

КОРРЕКЦИЯ ВНУТРЕННИХ НАРУШЕНИЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОККЛЮЗИОННЫХ ШИН, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ CAD/CAM-ТЕХНОЛОГИЙ

DOI: 10.17691/stm2019.11.3.15

УДК 616.716.1/4-073.58-76

Поступила 3.06.2019 г.

© **Т.В. Чхиквадзе**, аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Медицинского института¹;
В.В. Бекреев, д.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Медицинского института¹;
Е.М. Рощин, к.м.н., стоматолог-ортопед²;
В.Д. Труфанов, к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Медицинского института¹;
Р.И. Юркевич, к.м.н., ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Медицинского института¹;
С.Ю. Иванов, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии³

¹Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198;²Клиника SDI Dent, ул. Флотская, 14, Москва, 125565;³Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991

Цель исследования — оценить возможности использования миорелаксирующих шин, изготовленных методом фрезерования (с помощью CAD/CAM-технологий) для коррекции внутренних нарушений височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС).

Материалы и методы. Обследовано 47 пациентов с вентральной дислокацией суставного диска ВНЧС с репозицией, у которых имелись нарушения артикуляции нижней челюсти. Всем больным проводилось аксиографическое исследование до, во время лечения (каждые 3 нед) и после его окончания. В 1-й группе пациентов (n=22) при лечении использовали миорелаксирующие шины, изготовленные в механическом артикуляторе, во 2-й (n=25) шины моделировались в виртуальном артикуляторе в соответствии с данными аксиографии.

Результаты лечения больных с подвывихом суставного диска ВНЧС миорелаксирующими шинами, изготовленными с применением механического и виртуального артикуляторов, показали, что в случае использования виртуального артикулятора частота ошибок при позиционировании виртуальных моделей в межрамочном пространстве артикулятора минимальна. Также выявлена более высокая точность расположения виртуальных моделей в соответствии с индивидуальным расположением суставных механизмов артикулятора. Разработана методика подгрузки индивидуальных суставных траекторий движений нижней челюсти при нарушениях ее артикуляции, которая позволяет значительно снизить погрешность моделирования шин, возникающую при использовании стандартной механической лицевой дуги с применением механических артикуляторов.

Заключение. У больных с вентральной дислокацией суставного диска с репозицией проводить лечение предпочтительнее с применением фрезерованных шин, изготовленных в виртуальном артикуляторе. Разработанный алгоритм подгрузки индивидуальных суставных траекторий движений нижней челюсти и окклюзионных контактов по данным аксиографии при моделировании миорелаксирующих шин позволяет улучшить качество лечения пациентов с нарушениями артикуляции.

Ключевые слова: внутренние нарушения ВНЧС; нарушения артикуляции нижней челюсти; окклюзионные миорелаксирующие шины; аксиография; суставные траектории; механический артикулятор; виртуальный артикулятор.

Как цитировать: Chkhikvadze T.V., Bekreev V.V., Roshchin E.M., Trufanov V.D., Yurkevich R.I., Ivanov S.Yu. Correction of internal disorders of the temporomandibular joint using muscle relaxation splints made with CAD/CAM technologies. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2019; 11(3): 111–116, <https://doi.org/10.17691/stm2019.11.3.15>

Для контактов: Чхиквадзе Тина Владимировна, e-mail: tchkhik@hotmail.com

Correction of Internal Disorders of the Temporomandibular Joint Using Muscle Relaxation Splints Made with CAD/CAM Technologies

T.V. Chkhikvadze, PhD Student, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Institute of Medicine¹;
V.V. Bekreev, MD, DSc, Associate Professor, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Institute of Medicine¹;
E.M. Roshchin, MD, PhD, Prosthodontist²;
V.D. Trufanov, MD, PhD, Associate Professor, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Institute of Medicine¹;
R.I. Yurkevich, MD, PhD, Assistant, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Institute of Medicine¹;
S.Yu. Ivanov, MD, DSc, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Maxillofacial Surgery³

¹Peoples' Friendship University of Russia, 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russia;

²SDI Dent Clinic, 14 Flotskaya St., Moscow, 125565, Russia;

³I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8/2 Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

The aim of the study was to evaluate possible applications of muscle relaxation splints made with a milling method (with CAD/CAM technologies) for correction of the temporomandibular joint (TMJ).

