



DOI 10.22363/2313-0245-2023-27-1-110-118

EDN: UYORPG

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
RESEARCH ARTICLE

Лечение и реабилитация пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава

А.В. Яцук*, К.А. Сиволапов

Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования,
г. Москва, Российская Федерация
*yatsuk.and@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность.* Согласно статистическим наблюдениям патология височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС) часто встречается в стоматологической практике, при этом сопровождается не только ярко выраженным болевым синдромом, но и возникновением внутренних нарушений в структуре самих суставов. Рассмотрены причины возникновения заболеваний височно-нижнечелюстных суставов, дано физиологическое обоснование принципов лечения данного патологического состояния с указанием дальнейших принципов реабилитации. *Цель исследования* — разработать принципы лечения и реабилитации пациентов с ВНЧС. *Материалы и методы.* Состояния пациентов определялось на основании комплексного обследования, включающего функционально-диагностических тесты, сбор анамнестических данных, изучение моделей биомеханических окклюзий, аксонографии, психоэмоционального состояния пациентов с использованием шкалы SCL-90-R, качество жизни. *Результаты и обсуждение.* Патология височно-нижнечелюстного сустава рассматривается как расстройство его функционирования, как при отсутствии морфологических изменений, так и при их наличии. При отсутствии изменений решающую роль играет психосоматический фактор, на фоне стрессовых состояний (20–27 %). При наличии патологических изменений в элементах сустава на первое место выходит нарушение окклюзии, которое приводит к снижению эластичности суставных поверхностей, вследствие изменения состояния синовиальной жидкости. *Выводы.* Для назначения терапевтических мероприятий при патологии височно-нижнечелюстного сустава необходимо наличие специфической триады клинических проявлений: выраженный болевой синдром, ограничение движений нижней челюсти, внутренние нарушения сустава (выявляется с помощью МРТ). Реабилитация пациентов с заболеваниями ВНЧС, по нашим исследованиям, должна осуществляться в комплексе гнатологического, консервативного и хирургического лечения. В качестве хирургического лечения нами рекомендованы: протезирование синовиальной жидкости, артроцентез, артролаваж и протезирование головки и суставной впадины мышечного отростка.

Ключевые слова: заболевания височно-нижнечелюстных суставов, болевой синдром, жевательный аппарат, окклюзия, магнитно-резонансная томография, МРТ

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

© Яцук А.В., Сиволапов К.А., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Вклад авторов. Яцук Андрей Викторович, Сиволапов Константин Анатольевич — сбор биологического материала, написание текста. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этическое утверждение. Перед началом исследования было получено разрешение этического комитета Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Москва, Российская Федерация.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сестринскому персоналу Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Москва, Российская Федерация.

Информированное согласие на публикацию. Все пациенты добровольно подписывали письменную форму информированного согласия на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki-Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013). Все пациенты дали согласие на обработку и публикацию персональных данных.

Поступила 15.12.2022. Принята 16.01.2023.

Для цитирования: Яцук А.В., Сиволапов К.А. Лечение и реабилитация пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2023. Т. 27. № 1. С. 110–118. doi: 10.22363/2313-0245-2023-27-1-110-118

Treatment and rehabilitation of patients with temporomandibular joints pathology

Andrey V. Yatsuk*, Konstantin A. Sivolapov

Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation

*yatsuk.and@yandex.ru

Abstract. Relevance. According to statistical observations, the pathology of the temporomandibular joints (TMJ) is often found in dental practice, and is accompanied not only by a pronounced pain syndrome, but also by the occurrence of internal disorders in the structure of the joints themselves. The article discusses the causes of diseases of the temporomandibular joints, gives a physiological justification for the principles of treatment of this pathological condition, indicating further principles of rehabilitation. *The aim of the study* is to develop principles for the treatment and rehabilitation of patients with TMJ. *Materials and Methods.* The condition of patients was determined on the basis of a comprehensive examination, including functional diagnostic tests, collection of anamnestic data, study of models of biomechanical occlusions, axonography, psycho-emotional state of patients using the SCL-90-R scale, quality of life. *Results and Discussion.* The pathology of the temporomandibular joint is considered as a disorder of its functioning, both in the absence of morphological changes and in their presence. In the absence of changes, the psychosomatic factor plays a decisive role against the background of stressful conditions (20–27 %). In the presence of pathological changes in the elements of the joint, the violation of occlusion comes first, which leads to a decrease in the elasticity of the articular surfaces, due to a change in the state of the synovial fluid. *Conclusion.* To prescribe therapeutic measures for the pathology of the temporomandibular joint, a specific triad of clinical manifestations is necessary: severe pain syndrome, limitation of movements of the lower jaw, internal disorders of the joint (detected using MRI). Rehabilitation of patients with TMJ diseases, according to our research, should be carried out in a complex of gnathological, conservative and surgical treatment. As a surgical treatment, we recommend: prosthetic synovial fluid, arthrocentesis, arthro lavage and prosthetics of the head and articular cavity of the condylar process.

