

УДК 591.473

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФЕРМЕНТОАКТИВНЫХ ЗОН ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЙ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ЖЕВАТЕЛЬНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ПИТАНИИ ДИСПЕРГИРОВАННОЙ ПИЩЕЙ

Н.А. Курносова, М.А. Семенова, Е.П. Дрождина

Ульяновский государственный университет

Целью исследования явилось изучение влияния воздействия диспергированной пищи на гистоморфологические особенности структур ферментоактивных зон нервно-мышечных синапсов латеральной жевательной мышцы 240-суточных белых крыс. Питание диспергированной пищей обуславливает изменение функциональной роли латеральной жевательной мышцы в ходе жевания, проявляющееся в более сложных дифференцированных движениях данного мускула, связанных с обработкой в ротовой полости диспергированной пищи, несвойственной для данного типа животных. Следствием адаптации латеральной жевательной мышцы к изменению функциональной нагрузки явилось увеличение относительного количества сложных ферментоактивных зон нервно-мышечных синапсов и усложнение их конструкции, возрастание относительного числа и средней площади ферментоактивных зон, приходящихся на одно мышечное волокно.

Ключевые слова: диспергированная пища, латеральная жевательная мышца, ферментоактивные зоны, нервно-мышечные синапсы.

Введение. Жевательная нагрузка является важнейшим механическим фактором морфогенеза органов ротовой полости. Она способствует формированию и адаптивной перестройке целого комплекса взаимодействующих органов и тканей полости рта и челюстно-лицевой области, совместно обеспечивающих выполнение важнейшей функции жизнеобеспечения – жевания [1, 3]. Изменение характера жевательной нагрузки вследствие изменения физических свойств пищи запускает механизмы гистоморфологической перестройки органов ротовой полости, адаптируя их к новым условиям функционирования. Исследования последних лет [2, 4, 6, 7] свидетельствуют о существенном влиянии диспергированной пищи на гистологическую структуру и постнатальный морфогенез не только отделов пищеварительного канала, но и органов, функционально связанных с ним и расположенных за пределами его стенки.

Цель исследования. Изучение влияния воздействия диспергированной пищи на структуру ферментоактивных зон нервно-

мышечных синапсов латеральной жевательной мышцы 240-суточных белых крыс.

Материалы и методы. Материалом исследований послужили 16 самцов белых неинбредных крыс. На 21-е сут постнатального развития животных произвольно распределяли на две группы – контрольную и опытную. Животных контрольной группы содержали в обычных условиях вивария на естественном для грызунов корме (зерно, овощи), для животных опытной группы аналогичную пищу подвергали механической обработке до мягкой пастообразной консистенции. Непосредственными объектами исследования были избраны латеральная жевательная мышца, сочетающая протракцию нижней челюсти с аддукцией. Латеральная жевательная мышца взята у животных обеих экспериментальных групп на 240-е сут постнатального онтогенеза.

Для изучения активности ацетилхолинэстеразы (АХЭ) в области нервно-мышечного синапса (НМС) использовали гистоэнзимохимическую методику выявления данного фермента тиюксусной кислотой в модификации Г.М. Николаева и В.В. Шилкина [5].

При качественной характеристике АХЭ-положительных зон оценивали выраженность и топографию конечного продукта реакции. Количественный анализ проводили на стандартной площади среза (87 тыс. мкм²) с помощью компьютерной программы специальной морфометрии биологических структур «Мекос-Ц1». При этом определяли: общее количество выявляемых АХЭ-положительных зон; долю простых и сложных АХЭ-положительных зон; количество и диаметр мышечных волокон; среднюю площадь сечения области нервно-мышечных синапсов для различных конструкций АХЭ-положительных зон; форм-фактор площади сечения нервно-мышечных синапсов, позволяющий оценивать форму выявляемых сечений как веретенообразную (значение показателя $\leq 0,45$), овоидную (0,46–0,64) или округлую ($\geq 0,65$).

