

Физиологическое обоснование эффективного способа депрограммирования жевательных мышц у лиц, занимающихся силовым тренингом

В.А. Степанов , Ю.В. Агеева, В.И. Шемонаев, С.В. Клаучек

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

Аннотация. Исследование посвящено актуальному вопросу физиологического обоснования применения различных методов для релаксации жевательных мышц, находящихся в состоянии гипертонии, у лиц, занимающихся силовым тренингом. Приведены данные сравнительного анализа эффективности воздействия следующих депрограммирующих устройств на жевательные мышцы: «Аквасплент», миорелаксационная каппа и транскожная электронейростимуляция, по данным электромиографии жевательных мышц и доплерографии поверхностных височных артерий. Установлена преимущественная физиологическая эффективность применения стабилизирующей каппы и транскожной электронейростимуляции в качестве метода целенаправленного воздействия на тонус жевательных мышц.

Ключевые слова: транскожная электронейростимуляция (ТЭНС), гипертония жевательных мышц, релаксация (депрограммирование) жевательных мышц

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2024-21-2-116-120>

Physiological rationale for an effective method of deprogramming the masticatory muscles for persons engaged in strength training

V.A. Stepanov , Yu.V. Ageeva, V.I. Shemonaev, S.V. Klaucek

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract. The study is devoted to the topical issue of physiological justification for the use of various methods for relaxation of masticatory muscles in a state of hypertension in individuals engaged in strength training. Data are presented on a comparative analysis of the effectiveness of the effects of the following deprogramming devices on the masticatory muscles: “Aquasplint”, muscle relaxation mouthguard and transcutaneous electrical neurostimulation, according to electromyography of the masticatory muscles and Dopplerography of the superficial temporal arteries. The predominant physiological effectiveness of using a stabilizing mouthguard and transcutaneous electrical neurostimulation as a method of targeted impact on the tone of the masticatory muscles has been established.

Keywords: transcutaneous electrical neurostimulation (TCNS), hypertension of the masticatory muscles, relaxation (deprogramming) of the masticatory muscles

За последние десятилетие значительно возросла потребность в физкультурно-оздоровительной деятельности у лиц, ранее не занимавшихся физической культурой. Так как обязательным компонентом успешного силового тренинга является существенное волевое усилие, то у таких лиц возникает высокий риск развития гипертонического состояния жевательной мускулатуры [1, 2, 3]. Известно, что длительно сохраняющийся спазм жевательных мышц приводит к негативным последствиям в виде повышения нагрузки на костные и связочные структуры височно-нижнечелюстного сустава и нарушениям регионарной гемодинамики [3, 4, 5, 6]. Однако в современной литературе недостаточно полно представлены сведения о принципах физиологической коррекции гипертонии жевательных мышц и ее последствий [7, 8]. Это диктует необходимость создания комплексной системы физиологического сопровождения лиц, систематически выполняющих силовые упражнения.

В современной литературе часто можно встретить описание методов релаксации жевательных мышц, объединенных общим понятием «депрограммирование» [9, 10]. Эти методы релаксации жевательных мышц условно разделяют на пассивное депрограммирование (например, методика Доусона), когда расслабление мускулатуры достигается путем врачебных манипуляций; и активное депрограммирование, когда эффект достигается за счет применения различных устройств (методика транскожной электронейростимуляции, использование миорелаксационных капп, аппаратов Койса, «Аквасплент», джиги Люсия), изменяющих пародонтомускулярный и миотатический рефлексы пациента. Также используются фармакологические способы релаксации жевательных мышц.

Физиологическое обоснование выбора наиболее оптимального метода релаксации жевательных мышц позволит добиться эффективного, стойкого и долговременного результата [6].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Дать физиологическое обоснование выбора эффективного способа устранения гипертонии жевательных мышц у лиц, занимающихся силовым тренингом.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование (одобрено локальным этическим комитетом) проводилось в два этапа, на базе Волгоградского государственного медицинского университета на кафедрах нормальной физиологии и ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии с участием 86 лиц, регулярно занимающихся силовым тренингом, вошедших в группы согласно критериям включения и исключения. У всех получено информированное согласие. На первом этапе был проведен опрос *врачей-стоматологов г. Волгограда относительно предпочтительного метода релаксации жевательных мышц*, результаты которого послужили основанием для отбора методик депрограммирования. По результатам опроса установлено, что врачи-стоматологи для релаксации жевательных мышц наиболее часто применяют аппарат «Аквасплитт», миорелаксационную каппу и метод транскожной электронейростимуляции (ТЭНС).

