

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_10

А.С. Мигачев,

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии

[А.И. Шайхалиев,](#)

д.м.н., доцент, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии

[А.М. Гусаров,](#)

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии

[А.М. Исагаджиев,](#)

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии

М.М. Абакаров,

ординатор кафедры челюстно-лицевой хирургии

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,
119991, Москва, Россия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Мигачев А.С., Шайхалиев А.И., Гусаров А.М., Исагаджиев А.М., Абакаров М.М. Изменение электромиографической активности жевательной группы мышц у пациентов со скелетной аномалией после ортогнатических операций. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 10—15.

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_10

Изменение электромиографической активности жевательной группы мышц у пациентов со скелетной аномалией после ортогнатических операций

Реферат. Аномалия размера и положения челюстей — это широко распространенная патология челюстно-лицевой области. Во многих случаях ортогнатическая операция является единственным и/или оптимальным методом лечения у таких пациентов. Хирургическое вмешательство, направленное на изменение пространственных взаимоотношений челюстей, меняет функционирование всей стоматогнатической системы, в первую очередь оказывая влияние на жевательную группу мышц. Объективно оценить их функциональное состояние позволяет поверхностная электромиография. **Цель** — исследовать изменение биоэлектрической активности жевательной группы мышц после проведения ортогнатической операции. **Материалы и методы.** В исследование было включено 29 пациентов со скелетными аномалиями челюстей (II и III скелетные классы). Контрольную группу составили 30 здоровых добровольцев без зубочелюстных аномалий. Поверхностная электромиография проводилась пациентам до хирургического вмешательства, через 3 и через 6 месяцев. **Результаты.** В послеоперационном периоде обнаружено увеличение электромиографической активности височных мышц через 3 и 6 месяцев после операции в сравнении со значениями до операции. Также обнаружено уменьшение активности собственно жевательных мышц через 3 месяца после операции с постепенным увеличением активности через 6 месяцев (однако значения не достигали показателей до операции). **Выводы.** Ортогнатическая хирургия оказывает значимое влияние на функционирование жевательной группы мышц. Требуется более длительное наблюдение для оценки отдаленного влияния хирургического лечения аномалий размера и положения челюстей на жевательную группу мышц.

Ключевые слова: ЭМГ, ортогнатическая хирургия, жевательные мышцы, височные мышцы[A.S. Migachev,](#)

postgraduate at the Maxillofacial surgery Department

[A.I. Shaikhaliev,](#)

Doctor of Science in Medicine, professor of the Maxillofacial surgery Department

[A.M. Gusarov,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Maxillofacial surgery Department

[A.M. Isagadzhiev,](#)

postgraduate at the Maxillofacial surgery Department

[M.M. Abakarov,](#)

clinical resident at the Maxillofacial surgery Department

Sechenov University,
119991, Moscow, Russia

Masseter and temporal muscle electromyographic activity change in patients after orthognathic surgery

Abstract. Jaw size and position abnormalities are a widespread pathology of the maxillofacial region. Orthognathic surgery is in many cases the only and/or optimal treatment method in such patients. Surgical intervention aimed at changing the spatial relationships of the jaws changes the functioning of the entire stomatognathic system, primarily affects the masticatory muscle group. Functional state of masseter and temporal muscles can be objectively assessed by superficial electromyography. **Materials and methods.** A total of 29 patients with skeletal abnormalities of the jaws (skeletal classes II and III) were included in the study. The control group consisted of 30 healthy volunteers. Superficial electromyography was performed in patients before surgery, 3 and 6 months after. **Results.** In the postoperative period, an increase in the EMG activity of the temporal muscles was found at 3 and 6 months after surgery compared to the values before surgery. A decrease in the activity of the masticatory muscles proper was also found at a period of 3 months after surgery with a gradual increase in activity after 6 months (however, the values did not reach the indicators before surgery). **Conclusion.** Orthognathic surgery has a significant impact on the functioning of the masticatory muscle group. Longer follow-up is required to assess the long-term effect of surgical treatment of jaw abnormalities in size and position on the masseter muscle group.

