

УДК 591.431.6

## НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА БЕЛЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДИСПЕРГИРОВАННОЙ ПИЩЕЙ

Семенова М.А., Цыганова Н.А., Дрожжина Е.П., Саенко Ю.В.,  
Глушченко Е.С., Антонова А.В., Гальчин А.В.

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»,  
Ульяновск, e-mail: morskaya-21@yandex.ru

Целью исследования явилось изучение морфологических особенностей постнатального развития околоушной слюнной железы белых крыс, а также выявление некоторых физиологических особенностей пищеварения при длительном питании диспергированной пищей. Экспериментальные исследования проведены на самцах беспородных белых крыс. В работе показано, что к 180-м суткам постнатального онтогенеза у животных, питающихся диспергированной пищей (животные I опытной группы), наблюдается уменьшение размеров ацинусов и уменьшение количества РНК в сероцитах околоушной слюнной железы, что свидетельствует о снижении интенсивности синтеза белка. Количество пищи, потребляемое 180-суточными животными I опытной группы, почти в 2 раза превосходит таковое 180-суточных животных контрольной группы. К 240-м суткам площадь сечения ацинусов и цитоплазмы сероцитов, а также их количество на площади сечения ацинусов животных, питающихся диспергированной пищей, достигают значений контрольных животных. Вместе с тем масса потребляемой пищи 240-суточными животными I опытной группы в 2,3 превосходит таковую контрольных животных, при этом вес животных, питающихся диспергированной пищей, уступает контрольным животным. Таким образом, длительное кормление животных диспергированной пищей вызывает гипотрофические изменения концевых секреторных отделов околоушной слюнной железы, а также является причиной уменьшения усвояемости нутриентов, что ведет к снижению веса животных и возможному развитию патологических процессов.

**Ключевые слова:** диспергированная пища, околоушная слюнная железа, вес животных, масса потребляемой пищи, скорость прохождения пищи по желудочно-кишечному тракту

## SOME MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF POSTNATAL ONTOGENESIS OF WHITE RATS ON LONG-TERM DISPERSED FOOD FEEDING

Semenova M.A., Tsyganova N.A., Drozhkina E.P., Saenko Y.V.,  
Gluschenko E.S., Antonova A.V., Galchin A.V.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, e-mail: morskaya-21@yandex.ru

The aims of the study was to investigate the morphological features of the postnatal development of parotid salivary gland in the white rats, and also to detect certain physiological characteristics of digestion under the conditions of long-term dispersed food feeding. The experimental studies were conducted on male outbreed white rats. It has been shown that on the 180th day of the postnatal ontogenesis the animals eating dispersed food (the animals of the 1st experimental group) have a decrease in the size of acini and a decrease in the amount of RNA in parotid salivary gland serous cells, which indicates an intensity reduction of protein synthesis. The amount of food intake for 180-day animals of the 1st experimental group is almost two times higher than that for 180-day animals of the control group. On the 240th day the section area of acini and cytoplasm of serous cells, and the quantity of serous cells on the section area of acini of the animals eating dispersed food, reach the same values as those of the control animals. At the same time the weight of food intake for 240-day animals of the 1st experimental group is 2,3 higher than that of the control animals, but the weight of the animals eating dispersed food is less than that of the control animals. Thus, the long-term feeding of animals with dispersed food causes hypotrophic changes in the acini of parotid salivary gland, and reduces the digestibility of nutrients, which leads to weight loss in animals and the possible development of pathological processes.

**Keywords:** dispersed food, parotid salivary gland, weight of animals, mass of food intake, the rate of gastrointestinal transit

Комплексными морфологическими исследованиями последнего десятилетия [2, 3, 6, 7] впервые обосновано влияние физических свойств пищи, в частности, ее консистенции на строение и постнатальный морфогенез отделов пищеварительного канала. Полученные результаты предопределили возрастание познавательного интереса к постнатальному развитию в подобных экспериментальных условиях органов, расположенных за пределами стенки пищева-

рительного канала, не вступающих в непосредственный контакт с диспергированной пищей и образующимся из нее химусом – околоушными слюнными железами.

