *Radiologic Clinics of North America*. 2020;58(1):211–224.
24. Zhulev E.N., Monastyreva O.A. Diagnostics of temporomandibular joint pathology based on mathematical modeling. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2020;(2):15–20. (In Russ.)
25. Amaral-Freitas G. Impact of temporomandibular disorder on oral health-related quality of life in adolescents. *Research, Society and Development*. 2021;10(14):379–385.
26. Stepanov V.A., Shemonaev V.I., Timacheva T.B. et al. Evaluation of the effectiveness of “splint therapy” in patients with hypertension of the masticatory muscles. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke = Health and education in the 21st century*. 2023;(1):124–129. (In Russ.)
27. Portyannikova O.O., Tsvinger S.M., Govorin A.V. Analysis of prevalence and risk factors for osteoarthritis in the population. *Sovremennaya revmatologiya = Modern rheumatology*. 2022;(2):47–53. (In Russ.)
28. Plinokosova L.A. Possibilities of treating TMJ osteoarthritis with slow-acting symptomatic medications. *Scientist*. 2023;(2):15–21. (In Russ.)
29. Piven' E.D., Golovko E.V. Assessment of predisposition and prevention of development of TMJ dysfunction in adolescents. *Scientist*. 2022;(4):32–38. (In Russ.)
30. Anderson K.M., Brown P.L. Temporomandibular joint morphometric analysis using magnetic resonance imaging in patients with disc displacement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2023;136(4):456–464.
31. Delpachitra S.N., Dimitroulis G. Osteoarthritis of the temporomandibular joint: a review of aetiology and pathogenesis. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022;60(4):387–396.
32. Derwich M., Mitus-Kenig M., Pawlowska E. Interdisciplinary Approach to the Temporomandibular Joint Osteoarthritis-Review of the Literature. *Medicina (Kaunas)*. 2022;56(5):225–232.
33. Valesan L.F. Prevalence of Temporomandibular Joint Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Oral Investigations*. 2021;25:441–453.
34. Semkin V.A., Rabukhina N.A., Volkov S.I. *Patologiya visochno-nizhnechelyustnykh sustavov = Temporomandibular joint pathology*. Moscow: Meditsina, 2021:168. (In Russ.)
35. Johnson C.R., Green P.D. Temporomandibular joint morphology in healthy subjects: A systematic review and meta-analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2024;137(1):89–98.

36. Carter B.S., Thompson R.M. Deep learning applications in temporomandibular joint diagnostics: A systematic review. *Journal of Dental Sciences*. 2024;19(1):89–98.
37. Chen Z.Q., Qian Y.F., Shen G. APDI and ODI estimated from substitute palate plane. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2020;13(1):13–16.
38. Sharma V.K. Development and validation of temporomandibular joint ankylosis quality of life questionnaire. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2020;48(8):779–785.
39. Wang X.D., Zhang J.N. Current understanding of pathogenesis and treatment of TMJ osteoarthritis. *Journal of Dental Research*. 2023;102(2):127–134.
40. Al'zhuaifari O.A. Features of the clinical course and epidemiology of the TMJ pain dysfunction syndrome. *Scientist*. 2022;(4):45–51.
41. Bulycheva E.A. Differentsial'naya diagnostika zabolevaniy visochno-nizhnechelyustnogo sustava. *Institut stomatologii*. 2020;2:72–75.
42. Mehl A. The determination of the terminal hinge axis: a fundamental review and comparison of known and novel methods. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2021;24(3):201–214.
43. Wilson E.J., Roberts M.A. Contemporary perspectives on imaging biomarkers for temporomandibular joint osteoarthritis. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2023;52(8):20230156.
44. Gazinskiy V.V. Assessment of the quality of life of patients with temporomandibular joint dysfunction syndrome. *Aktual'nye problemy stomatologii detskogo vozrasta: materialy VII Vseros. nauch.-prakt. konf. = Current issues in pediatric dentistry: proceedings of the 7th All-Russian scientific and practical conference*. Irkutsk: INTsKhT, 2021:66–72. (In Russ.)
45. Yatsuk A.V., Sivolapov K.A. Treatment and rehabilitation of patients with pathology of the temporomandibular joint. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Meditsina = Bulletin of RUDN. Series: Medicine*. 2023;27(1):110–118. (In Russ.)
46. Sivolapov K.A., Yatsuk A.V. Characteristics of the quality of life of patients in the treatment of TMJ muscle dysfunction. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy = Bulletin of New Medical Technologies*. 2024;(1):82–87. (In Russ.)
47. Zhou H., Wu G. Artificial intelligence in temporomandibular joint imaging: current status and future perspectives. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2024;53(2):20230367.
48. Ahn S.J., Tsou L., Antonio Sánchez C. Analyzing center of rotation during opening and closing movements of the mandible using computer simulations. *Journal of Biomechanics*. 2020;48(4):666–671.
49. Volkov S.I. *Morpho-experimental characteristics of surgical interventions on the temporomandibular joint*. PhD abstract. Moscow, 2019:24. (In Russ.)
50. Rabukhina N.A., Arzhantsev A.P. X-ray diagnostics of temporomandibular joint diseases. *Stomatologiya = Dentistry*. 2020;(2):84–88. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Олег Витальевич Калмин

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой анатомии
человека, Медицинский институт,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

Oleg V. Kalmin

Doctor of medical sciences, professor,
head of the sub-department of human
anatomy, Medical Institute, Penza
State University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)

E-mail: ovkalmin@gmail.com

Елена Владимировна Горячева
старший преподаватель кафедры
стоматологии, Медицинский
институт, Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: alen85ka@yandex.ru

Екатерина Александровна Корецкая
кандидат медицинских наук, доцент
кафедры стоматологии, Медицинский
институт, Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: kat3974@yandex.ru

Анастасия Андреевна Пугачева
ординатор кафедры стоматологии,
Медицинский институт, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: pugachevaasya@inbox.ru

Elena V. Goryacheva
Senior lecturer of the sub-department
of dentistry, Medical Institute,
Penza State University (40 Krasnaya
street, Penza, Russia)

Ekaterina A. Koretskaya
Candidate of medical sciences, associate
professor of the sub-department
of dentistry, Medical Institute,
Penza State University (40 Krasnaya
street, Penza, Russia)

Anastasia A. Pugacheva
Resident of the sub-department of dentistry,
Medical Institute, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 19.01.2025

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 15.02.2025

Принята к публикации / Accepted 22.03.2025