

УДК: 616.724-008.6-07:004

Застосування оклюзійних шин, виготовлених за допомогою програми «EXOCAD» з використанням віртуального артикулятора, налаштованого за результатами електронної аксіографії, для лікування дисфункційних порушень скронево-нижньощелепного суглоба

The Use of Occlusal Splints, Made Using the Program «EXOCAD» Using a Virtual Articulator, Adjusted by the Results of Electronic Axiography, for the Treatment of Dysfunctional Disorders of the TMJ



Костюк Т.М.¹, канд. мед. наук, доц.,
Симоненко Р.В.¹, канд. мед. наук, доц., ас.,
Етніс Л.О.², лікар-стоматолог.

¹Національний медичний університет імені
О.О. Богомольця

²Стоматологічний медичний центр НМУ
імені О.О. Богомольця

Kostiuk T.M.¹, Symonenko R.V.¹, Etnis L.O.²,

¹Bogomolets National Medical University

²Stomatological Medical Center of Bogomolets
National Medical University

Адреса для кореспонденції:

Симоненко Рената Володимирівна

e-mail: renataunting@gmail.com

Мета: Оцінити можливості використання міорелаксуючих шин, змодельованих у програмі «EXOCAD» з використанням віртуального артикулятора та виготовлених методом 3D-друку, для лікування дисфункційних порушень скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС). шляхом порівняння їх з аналогічними шинами, виготовленими за класичною технологією. **Методи:** На кафедрі ортопедичної стоматології НМУ імені О.О. Богомольця ми обстежили 38 пацієнтів, у яких були порушення оклюзійних співвідношень щелеп та клінічні прояви дисфункції СНЩС (вентральна дислокація суглобового диска СНЩС з репозицією). Пацієнтам було проведено аксіографічне дослідження до, під час лікування (через місяць) і після його закінчення. У 1-й клінічній групі пацієнтів (n=24) при лікуванні використовували міорелаксуючі шини, виготовлені в механічному артикуляторі, у 2-й клінічній підгрупі (n=14) міорелаксуючі шини моделювалися в віртуальному артикуляторі відповідно до даних аксіографії. **Результати:** Аналіз результатів лікування, отриманих у пацієнтів з дисфункцією СНЩС, в процесі якого застосовували міорелаксуючі шини, виготовлені за допомогою механічного та віртуального артикуляторів, показав, що в разі використання віртуального артикулятора оклюзійна поверхня відмодельована детальніше, а межі шини точніші, тому кількість необхідних корекцій мінімальна. Також досягнуто значно вищої точності виготовлення за допомогою 3D-друку, що зменшує ризики похибки на етапі перенесення відмодельованої оклюзійної поверхні на готову конструкцію. Розроблена методика аналізу індивідуальних суглобових траєкторій рухів нижньої щелепи при порушеннях її артикуляції, яка дозволяє значно знизити похибку моделювання шин, що виникає при використанні стандартної механічної лицьової дури з застосуванням механічних артикуляторів. **Висновки:** Хворих з дисфункцією СНЩС (вентральна дислокація суглобового диска з репозицією) краще лікувати із застосуванням друкованих шин, виготовлених у віртуальному артикуляторі. Розроблений алгоритм аналізу індивідуальних суглобових траєкторій рухів нижньої щелепи та оклюзійних контактів за даними аксіографії при моделюванні міорелаксуючих шин дозволяє покращити якість лікування пацієнтів з дисфункційними станами СНЩС.

Ключові слова: дисфункція СНЩС, міорелаксуючі шини, аксіографія, суглобові траєкторії, механічний артикулятор, віртуальний артикулятор.

