

DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_54

[Л.В. Дубова,](#)д.м.н., профессор, зав. кафедрой
ортопедической стоматологии

Л.В. Коркин,

аспирант 2-го года обучения кафедры
ортопедической стоматологии[Г.В. Максимов,](#)к.м.н., доцент кафедры ортопедической
стоматологии[М.С. Соколова,](#)к.м.н., доцент кафедры ортопедической
стоматологииМГМСУ им. А.И. Евдокимова,
127473, Москва, Россия**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:**

Дубова Л.В., Коркин Л.В., Максимов Г.В., Соколова М.С. Оценка восстановления эксцентрических окклюзионных движений нижней челюсти у пациентов с дисковыми нарушениями ВНЧС на этапе шинотерапии. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 25 (3): 54—59.
DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_54

Оценка восстановления эксцентрических окклюзионных движений нижней челюсти у пациентов с дисковыми нарушениями ВНЧС на этапе шинотерапии

Реферат. Повышение эффективности лечения мышечно-суставной дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) с внедрением передовых цифровых технологий является актуальной темой в связи с увеличением встречаемости данной патологии в современной стоматологической практике. **Цель исследования** — изучение траектории и объема эксцентрических движений нижней челюсти у пациентов с дисковыми нарушениями ВНЧС. **Материалы и методы.** Провели кинезиографическое исследование эксцентрических окклюзионных движений нижней челюсти 20 пациентам 27—58 лет с дисковыми нарушениями ВНЧС до лечения и через 6 месяцев ношения окклюзионно-стабилизирующего аппарата. Измеряли угол траектории латеро- и протрузионного эксцентрических движений относительно горизонта, а также объем движений нижней челюсти. Окклюзионно-стабилизирующий аппарат моделировали и фрезеровали по данным интраорального сканирования челюстей и найденного с помощью транскutánной электронейростимуляции терапевтического положения нижней челюсти. **Результаты.** До лечения средний угол левого латеротрузионного движения и объем составили $43,7 \pm 12,57^\circ$ и $4,4 \pm 1,9$ мм, средний угол правого латеротрузионного движения и объем — $38,6 \pm 13,02^\circ$ и $4,3 \pm 2,06$ мм, средний угол протрузионного движения и объем — $36,7 \pm 10,44^\circ$ и $4,4 \pm 1,7$ мм. Через 6 месяцев шинотерапии средний угол левого латеротрузионного движения и объем составили $43,3 \pm 3,57^\circ$ и $7,3 \pm 0,37$ мм, средний угол правого латеротрузионного движения и объем — $42,1 \pm 3,86^\circ$ и $7,2 \pm 0,56$ мм, средний угол протрузионного движения и объем — $44,3 \pm 4,16^\circ$ и $7,1 \pm 0,8$ мм. **Заключение.** При использовании окклюзионно-стабилизирующего аппарата на этапе шинотерапии у пациентов с дисковыми нарушениями ВНЧС через 6 месяцев улучшились такие показатели, как увеличение объема и уменьшение разброса от минимальных до максимальных значений угловых показателей латеро- и протрузионных движений. Средние значения угловых показателей и объема латеро- и протрузионных движений приблизились к показателям пациентов без патологии ВНЧС и интактными зубными рядами, что свидетельствует об эффективности применения окклюзионно-стабилизирующего аппарата.

Ключевые слова: кинезиография, височно-нижнечелюстной сустав, эксцентрические движения нижней челюсти, шинотерапия, виртуальный артикулятор

L.V. Dubova,

PhD in Medical Sciences, full professor
of the Prosthodontics Department[L.V. Korkin,](#)postgraduate at the Prosthodontics
Department

G.V. Maximov,

PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Prosthodontics Department

M.S. Sokolova,

PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Prosthodontics DepartmentMoscow State University of Medicine
and Dentistry, 127473, Moscow, Russia

Recovery assessment of eccentric occlusal lower jaw movements in patients with TMJ disc disorders at the stage of splint therapy

