

ВОЛГОГРАДСКИЙ НАУЧНО-МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ. 2024. Т. 21, № 3. С. 83–92.

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 616.31-085

Елена Николаевна Ярыгина

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

elyarygina@yandex.ru

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ЛОКАЛЬНОГО КРОВОТОКА И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЖЕВАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ ПРИ КУПИРОВАНИИ МЫШЕЧНОГО ГИПЕРТОНУСА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Аннотация. Актуальной проблемой стоматологии уже многие десятилетия является диагностика и лечение височно-нижнечелюстного миофасциального болевого синдрома. Устранение мышечной дисфункции и связанного с ней болевого синдрома – достаточно сложная задача, поскольку невозможно однозначно указать фактор-предиктор и назначить патогенетическую терапию. Зачастую для лечения применяются методы, не имеющие ни научного обоснования, ни доказательств эффективности. Для устранения миофасциальных расстройств не существует какого-либо протокола. В настоящее время широко применяется физиотерапевтическое лечение, однако однозначного мнения об эффективности данных методов нет, несмотря на то, что исследований, посвященных физиотерапевтическим методам, достаточно. **Целью данной работы** стало проведение сравнительного анализа динамики изменений показателей состояния локального кровотока и функциональной активности жевательной мускулатуры при купировании мышечного гипертонуса (экспериментальное исследование). **Материалы и методы.** Эксперимент смоделирован с использованием 30 лабораторных крыс-самцов линии Вистар. Лабораторным животным под наркозом первоначально проведено моделирование мышечного спазма, купирование которого проводили инъекциями раствора 2%-го лидокаина и проведением непосредственного озонирования через насадку в области жевательной мускулатуры. Методом лазерной доплеровской флоуметрии оценивали микроциркуляторные изменения локального кровотока, при проведении электромиографического исследования проведен анализ функциональной активности жевательной мускулатуры, изучены суммарный биопотенциал и средняя амплитуда, по данным ультразвукового исследования получены антропометрические параметры строения жевательной мышцы и изучена структура в динамике лечения. Результаты оценивали в течение 14 дней наблюдения. **Результаты.** В обеих группах была отмечена положительная динамика однако на фоне озонотерапии восстановление функциональной активности и состояние локального кровотока проходило более интенсивными темпами относительно группы сравнения. Эффективность озонирования для расслабления жевательной мускулатуры доказана по данным функциональных методов исследования. Однако вопрос применения данного метода в клинической практике как самостоятельного остается открытым. Целесообразно проведение дальнейших исследований по данной тематике.

Ключевые слова: эксперимент, лазерная доплеровская флоуметрия, озонирование, мышечный гипертонус, жевательная мускулатура, ультразвуковое исследование

VOLGOGRAD SCIENTIFIC AND MEDICAL JOURNAL. 2024. VOL. 21, NO. 3. P. 83–92.

ORIGINAL ARTICLE

Elena N. Yarygina

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

elyarygina@yandex.ru

DYNAMICS OF INDICATORS OF THE STATE OF LOCAL BLOOD FLOW AND FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE CHEWING MUSCLES DURING THE RELIEF OF MUSCLE HYPERTENSION (EXPERIMENTAL STUDY)

Abstract. The diagnostics and treatment of temporomandibular myofascial pain syndrome has been a topical issue in dentistry for many decades. Elimination of muscle dysfunction and associated pain syndrome is a rather complex task, since it is impossible to clearly indicate a predictor factor and prescribe pathogenetic therapy. Often, methods that have

neither scientific justification nor evidence of effectiveness are used for treatment. There is no protocol for eliminating myofascial disorders. Physiotherapy is currently widely used, however, there is no unambiguous opinion on the effectiveness of these methods, despite the fact that there are enough studies devoted to physiotherapeutic methods. **The aim of this** work was to conduct a comparative analysis of the dynamics of in local blood flow changes and function of the masticatory muscles when stopping muscle hypertonicity (experimental study). **Materials and methods.** 30 male Wistar laboratory rats were used for the experiment. Laboratory animals under anesthesia were initially subjected to modeling of muscle spasm, which was relieved by injections of 2 % lidocaine solution and direct ozonation through a nozzle in the area of the masticatory muscles. Laser Doppler flowmetry was used for assessment of the microcirculatory changes in local blood flow, the results of electromyographic study were used for assessment the functional activity of the masticatory muscles, the total biopotential and average amplitude were studied, anthropometric parameters of the masticatory muscle structure were obtained according to ultrasound data, and the structure was studied in the dynamics of treatment. The results were assessed during 14 days of observation. **Results.** Positive dynamics were noted in both groups, however, against the background of ozone therapy, restoration of functional activity and the state of local blood flow occurred at a more intensive rate relative to the comparison group. The effectiveness of ozonation for relaxing the masticatory muscles has been proven by functional research methods. However, the issue of using this method in clinical practice as an independent one remains open. It would be advisable to conduct further research on this topic.