Key words: diseases of the temporomandibular joints, pain syndrome, chewing apparatus, occlusion, magnetic resonance imaging, MRI

Funding. The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Author contributions. Yatsuk A.V, Sivolapov K.A. — collection of biological material, writing the text. All authors read and approved final version of manuscript.

Conflict of interest statement. The authors declare no conflict of interest.

Ethics approval. Prior to the start of the study, permission was obtained from the ethical committee of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the nursing staff of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation.

Consent for publication. All patients signed a written informed consent form to participate in the work, according to the Declaration of Helsinki of the World Medical Association (WMA Declaration of Helsinki-Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013). All patients consented to the processing and publication of personal data.

Received 15.12.2022. Accepted 16.01.2023.

For citation: Yatsuk AV, Sivolapov KA. Treatment and rehabilitation of patients with temporomandibular joints pathology. *RUDN Journal of Medicine*. 2023;27(1):110–118. doi: 10.22363/2313-0245-2023-27-1-110-118

Введение

Патология височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) занимает третье место по распространенности среди заболеваний полости рта и челюстно-лицевой области, первые два места занимают кариес и заболевания тканей пародонта.

По данным литературных источников, в 90 % случаев патология височно-нижнечелюстных суставов сопровождается отсутствием воспалительного процесса, чаще представляет собой нарушение функционирования сустава, что обусловлено патологическими изменениями в мягкотканых элементах — задисковая зона и диск, капсулярно-связочный аппарат, а также латеральные крыловидные мышцы [1, 2].

Изначально основной причиной развития височно-нижнечелюстных расстройств являлась окклюзия. В результате дальнейших исследований было установлено, что данные нарушения регистрируются у 20–27 % пациентов с нарушением функции височно-нижнечелюстного сустава [3]. Соответственно, окклюзия незначительно влияет на развитие изучаемой патологии. В настоящее время большинство стоматологов склоняются к мультифакторной теории развития патологии ВНЧС,

основа которой — нестабильность жевательного аппарата [4].

Причины возникновения патологии височно-нижнечелюстных суставов разнообразны, представляют собой комплекс факторов. К ним необходимо отнести длительную частичную или полную адентию, дефекты лечения твердых тканей зубов и протезирования (не восстанавливаются анатомические формы зубов при их пломбировании или изготовлении искусственных коронок), хроническая и острая травма, нерациональное ортодонтическое лечение, нарушения в развитии зубочелюстной системы, деформация зубных рядов [5, 6].

Патологическое состояние височно-нижнечелюстного сустава рассматривается как расстройство его функционирования при отсутствии видимых морфологических изменений. Данное нарушение носит психосоматический характер, поскольку в большинстве случаев сопровождается стрессом.

По одной из версий заболевания височно-нижнечелюстного сустава обусловлены снижением эластичности, равномерности движения сустава и его смазки (изображено на рис. 1).

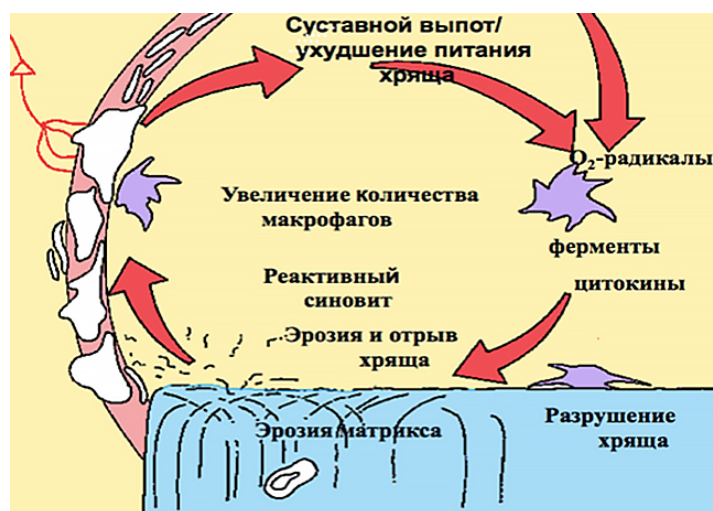


Рис. 1. Патогенез развития заболеваний ВНЧС [2]