Для морфометрического исследования использовалась компьютерная система, включающая микроскоп, цифровую видеокамеру JVC (Victor Company, Япония) и компьютерную программу денситофотометрии «Мекос-Ц1» (Россия). Полученные морфометрические данные подвергали статистической обработке с помощью пакета прикладной компьютерной программы Statistica 6.0 (StatSoft Inc., USA).

Результаты и обсуждение. Латеральная жевательная мышца (*m. masseter lateralis*) тянется от предскуловой площадки верхнечелюстной кости и от переднего отрезка скуловой дуги вниз и назад, оканчиваясь на линии по передневентральному краю массивной площадки нижней челюсти (под прикрытием поверхностной порции), и сочетает протракцию нижней челюсти с аддукцией.

Латеральная жевательная мышца 240-суточных белых крыс как контрольной, так и опытной групп характеризуется высокой активностью АХЭ в области нервно-мышечных синапсов. Об этом свидетельствует 20-минутная инкубация срезов в рабочем растворе, обусловившая в ходе исследования появление конечного продукта реакции с мелкодисперсной структурой, четкими границами и насыщенной коричневой окраской. Для мышцы характерно наличие внесинаптической активности АХЭ.

Установлено, что в изучаемой мышце как опытной, так и контрольной групп ферментоактивные зоны (ФАЗ) нервно-мышечных синапсов расположены полями. Какая-либо закономерность локализации полей в пределах мышечного брюшка не выявлена (рис. 1).

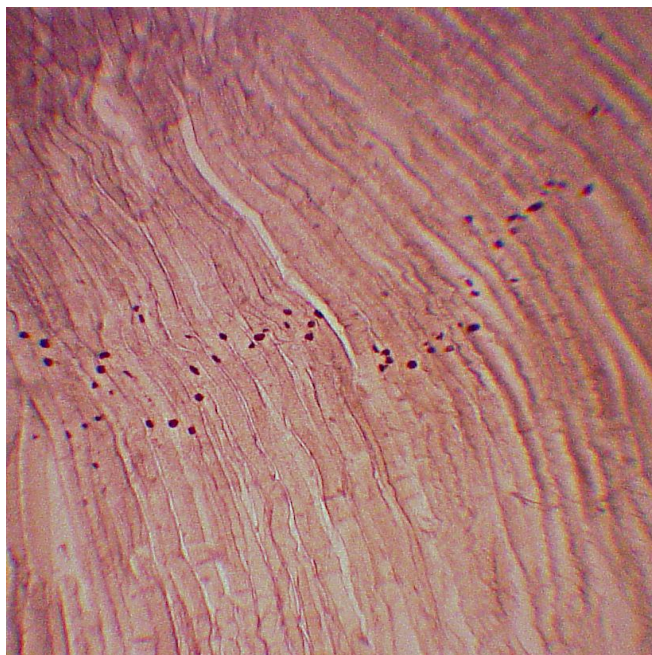


Рис. 1. НМС латеральной жевательной мышцы 240-суточных крыс в условиях измененной функциональной нагрузки. Окраска тиюксусной кислотой, $\times 50$

Анализ особенностей морфологии АХЭ-положительных зон НМС мышцы позволяет выделить два основных типа конструкций ФАЗ: простые, характеризующиеся гомогенной локализацией активного фермента, и сложные,

отличающиеся трабекулярной локализацией АХЭ с замкнутым или незамкнутым контуром, ограничивающим ферментонегативную зону (рис. 2).

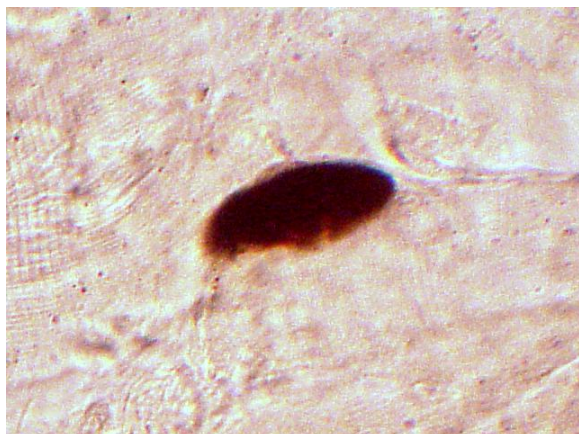


Рис. 2. НМС с простой АХЭ-положительной зоной (слева) и со сложной АХЭ-положительной зоной (справа) в латеральной жевательной мышце 240-суточных крыс в условиях измененной функциональной нагрузки. Окраска тиоуксусной кислотой, $\times 600$