Keywords: *experiment, laser Doppler flowmetry, ozonation, muscle hypertonus, chewing muscles, ultrasound examination*

Распространенность и частота встречаемости миофасциального болевого синдрома жевательной мускулатуры (МБС ЖМ) увеличивается в геометрической прогрессии [1]. Пациенты при этом предъявляют жалобы на боли различного характера, от головных болей напряженного типа до болей в жевательной мускулатуре, в том числе и при воздействии неболевых факторов [2]. Одним из ранних клинических проявлений МБС является гипертонус жевательной мускулатуры [3]. При нарушении кровообращения мышечной ткани, зачастую происходящего на фоне высокой нагрузки, развивается недостаток кровообращения жевательных мышц, приводящее к повреждению мышечных клеток. Повреждение кровообращения, нарушение функциональной активности могут вызывать и микротравмы, такие как хроническое стискивание зубов и парафункциональные жевательные привычки. Хроническая травма активирует каскад иммунных реакций с участием макрофагов, нейтрофилов, тучных клеток, как следствие – выброс активных веществ и сенсибилизация ноцицепторов. [4]. Резкое увеличение концентрации ионов кальция приводит к апоптозу ряда клеток, гибель которых способствуют формированию ряда патологических состояний. При этом нарушается состояние локального кровотока, ухудшается функциональная активность мышечной ткани.

Таким образом, необходимость снижения интенсивности и продолжительности действия факторов-предикторов для профилактики и лечения миофасциального болевого синдрома жевательной мускулатуры не вызывает сомнений [5].

Болевой потенциал и мышечная активность тесно взаимосвязаны. У пациентов клинически из-за присутствия боли отмечается ограничение открывания рта [6]. Ранее данная взаимосвязь отмечалась развитием порочного круга и адаптационным механизмом. С одной стороны, хроническая мышечная перегрузка, вследствие стресса и парафункций, приводит к повышению нагрузки и инициирует боль, что, в свою очередь, способствует появлению гипеактивности мышц, спазму и замыкает порочный круг, усиливая болевой синдром.

С другой стороны, способность височно-нижнечелюстного сустава к адаптации при изменении внешних условий приводит к перераспределению нагрузки на мышцы антагонисты для предотвращения развития последующих повреждений и поддержанию функции [7]. Таким образом, ограничение открывания рта и изменение характера движений нижней челюсти (дефлексия и девиация) является защитным механизмом. Однако у данной точки зрения есть слабые стороны в части доказательств появления повышенной мышечной активности в ответ на болевое воздействие [8]. Доказано, что боль приводит к уменьшению амплитуды движений и снижению электромиографической (ЭМГ) активности [9]. По данным отечественных и зарубежных литературных источников, на сегодняшний день отсутствуют убедительные доказательства оценки динамики показателей состояния локального кровотока и функциональной активности жевательной мускулатуры. Природа развития мышечных расстройств полиэтиологична [10].

Это различного рода нейросенсорные нарушения, физические и психологические факторы повышают риск развития МБС жевательной мускулатуры. Убедительных фактов по наличию триггерных точек в жевательной мускулатуре нет, из-за особенностей их строения. Клинически, при пальпации могут определяться характерные уплотнения мышечной ткани. [11].

Для подтверждения наличия/отсутствия триггерных точек (ТТ) целесообразно проводить ультразвуковое исследование, которое позволяет неинвазивно оценить как структуру жевательной мышцы, так и определить диаметр ТТ, что является важным параметром при оценке эффективности лечения [12].

В настоящее время методов купирования мышечного гипертонуса достаточно много.

Согласно общепринятой терапии в схему комплексного лечения входит назначение фармакопрепаратов для расслабления мышечной ткани, нестероидных противовоспалительных препаратов, проведение блокад и физиотерапии [13, 14].

Одним из физиотерапевтических методов лечения является проведение озонирования жевательной мускулатуры [15]. Озон оказывает вазодилатирующий эффект за счет увеличения уровня АТФ, уменьшения агрегации тромбоцитов, увеличения фибринолитической активности, уменьшения уровня фибриногена.

Открытие особой роли эндогенного оксида азота как универсального регулятора клеточного метаболизма, фактора релаксации способствовали более широкому применению озонирования и озono-воз-душных смесей в лечение ряда заболеваний с целью уменьшения болевого синдрома и функциональных расстройств.

Нарушение локального кровотока при развитии гипертонуса жевательной мышцы вследствие хронической перегрузки и парафункции является одним из ведущих причин развития миофасциального болевого синдрома. Применение лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) для оценки характера и степени имеющихся нарушений гемодинамики затруднительно, ввиду ограниченно проникающей способности датчика (от 0,5 до 2 мм), таким образом, ценность данного метода в клинической практике вызывает сомнения. Глубина проникновения излучения в ткань определяется поглощением и рассеиванием вперед от лазерного источника. Объем зондируемой ткани составляет 1 мм³. Таким образом, важно оценить изменение потока крови в едини-

цу времени в зондируемом объекте, перфузию в необходимой области для оценки эффективности динамики лечения, что отражает цель исследования.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В эксперименте оценить динамику функциональной активности жевательной мускулатуры и показателей состояния локального кровотока при купировании мышечного гипертонуса.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации поставленной цели было проведено экспериментальное исследование на лабораторных животных. Моделью для проведения эксперимента преслиужили 30 белых крыс – самцов линии Вистар массой 150–200 г. Лабораторные животные содержались в условиях, соответствующих рекомендациям ГОСТа Р 50258-92. Температурный режим в виварии поддерживался на уровне 22–24 °С, относительная влажность воздуха составляла 40–50 % при естественной освещенности. Животные получали питание по стандартной диете.