Materials and Methods. We studied 47 patients with TMJ disc displacement with reduction that causes the lower jaw articulation disorders. All patients underwent axiographic investigation before, in the course of (every 3 weeks), and after the treatment. In group 1 (n=22) we used muscle relaxation splints made in a mechanical articulator, in group 2 (n=25) splints were modeled in a virtual articulator in accordance with axiographic findings.

Results. The results of treating patients with subluxation of the TMJ articular disc with muscle relaxation splints made with mechanical and virtual articulators showed that the use of a virtual articulator resulted in minimal frequency of positioning errors in the articulator interframe space. The study also revealed that higher accuracy of location of virtual models in accordance with an individual location of joint mechanisms of an articulator. We developed a method of loading individual joint trajectories of the lower jaw when the articulation of the latter is impaired. It helped to considerably reduce inaccuracies of splint modeling that occur when a standard mechanical face bow made with mechanical articulators is used.

Conclusion. For patients with TMJ disc displacement with reduction treatment with milled splints made in a virtual articulator is more preferable. The developed algorithm of loading individual joint trajectories of the lower jaw movements and occlusion contacts according to axiographic findings during the process of modeling muscle relaxation splints can enhance the quality of treating patients with dearticulation.

Key words: TMJ internal disorders; lower jaw articulation disorders; occlusion, muscle relaxation splints; axiography; joint trajectories; mechanical articulator; virtual articulator.

Введение

Изменения артикуляции нижней челюсти в большинстве случаев возникают из-за нарушения целостности зубных рядов и патологии прикуса [1, 2]. Однако нередко пациенты обращаются за стоматологической помощью в связи с проблемами, вызванными внутренними нарушениями височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) с изменениями положения и движений суставного диска [2, 3].

В работах как отечественных, так и зарубежных исследователей предлагаются различные классификации внутренних нарушений ВНЧС, что обуславливает некоторые сложности как в диагностике, так и в лечении данной патологии. Основные, наиболее ча-

сто встречающиеся клиничко-морфологические группы нарушений функции ВНЧС были изучены в работах В.А. Хватовой [4]. При вывихе или подвывихе суставной диск находится в нефизиологическом положении относительно головки нижней челюсти. Диск может смещаться вперед, назад, медиально, латерально, вентромедиально и вентролатерально относительно головки нижней челюсти. Наиболее часто встречается передний вывих суставного диска — в 80–90% случаев. Различают смещения суставного диска с репозицией (вправляемые) и без репозиции (невправляемые).

Практический интерес при проведении диагностики и выборе эффективной терапии представляет классификация П.Г. Сысолятина, В.М. Безрукова и А.А. Ильина [5].

При внутренних поражениях ВНЧС, вызванных нарушениями окклюзии, терапией выбора является ортопедическое или ортодонтическое лечение, в частности окклюзионными шинами и накусочными пластинами.

Окклюзионная терапия шинами комплексно воздействует на всю зубочелюстную систему, включая зубы, жевательные мышцы и все структуры ВНЧС [6].

В связи с тем, что распространенность внутренних нарушений ВНЧС остается высокой, а единое мнение по выбору терапевтической тактики отсутствует, **целью работы** явилось изучение эффективности мио-релаксирующих шин, разработанных на основе новых современных методов — CAD/CAM-технологии.

Материалы и методы

Обследовано 47 пациентов с нарушениями артикуляции нижней челюсти, из них 40 женщин и 7 мужчин в возрасте 23–39 лет. У всех были выявлены внутренние нарушения ВНЧС в виде вентральной дислокации суставного диска с репозицией и болезненностью жевательных мышц. Клиническое обследование проводилось в соответствии с международным протоколом [3].

При клиническом обследовании основной жалобой было наличие шумов в виде щелчка или хруста при движениях нижней челюсти — у 45 пациентов из 47 (95,7%). Затруднения при открывании рта испытывали 29 человек из 47 (61,7%), наличие болевого синдрома в области ВНЧС отмечали 34 из всех обследованных (72,3%). Почти у половины больных (22 пациента, 46,8%) выявлено снижение амплитуды открывания рта до 3,2–4,0 см.

При клиническом осмотре щелчок или хруст во время открывания/закрывания рта, при движении нижней челюсти вперед, при боковых ее смещениях и (или) протрузии, а также при пальпации области ВНЧС определялись у всех пациентов.

Для выявления морфологических изменений в суставах, определения положения суставного диска и последующей постановки диагноза проводили МРТ. Для оценки ширины суставной щели, высоты расположения, симметричности головок нижней челюсти, состояния их кортикального слоя использовали конусно-лучевую компьютерную томографию (КЛКТ).