Purpose: The aim of the study was to evaluate the use of 3D printed muscle relaxation splints made with EXOCAD software using virtual articulator module for the treatment of dysfunctional disorders of the temporomandibular joint (TMJ). **Methods:** At the Department of Orthopedic Dentistry, Bogomolets National Medical University we examined 38 patients who had disorders of the occlusal ratios of the jaws and clinical manifestations of dysfunction of the TMJ (ventral dislocation of the joint disk of the TMJ with reposition). Patients underwent axiographic examination before, during treatment (one month), and after its termination. In the 1st clinical group of patients (n=24), the muscle relaxant tires made in the mechanical articulator were used in the treatment, in the 2nd clinical subgroup (n=14) the muscle relaxers were modeled in the virtual articulator according to the axiography data. **Results:** The results of treating patients with subluxation of the TMJ articular disc with muscle relaxation splints made with mechanical and virtual articulators

shown that the use of a virtual articulator resulted in minimal frequency of positioning errors in the articulator interframe space. We developed a method occlusal surface modeling using virtual articulator with loaded individual parameters of the lower jaw movements. It helped to considerably reduce inaccuracies of splint modeling that occur when a standard mechanical face bow with mechanical articulators is used. **Conclusions:** In patients with TMJ dysfunction (ventral dislocation of the articular disc with reposition), treatment is better with the use of printed tires made in the virtual articulator. The algorithm of the analysis of individual joint trajectories of the mandibular movements according to the axiography data and occlusal contacts in the modeling of muscle relaxing splints allows to improve the quality of treatment of patients with dysfunction conditions of the TMJ.

Key words: dysfunction of the TMJ, muscle relaxing tires, axiography, joint trajectories, mechanical articulator, virtual articulator.

ВСТУП

Функціональні розлади жувального апарату посідають третє місце серед всіх стоматологічних патологій після карієсу і захворювань пародонту. Зміна артикуляції нижньої щелепи здебільшого виникає внаслідок порушення цілісності зубних рядів і патології прикусу [1, 2]. Однак нерідко пацієнти звертаються за стоматологічною допомогою через проблеми, спричинені внутрішніми порушеннями скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС), змінами положення і рухів суглобового диска [2, 3, 13]. При вивиху або підвивиху суглобовий диск знаходиться у нефізіологічному положенні щодо головки нижньої щелепи. Диск може зміщуватися вперед, назад, медіально, латерально, вентромедіально і вентролатерально щодо головки нижньої щелепи [4, 5]. Водночас передній вивих суглобового диска спостерігається у 80-91% випадків. Незважаючи на велику кількість робіт з діагностики та лікування цих порушень, єдиної стратегії серед дослідників досі не визначено [7, 12, 13]. При внутрішніх ураженнях СНЩС, спричинених порушеннями оклюзії, терапією вибору є ортопедичне або ортодонтичне лікування, зокрема оклюзійними шинами та накушувальними пластинами [11, 12]. Оклюзійна терапія шинами комплексно впливає на весь зубощелепний

апарат, зокрема зуби, жувальні м'язи та всі структури СНЩС [6, 9, 10, 13].

У зв'язку з тим, що поширеність дисфункційних станів СНЩС залишається високою, а єдина думка щодо вибору терапевтичної тактики при лікуванні таких пацієнтів відсутня, є доцільним пошук нових напрямків лікування цієї патології.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

З метою вивчення ефективності міорелаксуючих шин, розроблених на основі нових сучасних методів моделювання з використанням віртуального артикулятора та 3D-друку було проведено дослідження кафедрою ортопедичної стоматології НМУ імені О.О. Богомольця разом з лабораторією комп'ютерного моделювання та цифрової стоматології Стоматологічного медичного центру НМУ імені О.О. Богомольця. Репрезентативний контингент пацієнтів нараховував 38 осіб (табл. 1). У всіх пацієнтів спостерігалась дисфункція СНЩС (вентральна дислокація суглобового диска з репозицією і болями в жувальних м'язах). Клінічне обстеження пацієнтів проводили відповідно до міжнародного протоколу [3]. Під час обстеження основною скаргою пацієнтів були шуми у вигляді клацання або хрускоту при рухах нижньої щелепи – у 37 пацієнтів (97,4%). Скутість та дискомфорт в ділянці СНЩС при відкриванні рота відчували 19 осіб (50%), наявність больового син-

дрому у ділянці СНЩС відзначали 26 з усіх обстежених (68,4%), у 21 пацієнта (55,3%) виявлено зниження амплітуди відкривання рота до 3,6-4,0 см. Від кожного пацієнта отримано інформовану згоду.

При клінічному огляді клацання або хрускіт під час відкривання/закривання рота, при русі нижньої щелепи вперед, при бічних її зміщеннях і (або) протрузії, а також при пальпації ділянки СНЩС визначалися у всіх пацієнтів. Клінічний індекс дисфункції таких пацієнтів становив 15-25 балів.

