

DOI: <https://doi.org/10.17650/2782-3202-2024-4-3-68-75>

# ПРОБЛЕМЫ ТОТАЛЬНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

А.А. Марьенко<sup>1</sup>, А.М. Мудунов<sup>1</sup>, М.В. Болотин<sup>2</sup>, Б.Г. Пхешхова<sup>1</sup>, А.Ф. Бацев<sup>1</sup><sup>1</sup>Клинический госпиталь «Лапино» группы компаний «Мать и дитя»; Россия, 143081 Московская обл., д. Лапино, 1-е Успенское шоссе, 111;<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 115522 Москва, Каширское шоссе, 24Контакты: Артур Аркадьевич Марьенко [arturmarienko1@gmail.com](mailto:arturmarienko1@gmail.com)

Наиболее частая причина тотального протезирования височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) — терминальная стадия дегенеративно-дистрофических заболеваний. Пациентам с онкологической патологией, как правило, выполняются расширенные хирургические вмешательства с экзартикуляцией ВНЧС, которые, в отличие от неопухоловой патологии, характеризуются резекцией всего связочного аппарата сустава, ветви нижней челюсти и окружающих сустав структур.

При использовании традиционных систем протезирования суставов открытого типа (без фиксации суставной головки в суставной впадине) нередко в раннем и позднем послеоперационных периодах в силу разных причин происходят расшатывание, вывих и в конечном итоге дислокация головки сустава из суставной ямки.

Несмотря на то что к настоящему времени предложено множество различных систем протезирования ВНЧС, только 2 из них наиболее часто используются: TMJ Concepts (США) и TMJ Biomet (США). Стоит также отметить, что данные системы являются системами открытого типа.

Изучив используемые конструкции тотальных эндопротезов ВНЧС, мы не встретили ни одного, который решает проблему дислокации мышечкового компонента из суставной впадины после обширных резекций по поводу опухолевых поражений ВНЧС. Более того, при анализе клинических исходов после использования систем подобного типа установлено, что даже при относительно ограниченных резекциях структур ВНЧС часто (11–30 %) наступает дислокация элементов протеза сустава. Таким образом, актуальным решением проблемы дислокации суставного мышечка может быть создание новой системы тотального эндопротезирования закрытого типа с фиксацией суставной головки при условии сохранения подвижности в суставе во всех плоскостях.

**Ключевые слова:** тотальное протезирование височно-нижнечелюстного сустава, система протезирования височно-нижнечелюстного сустава открытого типа, дислокация компонентов протеза, экзартикуляция и расширенная резекция височно-нижнечелюстного сустава, повреждение височно-нижнечелюстного сустава, опухоли головы и шеи

**Для цитирования:** Марьенко А.А., Мудунов А.М., Болотин М.В. и др. Проблемы тотального протезирования височно-нижнечелюстного сустава у онкологических пациентов: обзор литературы. MD-ONCO 2024;4(3):68–75.

DOI: <https://doi.org/10.17650/2782-3202-2024-4-3-68-75>

## PROBLEMS OF TOTAL TEMPOROMANDIBULAR JOINT PROSTHESIS IN ONCOLOGIC PATIENTS: LITERATURE REVIEW

A.A. Marienko<sup>1</sup>, A.M. Mudunov<sup>1</sup>, M.V. Bolotin<sup>2</sup>, B.G. Pkeshkhova<sup>1</sup>, A.F. Batsev<sup>1</sup><sup>1</sup>Clinical Hospital “Lapino” of the “Mother and Child” Group of companies; 111 1<sup>st</sup> Uspenskoe Shosse, Lapino, Moscow region 143081, Russia;<sup>2</sup>N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 24 Kashirskoe Shosse, Moscow 115522, RussiaContacts: Artur Arkadievich Marienko [arturmarienko1@gmail.com](mailto:arturmarienko1@gmail.com)

The most common cause of total temporomandibular joint (TMJ) prosthesis is the terminal stage of degenerative dystrophic diseases. Patients with oncologic pathology usually undergo extended surgical interventions with TMJ exarticulation which in contrast to non-tumor pathology are characterized by resection of the whole ligamentous apparatus of the joint, the ramus of the mandible, and surrounding structures.