Key words: EMG, orthognathic surgery, masticatory muscles, temporal muscles

FOR CITATION:

Migachev A.S., Shaikhaliev A.I., Gusarov A.M., Isagadzhiev A.M., Abakarov M.M. Masseter and temporal muscle electromyographic activity change in patients after orthognathic surgery. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 10—15 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_10

ВВЕДЕНИЕ

Аномалия развития челюстей — это широко распространенная патология челюстно-лицевой области. Во многих случаях ортогнатическая операция является единственным решением у взрослых пациентов с нарушением размеров челюстей [1]. Операция на верхней челюсти проводится путем остеотомии по типу LeFort I моноблоком или с фрагментацией [2].

Сагиттальная остеотомия на нижней челюсти впервые была описана Obwegeser в 1957 г., а в дальнейшем была модифицирована и усовершенствована рядом авторов — были предложены разные способы фиксации фрагментов [3]. Современные работы преимущественно направлены на усовершенствование протоколов планирования ортогнатических операций [4].

Ортогнатическая операция, будучи объемным и травматичным хирургическим вмешательством, непосредственным образом влияет на функционирование жевательной группы мышц. Как было показано рядом авторов, функциональные изменения связаны не только с травмой и последующим послеоперационным ведением, важное значение имеет изменение отношения длины плеча вектора действия мышц, участвующих в жевании, к длине плеча окклюзионной силы [5, 6].

Функцию жевательной группы мышц можно оценить по диапазону движения нижней челюсти, окклюзионному контакту, жевательной эффективности, силе прикуса и поверхностной электромиографической (ЭМГ) активности жевательных мышц. Электромиография жевательной группы мышц является объективным методом оценки электрических сигналов, которые исходят во время мышечного сокращения в стоматогнатической системе [7, 8].

ЭМГ-исследование медиальной и латеральной крыловидных мышц технически затруднено, требует применения игольчатых электродов, что является инвазивным методом исследования и вмешивающимся фактором в объективную оценку состояния мышц. Поэтому в научной литературе обычно проводится ЭМГ-оценка собственно жевательной и височной мышц путем поверхностной ЭМГ [9].

Функциональное состояние нейромышечной системы при сочетанных деформациях челюстей и в процессе их ортогнатической коррекции ранее было описано в диссертации И.В. Погабало (2020), где представлены данные о биоэлектрической активности (БЭА) жевательной мускулатуры, особенностях нейромышечной адаптации и возможностях ее восстановления после комплексного лечения [10].

В настоящем исследовании представлена сравнительная оценка БЭА жевательной и височной мышц у пациентов с II и III скелетными классами по Энглу в разные сроки после ортогнатической операции, выполненная на основе стандартизированного протокола поверхностной ЭМГ. В отличие от ранее опубликованных работ, данное исследование фокусируется на четком сравнении динамики изменения БЭА собственно жевательной и височной мышц между скелетными классами в сравнении с контрольной группой здоровых лиц.

Цель — исследовать изменение биоэлектрической активности жевательной группы мышц после проведения ортогнатической операции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовали 29 пациентов со скелетными аномалиями челюстей, проходившими лечение на базе кафедры челюстно-лицевой хирургии Сеченовского Университета с 2022 по 2023 г. После соответствующей ортодонтической подготовки пациентам проводили двустороннюю сагиттальную остеотомию нижней челюсти и остеотомию верхней челюсти по LeFort I моноблоком или с фрагментацией в соответствии с хирургическим протоколом (патент RU № 2558999 «Способ коррекции врожденных и приобретенных аномалий челюстей», от 28.07.2014, не действ. с 02.07.2021). В послеоперационном периоде проводилась межчелюстная фиксация средней продолжительностью 4 недели.

Пациентов поделили на 2 группы в соответствии с классификацией скелетных аномалий челюстей:

- 13 пациентов с аномалиями II класса по Энглу — про-, макрогнатией верхней челюсти и/или ретро-, микрогнатией нижней челюсти;
- 16 пациентов с аномалиями III класса по Энглу — про-, макрогнатией нижней челюсти и/или ретро-, микрогнатией верхней челюсти.

