



DOI 10.22363/2313-0245-2021-25-2-136-146

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ  
RESEARCH ARTICLE

## Функциональное взаимодействие жевательной мускулатуры у детей с аномалиями зубочелюстной системы

И.В. Косолапова<sup>1</sup>, Е.В. Дорохов<sup>1</sup>, М.Э. Коваленко<sup>1</sup>, Р.В. Лесников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Российская Федерация

<sup>2</sup>БУЗ ВО «Воронежская детская клиническая стоматологическая поликлиника № 2»,

г. Воронеж, Российская Федерация

\* irencherry@yandex.ru

**Аннотация.** *Актуальность.* Современное стоматологическое лечение направлено не только на устранение эстетических, но и функциональных нарушений, и требует понимания функциональной сопряженности жевательных мышц, возможности прогнозирования параметров. Цель исследования: оценить функциональные взаимоотношения между тонусом собственно жевательных мышц и биоэлектрической активностью височных и подъязычной группы мышц у детей с аномалиями зубочелюстной системы. *Материалы и методы.* В исследовании приняли участие 36 пациентов Детской клинической стоматологической поликлиники № 2 г. Воронежа в возрасте от 6 до 12 лет, не получавшие ранее ортодонтическое лечение и имеющие дистальные аномалии окклюзии. Оценка биоэлектрической активности височных и подъязычной группы мышц была проведена при помощи поверхностной электромиографии на аппарате «Электромиограф стоматологический» (г. Таганрог, Россия), проба «Жевание общее». Оценка тонуса собственно жевательных мышц проводилась при помощи прибора «Миотон-ЗС» в состоянии физиологического покоя нижней челюсти. Статистическая обработка проводилась с применением Microsoft Excel, версия 7.0 и статистических программ SPSS Statistics 21 и STATISTICA 7. *Результаты и обсуждение.* Корреляционный анализ позволил обнаружить наличие 4 слабых положительных, 2 слабых отрицательных, 14 умеренных положительных, 3 умеренных отрицательных и 1 заметной положительной корреляционных связей между тонусом правой собственно жевательной мышцы и параметрами биоэлектрической активности правых и левых височных и подъязычных мышц. Корреляционный анализ позволил обнаружить наличие 5 слабых положительных, 7 слабых отрицательных, 9 умеренных отрицательных корреляционных связей между тонусом левой собственно жевательной мышцы и параметрами биоэлектрической активности правых и левых височных и подъязычных мышц. *Выводы.* Обнаружено большее влияние тонуса правой собственно жевательной мышцы на показатели биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц по сравнению с тонусом левой собственно жевательной мышцы. Выведено 27 уравнений, которые могут быть использованы в качестве прогностических моделей расчета тонуса правых и левых собственно жевательных мышц в зависимости от показателей биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц.

**Ключевые слова:** поверхностная электромиография, миотонометрия, аномалии зубочелюстной системы

**Вклад авторов.** Косолапова И.В. — сбор и обработка материалов, написание текста; Дорохов Е.В. — дизайн исследования, написание текста; Коваленко М.Э. — анализ полученных данных, написание текста; Р.В. Лесников — написание текста.

© Косолапова И.В., Дорохов Е.В., Коваленко М.Э., Лесников Р.В., 2021



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

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.01.2021. Принята 15.02.2021.

**Для цитирования:** *Косолапова И.В., Дорохов Е.В., Коваленко М.Э., Лесников Р.В.* Функциональное взаимодействие жевательной мускулатуры у детей с аномалиями зубочелюстной системы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2021. Т. 25. № 2. С. 136—146. doi: 10.22363/2313-0245-2021-25-2-136-146

## Functional interaction of chewing muscles in children with dentoalveolar system anomalies

I.V. Kosolapova<sup>1\*</sup>, E.V. Dorokhov<sup>1</sup>, M.E. Kovalenko<sup>1</sup>, R.V. Lesnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

<sup>2</sup>Budget Healthcare Institution of Voronezh region «Children's Dental Clinic № 2», Voronezh, Russian Federation