Для виявлення морфологічних змін у суглобах, визначення положення суглобового диска та подальшого встановлення діагнозу проводили МРТ. При аналізі даних, отриманих після МРТ дослідження, у пацієнтів обох клінічних груп виявлена зміна положення суглобового диска СНЩС при закритому роті у вигляді вентральної дислокації суглобового диска з репозицією. А також – непрямі ознаки зміщення суглобового диска СНЩС у вигляді звуження суглобової щілини та асиметрії розташування головок нижньої щелепи.

Реєстрацію та аналіз суглобових траєкторій при рухах нижньої щелепи здійснювали за допомогою електронного аксіографа CADIAX diagnostic (GAMMA Medizinisch-wissenschaftliche Fortbildungs-GmbH, Австрія). Цей апарат нового покоління призначений для позаротової реєстрації рухів нижньої щелепи та комплексної функціональ-

ної діагностики артикуляції. Спеціально розроблене для аксіографа програмне забезпечення дозволяє проводити комплексну обробку отриманих при обстеженні даних. Комп'ютерна програма дає можливість записати і проаналізувати 78 аксіограм, на яких при проведенні функціональних проб «відкривання і закривання рота», «рух вперед» і «бічні рухи нижньої щелепи вправо-вліво» виявлялися характерні суглобові траєкторії і ознаки, специфічні для підвивиху суглобового диска. З метою контролю результатів лікування повторно аксіографічне дослідження проводили раз на місяць. У 16 пацієнтів з 38 (42,1%) на аксіограмах виявили вкорочення траєкторій суглобового шляху при відкриванні рота (менше 10 мм), протрузії нижньої щелепи (менше 8 мм) і при бічних рухах (менше 7 мм). У 32 пацієнтів (84,2%) відзначено асиметричність в русі головок нижньої щелепи справа та зліва. При центральному положенні обох головок у пацієнтів з наявністю підвивиху одного з суглобових дисків рух суглобових головок при відкриванні рота починався синхронно; при вправленні диска на аксіограмах з'являлося зигзагоподібне спотворення суглобової траєкторії і асинхронність в рухах головок нижньої щелепи. Частині пацієнтів (I клінічна група, n=24) проводили лікування оклюзійними міорелаксуючими шинами, які моделювали в механічному артикуляторі Artex CR (Amann Girrbach AG, Німеччина); для інших хворих (II клінічна група, n=14) міорелаксуючі шини виготовили методом 3D-друку з вико-

ристанням віртуального моделювання у програмі «EXOCAD». Механічні та віртуальні артикулятори, в яких моделювали оклюзійні шини, налаштовували за індивідуальними параметрами на підставі даних аксіографії. Сканування моделей щелеп виконували на лабораторному сканері Identica Light (Medit, Південна Корея).

Програмне забезпечення «EXOCAD» дозволяє моделювати різні зубні протези з високою прецизійністю. За допомогою модуля віртуального артикулятора «EXOCAD» можна:

- перенести віртуальні моделі обох щелеп у віртуальний артикулятор після 3D-сканування моделей у механічному артикуляторі;
- об'єднати віртуальні моделі щелеп і траєкторії їх руху з візуалізацією в віртуальному артикуляторі;
- провести завантаження віртуальних моделей у віртуальний аналог використовуюваного механічного артикулятора;

Корекція внутрішніх порушень СНЩС шинами, виготовленими в програмі «EXOCAD», дозволяє встановити спеціальний алгоритм роботи з віртуальними моделями, що дає змогу переміщати їх в будь-яких заданих напрямках зміщення.

Методика виготовлення оклюзійних міорелаксуючих шин методом 3D-друку складалася з таких етапів:

- 1) виготовлення гіпсових моделей щелеп за отриманим двошаровим силіконовим відбитком;
- 2) перенесення моделей щелеп у механічний артикулятор за даними

реєстратів лицевої дуги та центрального співвідношення;

- 3) оптичне сканування гіпсових моделей щелеп у механічному артикуляторі;
- 4) моделювання шини в програмі EXOCAD із застосуванням модуля віртуального артикулятора із налаштуванням його за даними електронної аксіографії;
- 5) 3D-друк оклюзійної міорелаксуючої шини за отриманим stl-файлом за допомогою 3D-принтера Form 2 (Formlabs, США);
- 6) фінішна обробка та полірування шини.

