

УДК 591.473

## КОНСИСТЕНЦИЯ ПИЩИ КАК ФАКТОР ПОСТНАТАЛЬНОГО МОРФОГЕНЕЗА ПОДБОРОДОЧНО-ПОДЪЯЗЫЧНОЙ МЫШЦЫ БЕЛЫХ КРЫС

Н.А. Курносова, А.С. Салманская, Н.А. Цыганова,  
Е.П. Дрождина, М.А. Семенова

*Ульяновский государственный университет*

Целью исследования явилось установление особенностей постнатального морфогенеза подбородочно-подъязычной мышцы белых крыс на основе морфометрии ее структурных элементов при длительном питании диспергированной пищей. В работе показано, что изменение функциональной нагрузки на мускулатуру челюстного аппарата, вызванное потреблением мелкоизмельченной пищи, обуславливает неоднозначную реакцию мышечных волокон разного типа у животных опытных групп. Перевод животных на естественный для грызунов корм после длительного питания диспергированной пищей не приводит к восстановлению гистологической структуры мускула, что свидетельствует об устойчивых необратимых изменениях миосимпластов подбородочно-подъязычной мышцы.

**Ключевые слова:** морфогенез, жевательная мускулатура, диспергированная пища.

**Введение.** Одной из наиболее актуальных проблем современной биологии является выяснение механизмов регуляции морфогенеза на эпигенетических уровнях: клеточном, тканевом и органном. Условия жизнедеятельности современного человека сопровождаются изменением функциональной нагрузки мышц челюстного аппарата [5]. Акцентируя внимание на вкусовых качествах и длительной сохранности продуктов питания, пищевая индустрия пренебрегает проблемой сохранения естественных свойств компонентов пищи, предлагая продукты, подвергшиеся интенсивной физической и химической обработке. Жевательная нагрузка как многогранный механический фактор способствует формированию и адаптивной перестройке структурных элементов жевательной системы – комплекса взаимодействующих органов и тканей полости рта и челюстно-лицевой области, совместно обеспечивающих выполнение важнейшей функции жизнеобеспечения – жевания. Снижение интенсивности жевательной нагрузки, обусловленное потреблением диспергированной пищи, является одной из причин развития некоторых патологических процессов как органов и тканей ротовой полости, так и, вследствие изменения интенсивности кровообраще-

ния, структур головного мозга и черепа в целом [4–6].

К настоящему времени сотрудниками кафедры общей биологии и биоэкологии Ульяновского государственного университета выполнены оригинальные морфологические исследования, доказывающие существенное влияние изменения функциональной нагрузки на морфогенез органов челюстного аппарата.

**Цель исследования.** Изучение зависимости постнатального морфогенеза подбородочно-подъязычной мышцы от специфики потребляемой пищи у лабораторных белых крыс.

**Материалы и методы.** Материалом исследования послужили 30 самцов беспородных белых крыс, которых на 21-е сут после рождения произвольно разделили на контрольную и две (I и II) опытные группы. Животных контрольной группы содержали в обычных условиях вивария на естественной для грызунов пище (цельное зерно мягких сортов пшеницы, разрезанные на крупные куски сырые овощи). Животные I опытной группы с 21-х по 240-е сут эксперимента потребляли пищу того же состава, но подвергнутую тщательной механической обработке традиционными бытовыми устройствами

(мясорубка, мельница) до мягкой пастообразной консистенции. Животные II опытной группы питались диспергированной пищей до 120-х сут постнатального онтогенеза, после чего переводились до окончания эксперимента (240-е сут онтогенеза) на пищу животных контрольной группы. Кормление осуществлялось два раза в сутки, при этом животным обеспечивался свободный доступ к пище и воде. Эксперимент проводили в соответствии с правилами гуманного обращения с животными, которые регламентированы «Правилами проведения работ и использования экспериментальных животных», утвержденными Приказом МЗ СССР от 12.07.1977 г. № 755, а также положениями Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации от 1964 г., дополненной в 1975, 1983 и 1989 гг.