Целью исследования явилось изучение морфологических особенностей постнатального развития околоушной слюнной железы белых крыс, а также выявление некоторых физиологических особенностей пищеварения при длительном питании диспергированной пищей.

## Материал и методы исследования

Экспериментальные исследования проведены на 61 самце беспородных белых крыс. Для периодизации постнатального онтогенеза крыс использована схема, предложенная В.И. Махинько и В.Н. Никитиным [4]. На 21-е сутки после рождения животные были произвольно разделены на контрольную и две опытные группы. Животные контрольной группы содержались в обычных условиях вивария на естественном для грызунов корме. Животных I опытной группы с 21-х по 240-е сутки эксперимента кормили диспергированной пищей того же состава (измельченная в механической мельнице зерновая смесь, переработанные посредством мелкой терки овощи и мясной фарш). Животные II опытной группы питались диспергированной пищей до 120-х суток постнатального онтогенеза, после чего переводились до окончания эксперимента (240-е сутки) на корм животных контрольной группы. Забор материала осуществляли в возрасте 21, 60, 120, 180, 240 суток развития. Все эксперименты, уход и содержание осуществлялись в соответствии с Директивой № 63 от 22 сентября 2010 года Президиума и Парламента Европы «О защите животных, используемых для научных исследований», «Санитарными правилами по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник от 06.04.1993 и приказом Минздрава РФ № 267 от 19.06.2003 «Об утверждении правил лабораторной практики». Описание, сравнительно-морфологический анализ и морфометрию структур околоушных слюнных желез производили на гистологических препаратах, окрашенных гематоксилин-эозином; для оценки активности белоксинтетического аппарата клеток применяли окраску срезов метиловым зеленым-пиронином по Браше. Для морфометрии использовали компьютерную систему, включающую микроскоп Motic V3 (Motic, КНР), цифровую видеокамеру JVC (Victor company, Япония) и компьютерную программу денситофотометрии «Мекос-Ц1» («Медицинские компьютерные системы», Россия).

Морфометрические исследования включали определение: площади сечения ацинусов ( $\text{мкм}^2$ ); количества клеток на площади сечения ацинусов; ядерно-цитоплазматического отношения сероцитов (%). Площадь сечения цитоплазмы сероцита ( $\text{мкм}^2$ ) определяли по формуле:  $S/N$ , где  $S$  – площадь сечения цитоплазмы ацинуса,  $N$  – количество ядер на площади сечения ацинуса. Определялись также вес животных (г), индивидуальное количество потребляемой пищи за 24 часа (г), время прохождения пищи по желудочно-кишечному тракту (мин). Полученные результаты подвергали статистической обработке с помощью компьютерной программы «Statistica 6.0». Сравнение выборок проводили с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни. Поскольку исследовали морфологические параметры органа животных разных возрастных групп, то проводили дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,01. Для физиологических характеристик критический уровень значимости составлял 0,05.

## Результаты исследований и их обсуждения

В период с 21-х по 120-е сутки происходит уменьшение количества сероцитов на площади сечения ацинусов у животных,

питающихся диспергированной пищей по отношению к контрольным животным ( $p < 0,01$ ). Вследствие этого в указанный период отмечается незначительное уменьшение площади сечения ацинусов животных, питающихся диспергированной пищей, по отношению к таковой животных контрольной группы ( $p > 0,01$ ). Ядерно-цитоплазматическое отношение сероцитов животных I опытной группы в период с 60-х по 120-е сутки превышает таковое животных контрольной группы ( $p < 0,01$ ). В этот период количество потребляемой пищи животными I опытной группы превышает аналогичный показатель животных контрольной группы. Вследствие этого увеличивается вес животных, питающихся диспергированной пищей по отношению к контрольным животным ( $p < 0,05$ , таблица). Время прохождения пищи по желудочно-кишечному тракту имеет статистически значимые различия между 120-суточными животными, составляя у животных контрольной группы  $521,45 \pm 22,12$  минут, и  $410,08 \pm 33,88$  минут у животных, питающихся диспергированной пищей ( $p < 0,05$ ).