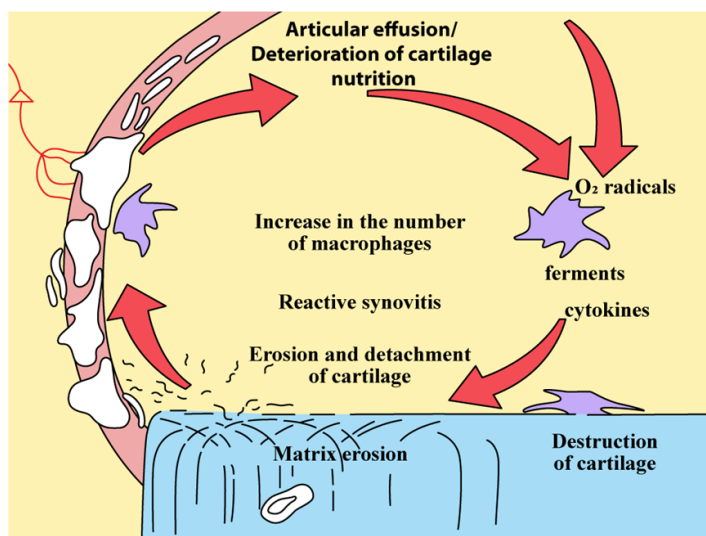


Fig.1. Pathogenesis of TMJ diseases [2].

Синовиальная жидкость сустава выполняет защитную функцию, обеспечивая тем самым профилактику развития различных нарушений. Равномерность движений сустава обеспечивается наличием специального комплекса, состоящего из фосфолипидов и гиалуроновой кислоты.

Заболевания височно-нижнечелюстных суставов имеют многообразные клинические проявления, это может быть как ярко выраженный лицевой болевой синдром, так и многочисленные суставные шумы с ограничением движения нижней челюсти.

При патологии височно-нижнечелюстного сустава выделена так называемая триада характерных симптомов:

1. Наличие болевого синдрома.
2. Ограничение открывания рта.
3. Внутренние нарушения ВНЧС, подтвержденные результатами магнитно-резонансной томографии.

Дополнительными клиническими проявлениями при нарушении функционирования ВНЧС являются: асимметричное открывание рта, бо-

лезненность при пальпации жевательных мышц, неудобное смыкание зубов.

Принципы лечения нарушений ВНЧС основываются на изучении данных клинических и специальных методов исследования, с учетом общего состояния пациента и его зубочелюстного аппарата [7].

Неоперативные методы лечения пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава сводятся к выполнению комплекса, состоящего из трех уровней. На первом уровне назначают комплекс из нестероидных противовоспалительных средств и транквилизаторов в сочетании с физиотерапией и миогимнастикой. При отсутствии положительного эффекта от мероприятий первого уровня переходят ко второму уровню лечения заболеваний ВНЧС, представляющий собой сплент-терапию. Отсутствие положительной динамики от мероприятий второго уровня является показанием для применения лечебных мероприятий третьего уровня — хирургическое вмешательство.

Цель исследования — разработать принципы лечения и реабилитации пациентов с патологией ВНЧС.

Задачи исследования:

— Выявить принципы лечения пациентов с ВНЧС;

— Обозначить методы реабилитации пациентов с ВНЧС.

Материалы и методы

На первоначальном этапе исследования были собраны и проанализированы клинические проявления у 245 (100 %) пациентов с патологией ВНЧС. Критерием включения пациентов в исследование является: 1) письменное согласие пациента принять участие в исследовании; 2) отсутствие данных к его невключению или исключению из исследования; 3) возраст от 18 до 65 лет; 4) пациент любого пола. Критерием исключения пациентов из исследования является: наличие острых вирусных или бактериальных заболеваний. Критерием невключения пациентов в исследование является: 1) их полный или частич-

ный отказ от участия во всех запланированных исследованиях; 2) наличие тяжелых соматических заболеваний; 3) беременность.