Due to various causes, the use of traditional systems of open-type joint prosthesis (without fixation of the joint head in the glenoid fossa) frequently leads to loosening, luxation, and eventual dislocation of the joint head from the glenoid fossa.

Currently, multiple different TMJ prosthetic systems have been proposed but only 2 are routinely used: TMJ Concepts (USA) and TMJ Biomet (USA). It should be noted that these systems are also open.

We have studied the used constructions of total TMJ endoprotheses and haven't found any that solve the problem of the condyloid component dislocation from the glenoid fossa after extended resections due to tumors of the TMJ. Moreover, analysis of the clinical outcomes after the use of such systems showed that even in cases of relatively limited resections of TMJ structures (11–30 %), joint prosthesis elements dislocation still occurs.

Therefore, a promising solution for the problem of the joint head dislocation can be development of a closed total endoprosthesis with joint head fixation and preservation of joint mobility in all planes.

**Keywords:** total temporomandibular prosthesis, open temporomandibular prosthesis system, dislocation of prosthesis components, exarticulation and extended resection of the temporomandibular joint, injury of the temporomandibular joint, head and neck tumors

**For citation:** Marienko A.A., Mudunov A.M., Bolotin M.V. et al. Problems of total temporomandibular joint prosthesis in oncologic patients: literature review. MD-Onco 2024;4(3):68–75. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/2782-3202-2024-4-3-68-75>

## ВВЕДЕНИЕ

Тотальное протезирование височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) – сложная задача, поскольку он является одним из самых сложных суставов в организме [1]. Особенность данного сустава – выполнение движений в 3 плоскостях: вертикальной, горизонтальной и сагитальной, при этом движение нижней челюсти происходит постоянно (примерно 2000 раз в день) [2, 3]. Как известно, наиболее частая причина тотального протезирования ВНЧС – терминальная стадия дегенеративно-дистрофических заболеваний [4]. В то же время деформации и деструкции ВНЧС могут быть вызваны травмами, опухолевым поражением, последствием расширенных хирургических вмешательств в челюстно-лицевой зоне [5]. Оптимальным решением данной проблемы является тотальное эндопротезирование [5–8]. Подобная методика достаточно успешно себя зарекомендовала в мире и хорошо отработана, особенно при такой патологии, как анкилоз ВНЧС [8, 9].

Пациентам с онкологической патологией, как правило, выполняются расширенные хирургические вмешательства, часто с экзартикуляцией всего ВНЧС и резекцией окружающих структур, таких как ветвь и тело нижней челюсти, жевательные мышцы (медиальная и латеральная крыловидные, височная, жевательная), т. е. всего связочного аппарата сустава [10, 11]. Более обширные резекции могут включать костные структуры вокруг сустава (височная и скуловая кости) [12]. В дополнение к этому из-за расширенного характера операции нарушается непрерывность нижнечелюстной дуги, возникают расстройства функции жевания, глотания, речи, а также выраженные эстетические нарушения и деформации средней и нижней зон лица [13–15].

При использовании систем открытого типа (без фиксации суставной головки в суставной впадине) в раннем и позднем послеоперационных периодах рубцовая контрактура и структурные нарушения в зоне операции приводят к дополнительному расшатыванию, вывиху и в конечном итоге дислокации мышечного компонента из суставной ямки [16]. В таком случае использование тотальных систем протезирования без фиксации суставной головки в суставной впадине неизбежно ведет к развитию вывиха в раннем и позднем послеоперационных периодах и нарушению функции нижней челюсти.

Таким образом, при опухолевом поражении ВНЧС весьма актуально создание системы тотального протезирования с закрытым типом фиксации мышечного компонента в суставной впадине. Правильный выбор метода реконструкции ВНЧС имеет решающее значение для долгосрочного успеха лечения и качества жизни [7, 17]. На сегодняшний день вопрос выбора материала и методики протезирования у пациентов с резекцией ВНЧС по поводу онкологической патологии открыт.

Цель работы – проанализировать накопленный в мире опыт использования различных систем тотального эндопротезирования ВНЧС.

## НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СИСТЕМЫ ТОТАЛЬНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Один из важных моментов, определяющих функциональный и эстетический результаты операции, – правильное геометрическое моделирование и надежная фиксация мышечного компонента в суставной впадине, максимально приближенной к исходной анатомической позиции. Современные компьютерные программы 3D-планирования с высокой точностью позволяют рассчитать необходимую длину мышечка, положение и геометрию суставной впадины с учетом зон резекции [18, 19].

Оптимальная система фиксации должна быть легкой, с минимальным содержанием металла (во избежание прорезывания наружу через мягкие ткани), но при этом обеспечивать надежную и простую фиксацию мышечка в суставной впадине, не ограничивая амплитуду его движения. Материалы должны быть биосовместимыми и не вызывать аллергических реакций. В противном случае могут наблюдаться такие реакции, как металлоз. Наряду с этим материал имплантата должен быть достаточно жестким, чтобы предотвращать микродвижения после имплантации. Модуль упругости протеза должен быть сравним с модулем упругости костной ткани, чтобы предотвратить экранирование ниже лежащей кости от сил, воздействующих на имплантат. Указанные причины могут привести к стимуляции костной ткани с уменьшением ее плотности и развитием резорбции с нарушением стабилизации. Особенно важна износостойкость материала. Учитывая, что протез подвергается повторяющимся нагрузкам и движениям,

материал с низкой износостойкостью будет подвергаться износу и образовывать продукты износа. В результате общий срок службы имплантата будет сокращен, а образовавшиеся частицы износа могут привести к воспалительной или аллергической реакции [17, 20].

Использование индивидуального тотального протеза при различных поражениях ВНЧС помогает пре-

одолеть ограничения, связанные с установкой стандартных эндопротезов – полусуставов. С учетом этого за последнее десятилетие резко увеличилось применение индивидуальных тотальных протезов.

В настоящее время на мировом рынке представлено 25 систем тотального протезирования ВНЧС (табл. 1) [7]. При этом только 2 из них получили одобрение Управления

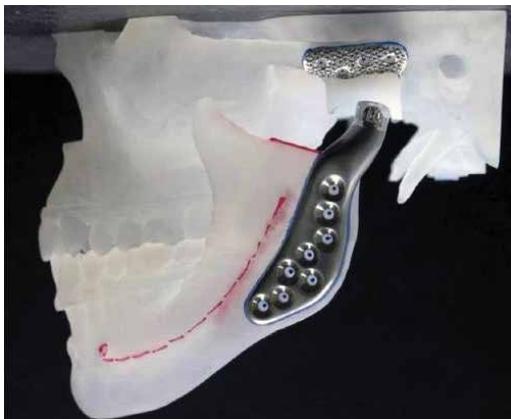
**Таблица 1.** Системы тотального протезирования височно-нижнечелюстного сустава, разработанные в настоящее время [21]

**Table 1.** Currently available systems of total temporomandibular joint prosthesis [21]

Название системы Name of the system	Страна Country	Компонент ямки Fossa component	Компонент ветви и мыщелка Ramus and condyloid component	Год начала разработки Start of development, year
OMX Solutions	Австралия Australia	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Титановый сплав Titanium alloy	2012
Ortho TiN		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с металлическим основанием Ultra-high molecular weight polyethylene with a metal base	Титановый сплав Titanium alloy	2017
–	Бельгия Belgium	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Титановый сплав Titanium alloy	2017
Bioconnect	Бразилия Brazil	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с металлическим основанием Ultra-high molecular weight polyethylene with a metal base	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2016
PROMM		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2015
Engimplan		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с металлическим основанием Ultra-high molecular weight polyethylene with a metal base	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2016
CPMH		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с металлическим основанием Ultra-high molecular weight polyethylene with a metal base	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2018
Genovesi		Сплав полиэфирэфиркетон + сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Polyether ether ketone + ultra-high molecular weight polyethylene alloy	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2018
Enterprise		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2018
Artfix		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2018
Osteomed		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с металлическим основанием Ultra-high molecular weight polyethylene with a metal base	Мыщелок – кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь – титановый сплав Condyloid process: cobalt-chrome-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	2017