Для решения поставленных задач, на втором этапе, были сформированы три группы: первая – (28 человек), которым изменяли тонус жевательных мышц с использованием аппарата «Аквасплитт»; вторая группа – (29 человек), которым тонус мышц изменяли, используя миорелаксационную каппу; участникам третьей группы (29 человек) проводили транскожную электронейростимуляцию жевательных мышц с последующим изготовлением стабилизирующей каппы.

Для оценки результативности выбранных методик релаксации жевательных мышц всем обследуемым проводили электромиографию жевательных и височных мышц, а также ультразвуковую доплерографию поверхностных височных артерий до исследования и через 14 дней после использования депрограммирующих устройств. При статистическом анализе проводили проверку на нормальность распределения. Для описательной статистики использовали медиану, 25-й и 75-й процентиля; применяли критерий Вилкоксона (W-критерий).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведенного исследования по данным электромиографии установлено, что мышечная гипертония наблюдалась во всех группах, обследуемых в исходном состоянии (табл.).

Данные электромиографии собственно жевательных и височных мышц у обследуемых лиц

Биоэлектрическая активность собственно жевательных и височных мышц, мкВ Исходный показатель Me (Q ₂₅ – Q ₇₅)		Первая группа		Вторая группа		Третья группа	
		Через 14 дней	Исходный показатель	Через 14 дней	Исходный показатель	Через 14 дней	Исходный показатель
		Me (Q ₂₅ – Q ₇₅)					
Средняя амплитуда жевательных мышц	Слева	583 (344; 736)	550 (329,5; 700)	601 (382; 754)	544 * (392; 694)	589 (344; 736)	490 * (440,5; 640,5)
	Справа	729 (470,5; 861,5)	616 (414,5; 761,5)	691 (320; 781)	530* (320; 720)	709 (470,5; 861,5)	450 * (410; 606,5)
Средняя амплитуда височных мышц	Слева	417 (271; 564,5)	406 (312; 626)	610 (420; 701)	406 * (345,5; 550)	410 (271; 564,5)	384 * (325; 475,5)
	Справа	637 (369,5; 759)	510 (388; 648)	450 (250; 592)	520 * (450; 615)	597 (369,5; 759)	401 * (345; 513)
ИСЖМ, %		76,09 (51,93; 177,03)	81,1 (70,72; 155,54)	70,24 (50,23; 168,03)	91,67* (77,60; 121,91)	74,07 (49,5; 104,3)	100,52 * (89; 112)
ИСВМ, %		62,51 (44,91; 171,8)	75 (48,10; 142,79)	71,51 (44,91; 171,80)	89,41 * (75,88; 132,76)	69,4 (47,5; 138,4)	99,13 * (97; 103)

Примечание: ИСЖМ – индекс симметрии жевательных мышц, ИСВМ – индекс симметрии височных мышц; * различие статистически достоверно (p ≤ 0,05) при внутригрупповом сравнении с исходными данными.

Зарегистрированы высокие показатели биоэлектрической активности жевательных мышц у всех участников исследования: у участников первой группы 583 мкВ (344; 736) слева, 729 мкВ (470,5; 861,5) справа; у участников второй группы 601 мкВ (382; 754) слева, 691 мкВ (320; 781) справа; у участников третьей группы 589 мкВ (344; 736) слева, 709 мкВ

(470,5; 861,5) справа. Согласно полученным данным, средняя амплитуда собственно жевательных мышц у участников первой группы через 14 дней использования аппарата «Аквасплитт» уменьшилась на 5 % слева, на 15 % справа. Тонус височных мышц слева на 3 %, справа на 19 %. В то время как средняя амплитуда собственно жевательных мышц у участников

второй группы через 14 дней использования мио-релаксационной каппы уменьшилась на 9 % слева и на 23 % справа. Тонус височных мышц слева уменьшился на 33 %, справа на 15 %. Средняя амплитуда собственно жевательных мышц у участников третьей группы через 14 дней использования окклюзионной каппы, изготовленной после процедуры транскожной электронейростимуляции, уменьшилась на 16 % слева и на 36 % справа. Тонус височных мышц слева уменьшился на 6 %, справа на 32 %.