К 180-м суткам постнатального онтогенеза наблюдается уменьшение размеров ацинусов животных I опытной группы, обусловленное уменьшением площади цитоплазмы сероцитов как по отношению к соответствующей группе 120-суточных животных, так и 180-суточным контрольным животным ( $p < 0,01$ , таблица). Обращает внимание факт уменьшения количества РНК в сероцитах околоушной слюнной железы 180-суточных животных, питающихся диспергированной пищей, что свидетельствует о снижении интенсивности синтеза белка (рисунок).

Питание животных предварительно измельченной пищей сокращает продолжительность акта жевания, что ведет к угнетению физиологического рефлекторного процесса синтеза секрета околоушной слюнной железой [12]. Кроме того, существует положительная корреляция между количеством стимулированной слюны, которая вырабатывается в процессе жевания, и увеличением размеров клеток околоушной слюнной железы и ее весом, а также индексом массы тела [8, 14, 16]. Количество пищи, потребляемое 180-суточными животными I опытной группы, почти в 2 раза превосходит таковое 180-суточных животных контрольной группы ( $p < 0,05$ , таблица). Такое «переедание» животных I опытной группы мы склонны связывать с более поздним наступлением преабсорбтивного (сенсорного) насыщения вследствие более позднего наступления рефлекторных влияний от меха-

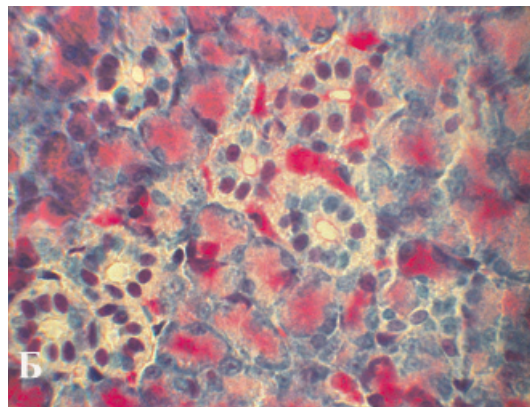
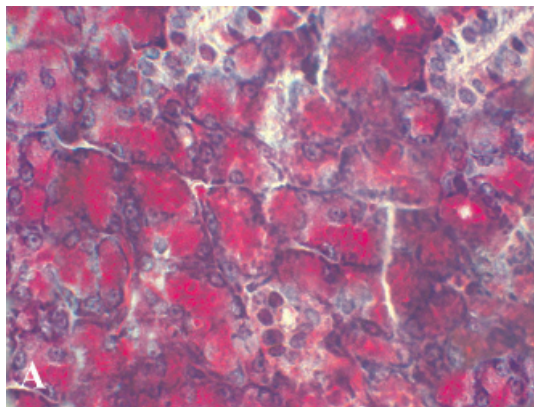
норецепторов слизистой оболочки полости рта, обусловленных слабым раздражающим действием диспергированной пищи на механорецепторы. Раздражение механорецепторов ротовой полости при жевании является главным механизмом регулирования синтеза белков слюны [9]. В частности, установлено,

что сокращение акта жевания сопровождается уменьшением богатых пролином белков в секрете околоушной слюнной железы у крыс, питающихся жидкой пищей [10]. Одновременно наблюдается снижение объема ацинусов, обусловленное уменьшением объема сероцитов [11, 15].