Abstract. Improving the effectiveness of the treatment of musculo-articular dysfunction of the temporomandibular joint (TMJ) with the implementation of advanced digital technologies is an actual topic due to the increasing incidence of this pathology in modern dental practice. The aim of the study is to study the trajectory and eccentric movements volume of the lower jaw in patients with disc disorders of TMJ. **Materials and methods.** We conducted a kinesiographic study of eccentric occlusal movements of the lower jaw in 20 patients aged 27 to 58 years with TMJ disc disorders before treatment and after 6 months of wearing an occlusal-stabilizing device. We measured the angle trajectory of laterotrusion and protrusive eccentric movements being relative to the horizon and the volume of these movements of the lower jaw. Occlusion-stabilizing apparatus was modeled and then milled according to the data of intraoral scanning of the jaws and the therapeutic position of the lower jaw found using transcutaneous electrical nerve stimulation. **Results.** Before treatment the average angle of the left laterotrusion movement and the volume were $43.7 \pm 12.57^\circ$ and 4.4 ± 1.9 mm, the average angle of the right laterotrusion movement and the volume were $38.6 \pm 13.02^\circ$ and 4.3 ± 2.06 mm, the mean protrusion angle and volume

were $36.7 \pm 10.44^\circ$ and 4.4 ± 1.7 mm. After six months of splint therapy the average angle of the left laterotrusion movement and volume were $43.3 \pm 3.57^\circ$ and 7.3 ± 0.37 mm, the mean angle of the right laterotrusion movement and volume were $42.1 \pm 3.86^\circ$ and 7.2 ± 0.56 mm, the mean angle of the protrusion movement and volume were $44.3 \pm 4.16^\circ$ and 7.1 ± 0.8 mm. **Conclusion.** Using an occlusion-stabilizing device at the stage of splint therapy in patients with TMJ disc disorders such indicators as an increase in the volume and a decrease in the spread from minimum to maximum values of the angular indicators of laterotrusion and protrusion movements improved after 6 months. The average values of the angular indicators and the volume of laterotrusion and protrusion movements approached those of patients without TMJ pathology and

the intact dentition that indicates the effectiveness of the using an occlusal-stabilizing apparatus.

Key words: kinesiography, temporomandibular joint, eccentric movements of the lower jaw, splint therapy, virtual articulator

FOR CITATION:

Dubova L.V., Korkin L.V., Maximov G.V., Sokolova M.S. Recovery assessment of eccentric occlusal lower jaw movements in patients with TMJ disc disorders at the stage of splint therapy. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2022; 25 (3): 54—59 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_54

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день увеличилась встречаемость нарушений окклюзии зубных рядов и, как следствие, отмечается рост распространенности мышечно-суставной дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС). В связи с этим в стоматологической практике применяются и постоянно совершенствуются различные диагностические методы, позволяющие дать объективную оценку функциональному состоянию зубочелюстной системы на этапах ортопедического лечения. Одним из таких методов является кинезиография — графическая запись движений нижней челюсти в трех взаимоперпендикулярных плоскостях. Еще одной методикой, значительно упрощающей работу и повышающей точность, является интраоральное сканирование с последующим анализом цифровых моделей [1—14].

В настоящее время широко используются CAD/CAM-технологии, которые позволяют повысить точность и сократить время изготовления любых ортопедических конструкций (окклюзионно-стабилизирующих аппаратов, искусственных коронок и других окклюзионных реставраций). В результате повышается их прецизионность и появляется возможность прогнозировать результаты лечения. В современной литературе описаны методики цифрового моделирования будущих реставраций с использованием виртуального артикулятора, сканов челюстей и цефалометрических данных, что значительно упрощает работу зуботехнической лаборатории, повышает точность и эффективность ортопедического лечения [15—22].

Особое место при изготовлении ортопедических конструкций любого вида занимает воспроизведение движений нижней челюсти на аналоговом или виртуальном артикуляторе с учетом индивидуальных особенностей пациента. Среди всех видов артикуляции особое место занимают эксцентрические окклюзии, включающие

латеро- и протрузионные движения и предполагающие наличие определенных контактов зубов-антагонистов при движении челюсти [23—26]. Получение и анализ данных движений с использованием современных цифровых технологий позволили бы оценить и проследить положительную динамику восстановления функционирования зубочелюстной системы при наличии у пациентов дисковых нарушений ВНЧС, повышая эффективность ортопедического лечения на всех этапах.