Показатели индекса симметрии собственно жевательных мышц (ИСЖМ) во всех группах исследования были снижены. В первой, второй и третьей группах он составил в среднем 76 у.е. (51; 177 у.е.) и 70 у.е. (50; 168 у.е.) и 74 у.е. (49; 104) соответственно. Показатели индекса симметрии височных мышц (ИСВМ) во всех группах исследования были снижены. В первой, второй и третьей группах он составил в среднем 62 у.е. (44; 171) и 71 у.е. (44; 171) и 69 у.е. (47; 138). Через 14 дней пользования депрограммирующих устройств показатели симметрии собственно жевательных и височных мышц стали выше. В первой группе ИСЖМ увеличился на 5 у.е. и составил 81 у.е. (70; 155), а ИСВМ на 15 у.е. и составил 75 у.е. (70; 142), что не нашло статистического подтверждения, во второй группе ИСЖМ увеличился на 21 у.е. и составил 91 у.е. (77; 121), а ИСВМ – на 18 у.е. и составил 89 у.е. (75; 132), в третьей группе ИСЖМ увеличился на 26 у.е.

и составил 100 у.е. (89; 112), а ИСВМ на 30 у.е. и составил 99 у.е. (97; 103) ($p < 0,05$). Электромиография жевательных мышц показывает достижение нормализации амплитуды биопотенциалов жевательных и височных мышц, что в свою очередь позволяет скоординировать положение нижней челюсти и ведет к оптимальному пространственному расположению головок нижней челюсти в нижнечелюстных ямках височно-нижнечелюстного сустава.

В качестве критериев для анализа кровотока в области жевательных мышц были выбраны максимальная линейная скорость кровотока (V_s , см/с) и максимальная объемная скорость кровотока (Q_s , мл/с).

В процессе исследования было установлено увеличение линейных и объемных скоростей кровотока в сосудах, обеспечивающих питание жевательных мышц. Показатели линейной систолической скорости кровотока височных артерий в первой группе составил 16 см/с (14; 24) слева и 20,5 см/с (16; 23) справа; во второй группе 17 см/с (14; 25) слева и 19,5 см/с (15; 23) справа; в третьей группе 21 см/с (14,5; 23) слева и 15,5 см/с (13; 21,5) справа. Показатели объемной скорости кровотока височных артерий в первой группе составил 32 мл/с (30; 34) слева и 36,2 мл/с (33,3; 40,4) справа; во второй группе 30 мл/с (27; 34,5) слева и 37,5 мл/с (33; 58) справа; в третьей группе 31,5 мл/с (29; 38) слева и 15,5 мл/с (13; 21,5) справа (см. рис.).

Показатели ультразвуковой доплерографии		Первая группа		Вторая группа		Третья группа	
		Исходный показатель	Через 14 дней	Исходный показатель	Через 14 дней	Исходный показатель	Через 14 дней
		Me ($Q_{25} - Q_{75}$)					
Линейная максимальная систолическая скорость кровотока височной артерии (V_s , см/с)	Слева	16 (14; 24)	19,5 (14,5; 24)	17 (14; 25)	28,5 * (19,4; 39)	21 (14,5; 23)	34,5* (31,5; 39)
	Справа	20,5 (16; 23)	19 (16; 22,5)	19,5 (15; 23)	27 * (18,5; 38,5)	15,5 (13; 21,5)	36* (31; 40)
Максимальная объемная скорость кровотока височной артерии (Q_s , мл/с)	Слева	32 (30; 34)	34 (30,5 38)	30 (27; 34,5)	45 * (32; 55,5)	35,5 (31,5; 37)	63* (57,5; 70,5)
	Справа	36,2 (33,3; 40,45)	32 (31; 35,5)	37,5 (33; 58,5)	48 * (37; 58,5)	31,5 (29; 38)	59,5* (54; 66)

* Различие статистически достоверно ($p \leq 0,05$) при внутригрупповом сравнении с исходными данными.

Рис. Результаты ультразвуковой доплерографии поверхностных височных артерий на этапах исследования

Через 14 дней использования аппарата «Аква-сплент» у участников первой группы было отмечено достоверное увеличение показателей линейной скорости кровотока поверхностной височной артерии на 17 % слева и уменьшение на 7 % справа. Показатели объемной скорости кровотока справа увеличились на 5 % и уменьшились на 11 % слева (данные не были подтверждены статистически). У участников второй группы было также отмечено увеличение показателей линейной скорости кровотока поверхностной височной артерии на 40 % слева и 27 % справа. Показатели объемной скорости кровотока справа увеличились на 33 % и уменьшились на 22 % слева ($p < 0,05$). Увеличились показатели линейной скорости кровотока поверхностной височной артерии у участников третьей группы (где применялось воздействие ТЭНС) на 38 % слева и на 58 % справа. Показатели объемной скорости кровотока слева увеличились на 44 % и уменьшились на 47 % справа ($p < 0,05$).