Некоторые морфологические и физиологические показатели контрольных и опытных животных в разные периоды постнатального развития

| Показатель<br>Возраст (сутки), группа | ЯЦО (%)<br>сероцитов<br>ОУЖ,<br>M ± m | Количество<br>сероцитов<br>на срезе<br>ацинуса<br>ОУЖ, M ± m | Площадь<br>сечения<br>ацинусов<br>(мкм <sup>2</sup> ) ОУЖ,<br>M ± m | Масса по-<br>требляемой<br>пищи<br>за 24 часа (г) | Время<br>прохождения<br>пищи по ЖКТ<br>(мин) | Вес животных<br>(г)          |                               |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|---|--|------------------------------|-------------------------------|
| 21                                    | 17,53 ± 0,18                          | 4,01 ± 0,04  | 263,78 ± 3,42   | 17,18 ± 1,47                                      | 242,33 ± 17,03                               | 42,93 ± 1,31                 |                               |
| 60                                    | Контроль                              | 19,49 ± 0,23 <sup>x</sup>                                    | 4,19 ± 0,05   | 254,88 ± 3,72                                     | 38,96 ± 2,67 <sup>x</sup>                    | 406,50 ± 22,5 <sup>x</sup>   | 173,73 ± 7,43 <sup>x</sup>    |
|                                       | Опыт I                                | 17,09 ± 0,22*  | 3,96 ± 0,05*  | 243,94 ± 3,43 <sup>x</sup>                        | 53,26 ± 1,98 <sup>**x</sup>                  | 337,10 ± 28,43               | 179,11 ± 11,02 <sup>x</sup>   |
| 120                                   | Контроль                              | 14,55 ± 0,17 <sup>x</sup>                                    | 4,31 ± 0,04   | 294,61 ± 4,46 <sup>x</sup>                        | 49,17 ± 5,93                                 | 521,45 ± 22,12 <sup>x</sup>  | 303,87 ± 8,08 <sup>x</sup>    |
|                                       | Опыт I                                | 15,23 ± 0,17 <sup>**</sup>                                   | 4,05 ± 0,04*  | 279,15 ± 3,36 <sup>x</sup>                        | 66,05 ± 3,63 <sup>x</sup>                    | 410,08 ± 33,88*              | 336,06 ± 7,65 <sup>**x</sup>  |
| 180                                   | Контроль                              | 14,51 ± 0,19   | 4,38 ± 0,05   | 326,34 ± 4,15 <sup>x</sup>                        | 40,08 ± 2,66                                 | 636,64 ± 40,84 <sup>x</sup>  | 446,98 ± 19,17 <sup>x</sup>   |
|                                       | Опыт I                                | 16,27 ± 0,23 <sup>**x</sup>                                  | 4,54 ± 0,05 <sup>x</sup>  | 307,08 ± 4,62 <sup>**x</sup>                      | 78,69 ± 3,36 <sup>**x</sup>                  | 502,60 ± 43,33*              | 450,67 ± 9,68 <sup>x</sup>    |
|                                       | Опыт II                               | 14,57 ± 0,21 <sup>v</sup>                                    | 4,35 ± 0,05   | 352,94 ± 4,95 <sup>**v</sup>                      | 57,72 ± 3,51 <sup>**v</sup>                  | 542,70 ± 41,35               | 435,91 ± 10,18                |
| 240                                   | Контроль                              | 14,28 ± 0,17   | 4,82 ± 0,05 <sup>x</sup>  | 421,40 ± 4,88 <sup>x</sup>                        | 41,17 ± 3,88                                 | 679,29 ± 65,06               | 536,15 ± 10,53 <sup>x</sup>   |
|                                       | Опыт I                                | 11,65 ± 0,16 <sup>**x</sup>                                  | 4,64 ± 0,05   | 419,94 ± 5,76 <sup>x</sup>                        | 93,54 ± 2,85 <sup>**x</sup>                  | 376,60 ± 32,23*              | 484,72 ± 11,15 <sup>**x</sup> |
|                                       | Опыт II                               | 13,62 ± 0,14 <sup>**v</sup>                                  | 4,77 ± 0,05 <sup>x</sup>  | 409,73 ± 5,44 <sup>x</sup>                        | 31,75 ± 4,99 <sup>xv</sup>                   | 707,83 ± 72,17 <sup>xv</sup> | 453,76 ± 8,89*                |

Примечание. ОУЖ – околоушная слюнная железа, <sup>x</sup> – статистически значимые отличия от предыдущего возраста ( $p < 0,01$ ); \* – статистически значимые отличия от контрольных значений ( $p < 0,01$ ); <sup>v</sup> – статистически значимые отличия от значений животных I опытной группы ( $p < 0,01$ ).