Экспериментальное исследование полностью соответствовало правилам лабораторной практики для доклинических исследований в РФ: ГОСТ 3 51000.3-96 и ГОСТ 1000.4-96, правилам «Гуманного обращения с животными» (Report of the AVMA Panel on Euthanasia JAVMA, 2001), а также Международным рекомендациям Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых при экспериментальных исследованиях (1997).

Результатом экспериментального исследования было моделирование спазма жевательной мышцы у лабораторного животного. Эксперименты были одобрены комитетом по этической экспертизе исследований Волгоградского государственного медицинского университета (протокол № 14 от 19.11.2021 г.).

Для экспериментального моделирования гипертонуса собственно жевательной мышцы проводили введение лабораторных животных в наркоз путем внутримышечной инъекции раствора «Золетил-100», разведенного в 5 мл дистиллированной воды (согласно инструкции производителя) в дозе 8 мг на килограмм массы тела. После подготовки операционного поля, в собственно жевательную мышцу животного вводили 0,2 мл 10%-го раствора хлористого кальция (рис. 1).

Внутримышечное введение в собственно жевательную мышцу раствора лидокаина в концентрации 0,5 % и объеме 0,1 мл проводили с целью воздействия на спазмированный участок мышечной ткани справа, слева выполнялось озонирование собственно жевательной и височной мышцы ежедневно при максимальной концентрации озона. Экспозиция воздействия составляла 5 минут. Оценка эффективности лечения проводили на основании данных ультразвукового, лазерного доплеровского флоуметрического и электромиографического обследования до начала моделирования мышечного гипертонуса и в течение 14 дней.

Оценку локального кровотока проводили аппаратом ЛАКК-ОП. Животное лежало в спокойном состоянии. Датчик фиксировали на жевательную мышцу (рис. 2).

Для оценки показателей локального кровотока и гемодинамики при проведении ЛДФ использовали стандартные параметры объемной скорости кровотока и состояния микроциркуля-

торного русла (δ – показатель среднего колебания перфузии относительно среднего потока крови, M – показатель величины среднего потока крови). Оценка состояния микроциркуляции определяли путем расчета коэффициента вариации (Kv) по формуле: $Kv = \delta/M \times 100 \%$, учитывая соотношение параметров M и δ .

Электромиографическое исследование проведено на аппарате «Синапсис». Каждый электрод размещали в строго в рамках соответствующего канала согласно описанным рекомендациям, маркировка на электроде соответствовала номеру канала: 1 канал – m.temporalis dextra, 2 канал – m. masseter dextra, 3 канал – m.temporalis sinistra, 4 канал – m. Masseter sinistra.

Определяли среднюю амплитуду и суммарный биопотенциал жевательных мышц с обеих сторон в состоянии покоя (рис. 3). Ультразвуковое исследование жевательных мышц проводилось с применением ультразвукового сканера УЗИ Acclagix AX8 в В-режиме линейным датчиком L12-5Q (рис. 4).



Рис. 1. Экспериментальное моделирование гипертонуса жевательной мускулатуры



Рис. 2. Этап проведения ЛДФ на лабораторном животном



Рис. 3. Этап проведения электромиографического исследования на лабораторном животном



Рис. 4. Этап проведения ультразвукового исследования на лабораторном животном

Определяли размеры и структуру жевательной мышцы, длину, высоту и глубины, а также размеры инфильтрата. Полученные в результате проведения исследования данные обрабатывали вариационно-статистическим методом с использованием пакета прикладных программ Statistica 10 и Microsoft Excel Windows 2023.

Статистический анализ проводился методом вариационной статистики с определением средней величины (M), ее средней ошибки (m), оценки достоверности различия по группам с помощью критерия Стьюдента (t). Различие между сравниваемыми показателями считалось достоверным при $p < 0,05$, $t \geq 2$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования получили данные о характере локального кровотока и состоянии микроциркуляторного русла до начала моделирования эксперимента по результатам ЛДФ исследования. Результаты эксперимента свидетельствовали о достаточной вазомотор-

ной активности сосудов и отсутствии микроциркуляторных нарушений [параметр M составил $(12,46 \pm 1,8)$ пф. ед., $\delta - (4,36 \pm 0,1)$ пф. ед., коэффициент вариации – $(34,96 \pm 2,2) \%$].