\*Corresponding author: irenecherry@yandex.ru

**Annotation. Relevance.** The focus of modern dental treatment not only on the elimination of aesthetic, but also functional disorders requires an understanding of the functional conjugation of the chewing muscles, the possibility of interprognosis of parameters. **Objective.** Assess the functional relationship between the tone of the chewing muscles proper and the bioelectric activity of the temporal and sublingual muscle groups in children with anomalies of the dentoalveolar system. **Materials and Methods.** The study involved 36 patients of Children's Clinical Dental Clinic No. 2 of Voronezh, aged 6 to 12 years, who had not previously received orthodontic treatment and had distal occlusion anomalies. Evaluation of the bioelectric activity of temporal and sublingual muscles was carried out using surface electromyography on the Electromyograph Dental apparatus (Taganrog, Russia), the Chewing General sample. Evaluation of the tone of the chewing muscles proper was carried out using the Mioton-3C device in a state of physiological rest of the lower jaw. Statistical processing was carried out using Microsoft Excel, version 7.0 and the statistical programs SPSS Statistics 21 and STATISTICA 7. **Results and Discussion.** Correlation analysis revealed the presence of 4 weak positive, 2 weak negative, 14 moderate positive, 3 moderate negative, and 1 noticeable positive correlation between the tone of the right chewing muscle proper and the parameters of the bioelectric activity of the right and left temporal and sublingual muscles. Correlation analysis revealed the presence of 5 weak positive, 7 weak negative, 9 moderate negative correlations between the tone of the left chewing muscle proper and the parameters of bioelectric activity of the right and left temporal and sublingual muscles. **Conclusion.** A greater effect of the tone of the right chewing muscle on the bioelectric activity of temporal and sublingual muscles was found compared to the tone of the left chewing muscle itself. 27 equations have been derived that can be used as predictive models for calculating the tone of right and left chewing muscles proper depending on the indicators of bioelectric activity of temporal and sublingual muscles.

**Key words:** surface electromyography, myotonometry, anomalies of the dentoalveolar system

**Author contributions:** Kosolapova I.V.— data collection and processing, writing text; Dorokhov E.V.— study design, writing text; Kovalenko M.E.— analysis of data, writing text; R.V. Lesnikov — writing text.

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

Received 14.01.2021. Accepted 15.02.2021.

**For citation:** Kosolapova IV, Dorokhov EV, Kovalenko ME, Lesnikov RV. Functional interaction of chewing muscles in children with dentoalveolar system anomalies. *RUDN Journal of Medicine*. 2021;25(2):136—146. doi: 10.22363/2313-0245-2021-25-2-136-146

## Введение

Стоматологическое лечение помимо решения эстетических проблем зубочелюстной системы для достижения стабильного результата неразрывно связано с обнаружением и устранением функциональных нарушений ее деятельности. Челюстно-лицевая область является системой, элементы которой представляют собой целостный аппарат, и нарушение в одном из них приводит к изменению работы всего комплекса [1]. Потому обнаружение функциональных нарушений и их взаимосвязи является актуальной проблемой современной стоматологии.

Поверхностная электромиография является методом функционального исследования мышечной системы на основе графической регистрации биопотенциалов мышц. Она является неинвазивной методикой, что позволяет широко применять ее для обследования детей на стоматологическом приеме [2, 3]. Еще одним неинвазивным и популярным методом исследования жевательных мышц является мионометрия, которая позволяет определять их тонус в различных состояниях [4]. Комбинация этих методов диагностики для исследования одних и тех же мышц является часто применяемой в российских и зарубежных исследованиях [5—7]. Однако использование их для различных мышц челюстно-лицевой системы, обнаружение взаимосвязи между полученными данными и их причиной, возможность прогнозирования одних функциональных параметров, зная результаты других, являются малоизученными и актуальными направлениями современной стоматологии.

Цель исследования: оценить функциональные взаимоотношения между тонусом собственно жевательных мышц и биоэлектрической активностью височных и подъязычной группы мышц у детей с аномалиями зубочелюстной системы.

## Материалы и методы

В исследовании приняли участие 36 пациентов Детской клинической стоматологической поликлиники № 2 г. Воронежа в возрасте от 6 до 12 лет не получавшие ранее ортодонтическое лечение

и имеющие дистальные аномалии окклюзии. У родителей или опекунов всех пациентов было получено информированное согласие на участие их детей в исследовании согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и обработку персональных данных. Программа исследований была одобрена этическим комитетом ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (протокол № 2 от 30 октября 2018 г., заседание состоялось по адресу: г. Воронеж, ул. Студенческая, 10).