По данным наших исследований, при питании диспергированной пищей в латеральной жевательной мышце 240-суточных животных отмечается преобладание относительного содержания нервно-мышечных синапсов со сложной конструкцией ФАЗ, в то время как исследуемый мускул контрольных животных отличается большим относительным содержанием НМС с простой конструкцией ФАЗ (рис. 3). Преобразование простых

ФАЗ НМС в сложные, по мнению В.И. Филимонова, свидетельствует о повышении степени дифференцированности иннервационного аппарата мышцы [8]. Возможно, у опытных животных латеральная жевательная мышца совершает более сложные дифференцированные движения, связанные с обработкой в ротовой полости диспергированной пищи, несвойственной для данного типа животных.

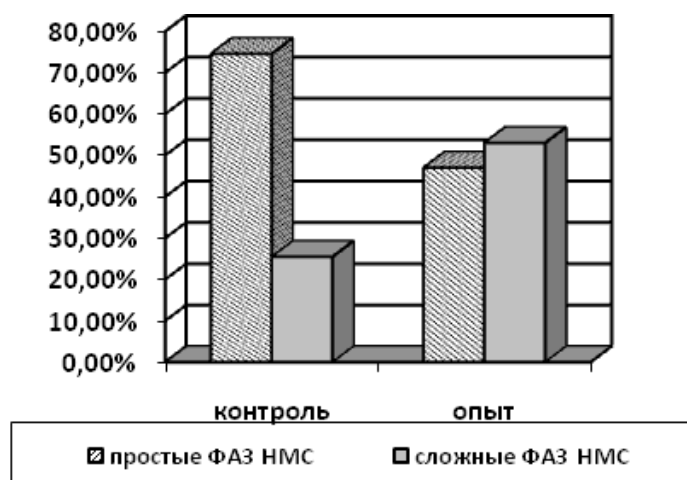


Рис. 3. Относительное содержание простых и сложных ФАЗ НМС латеральной жевательной мышцы 240-суточных белых крыс при питании диспергированной пищей (опыт) и в норме (контроль)

Наряду с этим у животных опытной группы отмечается более высокий показатель средней площади сечения простых и сложных ФАЗ по сравнению с таковым контрольных животных. Увеличение площади контакта в нервно-мышечном синапсе свидетельствует о повышении концентрации химически активных веществ, выделяемых в этом участке, и, как следствие, о более энергичном мышечном сокращении [9].

В латеральной жевательной мышце число ФАЗ нервно-мышечных синапсов, при-

ходящихся на одно мышечное волокно ($\Sigma\text{ФАЗ}/\Sigma\text{МВ}$), а также совокупная площадь ФАЗ в расчете на одно мышечное волокно ($\Sigma S_{\text{фаз}}/\Sigma\text{МВ}$) у животных опытной группы превышает данный показатель животных контрольной группы ($p \leq 0,05$) (табл. 1). Более плотное расположение нервно-мышечных синапсов в мускуле, высокий показатель отношения площади нервной бляшки к поперечнику мышечного волокна отмечаются в скелетной мускулатуре в условиях повышенной функциональной нагрузки [8].

Таблица 1

Интегративные показатели системы «двигательное окончание – мышечное волокно» латеральной жевательной мышцы 240-суточных животных в норме (контроль) и в условиях измененной функциональной нагрузки (опыт)

Показатели	Среднее число ФАЗ, приходящихся на одно мышечное волокно ($\Sigma\text{ФАЗ}/\Sigma\text{МВ}$)	Совокупная площадь ФАЗ в расчете на одно мышечное волокно ($\Sigma S_{\text{ФАЗ}}/\Sigma\text{МВ}$), мкм ²
Опыт	1,08±0,02*	319,84±15,38*
Контроль	0,73±0,01	196,09±9,64

Примечание. * – статистически значимое отличие показателей опытной группы от контрольных значений ($p \leq 0,05$).