Цель исследования — изучение данных о траектории и объеме эксцентрических движений нижней челюсти с применением метода кинезиографии у пациентов с дисковыми нарушениями до начала лечения и на лечебно-диагностическом этапе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основную группу были отобраны 20 человек в возрасте 27—58 лет с дисковыми нарушениями ВНЧС, с частичной или полной репозицией суставного диска, без выраженных сопутствующих патологий, заболеваний ВНЧС, вторичной адентии на одной или обеих челюстях, психогенных и психосоматических расстройств. В контрольную группу отобрали 10 человек 20—27 лет без заболеваний ВНЧС, с полными зубными рядами и клыковым ведением.

Всем пациентам проведено кинезиографическое исследование эксцентрических окклюзионных движений нижней челюсти в трех взаимоперпендикулярных плоскостях на кинезиографе Jaw Tracker 3D (Bioresearch, США). Кинезиограф состоит из специального шлема с натягивающимися фиксаторами и расположенными слева и справа электромагнитными рамками, а также рамки-позиционера, позволяющего точно устанавливать магнитный датчик относительно воспринимающих рамок и самого датчика (рис. 1). С помощью липкого воска магнитный датчик фиксировали



Рис. 1. Кинезиограф
Fig. 1. Kinesiograph

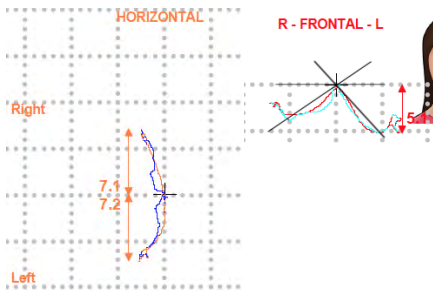


Рис. 2. Скриншот изображения латеротрузионных движений
Fig. 2. Screenshot of laterotrusion movements

A - SAGITTAL - P

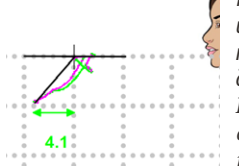


Рис. 3. Скриншот изображения протрузионных движений
Fig. 3. Screenshot of protrusion movements



Рис. 4. Цифровой артикулятор
Fig. 4. Digital articulator

на вестибулярной поверхности нижних центральных резцов по срединной линии. Пациент при исследовании находился в положении сидя, с ровной спиной, держа голову прямо. Движения магнита улавливаются электромагнитными воспринимающими устройствами, и после трансляции через анализирующий блок информация

относительно друга загружали в программу Exosad. Виртуальную модель верхней челюсти устанавливали в пространство цифрового артикулятора по НР-плоскости, а виртуальную модель нижней челюсти — относительно верхней по отсканированному положению челюстей с регистратором прикуса после ТЭНС (рис. 4).

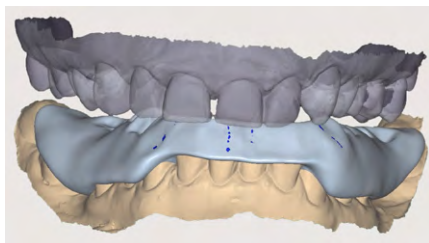


Рис. 5. Моделирование левого латеротрузионного движения в цифровом артикуляторе
Fig. 5. Simulation of the left laterotrusion movement in a digital articulator

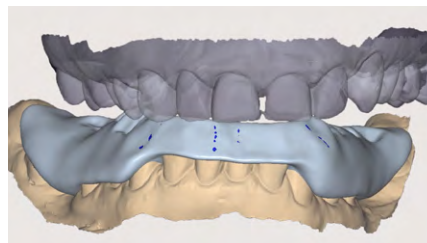


Рис. 6. Моделирование правого латеротрузионного движения в цифровом артикуляторе
Fig. 6. Simulation of the right laterotrusion movement in a digital articulator