При анализе данных, полученных после проведения МРТ, у пациентов обеих групп выявлено изменение положения суставного диска ВНЧС при закрытом рте в виде вентральной дислокации суставного диска с репозицией. На КЛКТ определялись косвенные признаки смещения суставного диска ВНЧС в виде сужения суставной щели и асимметрии расположения головок нижней челюсти.

Регистрацию и анализ суставных траекторий при движениях нижней челюсти осуществляли на оптическом электронном аксиографе Dentograf (Prosystem, Россия).

Этот аппарат нового поколения предназначен для комплексной функциональной диагностики артикуляции нижней челюсти. Он компактен и прост в обращении, использует в своей работе камеру. Dentograf применяется для внеротовой регистрации движений нижней челюсти и состоит из следующих комплектующих (см. рисунок):

1) компьютера для электронной регистрации и последующего анализа движений нижней челюсти;

2) трехмерной камеры, обеспечивающей контроль всех движений и траекторий. Среднеквадратичное отклонение результатов измерений оптической системы составляет примерно 1 мкм. Для обеспечения максимальной точности измерений система способна одновременно контролировать положение более чем 400 точек, расположенных на специальных маркерах;

3) специальных маркеров, позволяющих проводить исследование практически при любой патологии зубных рядов (глубокое резцовое перекрытие, пациенты с брекет-системами): один центральный датчик для определения индивидуального положения протетической плоскости и два боковых (один боковой маркер крепится к зубу верхней челюсти, другой — к зубу нижней челюсти).

Специально разработанное для аксиографа программное обеспечение позволяет проводить комплексную обработку полученных при обследовании данных. Применение предложенной компьютерной программы дает возможность:

подгрузить результаты КЛКТ в виртуальный артикулятор для создания виртуальных моделей челюстей; перенести виртуальные модели обеих челюстей в виртуальный артикулятор;

объединить виртуальные модели челюстей и траектории их движения с визуализацией в виртуальном артикуляторе;

определить пространственное расположение нижней челюсти;

произвести выгрузку виртуальных моделей в используемый артикулятор (Exocad, Zirkozahn, InLab, Ceramill);

осуществить гипсовку моделей в механический артикулятор по данным КЛКТ;



Электронный аксиограф Dentograf (Prosystem, Россия)

установить специальный алгоритм работы с виртуальными моделями, позволяющий перемещать их в любых заданных направлениях смещения.

Записано и проанализировано 229 аксиограмм, на которых при проведении функциональных проб: «открывание и закрывание рта», «движение вперед» и «боковые движения нижней челюсти вправо-влево» — выявлялись характерные суставные траектории и признаки, специфические для подвывиха суставного диска. Сканирование моделей челюстей выполняли на лабораторном сканере S600 ARTI (Zirkonzahn, Германия). С целью контроля результатов лечения повторное аксиографическое исследование проводили каждые три недели.

У 17 пациентов из 47 (36,2%) на аксиограммах выявлено укорочение траекторий суставного пути при открывании рта (менее 11 мм), протрузии нижней челюсти (менее 10 мм) и при боковых движениях (менее 8 мм). У 38 пациентов из 47 (80,9%) отмечено отсутствие симметричности в движении головок нижней челюсти справа и слева. При центральном положении обеих головок у пациентов с наличием подвывиха одного из суставных дисков движение суставных мыщелков при открывании рта начиналось синхронно; при вправлении диска на аксиограммах появлялось зигзагообразное искажение суставной траектории и асинхронность в движениях головок нижней челюсти.

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (2013) и одобрено Этическим комитетом Российского университета дружбы народов. От каждого пациента получено информированное согласие.

Части пациентов (1-я группа, n=22) проводили лечение окклюзионными миорелаксирующими шинами, которые моделировали в механическом артикуляторе Artex CR (Amann Girschbach AG, Австрия); для других больных (2-я группа, n=25) миорелаксирующие шины были изготовлены методом фрезерования с использованием фрезерного станка Coritex 350 (Imes-Icoce, Германия). Механические и виртуальные артикуляторы, в которых проводилась моделировка окклюзионных шин, настраивали по индивидуальным параметрам на основании данных аксиографии.