Допплерография поверхностных височных артерий демонстрирует зависимость состояния гемодинамики височной артерии от состояния жевательных мышц. Состояние гипертонии жевательных мышц привело к функциональной окклюзии височных артерий и соответственно к уменьшению показателей регионарной гемодинамики. Нормализацию скоростных показателей кровотока височной артерии можно рассматривать как информативный критерий эффективности депрограммирования жевательных мышц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной физиологический механизм действия сравниваемых методов релаксации жевательных мышц базируется на нормализации рефлекторной связи между центральной нервной системой и жевательной мускулатурой, в связи с чем на начальных этапах данное воздействие дает симптоматический эффект и только при возникновении заметных функциональных изменений аппаратные методы воздействия имеют устойчивый эффект. Согласно полученным данным, включение в схему депрограммирования жевательных мышц применение ТЭНС-воздействия продемонстрировало его преимущество, основанное на выключении проприоцептивной регуляции сокращения мышц с одновременным формированием оптимальных двигательных паттернов. В нашем случае в группе, использующей ТЭНС как инструмент для депрограммирования, были достигнуты объективные критерии эффективной релаксации жевательных мышц: улучшение их функционирования, нормализация тонуса и синхронизация работы слева и справа, нормализация регионарного кровоснабжения.

Основываясь на полученных результатах, можно сказать, что применение методики транскожной электронейростимуляции наиболее физиологически

обосновано с позиции работы жевательных мышц, по сравнению с другими аппаратными методами воздействия.

Выводы:

1. Установлена преимущественная физиологическая эффективность применения стабилизирующей каппы и транскожной электронейростимуляции в качестве метода целенаправленного физиологического воздействия на тонус жевательных мышц, со статистически достоверным снижением выраженности мышечной гипертонии по данным электромиографии и исчезновением признаков функциональной окклюзии поверхностных височных артерий по данным ультразвуковой доплерографии.

2. Выявлено, что вследствие электронейростимуляции жевательных мышц, их сокращение, которое управляется обратной связью, больше не происходит из-за блокады передачи проприоцептивного импульса на уровне альфа- и гамма-мотонейронов. Сокращение мышц происходит только за счет проведения импульса от электродов миомонитора по моторным ветвям нерва к мышцам. Все это ведет к изменению привычных и формированию новых, физиологически целесообразных мышечных паттернов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бахтегареев А.И., Егоров М.В., Криулина Р.Н., Маркешина О.С. Исследование влияния правильно построенных тренировок на показатели выносливости. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2023;4-1(79):18–23.
2. Нестеров А.М., Садыков М.И., Тлустенко В.П. и др. Электромиографическое исследование жевательных мышц в клинической стоматологии. М., 2023. 153 с.
3. Селитреникова Т.А., Селиверстова В.В., Агеев Е.В., Налетов А.А. Влияние транскраниальной электростимуляции и управляемой гипервентиляции на адаптационные возможности и работоспособность спортсменов. *Научно-педагогические школы Университета*. 2023;8:3–8.
4. Ванюшин Ю.С., Хузина Г.К. Критерии функционального состояния спортсменов. *Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма. Материалы XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию кафедры физического воспитания УГАТУ*. 2019. С. 431–435.
5. Самуйлов И.В., Давыдов М.В., Рубникович С.П., Барадина И.Н. Алгоритм оценки изменений функционального состояния мышц челюстно-лицевой области у атлетов с индивидуальными окклюзионными релаксирующими шинами или каппами. *Российский журнал биомеханики*. 2021;25(3):255–272.
6. Симаков Д. В. Методы измерения скорости кровотока для диагностики различных заболеваний. *Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции*. 2019. С. 69–73.

7. Килибаев А.А., Битабаров Е.А., Сотов В.В. и др. Выносливость – как одно из важнейших физических качеств. *Вестник науки Южного Казахстана*. 2022;3(19):81–87.

8. Мальшева Е.В., Пылаев С.М., Семёнов М.В., Шелкова Л.Н. Физическая нагрузка в разные периоды жизни. *Культура физическая и здоровье*. 2022;2(82):174–178.

