

УДК 611.018.86:616.74-007.23

ГИСТО-УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИИ

Потяк О.Ю.

Ивано-Франковский национальный медицинский университет, Министерства здравоохранения Украины, Ивано-Франковск, Украина

Показано, что морфологические изменения в мышечных волокнах через 3, 7, 14 и 30 сут. после общей глубокой гипотермии крыс имеют этапный характер. В первые 7 сут. реактивные процессы развиваются на фоне резкого спазма кровеносных сосудов. В период от 7 до 14 сут. после начала моделирования общего глубокого охлаждения происходит выраженная вазодилатация, паравазальный отёк и деструкция в основном мышечных волокон промежуточного типа. С 15 до 30 сут. после общей глубокой гипотермии проходит третий этап, соответствующий адаптационным перестройкам мышечной ткани и кровеносного русла.

Ключевые слова: гипотермия, мышечные волокна, жевательные мышцы.

Введение. Комплексная реабилитация пациентов с парафункцией жевательных мышц остаётся одной из наиболее сложных задач в стоматологической практике. Эта проблема возникает при повышенной нецелесообразной активности, напряжении или даже спазме жевательных мышц [1, 3, 4]. Парафункции жевательных мышц чаще встречаются у людей, чья профессиональная деятельность происходит в экстремальных условиях холодного и влажного климата, требующих чрезмерного нервно-эмоционального и физического напряжения, и проявляются симптомами бруксизма [2, 10]. И если клинко-функциональные особенности жевательных мышц довольно хорошо изучены и освещены в научной литературе, то морфологические изменения остаются вне интересов современных учёных. Поэтому важное значение приобретают результаты экспериментальных морфологических исследований по определению реакции мышечных волокон (МВ) и различных звеньев гемомикроциркуляторного русла (ГМЦР) на общую глубокую гипотермию [5, 6, 11]. Одновременно неизученными остаются вопросы структурной пластичности МВ после общей глубокой гипотермии (ОГГ) организма в эксперименте [2, 8].

Цель работы – изучить гисто-ультраструктуру жевательных мышц крысы после общей глубокой гипотермии.

Материалы и методы исследования. Изучены жевательные мышцы у 65 половозрелых крыс-самцов после ОГГ, которые брали из центральной части т. masseter через 3, 7, 14 и 30 сут. Контролем служил материал интактных крыс. Во всех случаях кусочки для исследования брали в одних и тех же участках жевательной мышцы. На свежемороженых срезах выявляли активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ) по Нахласу.

Часть материала фиксировали в 12% нейтральном формалине, после обезвоживания в серии спиртов возрастающей концентрации, обезжировали в спирт-эфирной смеси, подвергали обработке ксиололом и заливали в парафин. Полученные на микротоме срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Для электронно-микроскопических исследований материал фиксировали в 2% растворе четырёхоксида осмия, обезвоживали в спирте и ацетоне возрастающей концентрации, заливали в смесь аралдит-эпон 812 и готовили ультратонкие срезы на ультрамикротоме УМТП-6М (производство “Selmi”, г. Сумы, Украина). Срезы контрастировали по Рейнольдсу и доконтрастировали в 1% растворе уранилацетата. Препараты изучали в электронном микроскопе ПЭМ-125К. Полученные результаты об-

рабатывали методами параметрической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

Спустя 3 сут. после моделирования ОГГ наблюдается неравномерное расширение междуточного пространства мышцы, что свидетельствует об отечности ткани. Заметно расширение цистерн саркоплазматической сети, в отдельных миофибриллах нарушается правильное расположение Z-линий, отдельные кристы в митохондриях редуцированы (рис. 1 а). В сравнении с контрольной группой животных суммарная площадь поперечного сечения ГМЦР жевательной мышцы на 60,3% меньше ($p < 0,05$). В эндотелиоцитах уменьшается содержание пиноцитозных пузырьков, вследствие чего повышается оптическая плотность их цитоплазмы. Митохондрии эндотелиоцитов подверглись деструкции: отёчны, кристы укорочены.