Околоушная слюнная железа 180-суточных животных контрольной группы (А) и I опытной группы (Б). Окраска метиловым зеленым-пиронином по Браше, увеличение  $\times 1000$

К 240-м суткам площадь сечения ацинусов и цитоплазмы сероцитов, а также количество сероцитов на площади сечения ацинусов животных I опытной группы достигают значений контрольных животных (таблица). При этом у 240-суточных животных I опытной группы ядерно-цитоплазматическое отношение сероцитов ( $11,65 \pm 0,16\%$ ) статистически значимо ниже ( $p < 0,01$ ), чем у 240-суточных контрольных животных ( $14,28 \pm 0,17\%$ ).

Скорость прохождения пищи у животных I опытной группы почти в 2 раза

меньше, чем у контрольных животных:  $376,60 \pm 32,23$  и  $679,29 \pm 65,06$  минут соответственно. Между скоростью эвакуации химуса и всасыванием нутриентов в кишечнике существует обратная корреляция: при гипермоторике кишечника скорость адсорбции органических компонентов химуса уменьшается [1, 5]. Кроме того, показано, что физические свойства потребляемой пищи в большей мере, чем частота приемов пищи, являются причиной увеличения ее усвояемости, а также играют важную роль в процессе накопления подкожно-жи-

ровой клетчатки [13]. Это подтверждается тем, что, несмотря на то, что 240-суточные животные I опытной группы потребляли пищи в 2,3 раза больше ( $p < 0,001$ ), чем животные контрольной группы, их вес составлял  $484,72 \pm 11,15$  г, тогда как контрольные животные весили  $536,15 \pm 10,53$  г ( $p < 0,05$ , таблица).

После перевода животных от питания диспергированной пищей к питанию недиспергированной пищей (120–180-е сутки) площадь ацинусов 180-суточных животных II опытной группы превышает таковые 180-суточных животных контрольной и I опытной группы ( $p < 0,01$ ). Гипертрофия ацинусов животных II опытной группы обусловлена ростом площади сечения ядер и цитоплазмы сероцитов. Ядерно-цитоплазматическое отношение сероцитов 180-суточных животных II опытной группы уменьшается. В последующем статистически значимые различия значений площади сечения ацинусов между 240-суточными животными всех экспериментальных групп утрачиваются. Ядерно-цитоплазматическое отношение сероцитов 240-суточных животных II опытной группы, составляя  $13,62 \pm 0,14\%$ , оказывается меньше соответствующего показателя контрольных животных ( $p < 0,01$ ). Количество потребляемой пищи 240-суточных животными II опытной группы не отличается от контрольных животных ( $p > 0,05$ ). Скорость прохождения пищи у животных II опытной группы, составляя  $707,83 \pm 72,17$  мин существенно не отличается от значений для животных контрольной группы ( $p > 0,05$ ), превышая таковую животных I опытной группы в два раза ( $p < 0,05$ , таблица).

Таким образом, длительное кормление животных диспергированной пищей вызывает гипотрофические изменения концевых секреторных отделов околоушной слюнной железы, проявляющиеся в уменьшении размеров концевых секреторных отделов и снижении интенсивности процессов синтеза белка сероцитами, а также является причиной уменьшения усвояемости нутриентов, что ведет к снижению веса животных и возможному развитию патологических процессов.

*Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» грант № 14.В37.21.1114.*

#### Список литературы

1. Гальперин Ю.М. Взаимоотношения моторной и эвакуаторной функций кишечника / Ю.М. Гальперин, Г.Г. Рогачкий. – М.: Наука, 1971. – 128 с.