Закключение. Питание диспергированной пищей обуславливает изменение функциональной роли латеральной жевательной мышцы в ходе жевания, проявляющееся в более сложных дифференцированных движениях данного мускула, связанных с обработкой в ротовой полости диспергированной пищи, несвойственной для данного типа животных. Следствием адаптации латеральной жевательной мышцы к изменению функциональной нагрузки явилось увеличение относительного количества сложных ФАЗ нервно-мышечных синапсов и усложнение их конструкции, возрастание относительного числа и средней площади ФАЗ, приходящихся на одно мышечное волокно.

лезы белых крыс / М. А. Семенова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – С. 861–865.

3. *Логина Н. К.* Гипофункция жевательного аппарата как фактор риска возникновения заболеваний парадонта / Н. К. Логина, И. Е. Гусева // Международный медицинский журнал. – 1998. – № 1. – С. 113–115.

4. Морфогенез микроциркуляторного русла поверхностной жевательной и двубрюшной мышц белых крыс в условиях гиподинамии челюстного аппарата / В. Ф. Сыч [и др.] // Морфологические ведомости. – 2005. – № 1–2. – С. 53–58.

5. *Николаев Г. М.* Опыт определения активности ацетилхолинэстеразы в структурах периферической нервной системы / Г. М. Николаев, В. В. Шилкин // Проблемы морфогенеза периферических нервов. – Ярославль, 1983. – С. 64–72.

6. Особенности постнатального онтогенеза мышечной оболочки тощей кишки белых крыс при длительном питании диспергированной пищей / В. Ф. Сыч [и др.] // Морфология. – 2008. – Т. 134, № 5. – С. 97.

7. *Сыч В. Ф.* Особенности гистоморфологии суставного отростка нижней челюсти белых крыс при пониженной функциональной нагрузке / В. Ф. Сыч, Г. В. Абдулкин, Н. А. Курносова // Морфологические ведомости. – 2007. – № 3–4. – С. 68–69.

1. *Беззубенкова О. Е.* Консистенция пищи как физический фактор регуляции морфогенеза мускулатуры челюстного аппарата крыс / О. Е. Беззубенкова, Н. А. Курносова // Морфологические ведомости. – 2010. – № 4. – С. 15–24.

2. Консистенция пищи как фактор постнатального морфогенеза околушной слюнной же-

8. Филимонов В. И. Конструкция ферментоактивной зоны нейромышечного синапса и ее преобразования в эксперименте : дис. ... канд. мед. наук / В. И. Филимонов. – Ярославль, 1998. – 447 с.

9. Филимонов В. И. Морфометрическая ха-

рактеристика ферментоактивной зоны двигательного окончания икроножной мышцы деафферентированной белой крысы / В. И. Филимонов, Т. Р. Ковригина, В. В. Шилкин // Российские морфологические ведомости. – 1999. – № 1–2. – С. 153.

MORPHOLOGICAL FEATURES OF ENZYMATIC ACTIVITIES ZONES STRUCTURES OF NEUROMUSCULAR SYNAPSES LATERAL MASSETER OF WHITE RATS ON DISPERSED FOOD FEEDING

N.A. Kurnosova, M.A. Semenova, E.P. Drozhkina

Ulyanovsk State University

The aim of the study was to study the effect of the impact of food on dispersed histomorphological features of structure enzymatic activities zones of neuromuscular synapses lateral masseter. The experimental studies were conducted on male outbreed white rats. It has been shown that dispersed food feeding causes changes in the functional role of the lateral masseter muscle during mastication, being shown in more difficult differentiated movements of this muscle associated with processing in the oral cavity dispersed food, unusual for this type of animals. Consequence of lateral masseter adaptation to the functional load change was the increase in the relative amount of complex enzymatic activities zones of neuromuscular synapses and amplification of their structure, the increase relative number and area of enzymatic activities zones per one muscle fiber.

Keywords: dispersed food, lateral masseter, enzymatic activities zones, neuromuscular synapses.