На подготовительном этапе пациенты и их родители были ознакомлены с целью и детальным описанием процедуры исследования. Оценка биоэлектрической активности височных и подъязычной группы мышц была проведена при помощи поверхностной электромиографии на аппарате «Электромиограф стоматологический» (г. Таганрог, Россия). Испытуемый находился в стоматологическом кресле в спокойном состоянии, на предварительно обезжиренные участки кожи, соответствующие проекциям наибольшего напряжения височных и подъязычных мышц, накладывались одноразовые электроды, заземляющие датчики располагались на лбу и запястье испытуемого [8]. Далее пациенту предлагалось на протяжении 30 секунд пережевывать 2 ядра фундука, массой 0,8 г с одновременной записью биоэлектрической активности мышц (проба «Жевание общее») [9]. Результаты исследования выводились на экран компьютера и автоматически обрабатывались для получения числовых параметров биоэлектрической активности правой височной мышцы (m. temporalis D), левой височной мышцы (m. temporalis S), правой подъязычной мышцы (m. mylohyoideus D) и левой подъязычной мышцы (m. mylohyoideus S).

Оценка тонуса собственно жевательных мышц проводилась при помощи прибора «Миотон-3С» в состоянии физиологического покоя нижней челюсти [10]. Учитывался тонус правой собственно жевательной мышцы (m. masseter D) и левой собственно жевательной мышцы (m. masseter S).

Статистическая обработка проводилась с применением Microsoft Excel, версия 7.0, и статистических программ SPSS Statistics 21 и STATISTICA 7.

Используемые методы: t-критерий Стьюдента в модификации Уэлча, U-критерий Манна — Уитни, критерий Хи-квадрат Пирсона, определение тесноты связи по шкале Чеддока, метод парной линейной регрессии.

## Результаты и обсуждение

Был выполнен анализ тонуса *m. masseter* (D) в зависимости от показателей биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц (Табл. 1).

Таблица 1

Анализ тонуса *m. masseter* (D) в зависимости от показателей биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	rxу	Теснота связи по шкале Чеддока	p
M. temporalis (D), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,131	Слабая	0,655
M. temporalis (D), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,017	Нет связи	0,955
M. temporalis (D), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,133	Слабая	0,651
M. temporalis (D), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,366	Умеренная	0,198
M. temporalis (D), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,351	Умеренная	0,218
M. temporalis (D), время жевания/ покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,392	Умеренная	0,166
M. temporalis (D), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,401	Умеренная	0,156
M. mylohyoideus (D), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,392	Умеренная	0,166
M. mylohyoideus (D), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,442	Умеренная	0,114
M. mylohyoideus (D), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,351	Умеренная	0,218
M. mylohyoideus (D), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,245	Слабая	0,399
M. mylohyoideus (D), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,215	Слабая	0,46
M. mylohyoideus (D), время жевания/ покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,201	Слабая	0,49
M. mylohyoideus (D), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,313	Умеренная	0,275
M. temporalis (S), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,355	Умеренная	0,213
M. temporalis (S), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,365	Умеренная	0,2
M. temporalis (S), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,513	Заметная	0,06
M. temporalis (S), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,435	Умеренная	0,12
M. temporalis (S), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,393	Умеренная	0,165
M. temporalis (S), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,453	Умеренная	0,103
M. mylohyoideus (S), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,032	Нет связи	0,912
M. mylohyoideus (S), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,023	Нет связи	0,939
M. mylohyoideus (S), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,141	Слабая	0,63
M. mylohyoideus (S), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,343	Умеренная	0,23
M. mylohyoideus (S), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	-0,315	Умеренная	0,272
M. mylohyoideus (S), время жевания/ покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,377	Умеренная	0,183
M. mylohyoideus (S), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (D) (rxу)	0,46	Умеренная	0,098

Table 1

## Tone analysis m. masseter (D) depending on indicators of bioelectric activity of temporal and sublingual muscles

Parameter	Correlation characteristic		
	rxу	Cheddock Bond Tightness	p
M. temporalis (D), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,131	Weak	0,655
M. temporalis (D), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,017	No connection	0,955
M. temporalis (D), area – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,133	Weak	0,651
M. temporalis (D), chewing time – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,366	Moderate	0,198
M. temporalis (D), resting time – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,351	Moderate	0,218
M. temporalis (D), chewing/resting time – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,392	Moderate	0,166
M. temporalis (D), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,401	Moderate	0,156
M. mylohyoideus (D), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,392	Moderate	0,166
M. mylohyoideus (D), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,442	Moderate	0,114
M. mylohyoideus (D), area – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,351	Moderate	0,218
M. mylohyoideus (D), chewing time – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,245	Weak	0,399
M. mylohyoideus (D), resting time – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,215	Weak	0,46
M. mylohyoideus (D), chewing/resting time – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,201	Weak	0,49
M. mylohyoideus (D), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,313	Moderate	0,275
M. temporalis (S), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,355	Moderate	0,213
M. temporalis (S), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,365	Moderate	0,2
M. temporalis (S), area – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,513	Noticeable	0,06
M. temporalis (S), chewing time – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,435	Moderate	0,12
M. temporalis (S), resting time – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,393	Moderate	0,165
M. temporalis (S), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,453	Moderate	0,103
M. mylohyoideus (S), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,032	No connection	0,912
M. mylohyoideus (S), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,023	No connection	0,939
M. mylohyoideus (S), area – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,141	Weak	0,63
M. mylohyoideus (S), chewing time – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,343	Moderate	0,23
M. mylohyoideus (S), resting time – Tone m. masseter (D) (rxу)	-0,315	Moderate	0,272
M. mylohyoideus (S), chewing/resting time – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,377	Moderate	0,183
M. mylohyoideus (S), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rxу)	0,46	Moderate	0,098