Контрольную группу составили из 30 здоровых добровольцев без скелетной патологии челюстей.

При помощи ЭМГ-анализатора «Синапсис» («Нейротех», Россия) измеряли биоэлектрическую активность жевательных и височных мышц — максимальную амплитуду в состоянии покоя и при максимальном произвольном сжатии челюстей.

Перед наложением электродов и после пальпации предполагаемого для наложения электрода участка кожи, покрывающую мышцы, обрабатывали 70%-ным спиртом для предотвращения электрических помех, наносили токопроводящий гель для улучшения электрического контакта между кожей и регистрирующим электродом. Электроды накладывали в соответствии с рекомендациями Т. Castroflorio и соавт. (2005) [11]. Для измерения ЭМГ-активности жевательных мышц электроды устанавливали по линии от внешнего края глаза до гониона, на наиболее выступающую часть мышцы, определяемую пальпаторно при сжатии челюстей. При регистрации БЭА височной мышцы проводили две линии: первую под углом 20° к заднему краю нижней челюсти, вторую — от латерального края глазной щели к верхней части ушной раковины. Электроды устанавливали непосредственно над точкой пересечения двух линий на продолжении линии, проведенной под углом 20° к заднему краю нижней челюсти (рис. 1). В обоих случаях расстояние между накладываемыми электродами было 25 мм.

При измерении БЭА в состоянии покоя пациентов просили максимально расслабиться. Для регистрации при максимальном произвольном сжатии — просили максимально стиснуть зубы и не расслаблять до звуковой команды. В обоих случаях регистрация проводилась

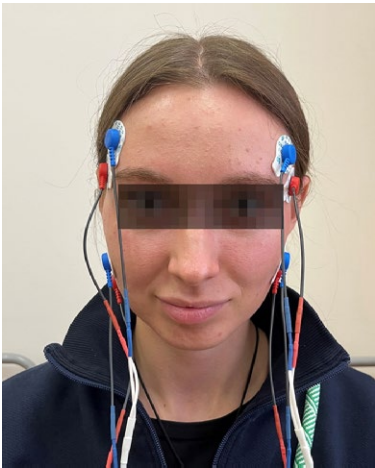


Рис. 1. Пациентка со скелетными аномалиями челюстей II класса по Энгля с наложенными электродами до операции

Fig. 1. Patient with Angle class II malocclusion with applied electrodes before surgery

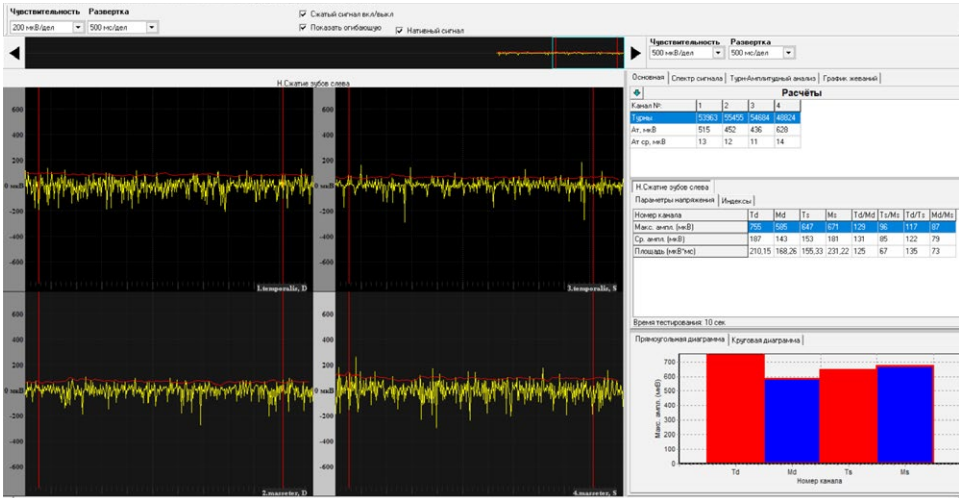


Рис. 2. Показатели ЭМГ у пациентки со скелетными аномалиями челюстей II класса по Энгля до проведения хирургического вмешательства при максимальном произвольном сжатии челюстей

Fig. 2. EMG parameters in patient with Angle class II malocclusion before surgery with maximum voluntary jaw clench

в течение 10 секунд. Вычисляли среднее арифметическое значение максимальной амплитуды правой и левой сторон для каждой группы мышц (рис. 2).