9. Садыкова Л.З., Хабибуллина И.З., Шамратова А.Р., Каюмова А.Ф. Влияние эмоционального фактора на адаптационные возможности организма. *Оздоровительная физическая культура, рекреация и туризм в реализации программы «Здоровье Нации». Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. 2019. С. 115–118.

10. Теплова А.В., Севбитов А.В., Дорофеев А.Е. Определение тонуса жевательных мышц у спортсменов-чирлидеров с различным профессиональным спортивным стажем. *Advances in Science and Technology: сборник статей XLII международной научно-практической конференции*. Москва, 31 января 2022 года. М., 2022. С. 18–19.

REFERENCES

1. Bahtegareev A. I. Study of the influence of properly structured training on endurance indicators. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk = International Journal of Humanities and Sciences*. 2023;4-1(79):18–23 (In Russ.).

2. Nesterov A.M. Electromyographic study of masticatory muscles in clinical dentistry. Moscow, 2023. 153 p. (In Russ.).

3. Selitrenikova T.A., Seliverstova V.V., Ageev E.V., Naletov A.A. The impact of transcranial electrostimulation and controlled hyperventilation on the adaptive capacity and performance of athletes. *Nauchno-pedagogicheskie shkoly Universiteta*. 2023;8:3–8. (In Russ.).

4. Vanyushin Yu.S., Khuzina G.K. Criteria for the functional state of athletes. *Aktual'nye problemy fizicheskoi kul'tu-*

ry, sporta i turizma. Materialy XIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 70-letiyu kafedry fizicheskogo vospitaniya UGATU. 2019:431–435. (In Russ.).

5. Samuilov I.V., Davydov M.V., Rubnikovich S.P., Baradina I.N. An algorithm for assessing changes in the functional state of the muscles of the maxillofacial area in athletes with individual occlusal relaxing splints or mouthguards. *Rossiiskii zhurnal biomekhaniki = Russian Journal of Biomechanics*. 2021;25(3):255–272. (In Russ.).

6. Simakov D.V. Methods for measuring blood flow speed for diagnosing various diseases. *Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. 2019:69–73. (In Russ.).

7. Kilibaev A.A., Bitabarov E.A., Sotov V.V. et al. Endurance is one of the most important physical qualities. *Vestnik nauki YUzhnogo Kazakhstana = South Kazakhstan science herald*. 2022;3(19):81–87. (In Russ.).

8. Malysheva E.V., Pylaev S.M., Semenov M.V., Shelkova L.N. Physical activity at different periods of life. *Kul'tura fizicheskaya i zdorov'e = Physical culture and health*. 2022;2(82):174–178. (In Russ.).

9. Sadykova L.Z., Khabibullina I.Z., Shamratova A.R., Kayumova A.F. The influence of the emotional factor on the adaptive capabilities of the body. *Ozdorovitel'naya fizicheskaya kul'tura, rekreatsiya i turizm v realizatsii programmy "Zdorov'e Natsii"*. *Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. 2019:115–118. (In Russ.).

10. Teplova A.V., Sevbitov A.V., Dorofeev A.E. Determination of masticatory muscle tone in cheerleader athletes with different professional sports experience. *Advances in Science and Technology: sbornik statei XLII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferentsii = Advances in Science and Technology: collection of articles of the XLII international scientific and practical conference*. Moscow, January 31, 2022. Moscow, 2022:18–19. (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информация об авторах

Василий Андреевич Степанов – ассистент кафедры ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; arch-100590@rambler.ru

Юлия Владимировна Агеева – ассистент кафедры ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; levashov34@mail.ru

Виктор Иванович Шемонаев – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; shemonaevvi@yandex.ru

Сергей Всеволодович Клаучек – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; s.v.klauchek@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 27.04.2024; одобрена после рецензирования 30.05.2024; принята к публикации 10.06.2024.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Information about the authors

Vasily A. Stepanov – Assistant at the Department of Orthopedic Dentistry with a course in Clinical Dentistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; arch-100590@rambler.ru

Yulia V. Ageeva – Assistant at the Department of Orthopedic Dentistry with a course in Clinical Dentistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; levashov34@mail.ru

Viktor I. Shemonaev – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry with a course in Clinical Dentistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; shemonaevvi@yandex.ru

Sergey V. Klauchek – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Physiology, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; s.v.klauchek@yandex.ru

The article was submitted 27.04.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 10.06.2024.