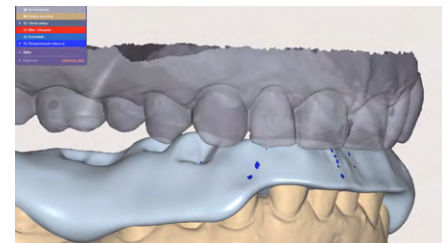


Рис. 7. Моделирование протрузионного движения в цифровом артикуляторе
Fig. 7. Simulation of protrusion movement in a digital articulator

выводится на экран компьютера. По полученному графику оценивали траектории движений нижней челюсти в трех взаимоперпендикулярных плоскостях, а также объем движений и угловые показатели. В нашем исследовании мы измеряли угол траектории латеротрузионных (в трансверзальной плоскости) и протрузионных (в сагиттальной плоскости) эксцентрических движений относительно горизонта, а также объем данных движений нижней челюсти (рис. 2, 3).



Рис. 8. Фрезерованный окклюзионно-стабилизирующий аппарат, изготовленный на нижнюю челюсть
Fig. 8. Milled occlusal-stabilizing apparatus made for the lower jaw

На цифровом артикуляторе устанавливали среднеанатомические данные всех угловых параметров движений и затем моделировали окклюзионно-стабилизирующий аппарат с проработанными латеро- и протрузионным движениями (рис. 5–7). Далее выполняли фрезеровку окклюзионно-стабилизирующего аппарата (рис. 8). Коррекция окклюзионно-стабилизирующего аппарата по окклюзии и движениям нижней челюсти проводилась в день наложения аппарата, через 1 неделю ношения, а затем через 3 и 6 месяцев.

На этапе шинотерапии пациентам основной группы (6 месяцев ношения окклюзионно-стабилизирующего аппарата) проводили повторное кинезиографическое исследование эксцентрических окклюзионных

движений нижней челюсти с окклюзионно-стабилизирующим аппаратом. Новые результаты угловых параметров траекторий латеро- и протрузионного движений относительно горизонта, а также объем движений анализировали и сравнивали с соответствующими результатами до начала лечения, а также с результатами пациентов контрольной группы.

Таблица 1. Амплитуда и угол эксцентрических окклюзионных движений нижней челюсти у пациентов основной группы до лечения и после 6 месяцев шинотерапии

Table 1. Amplitude and angle of eccentric occlusal movements of the mandible in the main group patients before and after 6 months of splint therapy

Пациент	Латеротрузионные движения, мм				Угол траектории кинезиограммы латеротрузионного движения, градусы				Протрузионное движение по горизонтали, мм		Угол траектории кинезиограммы протрузионного движения, градусы	
	вправо		влево		вправо		влево					
	до	после	до	после	до	после	до	после				
1	3,2	7,2	1,7	6,8	48	42	64	40	2,8	5,8	35	44
2	5,0	6,5	5,8	6,9	40	50	46	48	4,2	6,6	38	52
3	3,7	6,8	4,5	6,4	20	42	25	49	4,0	6,7	42	46
4	2,1	6,4	5,0	6,5	58	36	40	38	3,6	5,7	45	47
5	4,9	7,2	4,2	7,0	34	45	38	44	4,4	7,2	18	38
6	1,9	6,6	3,0	7,1	50	40	65	42	3,2	6,4	40	42
7	6,3	6,8	3,7	6,4	45	44	60	40	5,8	7,1	28	40
8	5,7	6,7	6,5	6,8	40	38	52	44	5,5	7,3	45	45
9	1,8	7,5	5,2	7,0	10	48	14	45	4,6	7,4	20	38
10	2,8	7,6	3,4	7,3	56	38	50	47	3,2	8,0	44	45
11	2,6	7,2	5,1	7,1	48	37	40	39	3,1	7,5	36	42
12	1,2	6,6	4,8	7,4	30	46	47	48	2,5	6,9	30	40
13	6,8	8,2	6,5	7,5	15	40	30	42	8,0	8,6	30	44
14	3,3	6,7	1,1	6,4	42	44	50	40	2,8	6,2	42	45
15	5,7	8,4	1,5	7,1	35	42	48	44	3,5	8,1	32	42
16	6,2	7,6	6,8	7,4	36	40	40	45	6,1	7,8	55	52
17	1,8	7,7	1,2	6,6	52	38	45	40	2,2	6,2	48	51
18	1,5	7,3	5,3	7,0	28	46	34	48	3,7	7,1	18	42
19	7,1	7,6	7,2	7,4	39	45	50	44	7,5	8,1	50	48
20	7,0	7,0	5,6	7,2	46	40	36	38	6,8	7,4	38	43