Для расчета уровня статистической значимости использовали Т-критерий Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средние значения БЭА в покое как жевательной, так и височной мышц в исследуемых группах были выше относительно здоровых добровольцев ($p<0,05$). При этом между исследуемыми группами показатели статистически значимо не отличались, а также не удалось найти статистически достоверной разницы в показателях БЭА *m. masseter* и *m. temporalis* внутри групп ($p>0,05$; табл. 1).

При сжатии челюстей (проба максимальное произвольное сжатие) отмечалась большая активность жевательных мышц в группе контроля, чем в исследуемых группах. Средние значения БЭА височных мышц при сжатии челюстей у пациентов со II скелетным классом (713 мкВ) были выше показателей пациентов с III скелетным классом (630 мкВ, $p<0,05$). Статистически значимых отличий показателей ЭМГ-активности жевательных мышц не обнаружено.

Таблица 1. ЭМГ-активность жевательных и височных мышц у пациентов с аномалиями II и III класса до операции и у здоровых добровольцев, мкВ

Table. 1. EMG activity of the masseter and temporal muscles in patients with class II and III anomalies before surgery and in healthy volunteers, μ V

	В покое		При сжатии	
	m. masseter	m. temporalis	m. masseter	m. temporalis
Пациенты с аномалиями II класса	41±6	45±5	531±51	713±116
Пациенты с аномалиями III класса	45±5	45±5	583±50	630±102
Контрольная группа	33±10	36±9	950±103	1052±133

При сравнении БЭА височной и жевательной мышц внутри групп было установлено, что у пациентов со II скелетным классом показатели биоэлектрической активности *m. temporalis* статистически значимо превышают показатели *m. masseter* (713 против 531 мкВ соответственно, $p<0,05$).

У пациентов со II скелетным классом значение ЭМГ жевательных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА жевательных мышц с 44 до 37 мкВ, при этом значения приближались к показателям контрольной группы (33 мкВ, $p<0,05$). При максимальном сокращении показатели БЭА заметно снизились после операции с 531 до 311 мкВ через 3 месяца после операции ($p<0,05$). Через 6 месяцев после операции отметился рост ЭМГ-активности до 479 мкВ, однако показатели были статистически значимо меньше значений до операции ($p<0,05$; табл. 2).

Показатели ЭМГ-активности височных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА височных мышц с 45 до 39 мкВ ($p<0,05$) приближаясь к показателям контрольной группы (36 мкВ). Показатели ЭМГ-активности височных мышц при максимальном произвольном сокращении через 3 месяца после операции статистически значимо не отличались от показателей до операции. Через 6 месяцев после операции было обнаружено значительное увеличение активности височных мышц с 713 до 1076 мкВ ($p<0,05$).

У пациентов с III скелетным классом значение ЭМГ жевательных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев

Таблица 2. ЭМГ-активность у пациентов с аномалиями II класса по Энгля, мкВ

Table. 2. EMG activity in patients with Angle class II malocclusion, μV

	<i>m. masseter</i>		<i>m. temporalis</i>	
	расслабление	сокращение	расслабление	сокращение
До операции	44±6	531±51	45±5	713±116
Через 3 месяца	44±5	311±24	44±6	780±111
Через 6 месяцев	37±8	479±91	39±7	1076±155

после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА жевательных мышц с 45 до 35 мкВ, при этом значения приближались к показателям контрольной группы (33 мкВ; $p<0,05$). При максимальном произвольном сокращении БЭА жевательных мышц заметно снизилось с 583 мкВ до операции 369 мкВ через 3 месяца ($p<0,05$). Через 6 месяцев после операции отмечился рост ЭМГ активности до 501 мкВ, однако показатели были статистически значимо меньше значений до операции ($p<0,05$; табл. 3).