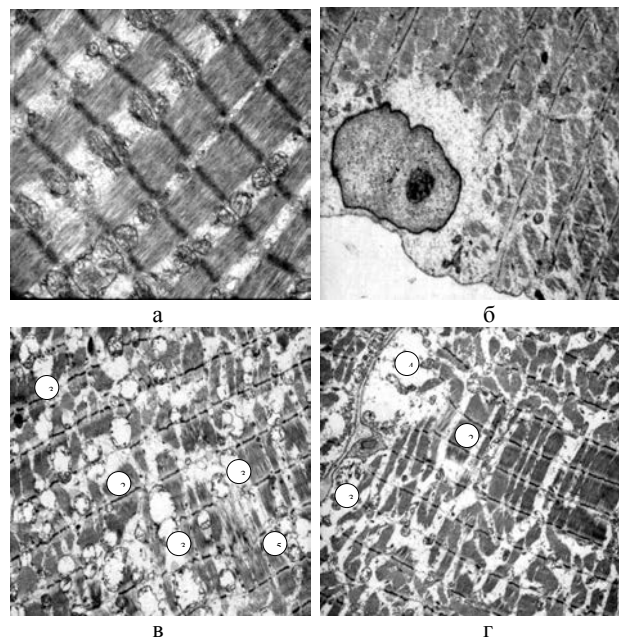


Рисунок 1 - Ультраструктурные изменения мышечных волокон жевательной мышцы крыс через 3 (а), 7 (б), 14 (в) и 30 (г) суток после начала моделирования общей глубокой гипотермии: 1 – ядро, 2 – саркомер, 3 – митохондрия, 4 – саркоплазма, 5 – саркоплазматическая сеть

Через 7 сут. после начала моделирования ОГГ большинство миофиламентов имеют необычное, “войлокообразное” строение (рис. 1 б). Размер ми-

тохондрий уменьшается за счёт исчезновения отёка, но в некоторых из них полностью редуцированы кристы и наблюдаются разрывы внешней мембраны. Вокруг отдельных микрососудов встречается незначительная круглоклеточная инфильтрация. Просвет микрогемососудов приобретает неравномерные контуры, что может быть обусловлено потерей нервно-гуморального контроля в ГМЦР при ОГГ. На возможность развития паралитической вазодилатации в ранние сроки как после местной, так и общей гипотермии указывает целый ряд авторов [3, 5, 11]. В эндотелиальных клетках уменьшается содержание пиноцитозных пузырьков, но увеличивается количество маргинальных складок, что свидетельствует о напряжении метаболических процессов в окружающих тканях [6, 9]. Значительно увеличивается пространство между сарколеммой и эндотелиоцитами.

Спустя 14 сут. наряду с неизменёнными наблюдаются отдельные МВ, содержащие участки цитолиза (рис. 1в). Во многих МВ резко расширены цистерны саркоплазматической сети. Часто между миофибриллами располагаются широкие участки отёка саркоплазмы с пониженным содержанием гранул гликогена и рибосом. В большинстве миофибрилл нарушена структура Z-линий. В ряде митохондрий наряду с уменьшением числа крист разрушается наружная мембрана.

Спустя 30 сут. увеличивается число МВ с деструктивными признаками. Наблюдаются цепочки мышечных ядер, занимающих центральное положение. Между отдельными МВ располагаются небольшие диффузные и периваскулярные инфильтраты. Нарушается целостность отдельных миофибрилл, чаще по периферии МВ. Митохондрии обычно имеют просветленный матрикс и уменьшенное число крист. Каналы саркоплазматической сети остаются расширенными (рис. 1 г).

Проведённый морфометрический анализ показал, что через 3, 7 и 14 сут. после ОГГ происходит постепенное и значительное изменение площади поперечного сечения МВ. На протяжении первой недели после моделирования ОГГ средние значения статистически вероятно ($p < 0,05$) превышают данные контрольного материала, соответственно, на 12,6%, 22,4% и 34,2%, что, по-видимому, связано с имеющейся отечностью мышечной ткани. На такую возможность указывает С.Б. Герашенко [5].

Через 30 сут. уменьшается средняя площадь сечения МВ ($p < 0,05$) за счет снижения доли крупных МВ, что свидетельствует о глубоких деструктивных процессах, которые развиваются в мышечной ткани на поздних этапах после гипотермии. При этом различия гистограмм распределения МВ по площади имеют случайный характер, что подтверждает полиморфный характер изменений, происходящих в жевательных мышцах после ОГГ. По-нашему мнению, это обстоятельство следует учитывать при выборе метода и длительности лечения, а также планировании реабилитационных мероприятий [2].

После ОГГ активность СДГ несколько повышается к 3 дню эксперимента, к концу первой недели приближается к исходным цифрам, затем снижается.

Литература

1. Авакян А.Р. Действие кратковременного глубокого локального охлаждения и его усиление витамином А / А. Р. Авакян, И. Л. Бровкина, А. И. Лазарев // Патол. физиология и Экспер. терапия. – 2003. – № 2. – С. 13–15.