Таблица 2. Амплитуда и угол эксцентрических окклюзионных движений нижней челюсти у пациентов контрольной группы

Table 2. Amplitude and angle of eccentric occlusal movements of the mandible in the control group patients

Пациент	Латеротрузионные движения, мм		Угол траектории кинезиограммы латеротрузионного движения, градусы		Протрузионное движение по горизонтали, мм	Угол траектории кинезиограммы протрузионного движения, градусы
	вправо	влево	вправо	влево		
1	6,9	7,1	40	42	8,2	42
2	7,1	7,0	54	52	7,8	48
3	7,5	7,8	49	38	8,4	43
4	7,4	7,2	34	30	8,0	45
5	6,8	7,2	44	45	7,6	50
6	7,4	7,7	42	40	7,7	48
7	7,0	6,7	40	44	8,1	46
8	7,2	7,4	44	33	8,4	42
9	7,8	8,1	45	52	7,9	45
10	7,6	7,8	47	38	8,3	48

РЕЗУЛЬТАТЫ

До лечения в основной группе средний угол левого латеротрузионного движения составил 43,7°, правого — 38,6°. Средний угол протрузионного движения составил 36,7°, объем левого латеротрузионного движения — 4,4 мм, правого — 4,3, протрузионного движения — 4,4 мм (табл. 1). В контрольной группе средний угол левого латеротрузионного движения составил 41,4°, правого — 43,9°. Средний угол протрузионного движения составил 45,7°, объем левого латеротрузионного движения — 7,4 мм, правого — 7,3 мм, протрузионного движения — 8,0 мм (табл. 2).

Через 6 месяцев шинотерапии в основной группе средний угол левого латеротрузионного движения увеличился до 43,3°, правого — до 42,1°. Средний угол протрузионного движения вырос до 44,3°, левого латеротрузионного движения — до 7,3 мм, правого латеротрузионного движения — до 7,2 мм, протрузионного движения — до 7,1 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам данного исследования можно сделать вывод, что при использовании окклюзионно-стабилизирующего аппарата на этапе шинотерапии у пациентов с дисковыми нарушениями спустя 6 месяцев показатели кинезиографии улучшились — об этом свидетельствует увеличение объема латеро- и протрузионных движений (отсутствует явное ограничение движений нижней челюсти по сравнению с исходными данными) и уменьшение разброса от минимальных до максимальных значений угловых показателей латеро- и протрузионных движений. Кроме того, средние значения графических и цифровых показателей (угловые показатели и объем) латеро- и протрузионных движений близки к соответствующим данным у пациентов без патологии ВНЧС и интактными зубными рядами, что говорит

о восстановлении латеро- и протрузионных движений нижней челюсти при пользовании окклюзионно-стабилизирующим аппаратом.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 05.07.2022 **Принята в печать:** 16.07.2022

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 05.07.2022 **Accepted:** 16.07.2022