Виготовлення оклюзійних міорелаксуючих шин з використанням механічного артикулятора проводилося за такою методикою:

- 1) зняття двошарових силіконових відбитків і відливка моделей;
- 2) використання механічної лицевої дуги Artex CR (Amann Girrbach AG, Німеччина);
- 3) гіпсування моделей в артикуляторі Artex CR з використанням механічної лицевої дуги;
- 4) моделювання та виготовлення оклюзійної шини з безбарвної пластмаси.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для I клінічної групи пацієнтів (n=24) оклюзійні міорелаксуючі шини були виготовлені в механічному артикуляторі. Після зняття двошарових силіконових відбитків проводили гіпсування моделей з використанням механічної лицевої дуги Girrbach. Артикулятор налаштовували за індивідуальними даними після електронної аксіографії, здійснювали настроювання суглобових механізмів та різцевого столика для програмування.

1. Таблиця Кількість обстежених пацієнтів

Клінічні групи	Разом	Жінки		Чоловіки	
		Абс.	%	Абс.	%
I	24	18		6	
II	14	9		5	
Загалом	38	27		11	

Для II клінічної групи пацієнтів (n=14) оклюзійні міорелаксуючі шини виготовляли з використанням віртуального артикулятора. Після зняття двошарових силіконових відбитків і відливання гіпсових моделей проводили 3D-сканування отриманих моделей для переведення їх у цифровий формат. Далі дані віртуальних моделей завантажували в програму «EXOCAD». Дані електронної аксіографії використовували для налаштування симуляції рухів нижньої щелепи у віртуальному артикуляторі програми «EXOCAD», в якій проводили моделювання оклюзійної шини (мал.1). Для цього в програму вводили індивідуальні для кожного пацієнта значення параметрів рухів нижньої щелепи (кути Бенетта, кут сагітального суглобового шляху, значення негайного бічного зміщення), а також параметри розмикання зубних рядів. В процесі моделювання проводили віртуальне переміщення нижньої щелепи відповідно до шуканого терапевтичного положення (мал. 2). Оклюзійні контакти в кожному окремому випадку автоматично маркували градієнтом кольору (мал. 3). Повторне аксіографічне дослідження проводили раз на місяць для оцінки змін в артикуляції нижньої щелепи, в

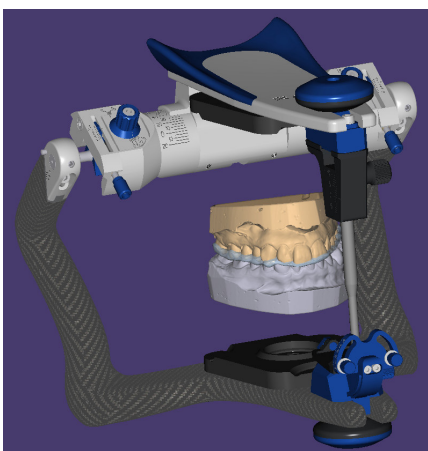
положенні та рухах суглобового диска. У 33 пацієнтів (86,8%) під час лікування міорелаксуючими оклюзійними шинами при динамічному спостереженні реєстрація суглобових траєкторій рухів нижньої щелепи не виявила аксіографічних ознак підвивиху суглобового диска, що свідчить про його вправлення. Отож, ефективність лікування загалом становила 86,8%. Проте в II клінічній групі хворих з міорелаксуючими шинами ефективність їх застосування була вищою і становила 92,8%, тобто ознаки підвивиху суглобового диска при проведенні повторної аксіографії зникли у 12 пацієнтів з 14. В I клінічній групі цей показник становив 87,5%, тобто відсутність наявних раніше ознак підвивиху суглобового диска виявили у 21 з 24 хворих. Під час лікування дисфункції СНЩС обов'язково проводиться оклюзійна терапія, спрямована на нормалізацію співвідношень щелеп. Під час проведення лікування використовують в основному такі види шин: міорелаксуючі, що забезпечують зниження тонузу жувальних та м'язів з подальшим встановленням суглобових голівок СНЩС у центричне положення [7]; стабілізуючі, дія яких полягає у фіксації нового положення нижньої щелепи після нормалізації тонузу м'язів та забезпечує зменшення про-

явів дисфункції СНЩС [8]; роз'єднуючі; репозиційні, що встановлюють голівки нижньої щелепи в правильне положення і поділяються на протрузійні та дистракційні.