Показатели ЭМГ-активности височных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА височных мышц с 45 до 36 мкВ ($p<0,05$), при этом значения приближались к показателям контрольной группы (36 мкВ). Показатели ЭМГ-активности височных мышц при максимальном произвольном сокращении через 3 месяца (847 мкВ) после операции статистически значимо увеличились по сравнению с показателями до операции (630 мкВ, $p<0,05$). Через 6 месяцев после операции было обнаружено значительное увеличение активности височных мышц как в сравнении с состоянием до операции, так и с состоянием через 3 месяца после операции ($p<0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В обеих исследуемых группах (II и III скелетные классы) на этапе до операции отмечалась повышенная БЭА в покое как височных, так и жевательных мышц в сравнении с контрольной группой. На основании этих данных можно сделать вывод, что у пациентов со скелетными нарушениями жевательная группа мышц остается в повышенном тонусе. В послеоперационном периоде (через 6 месяцев после операции) отмечалось достоверное уменьшение активности мышц в состоянии покоя, что говорит о более полной релаксации мышцы.

Максимальная амплитуда БЭА собственно жевательных мышц при максимальном сжатии челюстей в послеоперационном периоде уменьшается в том числе из-за хирургической травмы и особенностей последующей реабилитации, и затем следует постепенное увеличение амплитуды к 6-му месяцу после операции [12–25].

Данные, полученные М.А. Raustia и К.С. Oikarinen (1994), а также О. Muftuoglu и соавт. (2023) подтверждают, что ЭМГ-активность собственно жевательных

Таблица 3. ЭМГ-активность у пациентов с аномалиями III класса по Энгля, мкВ

Table. 3. EMG activity in patients with Angle class III malocclusion, μV

	<i>m. masseter</i>		<i>m. temporalis</i>	
	расслабление	сокращение	расслабление	сокращение
До операции	45±5	583±50	45±5	630±102
Через 3 месяца	44±5	369±21	44±5	847±92
Через 6 месяцев	35±5	501±56	36±6	1153±216

мышц при сжатии челюстей через 12 месяцев после ортогнатической операции у пациентов с III скелетным классом увеличивается, однако не достигала значений контрольной группы [16, 17].

L.V.V. Trawitzki и соавт. (2010) при более длительном обследовании (до 3 лет после операции) у пациентов с нарушением прикуса III класса наблюдали улучшение активности жевательных мышц, причем значения были близки к показателям пациентов без патологии прикуса [18].

L. Giannini и соавт. (2017) при наблюдении пациентов на сроках около 6 лет после завершения ортодонто-хирургического лечения установили, что показатели ЭМГ-активности при сжатии челюстей у пациентов со II и III классом выравнивались и соответствовали показателям контрольной группы. Авторы обнаружили, что до начала лечения пациенты со II скелетным классом показывают более высокую ЭМГ-активность как височной, так и жевательной мышц, чем пациенты с III скелетным классом. Однако к моменту проведения операции ЭМГ-активность у обеих групп снижается и достоверной разницы не прослеживается. После этапа реабилитации на сроках более 6 месяцев разницы в ЭМГ-активности между группами нет [19].

В нашем исследовании обнаружена статистически достоверная разница в ЭМГ активности между группами со II и III скелетными классами, однако в числовом выражении средние значения отличались незначительно, что можно объяснить длительным ортодонтическим лечением на дооперационном этапе с целью декомпенсации окклюзии.