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Дубова Л.В., Мельник А.С., Ступников А.А., Савельев В.В. Результаты изучения биоэлектрических потенциалов жевательных мышц и движений нижней челюсти у пациентов с использованием функционально-диагностического комплекса. — *Dental Forum*. — 2016; 4: 27—28
[Dubova L.V., Melnik A.S., Stupnikov A.A., Savelyev V.V. The study of the masticatory muscles' bioelectric potentials and the lower jaw movements in patients with functional-diagnostic system. — *Dental Forum*. — 2016; 4: 27—28 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 27300207](#)
2. Дубова Л.В., Мельник А.С., Ступников А.А., Савельев В.В. Алгоритм использования кинезиографического метода у пациентов с патологией ВНЧС на этапе шинотерапии. — *Cathedra — Кафедра. Стоматологическое образование*. — 2016; 58: 42—44
[Dubova L., Melnik A., Stupnikov A., Savelyev V. Method of using kinesiography in patients with TMJ pathology at the stage of the occlusal tires. — *Cathedra. Dental education*. — 2016; 58: 42—44 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 30039598](#)
3. Sato S., Nasu F., Motegi K. Analysis of kinesiograph recordings and masticatory efficiency after treatment of non-reducing disk displacement of the temporomandibular joint. — *J Oral Rehabil*. — 2003; 30 (7): 708—13. [PMID: 12791156](#)
4. Gonçalves D.A., Dal Fabbro A.L., Campos J.A., Bigal M.E., Speciali J.G. Symptoms of temporomandibular disorders in the population: an epidemiological study. — *J Orofac Pain*. — 2010; 24 (3): 270—8. [PMID: 20664828](#)
5. Suvinen T.I., Reade P.C., Kemppainen P., Könönen M., Dworkin S.F. Review of aetiological concepts of temporomandibular pain disorders: towards a biopsychosocial model for integration of physical disorder factors with psychological and psychosocial illness impact factors. — *Eur J Pain*. — 2005; 9 (6): 613—33. [PMID: 15978854](#)
6. Kihara H., Hatakeyama W., Komine F., Takafuji K., Takahashi T., Yokota J., Oriso K., Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. — *J Prosthodont Res*. — 2020; 64 (2): 109—113. [PMID: 31474576](#)
7. Kernen F., Schlager S., Seidel Alvarez V., Mehrhof J., Vach K., Kohal R., Nelson K., Flügge T. Accuracy of intraoral scans: An in vivo study of different scanning devices. — *J Prosthodont*. — 2021; S0022—3913 (21)00145—1 (Online ahead of print). [PMID: 33902891](#)
8. Conejo J., Dayo A.F., Syed A.Z., Mupparapu M. The Digital Clone: Intraoral Scanning, Face Scans and Cone Beam Computed Tomography Integration for Diagnosis and Treatment Planning. — *Dent Clin North Am*. — 2021; 65 (3): 529—553. [PMID: 34051929](#)
9. Costantinides F., Parisi S., Tonni I., Bodin C., Vettori E., Perinetti G., Di Lenarda R. Reliability of kinesiography vs magnetic resonance in internal derangement of TMJ diagnosis: A systematic review of the literature. — *Cranio*. — 2020; 38 (1): 58—65. [PMID: 29629642](#)
10. Ueki K., Moroi A., Takayama A., Tsutsui T., Saito Y., Yoshizawa K. Evaluation of border movement of the mandible before and after orthognathic surgery using a kinesiograph. — *J Craniomaxillofac Surg*. — 2020; 48 (5): 477—482. [PMID: 32229178](#)
11. Cooper B.C., Adib F. An assessment of the usefulness of Kinesiograph as an aid in the diagnosis of TMD: a review of Manfredini et al.'s studies. — *Cranio*. — 2015; 33 (1): 46—66. [PMID: 25115950](#)
12. Антоник М.М. Компьютерные технологии комплексной диагностики и лечения больных с патологией окклюзии зубных рядов, осложненной мышечно-суставной дисфункцией: автореф. дис. ... д.м.н. — М.: МГМСУ, 2012: 43 с.
[Antonik M.M. Computer technologies for complex diagnostics and treatment of patients with pathology of occlusion of the dentition, complicated by muscular-articular dysfunction: dissertation abstract. — Moscow: Moscow State University of Medicine and Dentistry, 2012. — 43 p. (In Russ.)].
13. Иваненко Т.А., Климова Т.В., Набиев Н.В., Постников М.А., Русанова А.Г., Персин Л.С. Изучение нарушений движения нижней челюсти у взрослых пациентов с помощью кинезиографии. — *Ортодонтия*. — 2018; 4 (84): 2—13
[Ivanenko T.A., Klimova T.V., Nabiev N.V., Postnikov M.A., Rusanova A.G., Persin L.S. Mandible movements assessment in adult patients by means of the kinesiographic method. — *Orthodontics*. — 2018; 4 (84): 2—13 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 41357950](#)
14. Персин Л.С., Зайцева М.В., Дебелая А.Н. Оценка показателей кинезиографии у пациентов с наклоном окклюзионной плоскости при трансверсальной резцово-окклюзии. — *Стоматология для всех*. — 2019; 4 (89): 40—45
[Persin L.S., Zayceva M.V., Debelaya A.N. Evaluation of kinesiography in patients with an inclination of the occlusal plane with crossbite. — *International Dental Review*. — 2019; 4 (89): 40—45 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 41510290](#)
15. Carneiro Pereira A.L., Bezerra de Medeiros A.K., de Sousa Santos K., Oliveira de Almeida É., Seabra Barbosa G.A., da Fonte Porto Carreiro A. Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. — *J Prosthodont*. — 2021; 125 (2): 241—248. [PMID: 32147252](#)
16. Arnold C., Hey J., Schweyen R., Setz J.M. Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures. — *J Prosthodont*. — 2018; 119 (4): 586—592. [PMID: 28709674](#)
17. Raszewski Z. Acrylic resins in the CAD/CAM technology: A systematic literature review. — *Dent Med Probl*. — 2020; 57 (4): 449—454. [PMID: 33444491](#)