Все пациенты добровольно подписали информированное согласие на участие в исследовании, согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki-Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и обработку персональных данных.

Диагностический алгоритм заключается в следующем.

1) консультация стоматолога-гнатолога, челюстно-лицевого хирурга;

2) инструментальное обследование. Среди лучевых методов ведущими являлись: конусно-лучевая компьютерная томография (Orthophos SL 3D, Sirona, Германия) и магнитно-резонансная томография (Philips Achieva 1,5T SE, Германия), так как отсутствие лучевой нагрузки при проведении позволяет проводить процедуру несколько раз, отслеживая изменения, происходящие в ходе лечения. Кроме того, осуществляется полная визуализация составных частей сустава, анализируется состояние мягкотканых структур, таких как внутрисуставной диск, воспалительная полостная жидкость, триггерные точки в мышцах;

3) общеклиническое обследование.

Все пациенты в зависимости от жалоб и клинических проявлений были разделены на группы (табл. 1).

Состояния пациентов определялось на основании комплексного обследования, включающего функционально-диагностических тесты, сбор анамнестических данных, изучение моделей биомеханических окклюзий (Protar evo-9), аксонографии (аксонограф «Arcus digma»), психоэмоционального состояния пациентов с использованием шкалы SCL-90-R (Шкала депрессии Гамильтона — англ. Hamilton Depression Rating Scale — HRDS), качество жизни (QoL) (The Short Form-38).

Статистическая обработка результатов. Использовали для сравнения двух связанных выборок по уровню количественного признака, до и после

лечения, измеренного в порядковой шкале. Значимость различий оценивали по критерию Вилкоксона, считая статистически достоверным значение $p < 0,05$.

Таблица 1
Распределение пациентов в зависимости от клинических проявлений (n – 245)

Патология	Выявлено из 100 % обследуемых
Бруксизм	169 случаев (68,9 %)
Мышечно-тонический синдром с болью	83 случая (33,9 %)
Мышечно-тонический синдром без боли	148 случаев (60,4 %)
Боль при жевании	73 случая (29,8 %)
Затруднение при жевании	86 случаев (35,1 %)
Мышечная боль без нагрузки	99 случаев (40,4 %)
Нарушение глотания	3 случая (1,2 %)
Локализованная боль в ЧЛО	122 случая (49,8 %)
Периодическая боль в ЧЛО	59 случаев (24,1 %)
Постоянная боль в ЧЛО	88 случаев (35,9 %)
Боль, связанная с жеванием, речью	96 случаев (39,2 %)
Боль в ЧЛО ночью	48 случаев (19,6 %)

Table 1
Distribution of patients depending on clinical manifestations (n – 245)

Pathology	Revealed from 100 % of subjects
Bruxism	169 cases (68,9 %)
Muscular tonic syndrome with pain	83 cases (33,9 %)
Muscular-tonic syndrome without pain	148 cases (60,4 %)
Pain when chewing	73 cases (29,8 %)
Difficulty chewing	86 cases (35,1 %)
Muscle pain without exertion	99 cases (40,4 %)
Swallowing disorder	3 cases (1,2 %)
Localized pain in the maxillofacial area	122 cases (49,8 %)
Periodic pain in the maxillofacial area	59 cases (24,1 %)
Persistent pain in the maxillofacial area	88 cases (35,9 %)
Pain associated with chewing, speech	96 cases (39,2 %)
Pain in maxillofacial area at night	48 cases (19,6 %)

Результаты и обсуждение

Согласно анализу результатов обследования большинство пациентов жаловались на напряжение жевательных мышц, в том числе собственно жевательной мышцы, латеральной и медиальной крыловидной мышцы, что сопровождалось ощущением «сжатия» и дискомфорта. Также наблюдались болевые явления разной степени выраженности и функциональные нарушения в жевательных мышцах, которые сочетались с чувством дискомфорта, мышечной слабостью.

Терапевтические мероприятия были основаны на снижении избыточной нагрузки с сустава и статической нагрузки на жевательные мышцы за счет применения окклюзионно-стабилизирующего аппарата (КАППА), который изготавливается на основе специальной мануальной депрограммации мышц челюстно-лицевой области, после нахождения терапевтического положения челюсти и высоты прикуса.

На этапах ношения аппарата проводится специализированная фармакологическая терапия, при необходимости курс физиотерапевтических процедур и гимнастики под контролем лечащего врача.