Окончание табл. 1  
End of table 1

Название системы Name of the system	Страна Country	Компонент ямки Fossa component	Компонент ветви и мышелка Ramus and condyloid component	Год начала разработки Start of development, year
—	Китай China	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Титановый сплав Titanium alloy	2017
—	Франция France	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Нержавеющая сталь, цирконий/ титановый сплав Stainless steel, zirconium/titanium alloy	2016
Rotec	Германия Germany	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Кобальт-хром-молибденовый сплав Cobalt-chrome-molybdenum alloy	2008
Luknow	Индия India	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Титановый сплав Titanium alloy	2013
—	Ирак Iraq	Ниобий-циркониевый сплав Niobium-zirconium alloy	Ниобий-циркониевый сплав Niobium-zirconium alloy	2014
Sintac	Италия Italy	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с металлическим основанием Ultra-high molecular weight polyethylene with a metal base	Титановый сплав Titanium alloy	2018
OrthoBaltic	Литва Lithuania	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Титановый сплав Titanium alloy	2018
Groningen	Голландия Netherlands	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с металлическим основанием Ultra-high molecular weight polyethylene with a metal base	Цирконий/титановый сплав Zirconium/titanium alloy	2018
—	Польша Poland	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Титановый сплав Titanium alloy	2017
—	Южная Африка South Africa	Нитрид-титановый сплав Nitride-titanium alloy	Нитрид-титановый сплав Nitride-titanium alloy	1994
Dundee	Англия UK	—	Кобальт-хромовый сплав Cobalt-chromium alloy	2016
Zimmer		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Кобальт-хромовый сплав Cobalt-chromium alloy	2000
TMJ Biomet	США USA	Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности Ultra-high molecular weight polyethylene	Кобальт-хромовый сплав Cobalt-chromium alloy	2000
TMJ Concepts		Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности с сеткой на основе титана Ultra-high molecular weight polyethylene with titanium-based mesh	Мышелок — кобальт-хром-молибденовый сплав; ветвь — титановый сплав Condyloid process: cobalt-chromium-molybdenum alloy; ramus: titanium alloy	1999



**Рис. 1.** Система TMJ Concepts (одобрена Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США в 1999 г.)

Fig. 1. TMJ Concepts system (approved by the FDA in 1999)



**Рис. 2.** Система TMJ Biomet (одобрена Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США в 2005 г.)

Fig. 2. TMJ Biomet system (approved by the FDA in 2005)

по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США: TMJ Concepts, одобренная в 1999 г., и TMJ Biomet, одобренная в 2005 г. [17, 20, 21].

По данным литературы, на сегодняшний день «золотым стандартом» считается система, изготовленная из титанового сплава и сверхвысокомолекулярного полиэтилена высокой плотности [21, 22]. Остановимся более подробно на характеристиках одобренных систем, представляющих собой двухкомпонентные индивидуальные тотальные эндопротезы ВНЧС, такие как TMJ Concepts и TMJ Biomet.

Мышелковый компонент состоит из кобальт-хромового сплава (Co-Cr), в то время как ветвь может изготавливаться как из того же, так и из титанового сплава. Оба сплава имеют титановое плазменное напыление вдоль внутренней поверхности для лучшей остеоинтеграции. Компонент протеза суставной ямки состоит из сверхвысокомолекулярного полимера. Размеры шарнирного компонента стандартные. Размер фланца ямки, а также длина и ширина компонента нижней челюсти варьируют, что позволяет хирургу оптимизировать точки фиксации и стабильность протеза в соответствии с индивидуальными анатомическими данными пациента [17, 21, 22].

Указанные системы идентичны по своим характеристикам. Отличительная особенность системы TMJ Concepts – наличие титановой сетки, расположенной на поверхности суставного компонента ямки, которая позволяет лучше разобщить и изолировать остеомиромованные фрагменты, а также улучшить врастание костных и мягких тканей (рис. 1, 2) [17].

## ОБСУЖДЕНИЕ

Интересно проанализировать функциональные исходы у пациентов, которым устанавливались подобные системы. В исследовании E.J. Granquist и соавт.,

результаты которого опубликованы в 2020 г., за период с 1995 по 2010 г. установлено 498 систем тотального эндопротезирования фирмы TMJ Biomet у пациентов с различной доброкачественной патологией ВНЧС (включая опухолевое поражение) [23]. На протяжении 15-летнего наблюдения у исследуемой группы пациентов определялись статистически значимые снижение боли на 70 %, улучшение функции нижней челюсти, увеличение открывания рта. По данным опроса, 98 % пациентов остались довольны результатами лечения. За этот период изучались такие данные, как выживаемость-функциональность протеза, стратифицированная по предоперационному диагнозу у пациентов с предшествующей операцией и без нее (рис. 3), этиология и частота повторных операций в области ВНЧС.