Данные электромиографического исследования выявили достаточно высокую разницу функциональной активности мышц с разных сторон у одного и того же животного, что дает возможность предположить наличие у лабораторных животных предпочтительного типа жевания справа

Средняя амплитуда *m. temporalis dextra et sinistra* составила (229291 ± 10541) мкВ и (19313 ± 1423) мкВ, *m. Masseter dextra et sinistra* – (142760 ± 1639) мкВ и (66966 ± 1568) мкВ соответственно. Суммарный биопотенциал составил $(319,8 \pm 12,9)$ мВ. По данным ультразвукового метода исследования можно отметить, что размеры жевательной мускулатуры у крыс достаточно вариabельны и зависят от массы тела крыс.

Структура мышечной ткани анэхогенная (рис. 5). Длина жевательной мышцы составила в среднем $(21,5 \pm 0,3)$ мм, высота – $(14,6 \pm 0,1)$ мм, глубина – $(5,7 \pm 0,1)$ мм.

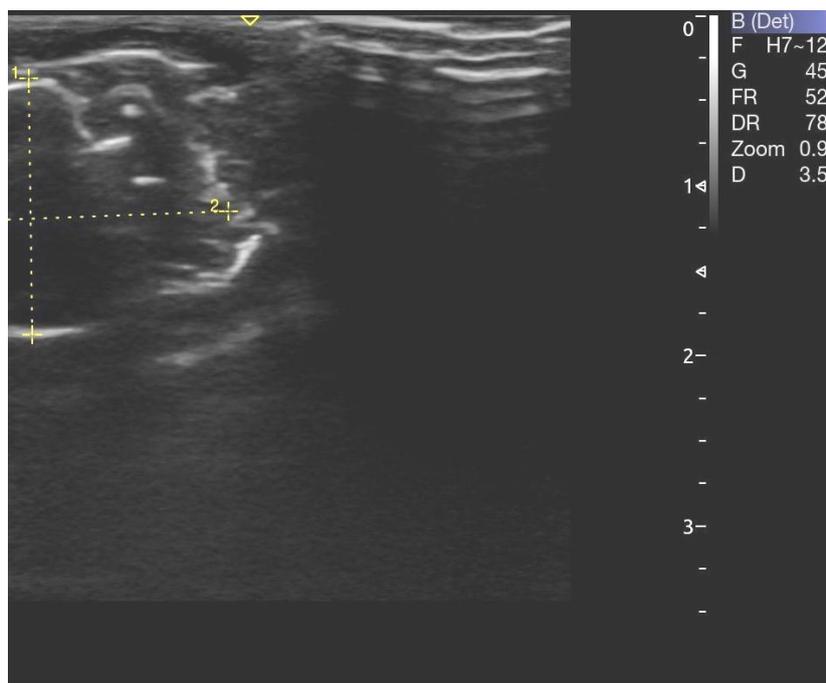


Рис. 5. Структура жевательной мышцы по данным УЗИ

После моделирования мышечного гипертонуса жевательной мускулатуры изменилось состояние микроциркуляции крови, структура и функциональная активность мышечной ткани.

Так, параметр микроциркуляции составил $(19,83 \pm 1,3)$ пф. ед., средняя скорость кровотока –

$(2,81 \pm 0,1)$ пф. ед., коэффициент вариации статистически значимо уменьшился в 2,5 раза и составил $(14,18 \pm 1,2) \%$, при $p < 0,05$. Данные показатели свидетельствуют о появлении спазмированного участка в мышечной ткани, значительном затруднении локального кровотока (рис. 6).

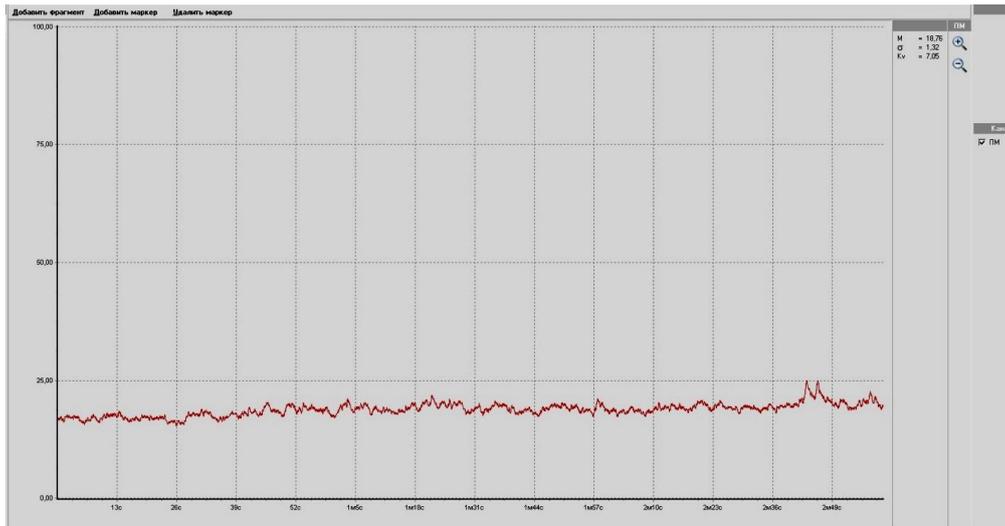


Рис. 6. ЛДФ-грамма лабораторного животного

Анализ полученных данных свидетельствует о наличии микроциркуляторных нарушениях характерных для спастической формы изменения состояния кровотока, характеризующиеся выраженной вазоконстрикцией сосудов, при этом отмечается замедление кровотока на фоне усиления агрегации эритроцитов (повышение параметра M в 1,6 раза, $p < 0,05$).