Корреляционный анализ позволил обнаружить наличие 4 слабых положительных, 2 слабых отрицательных, 14 умеренных положительных, 3 умеренных отрицательных и 1 заметной положительной корреляционных связей между тоном правой собственно жевательной мышцы и параметрами биоэлектрической активности правых и левых височных и подъязычных мышц.

Наблюдаемые зависимости были рассчитаны методом парной линейной регрессии для тесно-

ты связи по шкале Чеддока (умеренной, заметной) и описываются уравнениями:

$$Y_{\text{Тонус м. masseter (D)}} = 65,587 + 3,657 \times X_{\text{M. temporalis (D), время жевания}}$$

При увеличении m. temporalis (D), времени жевания на 1 следует ожидать увеличение тона м. masseter (D) на 3,657.

$$Y_{\text{Тонус м. masseter (D)}} = 173,39 - 3,635 \times X_{\text{M. temporalis (D), время покоя}}$$

При увеличении *m. temporalis* (D), времени покоя на 1 следует ожидать уменьшение тонуса *m. masseter* (D) на 3,635.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 97,069 + 21,951 \times X_{\text{M. temporalis (D), время жевания/покоя}}$$

При увеличении *m. temporalis* (D), времени жевания/покоя на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 21,951.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 78,324 + 32,416 \times X_{\text{M. temporalis (D), частота жеваний}}$$

При увеличении *m. temporalis* (D), частоты жеваний на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 32,416.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 98,977 + 0,029 \times X_{\text{M. mylohyoideus (D), максимальная амплитуда}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (D), максимальной амплитуды на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 0,029.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 79,444 + 0,208 \times X_{\text{M. mylohyoideus (D), средняя амплитуда}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (D), средней амплитуды на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 0,208.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 113,428 + 0,02 \times X_{\text{M. mylohyoideus (D), площадь}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (D), площади на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 0,02.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 105,156 + 17,017 \times X_{\text{M. mylohyoideus (D), частота жеваний}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (D), частоты жеваний на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 17,017.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 104,043 + 0,024 \times X_{\text{M. temporalis (S), максимальная амплитуда}}$$

При увеличении *m. temporalis* (S), максимальной амплитуды на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 0,024.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 91,342 + 0,165 \times X_{\text{M. temporalis (S), средняя амплитуда}}$$

При увеличении *m. temporalis* (S), средней амплитуды на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 0,165.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 99,327 + 0,04 \times X_{\text{M. temporalis (S), площадь}}$$

При увеличении *m. temporalis* (S), площади на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 0,04.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 94,697 + 3,005 \times X_{\text{M. temporalis (S), время жевания}}$$

При увеличении *m. temporalis* (S), времени жевания на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 3,005.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 179,536 - 2,823 \times X_{\text{M. temporalis (S), время покоя}}$$

При увеличении *m. temporalis* (S), времени покоя на 1 следует ожидать уменьшение тонуса *m. masseter* (D) на 2,823.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 87,553 + 30,014 \times X_{\text{M. temporalis (S), частота жеваний}}$$

При увеличении *m. temporalis* (S), частоты жеваний на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 30,014.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 62,984 + 3,828 \times X_{\text{M. mylohyoideus (S), время жевания}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (S), времени жевания на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 3,828.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 173,22 - 3,595 \times X_{\text{M. mylohyoideus (S), время покоя}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (S), времени покоя на 1 следует ожидать уменьшение тонуса *m. masseter* (D) на 3,595.

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (D)}} = 95,298 + 23,622 \times X_{\text{M. mylohyoideus (S), время жевания/покоя}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (S), времени жевания/покоя на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 23,622.

$$Y_{\text{Тонус } m. \text{ masseter (D)}} = 74,566 + 35,385 \times X_{\substack{\text{M. mylohyoideus (S),} \\ \text{частота жеваний}}}$$

При увеличении *m. mylohyoideus* (S), частоты жеваний на 1 следует ожидать увеличение тонуса *m. masseter* (D) на 35,385.