18. Marcel R., Reinhard H., Andreas K. Accuracy of CAD/CAM-fabricated bite splints: milling vs 3D printing. — *Clin Oral Investig.* — 2020; 24 (12): 4607—4615. [PMID: 32436163](#)
19. Kalberer N., Mehl A., Schimmel M., Müller F., Srinivasan M. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. — *J Prosthet Dent.* — 2019; 121 (4): 637—643. [PMID: 30711292](#)
20. Li L., Sun Y., Wang Y., Li W., Dai N., Tian S., Cui H. Accuracy of a novel virtual articulator for recording three-dimensional dentition. — *Int J Prosthodont.* — 2020; 33 (4): 441—451. [PMID: 32639704](#)
21. Park J.H., Lee G.H., Moon D.N., Kim J.C., Park M., Lee K.M. A digital approach to the evaluation of mandibular position by using a virtual articulator. — *J Prosthet Dent.* — 2021; 125 (6): 849—853. [PMID: 32624222](#)
22. Антоник М.М. Виртуально-реальная методика диагностики, планирования и ортопедического лечения больных с окклюзионными нарушениями, осложненными мышечно-суставной дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава. — *Российский стоматологический журнал.* — 2012; 1: 17—21
[Antonik M.M. A virtual-real method for diagnostics, planning, and orthopedic treatment of the patients with occlusal disorders complicated by musculoarticular dysfunction of the temporomandibular joint. — *Russian Journal of Dentistry.* — 2012; 1: 17—21 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 18112385](#)
23. Reicheneder C.A., Proff P., Baumert U., Gedrange T. Growth-related differences in maximum laterotrusion and retrusion between children and adults. — *Angle Orthod.* — 2009; 79 (2): 265—70. [PMID: 19216588](#)
24. Lepidi L., Galli M., Mastrangelo F., Venezia P., Joda T., Wang H.L., Li J. Virtual Articulators and Virtual Mounting Procedures: Where Do We Stand? — *J Prosthodont.* — 2021; 30 (1): 24—35. [PMID: 32827222](#)
25. Costa A.L.F., Castilho Fardim K.A., de Almeida B.M., Gomes J.P.P., Braz-Silva P.H., Dieguez F.L., Cardoso C.A.B., Araki A.T., de Castro Lopes S.L.P. Eccentric movements of temporomandibular joint and upper airway volume: Three-dimensional segmentation using cone beam computed tomography. — *Cranio.* — 2021; Mar 10: 1—8. [PMID: 33719936](#)
26. Chuhuaicura P., Lezcano M.F., Dias F.J., Fuentes A.D., Arias A., Fuentes R. Mandibular border movements: The two envelopes of motion. — *J Oral Rehabil.* — 2021; 48 (4): 384—391. [PMID: 33151578](#)