Методика изготовления окклюзионных миорелаксирующих шин методом фрезерования включала следующие этапы:

- 1) изготовление гипсовых моделей челюстей по полученным двухслойным силиконовым оттискам;
- 2) перенос моделей челюстей в виртуальный артикулятор по показаниям электронной лицевой дуги (Prosystom) и регистрата центрального соотношения по данным электронной аксиографии;
- 3) оптическое сканирование гипсовых моделей челюстей;
- 4) моделирование шины в программе Exocad;
- 5) фрезерование окклюзионной миорелаксирующей шины по полученному stl-файлу;
- 6) финишная обработка и полировка шины.

Изготовление окклюзионных миорелаксирующих шин с использованием механического артикулятора проводилось по следующей методике:

- 1) снятие двухслойных силиконовых оттисков и отливка моделей;
- 2) использование механической лицевой дуги Artex CR (Amann Girschbach AG, Австрия);
- 3) гипсовка моделей в артикулятор Artex CR с использованием механической лицевой дуги;
- 4) моделирование и изготовление окклюзионной шины из бесцветной пластмассы холодной полимеризации.

Результаты

Для 1-й группы пациентов (n=22) окклюзионные миорелаксирующие шины были изготовлены в механическом артикуляторе. После снятия двухслойных силиконовых оттисков проводилась гипсовка моделей с использованием механической лицевой дуги Girschbach. Артикулятор настраивался по индивидуальным данным после электронной аксиографии, осуществлялась настройка суставных механизмов и программируемого режцового столика.

Для 2-й группы пациентов (n=25) окклюзионные миорелаксирующие шины были изготовлены с использованием виртуального артикулятора. После снятия двухслойных силиконовых оттисков и отливки гипсовых моделей проводилось сканирование полученных моделей с целью перевода их в цифровой формат. Далее данные виртуальных моделей подгружались в программу аксиографа и объединялись с данными КЛКТ по ориентирам зубных рядов. Это было необходимо для индивидуализации расположения зубных рядов относительно суставных головок. Данные, полученные после электронной лицевой дуги (Prosystom, Россия) — наклон моделей в пространстве, — использовались для последующего размещения моделей в виртуальном артикуляторе по программе моделировщика Exocad, в которой техник моделировал окклюзионные шины.

При подобном положении программа имеет возможность воспроизвести в трехмерном пространстве положение виртуального зубного ряда относительно шарнирной оси и режцового упора. После этого в программу вводили индивидуальные для каждого пациента значения углов движения нижней челюсти (углы Беннета), суставного пути, немедленного бокового сдвига, протрузии, ретрузии и боковых движений (латеротрузии) нижней челюсти, которые определялись на основании данных электронной аксиографии. Окклюзионные контакты в каждом отдельном случае автоматически маркировались градиентом цвета.

Повторное аксиографическое исследование проводили каждые три недели с целью оценки изменений в артикуляции нижней челюсти, в положении и движениях суставного диска. У 40 из 47 пациентов (85,1%)

на фоне лечения миорелаксирующими окклюзионными шинами при динамическом наблюдении регистрация суставных траекторий движений нижней челюсти не выявила аксиографических признаков подвывиха суставного диска, что свидетельствует о его вправлении. Таким образом, эффективность лечения в целом составила 85,1%. Однако во 2-й группе больных с фрезерованными миорелаксирующими шинами эффективность их применения была выше и составила 88%, т.е. признаки подвывиха суставного диска при проведении повторной аксиографии не определялись у 22 пациентов из 25. В 1-й группе этот показатель составил 81,8%, т.е. отсутствие имевшихся ранее признаков подвывиха суставного диска выявлено у 18 из 22 больных.

Обсуждение

При окклюзионной терапии внутренних нарушений ВНЧС в основном используются следующие виды шин: миорелаксирующие, обеспечивающие снижение мышечного тонуса с установлением суставных головок в центрическое положение [7]; стабилизирующие, фиксирующие новое положение нижней челюсти после нормализации тонуса мышц и уменьшающие проявления дисфункции ВНЧС [8]; разобщающие; репозиционные, устанавливающие головки нижней челюсти в правильное положение, которые делятся на протрузионные и дистракционные [9, 10].

Применение виртуальных технологий открывает новые возможности в диагностике и лечении различных нарушений функции ВНЧС [11, 12]. Использование виртуального артикулятора позволяет получать 3D-изображения ВНЧС, а также оценивать состояние статической и динамической окклюзии [13, 14].