По данным электромиографического исследования отмечается статистически значимое увеличение функциональной активности средней амплитуды и суммарного биопотенциала. Так, средняя амплитуда m. masseter dextra et sinistra увеличилась в 1,3 и 1,9 раза соответственно и составила (299187 ± 12684) мкВ и (38453 ± 3252) мкВ ($p < 0,05$). Увеличение соответствующего показателя по m. temporalis dextra et sinistra было в 1,1 и 2,7 раза соответственно и составила $(152086 \pm$

$1794)$ мкВ и (179755 ± 12159) мкВ соответственно ($p < 0,05$). Суммарный биопотенциал увеличился в 1,5 раза – $(476,8 \pm 25,8)$ мВ ($p < 0,05$).

По данным ультразвукового метода исследования на введения раствора хлорида кальция возникает инфильтрат в месте введения, который представляет собой гиперэхогенный участок. Локально рядом с инфильтратом прослеживается отечность. Однако статистическая разница в размерах не отмечается. Длина составила – $(21,8 \pm 0,3)$ мм, высота – $(14,1 \pm 0,2)$ мм, глубина – $(6,01 \pm 0,2)$ мм. Размер инфильтрата на обзоре составил $(6,53 \pm 0,1) \times (6,94 \pm 0,2)$ мм, размер инфильтрата в передне-заднем размере – $(3,19 \pm 0,1) \times (6,23 \pm 0,3)$ мм. Анализ изучаемых показателей проводили на 3, 7 и 14 сутки наблюдения. Динамика изменений состояния локального кровотока согласно группам сравнения, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Состояние микроциркуляции крови в группах сравнения

Параметр		M, пф. ед	δ, пф. Ед	Kv, %
До моделирования ГЖМ		$12,46 \pm 1,8^*$	$4,36 \pm 0,1^*$	$34,96 \pm 2,2^*$
ГЖМ		$19,83 \pm 1,3^{**}$	$2,81 \pm 0,1^{**}$	$14,18 \pm 1,2^{**}$
1-й день	Группа I	$13,14 \pm 1,1^*, **$	$6,41 \pm 0,3^*, **$	$15,80 \pm 4,1^*$
	Группа II	$18,7 \pm 1,1^*$	$3,21 \pm 0,2^*, **$	$16,7 \pm 2,3^*$
3-й день	Группа I	$27,19 \pm 1,9^*, **$	$2,37 \pm 0,2^{**}$	$13,70 \pm 0,1^*$
	Группа II	$21,78 \pm 1,8^*$	$4,30 \pm 0,4^{**}$	$19,74 \pm 1,4^*, **$
7-й день	Группа I	$13,89 \pm 1,6$	$1,82 \pm 0,2^*, **$	$14,13 \pm 0,1^*$
	Группа II	$19,28 \pm 2,5^*$	$4,6 \pm 0,2^{**}$	$23,84 \pm 0,2^*, **$
14-й дней	Группа I	$20,77 \pm 2,9^*$	$4,85 \pm 0,1^{**}$	$18,38 \pm 1,6^*$
	Группа II	$12,27 \pm 1,2^{**}$	$4,45 \pm 0,1^{**}$	$36,26 \pm 1,1^{**}$

Примечание: * – статистическая значимость различий относительно показателя до моделирования гипертонуса жевательной мускулатуры, $p < 0,01$; ** – статистическая значимость различий относительно показателя моделирования гипертонуса, $p < 0,05$.

Следует отметить, что во второй группе, купирование гипертонуса которой проводилось методом непосредственного озонирования, уже на 3-й день коэффициент вариации увеличился в 1,4 раза ($p < 0,05$) и составил ($19,74 \pm 1,4$) %, что свидетельствует об устранении факторов, влияющих на локальную микроциркуляцию и улучшение кровоснабжения мышцы. Анализ полученных результатов свидетельствует о положительной гемодинамике на всех этапах наблюдения, начиная с 3-х суток. К концу второй неде-

ли наблюдения коэффициент вариации достиг уровня до моделирования эксперимента. В группе, где применяли блокады, также отмечалась положительная динамика по данному показателю, свидетельствующая об улучшении локальной гемодинамики, однако разница статистически недостоверна как относительно показателя до начала лечения, так и контрольных значений.

Сравнительный анализ значений средней амплитуды височной и жевательной мышц представлен в табл. 2.