По данным исследования выявлено, что частота удаления протеза у данных пациентов составила 4,2 %. Частота повторных операций составила 7,0 %. Показатель выживаемости-функциональности протеза составил 96 % через 3 года, 94 % – через 5 лет и 86 % – через 10 лет. Наиболее частыми причинами повторных операций оказались: удаление спаек (13 (2,6 %) случаев из 498), гетеротопия кости/анкилоз (10 (2,0 %) случаев из 498), инфекции, связанные с областью хирургического вмешательства (8 (1,6 %) случаев из 498).

Результаты анализа выживаемости-функциональности протеза показывают высокий уровень успеха у пациентов без предшествующей операции при различных патологиях ВНЧС. Особенно стоит отметить выживаемость-функциональность протеза при опухолевом поражении ВНЧС, которая составила 83 % без предшествующей операции и 100 % после нее.

В ходе исследований установлены наиболее частые причины повторных операций на ВНЧС (табл. 2).

В настоящем исследовании любое повторное хирургическое вмешательство определялось как связанное с протезом, включая повторные операции

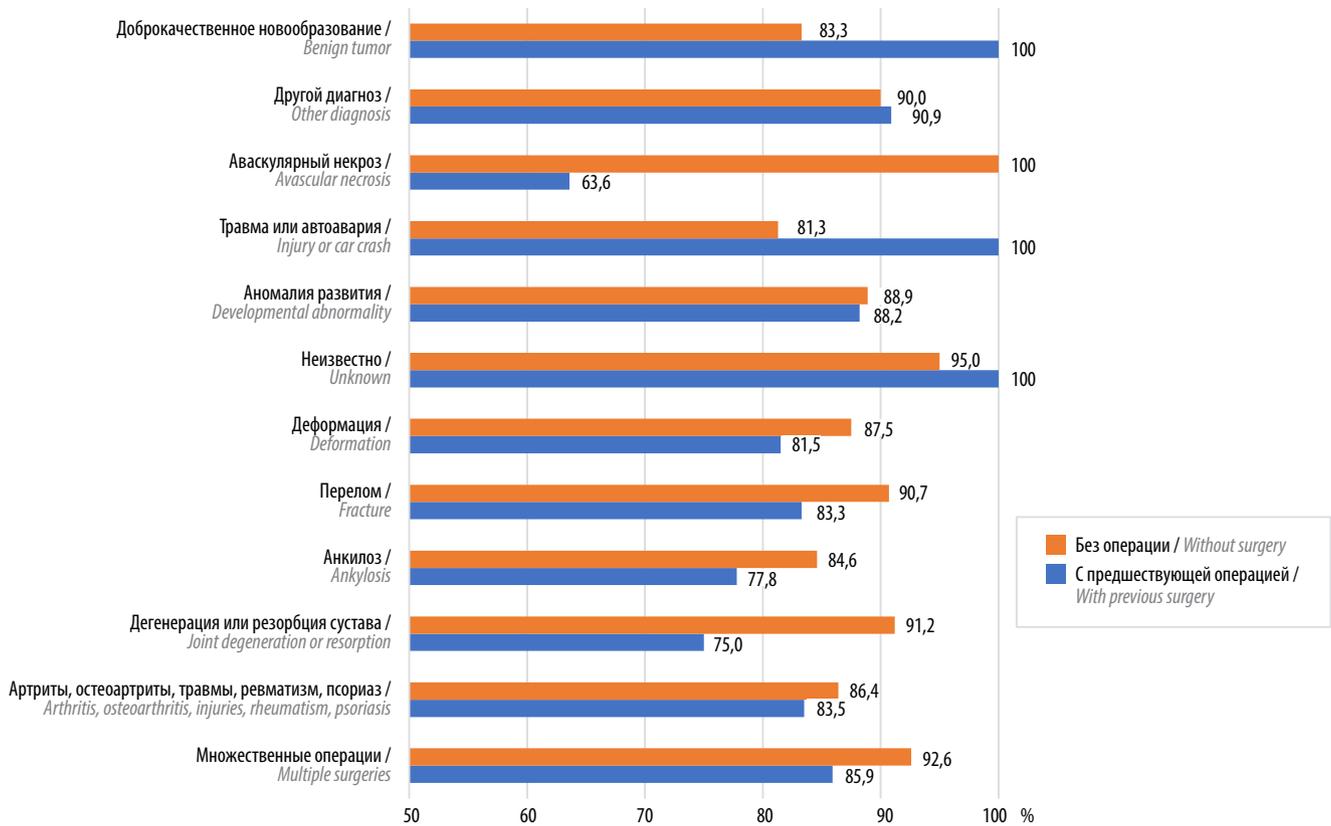


Рис. 3. Анализ выживаемости-функциональности протеза, стратифицированный по предоперационному диагнозу у пациентов с предшествующей операцией и без нее [23]

Fig. 3. Analysis of prosthesis survival and functional outcomes stratified by preoperative diagnosis in patients with previous surgery and without it [23]

Таблица 2. Наиболее частые причины повторных операций на височно-нижнечелюстном суставе [23]

Table 2. The most common reasons for repeat surgeries on the temporomandibular joint [23]

Причина / Cause	%
Фиброзный анкилоз / Fibrous ankylosis	23,2