Спустя 14 сут. активность СДГ по сравнению с контролем уменьшается значимо ($p < 0,01$), причем увеличивается доля МВ с низкой оптической плотностью и уменьшается их доля с высокой активностью СДГ. Только через 30 суток распределение активности СДГ МВ начинает приближаться к таковому в контроле.

Начальные сроки ОГГ характеризуются уменьшением количества пиноцитозных пузырьков в эндотелиоцитах гемакапилляров. Через 7 сут. после ОГГ наблюдается их резкое увеличение. Одновременно, начиная с конца первой недели, уменьшается размер пиноцитозных пузырьков. Их диаметр спустя 30 сут. составляет 73,0% от контрольных данных.

Начиная с ранних сроков наблюдения, значительно увеличивается средний объём саркоплазматических трубчатых образований. Средний объём миофибрилл снижается лишь к 30 сут. после ОГГ. Изменения среднего объёма митохондрий в МВ подтверждают наличие характерных этапов в процессе структурных перестроек мышечной ткани в условиях ОГГ: этот показатель увеличивается через 3 сут., затем возвращается почти к исходному уровню и с конца 2-й недели существенно уменьшается.

Изменения в МВ свидетельствуют об реактивных и дистрофических процессах после ОГГ.

Неодинаковая степень их выраженности связана с существованием в составе жевательной мышцы различных волокон, причем преобладают МВ промежуточного типа. Имеются указания, что наиболее чувствительны к резкому охлаждению волокна промежуточного типа, где дегенеративные изменения касаются всех структур [10, 11]. Результаты наших исследований показывают, что в МВ наряду с изменёнными митохондриями и миофибриллами находятся аналогичные органоиды без видимых повреждений, а одиночные МВ с признаками реактивно-дистрофических перестроек окружены МВ обычного строения. Это соответствует закону переменяющейся активности функционирующих структур и закону дискретности биологических процессов, согласно которому изменение структур происходит не целиком, а отдельными единицами, что имеет существенную роль в протекании деструкции и адаптации [3, 7]. Сдвиги на субмикроскопическом уровне в МВ следует рассматривать как совместный результат влияния ограниченной функции и нарушений взаимоотношений между кровеносными капиллярами и МВ.

Отдельные исследователи [1, 6, 9], полагают, что такие изменения характерны для стресс-реакции и длятся 1-3 сут. Сопоставление результатов данного исследования с фактами, полученными Б.С. Вихриевым [4], а также Л.М. Непомнящих и М.А. Бакаревым [9], подтверждает правомочность вывода относительно этапов в процессе изменения жевательной мышцы после общего глубокого охлаждения.

Вывод. В динамике изменений МВ после ОГГ происходит несколько этапов. Первый этап (до 7 сут.) соответствует реактивным сдвигам из-за резкого спазма кровеносных сосудов. На втором этапе (7-14 сут.) происходит выраженная вазодилатация. С конца 2-й недели после ОГГ начинается третий этап (15-30 сут.), соответствующий адаптационным перестройкам.

Literatura

1. Avakyan A.R. Dejstvie kratkovremennogo glubokogo lokal'nogo okhlazhdeniya i ego usilenie vitaminom A / A. R. Avakyan, I. L. Brovkina, A. I. Lazarev // Patol. fiziologiya i ehksper. terapiya. – 2003. – № 2. – S. 13–15.