В качестве хирургической реабилитации использовали артроцентез и артроскопия. Артроцентез характеризуется как дренирование верхнего суставного пространства. Назначается в случаях, когда патологическое состояние сустава находится на ранних стадиях (до 3 месяцев). Манипуляция проводится под местной анестезией.

Комплексная стоматологическая реабилитация пациентов с заболеванием височно-нижнечелюстного сустава представляет собой адаптацию к окклюзионным шинам, поэтапную функциональную сплент-терапию.

В комплексной реабилитации пациентов с дисфункцией ВНЧС возникает проблема адаптации к новой окклюзии, особенно в случаях полного протезирования или ортодонтического лечения. В случае стоматологического лечения пациентов с дисфункцией ВНЧС наиболее эффективным подходом является постепенная функциональная диагностика и шинирующее лечение, которое дает наиболее точные ориентиры для построения ок-

клюзии зубов на основе имеющихся анатомических и функциональных характеристик челюстно-лицевой системы [2].

Важно подчеркнуть, что лечение пациентов с патологией ВНЧС сложная и многогранная проблема. Здесь не может быть единой, простой схемы лечения, поскольку требуется устранение различных неблагоприятных факторов, которые вызвали и продолжают поддерживать синдром

болезненной дисфункции ВНЧС — у каждого пациента. Выбор комплексной, правильной стратегии лечения с последовательными тактическими решениями — залог успеха в стоматологической реабилитации.

После лечебных мероприятий через 6 месяцев и 12 месяцев были получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Результаты лечения пациентов с патологией ВНЧС

Патология	Выявлено из 100 % обследуемых	Через 6 месяцев лечения	Через 12 месяцев лечения
Бруксизм	68,9 %	30 %	15 %
Мышечно-тонический синдром с болью	33,9 %	22 %	12 %
Мышечно-тонический синдром без боли	60,4 %	42 %	24 %
Боль при жевании	29,9 %	18 %	6 %
Затруднение при жевании	35,1 %	17 %	9 %
Мышечная боль без нагрузки	40,4 %	22 %	8 %
Нарушение глотания	1,2 %	0 %	0 %
Локализованная боль в ЧЛО	49,8 %	25 %	16 %
Периодическая боль в ЧЛО	24,1 %	14 %	5 %
Постоянная боль в ЧЛО	35,9 %	15 %	9 %
Боль, связанная с жеванием, речью	39,2 %	10 %	3 %
Боль в ЧЛО ночью	19,6 %	10,2 %	5 %

Table 2

Results of treatment of patients with TMJ pathology

Pathology	Revealed from 100 % of subjects	After 6 months of treatment	After 12 months of treatment
Bruxism	68.9 %	30 %	15 %
Muscular tonic syndrome with pain	33.9 %	22 %	12 %
Muscular-tonic syndrome without pain	60.4 %	42 %	24 %
Pain when chewing	29.9 %	18 %	6 %
Difficulty chewing	35.1 %	17 %	9 %
Muscle pain without exertion	40.4 %	22 %	8 %
Swallowing disorder	1.2 %	0 %	0 %
Localized pain in the maxillofacial region	49.8 %	25 %	16 %
Periodic pain in the maxillofacial region	24.1 %	14 %	5 %
Constant pain in the maxillofacial region	35.9 %	15 %	9 %
Pain associated with chewing, speech	39.2 %	10 %	3 %
Pain in the maxillofacial region at night	19.6 %	10.2 %	5 %

При исследовании результатов лечения пациентов предложенный метод можно считать эффективным, так как при сравнении результатов с традиционными методами лечения видны достоверные статистические данные. Подсчитана диагностическая значимость исследуемых критериев. Значимость различий оценивали по критерию Вилкоксона, считая статистически достоверным значение $p < 0,05$.

По результатам обзорного исследования ответов пациентов был проведен частотный анализ с использованием теста Фишера, который позволил определить ключевые вопросы для диагностики мышечно-суставных дисфункций: боли в нижней челюсти после еды ($p = 0,0435$), пробуждение с болезненными мимическими мышцами ($p = 0,0004$), больно смещать нижнюю челюсть в сторону ($p = 0,0018$), усиление болевых ощущений в ВНЧС и жевательных мышцах после длительных речевых нагрузок ($p = 0,0002$), травма нижней челюсти ($p = 0,034$), лечение у невропатолога, терапевта по поводу неясных болей в голове или шее ($p = 0,018$), множественные стрессовые ситуации ($p = 0,0008$). При исследовании результатов лечения пациентов предложенный метод можно считать эффективным, так как при сравнении результатов с традиционными методами лечения видны достоверные статистические данные. Подсчитана диагностическая значимость исследуемых критериев.