Гетеротопическое костеобразование / Heterotopic ossification	17,7
Инфекционное заболевание / Infectious disease	14,3
Боль или отек / Pain or edema	12,2
Невринома / Neuroinoma	10,7
Разрушение элементов протеза / Destruction of prosthesis elements	8,9
Дислокация / Dislocation	5,4
Неправильная техника размещения / Incorrect placement technique	3,6
Реакция на инородное тело / Reaction to a foreign body	3,6

и удаление протеза. Наиболее частыми причинами повторных хирургических вмешательств оказались фиброзный анкилоз (23,2 %) и гетеротопическое образование костной ткани (17,7 %).

Стоит отметить, что текущие данные сопоставимы с зарегистрированными показателями при тотальном эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов, для которых показатель выживаемости-функциональности составил 95,9 и 97,2 % соответственно. Следовательно, эти данные свидетельствуют о высокой надежности подобной суставной пары (титановая суставная головка и суставная впадина из сверхвысокомолекулярного полиэтилена высокой плотности) для тотального протезирования ВНЧС [23].

Также интересна статистика частоты вывихов протезов суставного отростка нижней челюсти после тотального протезирования ВНЧС при использовании указанных систем открытого типа. Следует отметить, что мы не встретили работ, посвященных этой теме у онкологических пациентов.

В ходе исследования, проведенного Ноттингемской университетской клиникой, была изучена частота дислокаций систем тотального протезирования у пациентов после лечения терминальной стадии дегенеративных, воспалительных и анкилозирующих изменений [24]. В нем участвовали 102 пациента, которым с 2004 по 2013 г. было