2. Александров Н.М. Микрохирургическая реконструкция пальцев кисти при последствиях холодовой травмы / Н.М. Александров, С.В. Петров // Холодовая травма: III научн. конф.: тезисы докл. – СПб., 2002. – С. 5–6.
3. Ананьева О.В. Сравнительный анализ реактивности системного и регионального кровообращения к медиаторам симпатической и парасимпатической нервной системы в различные периоды холодовой адаптации: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора мед. наук. / О.В. Ананьева. – Тюмень, 2005. – 47 с.
4. Вихриев Б.С. Местные поражения холодом / Б.С. Вихриев, С.Х. Кичемасов, Ю.Р. Скворцов. – Л., 1991. – 289 с.
5. Геращенко С.Б. Нейровазальные отношения седального нерва, его сегментарных центров и их изменения при холодовой нейропатии: автореф. дисс... канд. мед. наук: спец. 14.00.02 „Анатомия человека” / С.Б. Геращенко. – Симферополь, 1990. – 19с.
6. Даценко Г.В. Морфофункциональные изменения в организме в ответ на общую и локальную гипотермию / Г.В. Даценко, Е.Н. Шаповал // Вісн. морфології. – 2001. – №2. – С. 305–307.
7. Зинчук В.В. Функциональная система транспорта кислорода: фундаментальные и клинические аспекты / под ред. В.В. Зинчука. – Гродно, 2003. – 302 с.
8. Мищук Н.Е. Холодовая болезнь (гипотермия): Научный обзор. / Н.Е. Мищук // Медицина неотложных состояний. – 2006. – Т. 4, № 5. – С. 40–53.
9. Непомнящих Л.М. Морфогенез метаболических повреждений скелетных мышц: стратегия ограничения повреждения / Л.М. Непомнящих, М.А. Бакарев // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2009. – № 7. – С. 13–19.
10. Электрофизиологический анализ бруксизма у кроликов как естественной модели бруксизма 1-го типа у человека / Игнатова Ю.П., Кромин А.А. // Стоматология. – 2010. – Т. 89, № 1. – С. 15–22.
11. Mustafa S. Cooling is a potent vasodilator of deep vessels in the rat / S. Mustafa, O. Thulesius // J. Physiol. – 2002. – Vol. 545, № 3. – P. 975–986.
2. Aleksandrov N.M. Mikrochirurgicheskaya rekonstruktsiya pal'tsev kisti pri posledstviyakh kholodovoy travmy / N.M. Aleksandrov, S.V. Petrov // Kholodovaya travma: III nauchn. konf.: tezisy dokl. – SPb., 2002. – S. 5–6.
3. Anan'eva O.V. Sravnitel'nyy analiz reaktivnosti sistemnogo i regional'nogo krovoobrashheniya k mediatoram simpaticheskoj i parasimpaticheskoj nervnoj sistemy v razlichnye periody kholodovoy adaptatsii: avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni doktora med. nauk. / O.V. Anan'eva. – Tyumen', 2005. – 47 s.
4. Vikhriev B.S. Mestnye porazheniya kholodom / B.S. Vikhriev, S.KH. Kichemasov, YU.R. Skvortsov. – L., 1991. – 289 s.
5. Gerashhenko S.B. Nejrovazal'nye otnosheniya sedalishhnogo nerva, ego segmentarnykh tsevtrov i ikh izmeneniya pri kholodovoj nejropatii: avtoref. diss... kand. med. nauk: spets. 14.00.02 „Anatomiya cheloveka” / S.B. Gerashhenko. – Simferopol', 1990. – 19s.
6. Datsenko G.V. Morfofunktsional'nye izmeneniya v organizme v otvet na obshhuyu i lokal'nyu gipotermiyu / G.V. Datsenko, E.N. SHapoval // Visn. morfologii. – 2001. – №2. – S. 305–307.
7. Zinchuk V.V. Funktsional'naya sistema transporta kisloroda: fundamental'nye i klinicheskie aspekty / pod red. V.V. Zinchuka. – Grodno, 2003. – 302 s.
8. Mishhuk N.E. Kholodovaya bolezny (gipotermiya): Nauchnyy obzor. / N.E. Mishhuk // Meditsina neotlozhnykh sostoyanij. – 2006. – T. 4, № 5. – S. 40–53.
9. Nepomnyashhikh L.M. Morfogenez metabolicheskikh povrezhdenij skeletnykh myshts: strategiya ogranicheniya povrezhdeniya / L.M. Nepomnyashhikh, M.A. Bakarev // Vestnik Rossijskoj akademii meditsinskikh nauk. – 2009. – № 7. – S. 13–19.
10. EHlektrofiziologicheskij analiz bruksizma u krolikov kak estestvennoj modeli bruksizma 1-go tipa u cheloveka / Ignatova YU.P., Kromin A.A. // Stomatologiya. – 2010. – T. 89, № 1. – S. 15–22.
11. Mustafa S. Cooling is a potent vasodilator of deep vessels in the rat / S. Mustafa, O. Thulesius // J. Physiol. – 2002. – Vol. 545, № 3. – P. 975–986.

HISTOLOGICAL AND ULTRASTRUCTURAL DESCRIPTION OF MASTICATORY MUSCLES UNDER THE CONDITIONS OF HYPOTHERMIA

Potyak O. Yu.

Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

It is shown that morphological changes in muscle fibers over 3, 7, 14 and 30 days after the common deep cooling of rat organism have phase character. Within the first 7 days reactive processes develop secondary to sharp spasm of blood vessels. In the period from 7 to 14 days after the beginning of modeling of the common deep cooling expressed vasodilatation takes place, as well as paravasal swelling and destruction, mainly of muscle fibers of intermediate type. From 15 to 30 days after deep cooling of the organism there begins the third stage corresponding to adaptation alterations of muscle fibers and circulatory system blood vessels network.

Key words: hypothermia, muscle fibers, masticatory muscles.

Адрес для корреспонденции: e-mail: serg_popel@mail. Ru

Поступила 16.01.2014