Е.В. Ко и соавт. (2013), проводя поверхностную ЭМГ собственно жевательных и височных мышц до и после ортогнатической операции у пациентов с III классом, пришли к выводу, что после операции (измерение через 1 месяц после операции), показатели электрической активности как для височных, так и для собственно жевательной мышц статистически значимо снижались. Однако электрическая активность обеих парных мышц восстанавливалась к 6-му месяцу после операции и, несмотря на то что средние значения электрической активности были незначительно меньше, чем до операции, статистически значимых различий не было [13]. Публикация Е.В. Ко и соавт. примечательна тем, что авторы обнаружили положительную корреляцию между повышенным тонусом височных мышц в состоянии покоя и наличием рецидива после

операции, при этом разница в электрической активности височных мышц при максимальном сжатии не коррелировала с развитием рецидива. Также была обнаружена статистически достоверная положительная корреляция между электрической активностью собственно жевательных мышц при максимальном сжатии и рецидивом после операции у пациентов с III классом. Результаты этой работы подтверждают выводы L. Giannini и соавт. [19] о важности достижения стабильного нейромышечного баланса для уменьшения рисков развития потенциального рецидива.

D. Celakil (2017) и соавт. также пришли к выводу, что показатели ЭМГ-активности обеих мышц, уменьшаясь сразу после операции, через 6–8 месяцев не только возвращались к состоянию до операции, но и статистически были достоверно выше показателей до операции, тем не менее не достигая значений, характерных для пациентов с нормальным прикусом [20]. Сходные выводы сделали G.B. Grossi и соавт. (2017): у пациентов с III скелетным классом в позднем послеоперационном периоде отмечалось увеличение показателей ЭМГ-активности жевательной группы мышц, причем наибольшее увеличение было у пациентов, у которых активность мышц до операции была ниже [21]. Однако K.A. Kim и соавт. (2019) установили, что у пациентов с III скелетным классом показатели ЭМГ височной и жевательной мышц через 7–8 месяцев после операции возвращались до значений до операции, но оставались ниже показателей здоровых людей [22].

Рядом исследователей приводятся данные, что максимальная амплитуда височных мышц после проведенной ортогнатической операции у пациентов с III скелетным классом по Энглю увеличивается уже на сроках через 3 месяца после операции и растет до 6-го месяца [23]. Нами были получены сходные данные: показатели ЭМГ височных мышц значимо увеличивались у пациентов с III скелетным классом на сроке через 3 месяца и продолжили расти до значений контрольной группы, значительно превышая показатели до операции. Показатели ЭМГ височных мышц у пациентов со II скелетным классом через 3 месяца не отличались от показателей до операции, однако через 6 месяцев значения соответствовали показателям контрольной группы.

Полученные нами данные согласуются с результатами систематического обзора T. Musulas и соавт. (2024), в котором проанализированы ЭМГ-изменения у пациентов после ортогнатических операций. Авторы отмечают, что к 6-му месяцу после вмешательства биоэлектрическая активность жевательной и височной мышц демонстрирует положительную динамику, однако не достигает уровня контрольных значений,

особенно в отношении *m. masseter*. При этом височные мышцы восстанавливают функциональную активность быстрее, что, вероятно, связано с их анатомо-функциональными особенностями и ролью в стабилизации окклюзии [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поверхностная электромиография является эффективным и объективным методом оценки функционального состояния жевательной и височной мышц у пациентов после ортогнатической операции. Метод позволяет отслеживать динамику восстановления мышечного тонуса в разные сроки реабилитации.

После хирургической коррекции скелетной аномалии у пациентов с II и III скелетным классом отмечается компенсаторное повышение биоэлектрической активности височных мышц, особенно выраженное через 3 месяца после операции, по сравнению с собственно жевательной мышцей. Это свидетельствует о более быстрой адаптации височных мышц к изменившимся условиям окклюзии.

Через 6 месяцев после операции наблюдается снижение показателей биоэлектрической активности как жевательных, так и височных мышц в состоянии покоя, с приближением их к значениям контрольной группы. Это может отражать нормализацию мышечного тонуса и снижение компенсаторного перенапряжения после устранения скелетной дисгармонии.

Полученные результаты демонстрируют сходную направленность восстановления ЭМГ-показателей у пациентов с II и III скелетными классами, что может быть учтено при формировании прогнозов и выборе сроков функциональной реабилитации.