В качестве непосредственного объекта исследовалась подбородочно-подъязычная мышца (*m. geniohyoideus*), управляющая перемещением дна ротовой полости и языка [2]. В возрасте 180 (репродуктивный период) и 240 (период возмужания) сут животных контрольной, I и II опытных групп взвешивали, декапитировали под эфирным наркозом и брали материал для исследования. Из свежемороженых фрагментов мышц размером 5×5 мм с помощью криостата «ВН» изготавливали поперечные срезы толщиной 25 мкм. Срезы окрашивали по методу М. Нахласа [7, 9] с целью выявления активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и заключали в глицерин-желатин. Инкубацию срезов производили при pH=7,6 при 37 °C в течение 50 мин. На основе определения гистохимической активности СДГ оценивали состояние энергетического пути метаболизма, связанного с циклом Кребса [8] и определяли типы мышечных волокон и тип гистологической структуры мышц.

Описание, сравнительно-морфологический анализ и морфометрию структур на постоянных микропрепаратах проводили с помощью компьютерной видео-тест-системы, включающей микроскоп Motic B3 (при увеличении 10×40), цифровую видеокамеру JVC (VICTOR COMPANY OF JAPAN, Япония) и компьютерную программу денситофотомет-

рии «МЕКОС-Ц1» («Медицинские компьютерные системы (МЕКОС)», Россия). В процессе морфометрических исследований руководствовались рекомендациями Г.Г. Автандилова [1].

Морфометрические методы включали: определение удельного количества мышечных волокон красного, белого и промежуточного типов на основе визуального учета; определение средней площади сечения ( $\text{мкм}^2$ ) мышечных волокон. Полученные цифровые данные подвергали статистической обработке [3] с определением критерия значимости (*t*) по Стьюденту.

**Результаты и обсуждение.** Подбородочно-подъязычная мышца (*m. geniohyoideus*) крыс начинается сухожилием от симфиза нижней челюсти и подходит к подъязычной кости, которую протрагирует при сокращении [2].

По результатам наших исследований подбородочно-подъязычная мышца 180- и 240-суточных животных контрольной, I и II опытных групп характеризуется белым смешанным типом гистологической структуры (WIR), что указывает на определяющую роль в функционировании мускула белых (гликолитических) мышечных волокон, способных производить быстрые, но кратковременные сокращения. На протяжении всех изученных возрастных периодов в подбородочно-подъязычной мышце отмечается максимальное содержание белых мышечных волокон, среднее количество мышечных волокон промежуточного типа и минимальная величина данного показателя для красных мышечных волокон (табл. 1). С учетом суммарной площади сечения мышечных волокон преобладающим является гликолитический структурно-функциональный компонент мышцы. При этом процентное содержание белых, красных и промежуточных мышечных волокон достоверно не изменяется на протяжении всего исследуемого периода у животных всех экспериментальных групп.

Анализ полученных данных свидетельствует, что питание диспергированной пищей в период с 21-х по 180-е сут обуславливает более интенсивное утолщение ( $p < 0,05$ ) белых мышечных волокон. Вследствие чего пло-

щадь сечения волокон этого типа у 180-суточных животных опытной группы превышает таковой показатель контрольных животных. Обращает на себя внимание тот факт, что площадь сечения промежуточных и красных мышечных волокон животных, питавшихся диспергированной пищей, оказывается меньше ( $p < 0,05$ ) таковой 180-суточных жи-

вотных контрольной группы (табл. 2). Возможно, изменение функциональной нагрузки, связанное с потреблением пастообразной мелкоизмельченной пищи, требует от подбородочно-подъязычной мышцы более быстрых кратковременных сокращений, что обуславливает наиболее интенсивное преобразование гликолитического компонента мускула.

Таблица 1

**Соотношение количества мышечных волокон подбородочно-подъязычной мышцы белых крыс (%)**

Возраст, сут	Показатель Группа	Соотношение типов мышечных волокон, %		
		W	I	R
180	Контроль	53,3	27,8	18,8
	Опыт I	57,1	26,8	16,1
	Опыт II	55,5	27,8	16,7
240	Контроль	52,6	28,2	19,2
	Опыт I	55,6	27,2	17,2
	Опыт II	56,2	29,5	14,3

Таблица 2

**Площадь поперечного сечения мышечных волокон подбородочно-подъязычной мышцы крыс**

Возраст, сут	Показатель Группа	Площадь поперечного сечения мышечных волокон подбородочно-подъязычной мышцы крыс, мкм <sup>2</sup>		
		W	I	R
180	Контроль	3035,82±27,95	1583,34±29,28	1072,7±36,23
	Опыт I	3316,66±22,13*	1555,95±19,68	938,09±9,33*
	Опыт II	3770,78±22,56*+	1891,01±18,5*+	1136,30±9,44*
240	Контроль	3642,58±27,49^	1957,26±22,72^	1326,61±13,35^
	Опыт I	3150±21,21^*	1541,11±16,66*	978,74±10,32*
	Опыт II	3065,08±19,39^*+	1609,41±20,55^*	778,0±6,57^*+

**Примечание.** ^ – достоверное отличие от предыдущих значений (при  $p < 0,05$ ); \* – достоверное отличие от контрольных значений (при  $p < 0,05$ ); + – достоверное отличие от значений животных II опытной группы (при  $p < 0,05$ ).