Таблица 2

Электромиографические показатели в динамике лечения согласно группам сравнения

Параметр	temporalis, D, мкВ	masseter, D, мкВ	temporalis, S, мкВ	masseter, S, мкВ	Суммарный биопотенциал, мВ
До моделирования ГЖМ	229291 ± 15541*	142760 ± 1639*	19313 ± 1423*	66966 ± 1568*	319,8 ± 12,9*
ГЖМ	299189 ± 12689**	152084 ± 1793**	38455 ± 3256**	179759 ± 12158**	476,8 ± 25,8**
1-й день I группа	291569 ± 10689*	150785 ± 1412*			389 ± 25,9**
1-й день II группа			17589 ± 1230**	61235 ± 1452**	363,8 ± 15,9**
3-й день	I группа	296769 ± 21475*	127837 ± 5690**		401,5 ± 19,8*
	II группа			16421 ± 2410**	58947 ± 3541**
7-й день	I группа	259798 ± 13265*	125669 ± 2963*,**		286,95 ± 11,2**
	II группа			16276 ± 2109**	43690 ± 2630**
14-й день	I группа	236888 ± 12563	141452 ± 2561**		340,6 ± 16,3**
	II группа			16437 ± 1059**	62732 ± 2980**

Примечание: * – статистическая значимость различий относительно показателя до моделирования гипертонуса жевательной мускулатуры, $p < 0,01$; ** – статистическая значимость различий относительно показателя моделирования гипертонуса, $p < 0,05$.

Исходя из таблицы, наглядно представлено, что к концу второй недели во всех группах показатели электромиографического исследования приблизились к контрольным цифрам, однако, улучшение функциональной активности жевательной мускулатуры происходило во II группе более интенсивно, о чем свидетельствует статистическая разница между сравниваемыми параметрами уже на 3-й день исследования, средняя амплитуда и суммарный биопотенциал статистически значимо уменьшились в 1,3 раза ($p < 0,05$).

Антропометрические параметры размеров жевательной мышцы статистически значимо не изменились в течение 14 дней. Однако структура ткани изменилась. Так, экзогенность жевательной мускулатуры слева усиливается, вероятно, за счет кровенаполнения. Справа же усиливался отек капсулы. Через 3 и 7 дней повышенная экзогенность сохранялась с тенденцией к восстановлению на седьмые сутки. В области инфильтрата появляются участки разряжения. Справа неоднородность инфильтрата еще более выраженная (рис. 7 а, б).

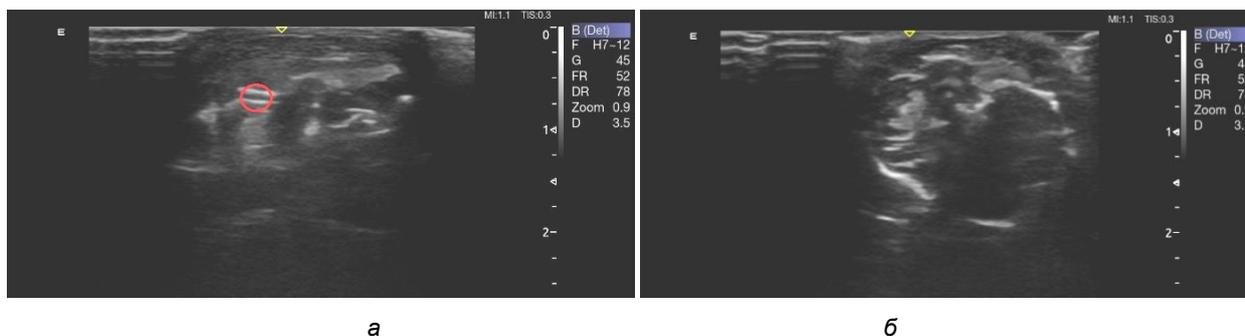


Рис. 7. Жевательная мышца справа – неоднородность в области инфильтрата (а); усиление экзогенности структуры жевательной мышцы слева, восстановление тонуса (б)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании проведенного исследования доказано, что купирование гипертонуса жевательной мускулатуры более эффективно методом озонирования. О чем свидетельствует нормализация изучаемых показателей на всех этапах эксперимента. Озон за счет увеличения синтеза оксида азота оказывает стимуляцию микроциркуляции крови, увеличивает проницаемость клеточных мембран за счет увеличения среднего колебания перфузии ткани, оказывает релаксирующий эффект. Выполнение инъекций 2%-м раствором лидокаина также оказывает положительный эффект на 14-й день наблюдения. Вероятно, это связано с тем, что озонирование проводилось ежедневно, а блокирование нервного импульса по ветви тройничного нерва однократно. Активируя гуанилатциклазный и другие клеточные механизмы, оксид азота в норме обуславливает вазодилатацию, влияет на микроциркуляцию и кровенаполнение [16], однако, применение озонотерапии как самостоятельного метода лечения на клиническом приеме в практике врача-стоматолога остается открытым.

Проведенное исследование отражает современную тенденцию к разработке алгоритмов лечения и тактике ведения пациентов с миофасциальным болевым синдромом и мышечным гипертонусом [17].

Обоснование малоинвазивных подходов к диагностике и терапии основано на принципе биологической обратной связи. Ранняя диагностика и своевременное лечение предоставляет возможность избежать хронизации процесса, развитие дисфункции височно-нижнечелюстного сустава [18].