Помимо этого, нами был выполнен анализ тонуса *m. masseter* (S) в зависимости от показателей биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц (Табл. 2).

Таблица 2

**Анализ тонуса *m. masseter* (S) в зависимости от показателей биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц**

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	гху	Теснота связи по шкале Чеддока	р
<i>M. temporalis</i> (D), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,3	Умеренная	0,297
<i>M. temporalis</i> (D), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,381	Умеренная	0,179
<i>M. temporalis</i> (D), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,283	Слабая	0,327
<i>M. temporalis</i> (D), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	0,125	Слабая	0,67
<i>M. temporalis</i> (D), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,089	Нет связи	0,762
<i>M. temporalis</i> (D), время жевания/покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	0,084	Нет связи	0,775
<i>M. temporalis</i> (D), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,37	Умеренная	0,193
<i>M. mylohyoideus</i> (D), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	0,143	Слабая	0,625
<i>M. mylohyoideus</i> (D), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,234	Слабая	0,42
<i>M. mylohyoideus</i> (D), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,109	Слабая	0,711
<i>M. mylohyoideus</i> (D), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,008	Нет связи	0,977
<i>M. mylohyoideus</i> (D), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	0,003	Нет связи	0,992
<i>M. mylohyoideus</i> (D), время жевания/покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,004	Нет связи	0,989
<i>M. mylohyoideus</i> (D), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,016	Нет связи	0,956
<i>M. temporalis</i> (S), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,165	Слабая	0,572
<i>M. temporalis</i> (S), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,376	Умеренная	0,185
<i>M. temporalis</i> (S), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,32	Умеренная	0,265
<i>M. temporalis</i> (S), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,103	Слабая	0,726
<i>M. temporalis</i> (S), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	0,101	Слабая	0,732
<i>M. temporalis</i> (S), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,277	Слабая	0,337
<i>M. mylohyoideus</i> (S), максимальная амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,464	Умеренная	0,095
<i>M. mylohyoideus</i> (S), средняя амплитуда – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,466	Умеренная	0,093
<i>M. mylohyoideus</i> (S), площадь – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,413	Умеренная	0,142
<i>M. mylohyoideus</i> (S), время жевания – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	0,217	Слабая	0,457
<i>M. mylohyoideus</i> (S), время покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,181	Слабая	0,535
<i>M. mylohyoideus</i> (S), время жевания/покоя – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	0,168	Слабая	0,567
<i>M. mylohyoideus</i> (S), частота жеваний – Тонус <i>m. masseter</i> (S) (гху)	-0,318	Умеренная	0,268

Table 2

## Tone analysis m. masseter (S) depending on indicators of bioelectric activity of temporal and sublingual muscles

Parameter	Correlation characteristic		
	rx	Cheddock Bond Tightness	p
M. temporalis (D), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,3	Moderate	0,297
M. temporalis (D), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,381	Moderate	0,179
M. temporalis (D), area – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,283	Weak	0,327
M. temporalis (D), chewing time – Tone m. masseter (D) (rx)	0,125	Weak	0,67
M. temporalis (D), resting time – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,089	No connection	0,762
M. temporalis (D), chewing/resting time – Tone m. masseter (D) (rx)	0,084	No connection	0,775
M. temporalis (D), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,37	Moderate	0,193
M. mylohyoideus (D), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	0,143	Weak	0,625
M. mylohyoideus (D), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,234	Weak	0,42
M. mylohyoideus (D), area – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,109	Weak	0,711
M. mylohyoideus (D), chewing time – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,008	No connection	0,977
M. mylohyoideus (D), resting time – Tone m. masseter (D) (rx)	0,003	No connection	0,992
M. mylohyoideus (D), chewing/resting time – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,004	No connection	0,989
M. mylohyoideus (D), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,016	No connection	0,956
M. temporalis (S), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,165	Weak	0,572
M. temporalis (S), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,376	Moderate	0,185
M. temporalis (S), area – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,32	Moderate	0,265
M. temporalis (S), chewing time – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,103	Weak	0,726
M. temporalis (S), resting time – Tone m. masseter (D) (rx)	0,101	Weak	0,732
M. temporalis (S), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,277	Weak	0,337
M. mylohyoideus (S), maximum amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,464	Moderate	0,095
M. mylohyoideus (S), average amplitude – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,466	Moderate	0,093
M. mylohyoideus (S), area – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,413	Moderate	0,142
M. mylohyoideus (S), chewing time – Tone m. masseter (D) (rx)	0,217	Weak	0,457
M. mylohyoideus (S), resting time – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,181	Weak	0,535
M. mylohyoideus (S), chewing/resting time – Tone m. masseter (D) (rx)	0,168	Weak	0,567
M. mylohyoideus (S), chewing frequency – Tone m. masseter (D) (rx)	-0,318	Moderate	0,268