2. О влиянии длительного потребления диспергированной пищи на морфогенез мышечной оболочки ободочной кишки белых крыс / Е.П. Дрождина, В.Ф. Сыч, Р.М. Хайруллин, С.М. Слесарев // Морфологические ведомости. – 2006. – № 1–2. – С. 21–23.

3. Кондратенко Ю.Н. Постнатальный морфогенез мышечной оболочки фундального отдела желудка при питании диспергированной пищей (экспериментально-морфологическое исследование / Ю.Н. Кондратенко, А.Ф. Санжапова, В.Ф. Сыч // Ученые записки УлГУ. Серия Биологии. Вып. 1(10); под ред. проф. В.Ф. Сыча. – Ульяновск: УлГУ, 2006. – С. 37–41.

4. Махинько В.И. Константы роста и функциональные периоды развития в постнатальной жизни белых крыс / В.И. Махинько, В.Н. Никитин // Молекулярные и физиологические механизмы возрастного развития. – Киев: Наукова думка, 1975. – С. 308–326.

5. Регуляторная роль эвакуаторной активности двенадцатиперстной кишки в определении темпа всасывания органических компонентов дуоденального химуса / С.Б. Вирченко, Т.Л. Кучеренко, Л.А. Сопинская, Т.Я. Чурилова, В.Ф. Саенко // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1992. – № 3. – С. 42–44.

6. Сыч В.Ф. О влиянии питания диспергированной пищей на морфофункциональные особенности мышечной оболочки пищевода белых крыс / В.Ф. Сыч, Н.В. Келасьева, С.М. Слесарев, А.А. Пашина // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т. XIV. – № 3. – С. 35–37.

7. Цыганова Н.А. Влияние длительного потребления диспергированной пищи на развитие мышечной оболочки тощей кишки в постнатальном онтогенезе (экспериментально-морфологическое исследование) / В.Ф. Сыч, Н.А. Цыганова, Е.П. Дрождина // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т.15, № 3. – С. 27–29.

8. Dawes C. Gland size estimation and body mass index improve salivary flow rate assessment / C. Dawes // Archives of Oral Biology. – 2007. – Vol. 52, № 5 – P. 409–410.

9. Ikawa M. Parotid protein secretion from the rabbit during feeding / M. Ikawa, M. P. Hector, G. B. Proctor // Experimental Physiology. – 1991. – Vol. 76, № 5. – P. 717–724.

10. Johnson D.A. Effects of food mastication on rat parotid gland adrenergic and cholinergic cell surface receptors / D.A. Johnson, H.L. Cardenas // Critical reviews in Oral Biology and Medicine. – 1993. – Vol. 4, № 3–4. – P. 591–597.

11. Leal S.C. Morphological alterations of the parotid gland of rats maintained on a liquid diet / S.C. Leal, O.A. Toledo, A.C.B. Bezerra // Braz Dent J. – 2003. – Vol. 14, № 3. – P. 172–176.

12. Mackie D.A. Mastication and its influence on human salivary flow and alpha-amylase secretion / D.A. Mackie, R.M. Pangborn // Physiol Behav. – 1990. – Vol. 47, № 3. – P. 593–595.

13. Ozelci A. Influence of a liquid diet and meal pattern on body weight and body fat in rats / A. Ozelci, D.R. Romsos, G.A. Leveille // J. Nutr. – 1978. – Vol. 108, № 7. – P. 1128–1136.

14. Relationship of chewing-stimulated whole saliva flow rate and salivary gland size / K. Ono [et al.] // Archives of Oral Biology. – 2007. – Vol. 52, № 5. – P. 427–431.

15. Scott J. Functional characteristics of atrophic parotid acinar cells from rats after liquid feeding / J. Scott, D.L. Gunn // J Dent Res. – 1994. – Vol. 73, № 6. – P. 1180–1186.