Эффективность терапии фрезерованными окклюзионными шинами обусловлена повышением точности их изготовления на промежуточных клинических и лабораторных этапах. Фрезерованные окклюзионные шины моделируются в виртуальном артикуляторе. Повысить точность позиционирования виртуальных моделей в артикуляторе удалось за счет использования индивидуальных данных КЛКТ пациента. С помощью дополнительного модуля КТ аксиографа Dentograf измерялось расстояние от резцов верхней челюсти до суставных головок нижней челюсти с последующим переносом полученных данных в виртуальный артикулятор. При этом ориентировались на три показателя: межрезцовую точку в области режущего края центральных резцов верхней челюсти и обе головки нижней челюсти. Это позволяло размещать модели в артикуляторе с высокой степенью точности и с учетом индивидуального расстояния от верхней челюсти до суставных мыщелков нижней челюсти, что очень затруднительно в случае использования среднеанатомических лицевых дуг.

Таким образом, с применением дополнительного модуля КТ появляется возможность более эффектив-

но осуществлять размещение моделей челюстей в пространстве виртуального артикулятора — с учетом их индивидуальных особенностей — и контролировать трехмерное расположение с учетом состояния ВНЧС. Данная методика является наиболее точной по сравнению с использованием механических лицевых дуг. В случае необходимости при моделировке окклюзионной шины с зубными направляющими мы использовали разработанный нами алгоритм подгрузки траекторий движений нижней челюсти.

С этой целью на первом этапе в стоматологической клинике с помощью аксиографа регистрируются траектории движений нижней челюсти. Затем полученные данные в электронном формате подгружаются в программу Exocad для моделирования техником миорелаксирующей шины с учетом индивидуального положения и движений нижней челюсти. Данные нововведения в виде индивидуализации движений нижней челюсти каждого пациента позволили повысить эффективность и качество изготовления окклюзионных миорелаксирующих шин, применявшихся нами для лечения внутренних нарушений ВНЧС.

При сравнении результатов лечения в обеих группах больных было выявлено преимущество применения виртуального артикулятора для высокоточного изготовления миорелаксирующих шин у пациентов с внутренними нарушениями ВНЧС. В случае использования механической лицевой дуги ошибки при изготовлении шин возникают достаточно часто [15, 16]. Погрешности связаны с тем, что при размещении моделей в механическом артикуляторе в процессе их гипсования ориентиром является верхняя рама артикулятора. Расстояние от суставных механизмов до моделей не всегда совпадает с индивидуальными данными пациентов. Любое смещение моделей (вверх или вниз от верхнего края рамы) приводит к изменению функциональных проб, так как меняется расстояние между моделью и суставным механизмом артикулятора. Это имеет особое значение при изготовлении лечебных окклюзионных шин для пациентов с внутренними нарушениями ВНЧС. В то же время механические лицевые дуги обычно располагаются на лице пациента с учетом кожных ориентиров камперовской или франкфуртской плоскостей. Кожные и костные ориентиры имеют расхождения, что повышает погрешность в измерениях.

При использовании виртуального артикулятора для изготовления лечебных окклюзионных миорелаксирующих шин отмечены минимальное число ошибок при переносе модели верхней челюсти в артикулятор и максимально высокая точность расположения виртуальных моделей в артикуляторе согласно индивидуальным параметрам пациента. Таким образом, на этапе размещения моделей в артикуляторе нам удалось значительно уменьшить погрешность, которая возникала при использовании лицевой дуги.

Заключение

Применение фрезерованных миорелаксирующих шин для лечения подвывиха суставного диска предпочтительнее, чем использование шин, изготовленных в механическом артикуляторе (эффективность терапии — 88 и 81,8% соответственно).

Разработанный алгоритм моделирования миорелаксирующих шин с подгрузкой суставных траекторий движения нижней челюсти с зубными направляющими дает возможность значительно улучшить качество этих шин.

Использование виртуального артикулятора для изготовления миорелаксирующих шин позволяет формировать их в строгом соответствии с индивидуальными параметрами пациента. С его применением появляется новая возможность моделировать миорелаксирующие шины с учетом индивидуальных траекторий движений нижней челюсти, что повышает эффективность лечения пациентов с внутренними нарушениями ВНЧС.