Корреляционный анализ позволил обнаружить наличие 5 слабых положительных, 7 слабых отрицательных, 9 умеренных отрицательных корреляционных связей между тонусом левой собственно жевательной мышцы и параметрами биоэлектрической активности правых и левых височных и подъязычных мышц.

Таким образом, мы видим увеличение числа слабых положительных и отрицательных, значительное уменьшение умеренных и отсутствие заметных корреляционных связей между тонусом левой собственно жевательной мышцы и параметрами биоэлектрической активности правых и левых ви-

сочных и подъязычных мышц по сравнению с тонусом правой собственно жевательной мышцы. Это свидетельствует о большем влиянии тонуса правой собственно жевательной мышцы на показатели биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц, что может быть связано с правосторонним типом жевания или другими физиологическими характеристиками, что необходимо учитывать при планировании ортодонтического лечения, разработке комплекса профилактических упражнений и поддержания результатов в ретенционном периоде.

Наблюдаемые зависимости были рассчитаны методом парной линейной регрессии для тесноты



связи по шкале Чеддока выше умеренной и описываются уравнениями:

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 164,371 - 0,011 \times X_{\text{M. temporalis (D),}} \\ \text{максимальная амплитуда}$$

При увеличении m. temporalis (D), максимальной амплитуды на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 0,011

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 174,458 - 0,109 \times X_{\text{M. temporalis (D),}} \\ \text{средняя амплитуда}$$

При увеличении m. temporalis (D), средней амплитуды на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 0,109

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 188,071 - 28,122 \times X_{\text{M. temporalis (D),}} \\ \text{частота жеваний}$$

При увеличении m. temporalis (D), частоты жеваний на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 28,122

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 180,461 - 0,16 \times X_{\text{M. temporalis (S),}} \\ \text{средняя амплитуда}$$

При увеличении m. temporalis (S), средней амплитуды на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 0,16

Наблюдаемая зависимость описывается уравнением:

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 161,869 - 0,024 \times X_{\text{M. temporalis (S),}} \text{ площадь}$$

При увеличении m. temporalis (S), площади на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 0,024

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 167,364 - 0,012 \times X_{\text{M. mylohyoideus (S),}} \\ \text{максимальная амплитуда}$$

При увеличении m. mylohyoideus (S), максимальной амплитуды на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 0,012

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 176,436 - 0,107 \times X_{\text{M. mylohyoideus (S),}} \\ \text{средняя амплитуда}$$

При увеличении m. mylohyoideus (S), средней амплитуды на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 0,107

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 169,352 - 0,018 \times X_{\text{M. mylohyoideus (S),}} \text{ площадь}$$

При увеличении m. mylohyoideus (S), площади на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 0,018

$$Y_{\text{Тонус m. masseter (S)}} = 179,709 - 22,949 \times X_{\text{M. mylohyoideus (S),}} \\ \text{частота жеваний}$$

При увеличении m. mylohyoideus (S), частоты жеваний на 1 следует ожидать уменьшение тонуса m. masseter (S) на 22,949.

Проведенное исследование позволило выявить некоторые особенности функциональной сопряженности тонуса и биоэлектрической активности мышц, вовлеченных в процесс жевания у детей с аномалиями зубочелюстной системы.

Обнаружено увеличение числа слабых положительных и отрицательных, значительное уменьшение умеренных и отсутствие заметных корреляционных связей между тонусом левой собственно жевательной мышцы и параметрами биоэлектрической активности правых и левых височных и подъязычных мышц по сравнению с тонусом правой собственно жевательной мышцы. Это свидетельствует о большем влиянии тонуса правой собственно жевательной мышцы на показатели биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц, что может быть связано с правосторонним типом жевания или другими физиологическими характеристиками.

Полученные нами данные согласуются с работой, доказывающей, что сравнительная электромиография позволяет установить сторону и тип жевания у конкретного пациента. Кроме того, авторы полагают, что электромиография позволяет изучать скоординированность работы мышц-антагонистов и синергистов до начала, в процессе, а также в ретенционном периоде ортодонтического лечения [11].