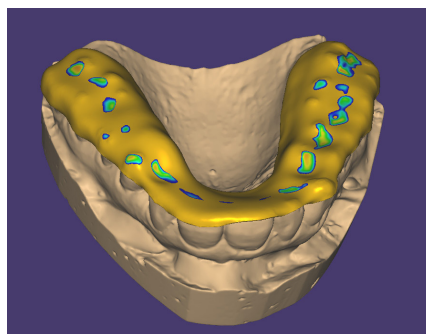
Застосування віртуальних технологій відкриває нові можливості в діагностиці та лікуванні різних порушень функції СНЩС [12]. Використання віртуального артикулятора дозволяє краще оцінювати стан статичної та динамічної оклюзії [13].

Ефективність терапії оклюзійними шинами, виготовленими методом 3D-друку, обумовлена підвищенням точності їх виготовлення на проміжних клінічних та лабораторних етапах. Друківані оклюзійні шини моделюються у віртуальному артикуляторі. Підвищити точність моделювання вдалося за рахунок використання індивідуальних даних пацієнта у віртуальному артикуляторі. У разі необхідності при моделюванні оклюзійної шини з зубними направляючими ми використовували розроблений нами алгоритм аналізу траєкторій рухів нижньої щелепи.

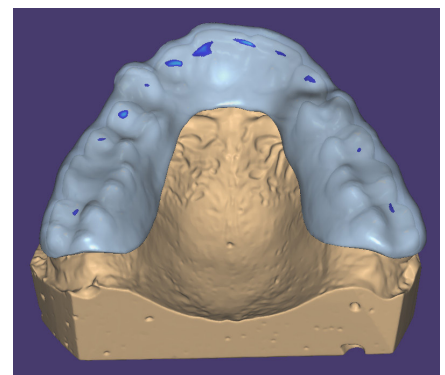
З цією метою на першому етапі в стоматологічній клініці за допомогою аксіографа реєстрували траєкторії рухів нижньої щелепи. Потім отримані дані завантажували в програму «EXOCAD» для моделювання лікарем міорелаксуючої шини з урахуванням індивіду-



Мал. 1. Моделі у модулі віртуального артикулятора програми «EXOCAD» (аналог Artex CR), у якому змодельовані рухи нижньої щелепи відповідно до даних електронної аксіографії (CADIAX diagnostic, Gamma)



Мал. 2. Моделювання оклюзійної шини у програмі «EXOCAD» (відображено оклюзійні контакти при звичній оклюзії)



Мал. 3. Відмодельована у програмі «EXOCAD» оклюзійна шина (відображено оклюзійні контакти у терапевтичному положенні нижньої щелепи)

ального стану СНЩС пацієнта та рухів нижньої щелепи. Дані нововведення у вигляді індивідуалізації рухів нижньої щелепи кожного пацієнта дозволили підвищити ефективність і якість виготовлення оклюзійних міорелаксуючих шин, що застосовувалися нами для лікування внутрішніх порушень СНЩС.

При порівнянні результатів лікування в обох групах хворих було виявлено перевагу застосування віртуального артикулятора для високоточного виготовлення міорелаксуючих шин у пацієнтів з внутрішніми порушеннями

СНЩС. У разі використання механічного артикулятора при виготовленні шин досить часто виникають помилки [13].

ВИСНОВКИ

Застосування міорелаксуючих шин, виготовлених за цифровим протоколом, для лікування дисфункції СНЩС більш доцільно, порівняно з використанням шин, виготовлених в механічному артикуляторі (ефективність терапії – 92,8 і 85,7% відповідно).

Алгоритм моделювання міорелаксуючих шин із завантаженням суглобових

параметрів рухів нижньої щелепи за даними аксіографії дає можливість значно поліпшити якість цих шин.