Финансирование исследования и конфликт интересов. Исследование не финансировалось какими-либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

Литература/References

1. Арсенина О.И., Попова А.В., Гус Л.А. Значение окклюзионных нарушений при дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. *Стоматология* 2014; 93(6): 64–67. Arsenina O.I., Popova A.V., Gus L.A. The role of occlusal disorders in development of temporomandibular joint dysfunction. *Stomatologia* 2014; 93(6): 64–67.
2. Артюшкевич А.С. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава. Современная стоматология 2014; 1(58): 11–14. Artyushkevich A.S. Disorders of the temporomandibular joint. *Sovremennaya stomatologiya* 2014; 1(58): 11–14.
3. Schiffman E., Ohrbach R. Executive summary of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders for clinical and research applications. *J Am Dent Assoc* 2016; 147(6): 438–445, <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.01.007>.
4. Хватова В.А. Клиническая гнатология. М: Медицина; 2005. Khvatova V.A. *Klinicheskaya gnatologiya* [Clinical gnathology]. Moscow: Meditsina; 2005.
5. Сысолятин П.Г., Ильин А.А., Дергилев А.П. Классификация заболеваний и повреждений височно-нижнечелюстного сустава. М: Медицинская книга; Н. Новгород: Издательство НГМА; 2001. Sysolyatin P.G., Il'in A.A., Dergilev A.P. *Klassifikatsiya zabolevaniy i povrezhdeniy visochno-nizhnechelyustnogo sustava* [Classification of diseases and injuries of the temporomandibular joint]. Moscow: Meditsinskaya kniga; Nizhny Novgorod: Izdatel'stvo NGMA; 2001.
6. Яременко А.И., Королев В.О., Ковалев М.И. Современный алгоритм диагностики и лечения заболеваний ВНЧС. *Институт стоматологии* 2017; 3(76): 38–41. Yaremenko A.I., Korolev V.O., Kovalev M.I. Modern algorithm for diagnostic and treatment of TMJ pathology. *Institut stomatologii* 2017; 3(76): 38–41.
7. Хватова В.А., Чикунов С.О. Окклюзионные шины (современное состояние проблемы). М: Медицинская книга; 2010. Khvatova V.A., Chikunov S.O. *Okklyuzionnye shiny (sovremennoe sostoyanie problemy)* [Occlusal splints (current state of the problem)]. Moscow: Meditsinskaya kniga; 2010.
8. Meirelles L., Cunha Matheus Rodrigues Garcia R. Influence of bruxism and splint therapy on tongue pressure against teeth. *Cranio* 2016; 34(2): 100–104, <https://doi.org/10.1179/2151090315y.0000000010>.
9. Адоньева А.В., Ильин А.А., Щелкунов К.С. Репозиционная сплит-терапия в комплексном лечении вправляемого смещения суставного диска височно-нижнечелюстного сустава. *Journal of Siberian Medical Sciences* 2015; 2: 22. Adonyeva A.V., Ilyin A.A., Shchelkunov K.S. Repositioning splint-therapy in complex treatment of fitting migration of joint disk of temporal and mandibular joint. *Journal of Siberian Medical Sciences* 2015; 2: 22.
10. Alqutaibi A.Y., Aboalrejal A.N. Types of occlusal splint in management of temporomandibular disorders (TMD). *J Arthritis* 2015; 4: 176, <https://doi.org/10.4172/2167-7921.1000176>.
11. Хауштайн Ф., Вайе Ш., Хауштайн Н. Фрезерованные шины в эпоху электронного измерения височно-нижнечелюстного сустава. *Dental Magazine* 2016; 5(149): 48–51. Haustein F., Weihe S., Haustein N. Milled tires in the era of the electronic measurement of the temporomandibular joint. *Dental Magazine* 2016; 5(149): 48–51.
12. Koralakunte P.R., Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(7): ZE25–ZE28, <https://doi.org/10.7860/jcdr/2014/8929.4648>.
13. Luthra R.P., Gupta R., Kumar N., Mehta S., Sirohi R. Virtual articulators in prosthetic dentistry: a review. *J Adv Med Dent Scie Res* 2015; 3(4): 117–121.
14. Solaberrieta E., Etxaniz O., Minguez R., Gorozika J., Barrenetxea L., Sierra E. Virtual production of dental prostheses using a dental virtual articulator. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)* 2014; 9(1): 19–30, <https://doi.org/10.1007/s12008-013-0203-2>.
15. Николаев Ю.М., Гаспарян А.С. Применение артикуляторов для достижения оптимальных функциональных и эстетических результатов в клинике ортопедической стоматологии. *Проблемы стоматологии* 2012; 2: 65–67. Nikolaev Y.M., Gasparyan A.S. Using articulators to achieve optimal functional and esthetic results clinic orthopedic stomatology. *Problemy stomatologii* 2012; 2: 65–67.
16. Anh J.W., Park J.M., Chun Y.S., Kim M., Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod* 2016; 46(1): 3–12, <https://doi.org/10.4041/kjod.2016.46.1.3>.