Сравнение с группой здоровых добровольцев подтвердило наличие повышенного мышечного тонуса у пациентов до операции, вероятно, это связано с длительным нарушением нейромышечного баланса при скелетной аномалии.

Для более точной оценки влияния ортогнатической хирургии на функциональное состояние жевательной группы мышц в дальнейших исследованиях рекомендовано оценивать показатели БЭА жевательной группы мышц до начала ортодонтической подготовки, а также продолжить наблюдение в течение нескольких лет после завершения ортодонтического этапа и достижения стабильного окклюзионного контакта.

Поступила/Received: 09.06.2025

Принята в печать/Accepted: 11.08.2025

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Naran S., Steinbacher D.M., Taylor J.A. Current Concepts in Orthognathic Surgery. — *Plast Reconstr Surg.* — 2018; 141 (6): 925e—936e. [PMID: 29794714](#)
2. Gil A.P.S., Machado-Fernández A., Guijarro-Martínez R., Hernández-Alfaro F., Haas O.L. Jr, de Oliveira R.B. Le Fort I osteotomy and soft tissue response: A retrospective cohort study comparing three different techniques. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2022; 50 (2): 107—113. [PMID: 34802886](#)
3. Wolford L.M., Bennett M.A., Rafferty C.G. Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* — 1987; 64 (2): 146—55. [PMID: 3476891](#)
4. Иванов С.Ю., Мураев А.А., Короткова Н.Л., Сидорова Е.В., До М.Ф. Новый способ коррекции врожденных и приобретенных аномалий челюстей. — *Медицинский альманах.* — 2015; 3 (38): 168—171.
[Ivanov S.Yu., Muraev A.A., Korotkova N.L., Sidorova E.V., Do M.F. New method of correction of inherent and acquired abnormalities of jaws. — *Medical Almanac.* — 2015; 3 (38): 168—171 (In Russian)]. [eLibrary ID: 24361069](#)
5. Dicker G., Van Spronsen P., Van Schijndel R., van Ginkel F., Manoliu R., Boom H., Tuinzing D.B. Adaptation of jaw closing muscles after surgical mandibular advancement procedures in different vertical craniofacial types: a magnetic resonance imaging study. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* — 2007; 103 (4): 475—82. [PMID: 17095268](#)
6. Throckmorton G.S., Johnston C.P., Gonyea W.J., Bell W.H. A preliminary study of biomechanical changes produced by orthognathic surgery. — *J Prosthet Dent.* — 1984; 51 (2): 252—61. [PMID: 6583403](#)
7. Набиев Н.В., Климова Т.В., Набиева М.Н., Русанова А.Г. Особенности показателей биопотенциалов мышц челюстно-лицевой области при окклюзионных суперконтактах по данным электромиографии. — *Ортодонтия.* — 2023; 3 (103): 75.
[Nabiev N.V., Klimova T.V., Nabieva M.N., Rusanova A.G. Features of bioelectrical potentials of masticatory muscles in patients with occlusal interferences based on electromyography data. — *Orthodontics.* — 2023; 3 (103): 75 (In Russian)]. [eLibrary ID: 60024627](#)
8. Cacho A., Tordera C., Colmenero C. Use of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for the recovery of oral function after orthognathic surgery. — *J Clin Med.* — 2022; 11 (12): 3268. [PMID: 35743339](#)
9. Özen A.K., Ceylan İ. Changes in the electromyographic activity of masticatory muscles in patients undergoing bimaxillary surgery. — *Acta Odontol Scand.* — 2025; 84: 182—190. [PMID: 40260992](#)
10. Погабало И.В. Нарушения функционального состояния neuromuscular system of the dentofacial complex in combined jaw deformities and their correction: dissertation. — Moscow, 2020. — 277 p. (In Russian).
[Pogabalo I.V. Disorders of the functional state of the neuromuscular system of the dentofacial complex in combined jaw deformities and their correction: dissertation. — Moscow, 2020. — 277 p. (In Russian)].