Використання віртуального артикулятора для виготовлення міорелаксуючих шин дозволяє формувати їх у точній відповідності індивідуальним параметрам пацієнта. Завдяки його застосуванню з'являється нова можливість моделювати міорелаксуючі шини з урахуванням індивідуальних траєкторій рухів нижньої щелепи, що підвищує ефективність лікування пацієнтів з внутрішньосуглобовими порушеннями СНЩС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Арсенина О.И., Попова А.В., Гус Л.А. Значение окклюзионных нарушений при дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. *Стоматология* 2014; 93(6): 64–67.
2. Артюшкевич А.С. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава. Современная стоматология 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.
6. Яременко А.И., Королев В.О., Ковалев М.И. Современный алгоритм диагностики и лечения заболеваний ВНЧС. *Институт стоматологии* 2017; 3(76): 38–41.
7. Хватова В.А., Чикунов С.О. Окклюзионные шины (современное состояние проблемы). М: Медицинская книга; 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/10.1179/2151090315y0000000010>.
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.
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. Luthra R.P., Gupta R., Kumar N., Mehta S., Sirohi R. Virtual articulators in prosthetic dentistry: a review. *J Adv Med Dent Sci Res* 2015; 3(4): 117–121.
12. 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>.
13. 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. *Sovremennyye tehnologii v medicine* 2019; 11(3): 111–114.

REFERENCES

1. Arsenina, O.I., Popova, A.V. & Gus, L.A. (2014). The role of occlusal disorders in development of temporomandibular joint dysfunction. *Stomatologia* 2014; 93(6): 64–67.2.
2. Artjushkevich, A.S. (2014). Zabolevaniya visochno-nizhnecheljustnogo sustava. *Sovremennaja stomatologija* 2014; 1(58): 11–14.
3. Schiffman, E., Ohrbach, R. (2016). 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. Khvatova, V.A. (2005). *Klinicheskaya gnatologiya* [Clinical gnathology]. Moscow: Meditsina; 2005.
5. Sysolyatin, P.G., Il'in, A.A. & Dergilev, A.P. (2001). *Klassifikatsiya zabolevaniy i povrezhdeniy visochno-nizhnecheljustnogo sustava* [Classification of diseases and injuries of the temporomandibular joint]. Moscow: Meditsinskaya kniga; Nizhny Novgorod: Izdatel'stvo NGMA; 2001.
6. Yaremenko, A.I., Korolev, V.O. & Kovalev, M.I. (2017). Modern algorithm for diagnostic and treatment of TMJ pathology. *Institut stomatologii* 2017; 3(76): 38–41.
7. Khvatova, V.A., Chikunov, S.O. (2010). *Okklyuzionnyye shiny (sovremennoe sostoyanie problemy)* [Occlusal splints (current state of the problem)]. Moscow: Meditsinskaya kniga; 2010.
8. Meirelles L., Cunha Matheus Rodrigues Garcia, R. (2016). Influence of bruxism and splint therapy on tongue pressure against teeth. *Cranio* 2016; 34(2): 100–104, <https://doi.org/10.1179/2151090315y0000000010>.
9. Adonyeva, A.V., Ilyin, A.A. & Shchelkunov, K.S. (2015). 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. (2015). Types of occlusal splint in management of temporomandibular disorders (TMD). *J Arthritis* 2015; 4: 176, <https://doi.org/10.4172/2167-7921.1000176>.
11. Luthra, R.P., Gupta, R., Kumar, N., Mehta S. & Sirohi, R. (2015). Virtual articulators in prosthetic dentistry: a review. *J Adv Med Dent Sci Res* 2015; 3(4): 117–121.
12. Anh, J.W., Park J.M., Chun, Y.S., Kim, M. & Kim, M. (2016). 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>.
13. Chkhikvadze, T.V., Bekreev, V.V., Roshchin, E.M., Trufanov, V.D., Yurkevich, R.I. & Ivanov, S.Yu. (2019). Correction of internal disorders of the temporomandibular joint using muscle relaxation splints made with CAD/CAM technologies. *Sovremennyye tehnologii v medicine* 2019; 11(3): 111–114.

Стаття надійшла в редакцію 16.01.2020