выполнено тотальное протезирование ВНЧС. Система TMJ Biomet была установлена 5 пациентам, а система TMJ Concepts – 97. Пациенты были разделены на 2 группы: 1-я – те, кому выполнялась экзартикуляция ВНЧС (резекция суставной ямки височной кости с головкой мышечного отростка); 2-я – те, кто перенес экзартикуляцию ВНЧС с короноидэктомией (с дополнительной резекцией венечного отростка нижней челюсти). Частота дислокаций тотального протеза во 2-й группе составила 30 %, а в 1-й – 11 %. Результаты данного исследования свидетельствуют о том, что даже при относительно ограниченных резекциях структур ВНЧС в достаточно большом числе случаев (11–30 %) наступает дислокация элементов протеза сустава.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам анализа источников, посвященных тотальному протезированию ВНЧС, можно сказать, что история его развития была в основном процессом проб и ошибок. Это создало предпосылки для разработки новых материалов и методик. Принципы конструирования, а также многие материалы были впервые опробованы в области ортопедической хирургии, а затем нашли свое применение в области хирургии ВНЧС. В настоящее время «золотым стандартом» считаются эндопротезы суставной ямки, изготавливаемые из высокомолекулярного полимера, в то время как мышечный компонент и ветвь состоят из титана или кобальт-хромового сплава.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Yadav P., Roychoudhury A., Kumar R.D. et al. Total alloplastic temporomandibular joint replacement. *J Maxillofac Oral Surg* 2021;20(4):515–26. DOI: 10.1007/s12663-021-01628-8
- Alomar X., Medrano J., Cabratosa J. et al. Anatomy of the temporomandibular joint. *Semin Ultrasound CT MR* 2007;28(3):170–83. DOI: 10.1053/j.sult.2007.02.002
- Семкин В.А., Рабухина Н.А., Волков С.И. Анатомия височно-нижнечелюстного сустава. 2011. 24 с. Semkin V.A., Rabukhina N.A., Volkov S.I. Temporomandibular joint anatomy. 2011. 24 p. (In Russ.).
- McCoy R.J., Psutka D.J. Alloplastic temporomandibular total joint replacement. Diagnosing and managing temporomandibular joint conditions [Working title] 2024. DOI: 10.5772/intechopen.1004613
- Yoda T., Ogi N., Yoshitake H. et al. Clinical guidelines for total temporomandibular joint replacement. *Jpn Dent Sci Rev* 2020;56(1):77–83. DOI: 10.1016/j.jdsr.2020.03.001
- Епифанов С.А., Поляков А.П., Скудерин В.Д. Протезирование височно-нижнечелюстного сустава. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова 2018;13(2):141–5. Epifanov S.A., Polyakov A.P., Skuderin V.D. Temporomandibular joint prosthesis. *Vestnik Natsionalnogo mediko-khirurgicheskogo tsentra imeni N.I. Pirogova = Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center* 2018;13(2):141–5. (In Russ.).
- Mehrotra D., Kumar S., Mehrotra P. et al. Patient specific total temporomandibular joint reconstruction: a review of biomaterial, designs, fabrication and outcomes. *J Oral Biol Craniofac Res* 2021;11(2):334–43. DOI: 10.1016/j.jobcr.2021.02.014
- Borbon C., Zavattero E., Ramieri G., Gerbino G. Management of failed autogenous tissues temporomandibular joint reconstruction: case series and literature review. *Front Oral and Maxillofac Med* 2023;5:40. DOI: 10.21037/fomm-22-28
- Giannakopoulos H.E., Sinn D.P., Quinn P.D. Biomet microfixation temporomandibular joint replacement system: a 3-year follow-up study of patients treated during 1995 to 2005. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70(4):787–94. DOI: 10.1016/j.joms.2011.09.031
- Ruiz Valero C.A., Duran-Rodríguez G., Solano-Parra N., Castro-Núñez J. Immediate total temporomandibular joint replacement with TMJ concepts prosthesis as an alternative for ameloblastoma cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;72(3):646.e1–12. DOI: 10.1016/j.joms.2013.09.026
- Anderson S.R., Pak K.Y., Vincent A.G. et al. Reconstruction of the mandibular condyle. *Facial Plast Surg* 2021;37(6):728–34. DOI: 10.1055/s-0041-1726444
- De Casso C., Kwhaja S., Davies S. et al. Effect of temporal bone resection on temporomandibular joint function: a quality of life study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;142(1):85–9. DOI: 10.1016/j.otohns.2009.09.029
- Awad M.E., Altman A., Elrefai R. et al. The use of vascularized fibula flap in mandibular reconstruction; a comprehensive systematic review and meta-analysis of the observational studies. *J Craniomaxillofac Surg* 2019;47(4):629–41. DOI: 10.1016/j.jcms.2019.01.037
- Maeda M., Hirose M., Wada K. et al. Elucidating the masticatory function and oral quality of life according to the range of mandibulectomy. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol* 2018;30(3):220–4. DOI: 10.1016/j.ajoms.2018.01.004