11. Castroflorio T., Farina D., Bottin A., Piancino M.G., Bracco P., Merletti R. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. — *J Oral Rehabil.* — 2005; 32 (6): 411—7. [PMID: 15899019](#)
12. Cullati F., Mapelli A., Beltramini G., Codari M., Pimenta Ferreira C.L., Baj A., Gianni A.B., Sforza C. Surface electromyography before and after orthognathic surgery and condylectomy in active laterognathia: a case report. — *Eur J Paediatr Dent.* — 2017; 18 (2): 131—138. [PMID: 28598184](#)
13. Ko E.W., Huang C.S., Lo L.J., Chen Y.R. Alteration of masticatory electromyographic activity and stability of orthognathic surgery in patients with skeletal class III malocclusion. — *J Oral Maxillofac Surg.* — 2013; 71 (7): 1249—60. [PMID: 23562358](#)
14. Frongia G., Ramieri G., De Biase C., Bracco P., Piancino M.G. Changes in electric activity of masseter and anterior temporalis muscles before and after orthognathic surgery in skeletal class III patients. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* — 2013; 116 (4): 398—401. [PMID: 24035106](#)
15. Eshghpour M., Danesh-Sani S.A. Electromyographic analysis of masseter muscle after surgical correction of mandibular prognathism. — *International Journal of Head and Neck Surgery.* — 2012; 3 (3): 121—124. [DOI: 10.5005/jp-journals-10001-1110](#)
16. Raustia A.M., Oikarinen K.S. Changes in electric activity of masseter and temporal muscles after mandibular sagittal split osteotomy. — *Int J Oral Maxillofac Surg.* — 1994; 23 (3): 180—4. [PMID: 7930775](#)
17. Muftuoglu O., Akturk E.S., Eren H., Gorurgoz C., Karasu H.A., Orhan K., Akat B., Memikoglu T.U.T. Long-term evaluation of masseter muscle activity, dimensions, and elasticity after orthognathic surgery in skeletal class III patients. — *Clin Oral Investig.* — 2023; 27 (7): 3855—3861. [PMID: 37022528](#)
18. Trawitzki L.V., Dantas R.O., Mello-Filho F.V., Marques W. Jr Masticatory muscle function three years after surgical correction of class III dentofacial deformity. — *Int J Oral Maxillofac Surg.* — 2010; 39 (9): 853—6. [PMID: 19375282](#)
19. Giannini L., Maspero C., Galbiati G., Kairyte L., Zanoni F., Faronato G. Orthodontic-surgical treatment: electromyographic and kinesiographic evaluation in follow up period. Experimental study. — *Stomatologija.* — 2017; 19 (2): 35—43. [PMID: 29243682](#)
20. Celakil D., Ozdemir F., Eraydin F., Celakil T. Effect of orthognathic surgery on masticatory performance and muscle activity in skeletal Class III patients. — *Cranio.* — 2018; 36 (3): 174—180. [PMID: 28385103](#)
21. Grossi G.B., Garagiola U., Santoro F. Measuring effectiveness of orthognathic surgery by electromyography: a retrospective clinical study. — *Minerva Stomatol.* — 2017; 66 (3): 98—106. [PMID: 28181788](#)
22. Kim K.A., Park H.S., Lee S.Y., Kim S.J., Baek S.H., Ahn H.W. Short-term changes in muscle activity and jaw movement patterns after orthognathic surgery in skeletal Class III patients with facial asymmetry. — *Korean J Orthod.* — 2019; 49 (4): 254—264. [PMID: 31367580](#)
23. González Olivares H., García Pérez A., López Saucedo F., Ángeles Medina F. Electromyographic changes in the masseter and temporalis muscles before and after orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism. — *J Craniofac Surg.* — 2019; 30 (5): 1539—1543. [PMID: 31299762](#)
24. Musulas T., Klimka J., Lopatienė K., Razukevicius D., Gervickas A., Janužis G. Electromyographic changes in the masticatory muscles after orthognathic surgery: A systematic review. — *Annals of Dental Specialty.* — 2024; 1: 65—71. [DOI: 10.51847/wUhlZjo1XC](#)