16. Whole saliva flow rate and body profile in healthy young adults / K. Yamamoto [et al.] // Archives of Oral Biology. – 2009. – Vol. 54, № 5. – P. 464–469.

#### References

1. Gal'perin Ju.M, Rogackij G.G. *Vzaimootnoshenija motornoj i jevakuatornoj funkcij kishechnika* [The relationship of motor and evacuation intestines functions]. M.: Nauka, 1971, 128 p.

2. Drozhkina E.P., Sych V.F., Khayrullin R. M., Slesarev S.M. *Morfologicheskie vedomosti*, 2006, no. 1–2, pp. 21–23.
3. Kondratenko Y.N., Sanzhapova A.F., Sych V.F. *Uchenye zapiski UIGU. Serija Biologija*, 2006, no. 10, pp. 37–41.
4. Makhinko V.I., Nikitin V.N. *Molekuljarnye i fiziologicheskie mehanizmy vozrastnogo razvitija* [Molecular and physiological mechanisms of age development]. Kiev: Naukova dumka, 1975, 385 p.
5. Virchenko S.B., Kucherenko T.L., Sopinskaja L.A., Churilova T.Ja., Saenko V.F. *Patologicheskaja fiziologija i jeksperimental'naja terapija*, 1992, no. 3, pp. 42–44.
6. Sych V.F., Kelasyeva N.V., Slesarev S.M., Pashina A.A. *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*, 2007, Vol. 14 no. 3, pp. 35–37.
7. Tsyganova N.A., Sych V.F., Drozhkina E.P. *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*, 2008, Vol.15, no. 3, pp. 27–29.
8. Dawes C. Gland size estimation and body mass index improve salivary flow rate assessment / C. Dawes // *Archives of Oral Biology*. 2007. Vol. 52, no. 5 pp. 409–410.
9. Ikawa M. Parotid protein secretion from the rabbit during feeding / M. Ikawa, M. P. Hector, G. B. Proctor // *Experimental Physiology*. 1991. Vol. 76, no. 5. pp. 717–724.
10. Johnson D.A. Effects of food mastication on rat parotid gland adrenergic and cholinergic cell surface receptors / D.A. Johnson, H.L. Cardenas // *Critical reviews in Oral Biology and Medicine*. 1993. Vol. 4, no. 3–4. pp. 591–597.
11. Leal S.C. Morphological alterations of the parotid gland of rats maintained on a liquid diet / S.C. Leal, O.A. Toledo, A.C.B. Bezerra // *Braz Dent J*. 2003. Vol. 14, no. 3. pp. 172–176.
12. Mackie D.A. Mastication and its influence on human salivary flow and alpha-amylase secretion / D.A. Mackie, R.M. Pangborn // *Physiol Behav*. 1990. Vol. 47, no. 3. pp. 593–595.
13. Ozelci A. Influence of a liquid diet and meal pattern on body weight and body fat in rats / A. Ozelci, D.R. Romsos, G.A. Leveille // *J. Nutr.* – 1978. Vol. 108, no. 7. pp. 1128–1136.
14. Relationship of chewing-stimulated whole saliva flow rate and salivary gland size / K. Ono [et al.] // *Archives of Oral Biology*. 2007. Vol. 52, no. 5. pp. 427–431.
15. Scott J. Functional characteristics of atrophic parotid acinar cells from rats after liquid feeding / J. Scott, D.L. Gunn // *J Dent Res*. 1994. Vol. 73, no. 6. pp. 1180–1186.
16. Whole saliva flow rate and body profile in healthy young adults / K. Yamamoto [et al.] // *Archives of Oral Biology*. 2009. Vol. 54, no. 5. pp. 464–469.

---

**Рецензенты:**

Балыкин М.В., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой адаптивной физической культуры Института медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск;

Слесарев С.М., д.б.н., доцент, заведующий кафедрой биологии и биоэкологии Института медицины, экологии и физической культуры, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск.

Работа поступила в редакцию 12.03.2013.