Период возмужания (180–240-е сут) у животных I опытной группы характеризуется менее интенсивным утолщением мышечных волокон всех трех типов ( $p < 0,05$ ), чем у животных контрольной группы. Вследствие этого площадь поперечного сечения мышечных

волокон животных I опытной группы меньше данного показателя контрольных животных, что, на наш взгляд, объясняется пластичностью мышцы как органа, реагирующего на изменения уровня функциональной активности (табл. 2).

Животные II опытной группы, переведенные со 120-х сут постнатального онтогенеза на питание естественным для грызунов кормом, к 180-м суткам характеризуются более высокими значениями площади поперечного сечения волокон всех исследуемых типов по сравнению с данным показателем контрольных животных и животных I опытной группы. Возможно, обнаруженная тенденция объясняется активацией компенсаторно-адаптационных механизмов, развивающихся в миосимпластах, вследствие резкого изменения типа питания. Однако в период возмужания (180–240-е сут) у животных II опытной группы отмечается резкое снижение интенсивности прироста площади сечения белых, промежуточных и красных мышечных волокон ( $p < 0,05$ ) по сравнению с 240-суточными животными контрольной и I опытной групп, что обуславливает у животных II опытной группы более низкие значения площади поперечного сечения всех исследуемых типов миосимпластов.

**Заключение.** Подборочно-подъязычная мышца 180- и 240-суточных белых крыс всех экспериментальных групп характеризуется преобладанием белых мышечных волокон, обуславливающих возможность выполнения преимущественно быстрых и мощных, однако из-за быстрой утомляемости кратковременных сокращений. Изменение функциональной нагрузки на мускулатуру челюстного аппарата, вызванное потреблением мелкоизмельченной пищи, обуславливает

неоднозначную реакцию у животных I и II опытных групп, что влечет за собой существенные изменения сократительных возможностей мускула. Перевод животных на естественный для грызунов корм после длительного питания диспергированной пищей не приводит к восстановлению гистологической структуры мускула, что свидетельствует об устойчивых необратимых изменениях миосимпластов подборочно-подъязычной мышцы.

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. М. : Медицина, 1990. 384 с.
2. Гуртовой И. Н., Дзержинский Ф. Я. Практическая зоотомия позвоночных. М. : Высшая школа, 1992. С. 317–350.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1990. 343 с.
4. Логинова Н. К., Гусева И. Е. Гипофункция жевательного аппарата как фактор риска возникновения заболеваний пародонта // Междунар. мед. журн. 1998. № 1. С. 113–115.
5. 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.
6. Мосолов Н. Н. Морфология жевательных мышц с элементами биомеханики : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2000. 43 с.
7. Пирс С. Гистохимия теоретическая и прикладная. М. : Иностранная лит., 1962. 962 с.
8. George J. C., Berger A. J. Avian myology. NY : Acad. Press, 1966. 500 p.
9. Histochem, Cytochem / M. M. Nachlas [et al.]. 1957. Vol. 5. P. 420–436.

## FOOD CONSISTENCE AS FACTOR OF THE POSTNATAL MORPHOGENESIS OF MENTOHYOID MUSCLE OF WHITE RATS

N.A. Kurnosova, A.S. Salmanskaya, N.A. Tsyganova, E.P. Drozhkina, M.A. Semenova

*Ulyanovsk State University*

The aim of the study was to establish the features of postnatal morphogenesis mentohyoid muscles of white rats based morphometry of its structural elements during prolonged power dispersed food. The paper shows that the change in the functional load on the muscles jaw apparatus caused by consumption of finely powdered food, causes a mixed reaction of different types of muscle fibers in the animals of the experimental group. Translation of animals on natural forage for rodents after long dispersed food supply does not restore muscle histology, indicating sustained irreversible changes myosimplasts mentohyoid muscle.

**Keywords:** morphogenesis, chewing muscles, dispersed food.