И.В. Токаревич и соавт. результате проведенного исследования обнаружили тесную взаимосвязь между морфологическими, функциональными изменениями зубочелюстной системы у детей в возрасте 7—8 лет и электромиографическими показателями мышечных дисфункций жевательного аппарата, что так же согласуется с нашими результатами [12].

Проведенное нами исследование позволило рассчитать наблюдаемые зависимости методом парной линейной регрессии в виде 27 уравнений, которые могут быть использованы в качестве прогностических моделей расчета тонуса правых и левых собственно жевательных мышц в зависимости от показателей биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц, что имеет важное клиническое значение и может быть использовано для прогнозирования результатов ортодонтического лечения и расчета его сроков.

## Выводы

В результате исследования обнаружено большее влияние тонуса правой собственно жевательной мышцы на показатели биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц по сравнению с тонусом левой собственно жевательной мышцы.

Обнаруженные зависимости позволили вывести 27 уравнений, которые могут быть использованы в качестве прогностических моделей расчета тонуса правых и левых собственно жевательных мышц в зависимости от показателей биоэлектрической активности височных и подъязычных мышц.

Обнаруженные взаимосвязи и зависимости могут быть использованы для прогнозирования изменения функциональных параметров в результате стоматологического лечения, разработки комплекса профилактических упражнений и поддержания результатов в ретенционном периоде.

## Библиографический список

1. Ippolitov Y.A., Bondareva E.N., Tatarintsev M.M., Alireza M.A., Lesnikov R.V. Personified orthodontic treatment of adults with malocclusions and deformations in dentition depending on the degree of caries resistance of the dental enamel // *Int. J. Pediatr.* 2020. Т. 8. № 10. С. 12143–12150.
2. Santos A.C., Silva C.A.B. Surface electromyography of masseter and temporal muscles with use percentage while chewing

on candidates for gastroplasty // *Brazilian Arch. Dig. Surg.* 2016. Т. 29. № 1. С. 48–52.

3. Gadotti I., Hicks K., Koscs E., Lynn B., Estrazulas J., Civitella F. Electromyography of the masticatory muscles during chewing in different head and neck postures - A pilot study // *J. oral Biol. craniofacial Res.* 2020. Т. 10. № 2. С. 23–27.

4. Prado D.G. de A., Berretin-Felix G., Migliorucci R.R., et al. Effects of orofacial myofunctional therapy on masticatory function in individuals submitted to orthognathic surgery: a randomized trial // *J. Appl. Oral Sci.* 2018. Т. 26. С. 164.

5. Luo Z., Lo W.L.A., Bian .R, Wong S., Li L. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review // *J. Int. Med. Res.* 2019. Т. 48. № 3. doi: 10.1177/0300060519888425.

6. Payenok A.V. Morozova O.G., Payenok O.S., Mitelman I.M., Bilianskiy O.Y. Features of estimation of muscle tone and functional state of spinal motor neurons in patients with post-stroke spasticity on a background of a pharmacological correction // *Wiad. Lek.* 2019. Т. 72. № 10. С. 1939–1941.

7. Косолапова И.В., Дорохов Е.В., Коваленко М.Э. Особенности корреляции показателей электромиографического и миотонометрического исследований у детей с аномалиями зубочелюстной системы // *Вестник волгоградского государственного медицинского университета*. 2020. Т. 73. № 1. С. 160–163.

8. Uehara F. Hori K., Murakami K., Okawa J., Ono T. Differentiation of Feeding Behaviors Based on Masseter and Supra-Hyoid Muscle Activity // *Front. Physiol.* 2020. Т. 11. С. 618.

9. Худорошков Ю.Г., Карагозян Я.С. Оценка функционального состояния жевательных мышц у пациентов с постоянным прикусом в норме и с нарушениями окклюзии // *Современные проблемы науки и образования*. 2016. № 4. С. 146–151.

10. Абрамян А.А. Dyakonova E.D., Persin L.S., Porohin A.Yu. Оценка изменения тонуса жевательных мышц в зависимости от положения тела пациента // *Стоматология как наука*. 2013. Т. 3. № 9. С. 1076.

11. Худорошков Ю.Г., Карагозян Я.С. Оценка функционального состояния жевательных мышц у пациентов с постоянным прикусом в норме и с нарушениями окклюзии // *Современные проблемы науки и образования*. 2016. № 4. С. 146–151.