Выводы

1. Патологическое состояние височно-нижнечелюстного сустава рассматривается как расстройство его функционирования при отсутствии видимых морфологических изменений. Данное нарушение носит полиморфный характер.

2. Для назначения терапевтических мероприятий при патологии височно-нижнечелюстного сустава необходимо наличие специфической триады клинических проявлений: ярко выраженный болевой синдром, ограничение движений нижней челюсти, внутренние нарушения сустава (выявляется с помощью МРТ).

3. Реабилитация пациентов с заболеваниями ВНЧС осуществляется в комплексе гнатологического, консервативного и хирургического лечения. В качестве хирургической реабилитации используются такие методы, как артроцентез и артролаваж.

Библиографический список

1. Ветросов Ю.А. Диагностика и ортопедическое лечение заболеваний височно-нижнечелюстного сустава. Краснодар: Совет Кубань, 2017. 304 с.
2. Meng Q.G., Long X. A hypothetical biological synovial fluid for treatment of temporomandibular joint disease. *Med Hypotheses*. 2008. P. 835–837.
3. Климова Т.Н., Шемонаев В.И., Шкарин В.В. Ортопедическое лечение дефектов челюстно-лицевой области: учеб. пособие. Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. 92 с.
4. Хватова В.А. Клиническая гнатология. М.: Медицина, 2015. 294 с.
5. Грудянов А.И. Диагностика в пародонтологии / Григорьян А.С., Фролова О.А. М.: Медицинское информационное агентство, 2012. 100 с.
6. Баум Л. Руководство по практической стоматологии: моногр. / Филлипс Р.В., Лунд М.Р. М.: Медицина, 2011. 680 с.
7. Хватова В.А., Чукунов С.О. Оклюзионные шины (современное состояние проблемы). М.: МИГ «Медицинская книга», 2010. 56 с.
8. Безруков В.М., Семкин В.А., Григорьянц Л.А., Рабухина Н.А. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава: учебное пособие. М.: Гэотар-Мед, 2012. 48 с.

References

1. Vetrosov YuA, *Diagnosis and orthopedic treatment of diseases of the temporomandibular joint*. Krasnodar: Council: Kuban, 2017. 304 p. (In Russian).
2. Meng QG, Long X. A hypothetical biological synovial fluid for treatment of temporomandibular joint disease. *Med Hypotheses*. 2008;835–837. (In Russian).
3. Klimova TN, Shemonaev VI, Shkarin VV. Orthopedic treatment of defects in the maxillofacial region: textbook. allowance. — Volgograd: Publishing House of VolgGMU, 2013. 92 p. (In Russian).
4. Khvatova VA. Clinical gnathology. M.: Medicine. 2015. 294 p. (In Russian).
5. Grudyanov AI. Diagnostics in periodontology / Grigoryan AS, Frolova OA. M.: Medical Information Agency. 2012. 100 p. (In Russian).
6. Baum L, Phillips RV, Lund MR. Guide to practical dentistry: monograph. M.: Medicine, 2011. 680 p. (In Russian).
7. Khvatova VA, Chikunov SO. *Occlusal splints (current state of the problem)*. M.: MIG «Medical Book». 2010. 56 p. (In Russian).
8. Bezrukov VM, Semkin VA, Goigoryants LA, Rabukhina NA. *Diseases of the temporomandibular joint: a textbook*. M.: Geotar-Med. 2012. 48 p. (In Russian).

Ответственный за переписку: Яцук Андрей Викторович — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии общей практики Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, Российская Федерация, 123995, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1. E-mail: yatsuk.and@yandex.ru

Яцук А.В. ORCID 0000–0002–4598–8492

Сиволапов К.А. ORCID 0000–0003–4932–4287

Corresponding author: Andrey Viktorovich Yatsuk — PhD, MD, Assistant of the Department of Oral and Maxillofacial Surgery and General Dentistry, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, 123995, st. Barrikadnaya, 2/1, Moscow, Russian Federation. E-mail: yatsuk.and@yandex.ru

Yatsuk A.V. ORCID 0000–0002–4598–8492

Sivolapov K.A. ORCID 0000–0003–4932–4287