В настоящее время целесообразно проводить более долгосрочные наблюдения при лечении пациентов с гипертонусом жевательной мускулатуры различными методами, обладающими миорелаксационным воздействием, что позволит повысить эффективность проводимой терапии

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Хабиров Ф. А., Хабирова Ю. Ф. Миофасциальная боль – современные проблемы диагностики и лечения в практике врача первичного звена. *Практическая медицина*. 2019;17(7):8–16 doi: 10.32000/2072-1757-2019-7-8-16.
- Трезубов В. Н., Булычева Е. А., Трезубов В. В., Булычева Д. С. Лечение пациентов с расстройствами височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц: клинические рекомендации. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021:96.
- Македонова Ю. А., Воробьев А. А., Александров А. В., Дьяченко Д. Ю. Скрининг – диагностика гипертонуса жевательных мышц у взрослых. Свидетельство о регистрации базы данных № 2021621703 от 11.08.2021, заявка № 2021621557 от 29.07.2021 г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46471398>.
- Moola S., Munn Z., Tufanaru C. et al. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In: Aromataris E., Munn Z., editors. *JBI Manual for Evidence Synthesis*. JBI; Miami, FL, USA: 2020. URL: <https://www.sciepub.com/reference/324238>.
- Hu S., Shao Z., Deng L. Clinical manifestations, imaging features, and pathogenic/prognostic risk factors for temporomandibular disorders (TMD): a case-control study based on psychogenic factors of patients. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2022;25. URL: https://www.researchgate.net/publication/362257618_Clinical_Manifestations_Imaging_Features_and_PathogenicPrognostic_Risk_Factors_for_Temporomandibular_Disorders_TMD_A_Case-Control_Study_Based_on_Psychogenic_Factors_of_Patients.
- Rongo R., Ekberg E. C., Nilsson I. M., Michelotti A. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for children and adolescents: an international delphi study – Part 1 – development of axis I. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2021;48:836–845. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33817818/>
- Kopacz Ł., Ciosek Ż., Gronwald H. et al. Comparative analysis of the influence of selected physical factors on the level of pain in the course of temporomandibular joint disorders. *Pain Research and Management*. 2020(2):45–52. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33101559/>
- Urbański P., Trybulec B., Pihut M. The application of manual techniques in masticatory muscles relaxation as adjunctive therapy in the treatment of temporomandibular joint disorders. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(24). URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34948580/>
- Македонова Ю. А., Ярыгина Е. Н., Александров А. В. и др. Градация степени выраженности гипертонуса жевательной мускулатуры. *Эндодонтия Today*. 2024;22(1):80–85. URL: <https://doi.org/10.36377/ET-0006>
- Шкарин В. В., Даниленко Е. Е. Особенности изготовления и применения спортивных капп. *Волгоградский научно-медицинский журнал*. 2022; 3(19):49–52. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49512263>.
- Манфредини Д. Височно-нижнечелюстные расстройства : современные концепции диагностики и лечения. 2013:972. URL: <https://emll.ru/find?iddb=17&ID=RUCML-BIBL-0001407716>.