15. Кропотов М.А., Соболевский В.А., Диков Ю.Ю. и др. Реконструкция височно-нижнечелюстного сустава при сегментарной резекции нижней челюсти с экзартикуляцией по поводу первичных и вторичных опухолей нижней челюсти. *Альманах клинической медицины* 2017;45(6):486–94. DOI: 10.18786/2072-0505-2017-45-6-486-494  
Kropotov M.A., Sobolevskiy V.A., Dikov Yu.Yu. et al. Temporomandibular joint's reconstruction after segmental mandibulectomy in patients with primary and secondary tumors of the mandible. *Al'manakh klinicheskoy meditsiny = Almanac of Clinical Medicine* 2017;45(6):486–94. (In Russ.). DOI: 10.18786/2072-0505-2017-45-6-486-494
16. Nicot R., Raoul G., Ferri J., Schlund M. Temporomandibular disorders in head and neck cancers: overview of specific mechanisms and management. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 2020;121(5):563–8. DOI: 10.1016/j.jormas.2020.01.007
17. De Meurechy N., Mommaerts M.Y. Alloplastic temporomandibular joint replacement systems: a systematic review of their history. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018;47(6):743–54. DOI: 10.1016/j.ijom.2018.01.014
18. Zoabi A., Redenski I., Oren D. et al. 3D printing and virtual surgical planning in oral and maxillofacial surgery. *J Clin Med* 2022;11(9):2385. DOI: 10.3390/jcm11092385
19. Mercuri L.G., Wolford L.M., Sanders B. et al. Custom CAD/CAM total temporomandibular joint reconstruction system: preliminary multicenter report. *J Oral Maxillofac Surg* 1995;53(2):106–15. DOI: 10.1016/0278-2391(95)90381-x
20. De Meurechy N., Braem A., Mommaerts M.Y. Biomaterials in temporomandibular joint replacement: current status and future perspectives – a narrative review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018;47(4):518–33. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.10.001
21. Elledge R., Mercuri L.G., Attard A. et al. Review of emerging temporomandibular joint total joint replacement systems. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2019;57(8):722–8. DOI: 10.1016/j.bjoms.2019.08.009
22. Véga L.G., González-García R., Louis P.J. Reconstruction of acquired temporomandibular joint defects. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2013;25(2):251–69. DOI: 10.1016/j.coms.2013.02.008
23. Granquist E.J., Bouloux G., Dattilo D. et al. Outcomes and survivorship of biomet microfixation total joint replacement system: results from an FDA postmarket study. *J Oral Maxillofac Surg* 2020;78(9):1499–508. DOI: 10.1016/j.joms.2020.04.021
24. Mustafa E.M., Sidebottom A. Risk factors and management of dislocation following total prosthetic TMJ replacement. *J Oral Maxillofac Surg* 2013;71(9):c26–7. DOI: 10.1016/j.joms.2013.06.047

#### Вклад авторов

А.А. Марьенко: получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание и редактирование текста статьи, формулировка выводов и заключения;

А.М. Мудунов, М.В. Болотин: обзор публикаций по теме статьи, редактирование статьи, анализ полученных данных;

Б.Г. Пхешхова, А.Ф. Батсев: написание и редактирование текста статьи, анализ полученных данных, формулировка выводов и заключения.

#### Authors' contributions

A.A. Marienko: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, review of publications on the article topic, article writing and editing, formulation of study conclusions;

A.M. Mudunov, M.V. Bolotin: review of publications on the article topic, article editing, analysis of the obtained data;

B.G. Pksheshkhova, A.F. Batsev: article writing and editing, analysis of the obtained data, formulation of study conclusions.

#### ORCID авторов / ORCID of authors

А.А. Марьенко / A.A. Marienko: <https://orcid.org/0000-0001-6679-2432>

А.М. Мудунов / A.M. Mudunov: <https://orcid.org/0000-0002-0918-3857>

М.В. Болотин / M.V. Bolotin: <https://orcid.org/0000-0001-7534-6565>

Б.Г. Пхешхова / B.G. Pksheshkhova: <https://orcid.org/0000-0003-1448-1733>

А.Ф. Батсев / A.F. Batsev: <https://orcid.org/0000-0002-1794-7247>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Funding.** The work was performed without external funding.

Статья поступила: 08.07.2024. Принята к публикации: 16.08.2024. Опубликовано онлайн: 11.09.2024.

Article submitted: 08.07.2024. Accepted for publication: 16.08.2024. Published online: 11.09.2024.