12. Токаревич И.В. Анализ состояния жевательных и височных мышц у детей с миофункциональными нарушениями в возрасте 7–8 лет и оценка эффективности их ортодонтической коррекции // *Вестник БГМУ*. 2013. №4. С.10–22.

## References

1. Ippolitov YA, Bondareva EN, Tatarintsev MM, Alireza MA, Lesnikov RV. Personified orthodontic treatment of adults with malocclusions and deformations in dentition depending on the degree of caries resistance of the dental enamel // *International journal of pediatrics*. 2020;8(10):12143–50. doi: 10.22038/ijp.2020.49505.3961
2. Santos AC Dos, Silva CAB da. Surface electromyography of masseter and temporal muscles with use percentage while chewing on candidates for gastroplasty. *Arquivos brasileiros de cirurgia digestiva*. 2016;29(1):48–52. doi: 10.1590/0102-6720201600S10013
3. Gadotti I, Hicks K, Koscs E, Lynn B, Estrazulas J, Civitella F. Electromyography of the masticatory muscles during chewing in different head and neck postures - A pilot study. *Journal of oral biology and craniofacial research*. 2020;10(2):23–7. doi: 10.1016/j.jobcr.2020.02.002

4. Prado DG de A, Berretin-Felix G, Migliorucci RR et al. Effects of orofacial myofunctional therapy on masticatory function in individuals submitted to orthognathic surgery: a randomized trial. *Journal of Applied Oral Science*. 2018;26:164. doi: 10.1590/1678-7757-2017-0164
5. Luo Z, Lo WLA, Bian R, Wong S, Li L. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. *Journal of International Medical Research*. 2019;48(3). doi: 10.1177/0300060519888425
6. Payenok A V, Morozova OG, Payenok OS, Mitelman IM, Bilianskyi OY. Features of estimation of muscle tone and functional state of spinal motor neurons in patients with post-stroke spasticity on a background of a pharmacological correction. *Wiadomosci lekarskie*. 2019;72(10):1939–41.
7. Kosołapova IV, Dorokhov EV, Kovalenko ME. Features of correlation of electromyographic and myotonometric studies in children with anomalies dentoalveolar system. *J Volgogr State Med Univ*. 2020;73(1):160–3. (In Russ).
8. Uehara F, Hori K, Murakami K, Okawa J, Ono T. Differentiation of Feeding Behaviors Based on Masseter and Supra-Hyoid Muscle Activity. *Frontiers in physiology*. 2020;11:618. doi: 10.3389/fphys.2020.00618
9. Khudoroshkov UG, Karagozyan YS. Valuation of functional condition of masticatory muscles of patients with malocclusion combined with tmj dysfunction. *Modern Probl Sci Educ*. 2016;4:146–51. (In Russ).
10. Abramyan AA, Dyakonova ED, Persin LS, Porohin AYu. Evaluation of change in the tone of the chewing muscles depending on the position of the patient's body. *Dentistry as a Science*. 2013;3(9):1076. (In Russ).
11. Khudoroshkov UG, Karagozyan YS. Valuation of functional condition of masticatory muscles of patients with malocclusion combined with tmj dysfunction. *Modern Problems of Science and Education*. 2016;4:146–51. (In Russ).
12. Tokarevich IV. The analysis of the state of masseter and temporalis muscles with myofunctional disorders in children 7–8 years old and the evaluation of the effectiveness of orthodontic correction methods. *Vestnik BGMU*. 2013;4:10–22. (In Russ).

*Ответственный за переписку:* Косолапова Ирина Владимировна — ассистент кафедры нормальной физиологии Воронежского государственного медицинского университет им. Н.Н. Бурденко. Российская Федерация, 394043, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 6., E-mail: irenecherry@yandex.ru

Косолапова И.В. SPIN-код: 7244–4620, ORCID: 0000–0002–9779–7882

Дорохов Е.В. SPIN: 7464–1264, ORCID: 0000–0002–2096–411X

Коваленко М.Э. SPIN: 1108–6785, ORCID: 0000–0001–8841–5574

Лесников Р.В. SPIN-код: 3543–8111, ORCID: 0000–0002–8296–107X

*Corresponding author:* Kosołapova Irina Vladimirovna — assistant Department of normal Physiology, Institute of Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation, 394036, ul. Studencheskaya, 6, Voronezh, Russia. E-mail: irenecherry@yandex.ru

Kosołapova I.V. ORCID: 0000–0002–9779–7882

Dorokhov E.V. ORCID: 0000–0002–2096–411X

Kovalenko M.E. ORCID: 0000–0001–8841–5574

Lesnikov R.V. ORCID: 0000–0002–8296–107X