12. Македонова Ю. А., Венскель Е. В., Осыко А. Н. и др. Ультразвуковое исследование анатомии жевательных мышц при их гипертонусе. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2023;2:35–39. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54218905>
13. Andre A., Kang J., Dym H. Pharmacologic treatment for temporomandibular and temporomandibular joint disorders. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 2022;34(1):49–59 URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34598856/>
14. Simoen L., Van den Berghe L., Jacquet W., Marks L. Depression and Anxiety Levels in Patients with Temporomandibular Disorders: Comparison with the General Population. *Clin. Oral Investig.* 2020;24:3939–3945. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32219566/>
15. Македонова Ю. А., Воробьев А. А., Осыко А. Н. и др. Сравнительный анализ эффективности методов купирования гипертонуса жевательных мышц у детей с детским церебральным параличом. *Пародонтология*. 2022;27(4):295–303. URL: <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2022-27-4-000-000>
16. Серов В. Н. Методы системного применения озона в медицинской практике. 2022;9(1):2. URL: <file:///C:/Users/mihai/Downloads/metody-sistemnogo-primeneniya-ozona-v-meditsinskoj-praktike.pdf>
17. Петрикас И. В., Курочкин А. П., Трапезников Д. В. и др. Комплексный подход к лечению нейромускулярного синдрома ВНЧС. Клиническое наблюдение. *Проблемы стоматологии*. 2018;66–70 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyy-podhod-k-lecheniyu-neyromuskulyarnogo-disfunktsionalnogo-sindroma-vnchs-k-linicheskoe-nablyudenie>
18. Canales G. D. L. T., Guarda-Nardini L., Rizzatti-Barbosa C. M. et al. Distribution of Depression, Somatization and Pain-Related Impairment in Patients with Chronic Temporomandibular Disorders. *J. Appl. Oral Sci.* 2019;27:e20180210. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30624469/>
- ed 07/29/2021 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46471398>. (In Russ.).
4. Moola S., Munn Z., Tufanaru C. et al. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In: Aromataris E., Munn Z., editors. *JBIM Manual for Evidence Synthesis*. JBI; Miami, FL, USA: 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/reference/324238>
5. Hu S., Shao Z., Deng L. Clinical manifestations, imaging features, and pathogenic/prognostic risk factors for temporomandibular disorders (TMD): a case-control study based on psychogenic factors of patients. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2022;25. URL: https://www.researchgate.net/publication/362257618_Clinical_Manifestations_Imaging_Features_and_PathogenicPrognostic_Risk_Factors_for_Temporomandibular_Disorders_TMD_A_Case-Control_Study_Based_on_Psychogenic_Factors_of_Patients.
6. Rongo R., Ekberg E. C., Nilsson I. M., Michelotti A. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for children and adolescents: an international delphi study – Part 1 – development of axis I. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2021;48:836–845. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33817818/>
7. Kpacz Ł., Ciosek Ż., Gronwald H. et al. Comparative analysis of the influence of selected physical factors on the level of pain in the course of temporomandibular joint disorders. *Pain Research and Management*. 2020(2):45–52. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33101559/>
8. Urbański P., Trybulec B., Pihut M. The application of manual techniques in masticatory muscles relaxation as adjunctive therapy in the treatment of temporomandibular joint disorders. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(24). URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34948580/>
9. Makedonova Yu. A., Yarygina E. N., Alexandrov A. V. et al. Gradation of degrees of severity of hypertonus of the masticatory muscles. *Endodontiya Today = Endodontics Today*. 2024;22(1):80–85. (In Russ.). URL: <https://doi.org/10.36377/ET-0006>
10. Shkarin V. V., Danilenko E. E. Features of manufacturing and application of sports mouthguards. *Volgogradskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Volgograd scientific Medical Journal*. 2022;3(19):49–52. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49512263>
11. Manfredini D. Temporomandibular disorders: modern concepts of diagnosis and treatment. 2013:972. (In Russ.). URL: <https://emil.ru/find?idb=17&ID=RUCML-BIBL-0001407716>
12. Makedonova Yu. A., Venskel E. V., Osyko A. N. et al. Ultrasound examination of the anatomy of masticatory muscles in their hypertension. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2023;2:35–39. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54218905>

REFERENCES

1. Khabirov F. A., Khabirova Yu. F. Myofascial pain is a modern problem of diagnosis and treatment in the practice of a primary care physician. *Prakticheskaya medicina = Practical medicine*. 2019;17(7):8–16. doi: 10.32000/2072-1757-2019-7-8-16. (In Russ.).
2. Trezubov V. N., Bulycheva E. A., Trezubov V. V., Bulycheva D. S. Treatment of patients with disorders of the temporomandibular joint and masticatory muscles: clinical recommendations. – Moscow: GEOTAR-Media, 2021;96. (In Russ.).
3. Makedonova Yu. A., Vorobyov A. A., Alexandrov A. V., Dyachenko D. Yu. Screening diagnostics of masticatory muscle hypertension in adults // Certificate of registration of the database No. 2021621703 dated 08/11/2021, application No. 2021621557 dat-

13. Andre A., Kang J., Dym H. Pharmacologic treatment for temporomandibular and temporomandibular joint disorders. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. 2022;34(1): URL: 49-59 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34598856/>
14. Simoen L., Van den Berghe L., Jacquet W., Marks L. Depression and Anxiety Levels in Patients with Temporomandibular Disorders: Comparison with the General Population. *Clin. Oral Investig*. 2020;24: 3939–3945. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32219566/>
15. Makedonova Yu. A., Vorobyov A. A., Osyko A. N. et al. Comparative analysis of the effectiveness of methods for relieving masticatory muscle hypertension in children with cerebral palsy. *Periodontology*. 2022; 27(4):295–303. (In Russ.). URL: <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2022-27-4-000-000>
16. Serov V. N. Methods of systemic application of ozone in medical practice. 2022;9(1-2):36 (In Russ.). URL: <file:///C:/Users/mihai/Downloads/methods-of-systemic-application-of-ozone-in-medical-practice.pdf>
17. Petrikas I. V., Kurochkin A. P., Trapeznikov D. V. et al. An integrated approach to the treatment of neuromuscular TMJ syndrome. Clinical observation. *Problems of dentistry*. 2018:66–70. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyy-podhod-k-lecheniyu-neyromuskulyarnogo-disfunktsionalnogo-sindroma-vnchs-k-linicheskoe-nablyudenie>
18. Canales G. D. L. T., Guarda-Nardini L., Rizzatti-Barbosa C. M. et al. Distribution of Depression, Somatization and Pain-Related Impairment in Patients with Chronic Temporomandibular Disorders. *J. Appl. Oral Sci*. 2019;27:e20180210. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30624469/>

Информация об авторе

Ярыгина Е. Н. – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой, elyarygina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>.

Статья поступила в редакцию 02.07.2024; одобрена после рецензирования 19.07.2024; принята к публикации 12.08.2024.

Information about the author

Yarygina E. N. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, elyarygina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>.

The article was submitted 02.07.2024; approved after reviewing 19.07.2024; accepted for publication 12.08.2024.