

ответствии с нормативно-правовой базой по медико-социальной экспертизе, что зачастую воспринимается освидетельствуемым как бюрократизм, бездушие, черствость, некомпетентность. Неудовлетворенные решением бюро МСЭ больные и инвалиды пишут многочисленные жалобы в различные инстанции всех уровней, на которые врачам приходится давать объяснения в устной и письменной формах. Ежедневное погружение в психопатологическую среду не проходит бесследно для здоровья врачей МСЭ и, безусловно, отражается на их работоспособности.

В настоящее время доказана роль негативных психоэмоциональных факторов в возникновении и прогрессировании ишемической болезни сердца — основной «убийце» населения России.

Исследования последних лет также подтверждают, что стрессовые нагрузки, тревожные и депрессивные расстройства являются независимыми факторами риска ИБС. Согласно проведенным исследованиям, ишемическая болезнь сердца чаще возникает при наличии высокой личностной тревожности, чем без нее [8].

Наличие депрессии значительно отягощает клиническое течение ИБС. Достоверно установлено, что у лиц с депрессией риск заболеть ИБС и перенести инфаркт миокарда почти в 2 раза выше, чем у лиц без депрессии [9].

У пациентов с диагнозом «ишемическая болезнь сердца» алекситимия встречается в 31–49% случаев. Кроме того, лица с алекситимией имеют большой риск развития депрессий, неврозов и расстройств поведения [10].

Учитывая все изложенное, можно сделать вывод, что медработники в целом, а врачи медико-социаль-

ной экспертизы в частности составляют группу особого риска возникновения данной патологии. В связи с этим на повестке дня остро стоят вопросы выявления психоэмоциональных нарушений и их коррекции с целью профилактики возникновения ИБС у данной категории специалистов.

#### Библиографический список

1. Гора Е. П. Проблема здоровья врачей // Национальная безопасность и геополитика России. М., 2003. № 11. С. 42–45.
2. Сычев М. А. Медико-социальное исследование заболеваемости врачей старше трудоспособного возраста и пути ее профилактики: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. С. 23.
3. Горблянский Ю. Ю. Актуальные вопросы профессиональной заболеваемости медицинских работников // Медицина труда и промышленная экология. 2003. № 1. С. 8–12.
4. Артамонова Г. В., Перепелица Д. И. Проблемы оценки состояния здоровья медицинских работников // Социология медицины. 2007. № 1 (10). С. 49–51.
5. Ларенцова Л. И. Профессиональный стресс стоматологов. М.: Медицинская книга. 2006. 153 с.
6. Бабанов С. А. Профессиональные факторы и стресс: синдром эмоционального выгорания // Трудный пациент. 2009. № 12. С. 42–46.
7. Юрьева Л. Н. Профессиональное выгорание у медицинских работников: формирование, профилактика, коррекция. Кострома.: Сфера, 2004. 272 с.
8. Беялов Ф. И. Психосоматические аспекты ишемической болезни сердца // Кардиология. 2002. № 8. С. 63–67.
9. Чазов Е. И. Ишемическая болезнь сердца и возможности повышения эффективности ее лечения // Клинические исследования лекарственных средств в России. 2001. № 2. С. 2–4.
10. Психосоматические соотношения у больных ишемической болезнью сердца с алекситимией / В. М. Провоторов, А. В. Будневский, А. Я. Кравченко [и др.] // Кардиология. 2001. № 2. С. 46–49.

УДК 616.24–005.98: 616–092.9

Оригинальная статья

### ОЦЕНКА АЛЬВЕОЛЯРНО-КАПИЛЛЯРНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ РАЗВИТИИ ТЯЖЕЛОГО ГЕМОДИНАМИЧЕСКОГО ОТЕКА ЛЕГКИХ У КРЫС И ИХ КОРРЕКЦИЯ С ПОМОЩЬЮ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ

**И. В. Терехов** — ГОУ ВПО Саратовский ВМедИ МО РФ, старший преподаватель кафедры медицинского обеспечения, кандидат медицинских наук; **М. А. Дзюба** — ГОУ ВПО Саратовский ВМедИ МО РФ, врач-интерн; **С. С. Бондарь** — ГОУ ВПО Саратовский ВМедИ МО РФ, врач-интерн; **Л. Г. Наджарьян** — ГОУ ВПО Саратовский ВМедИ МО РФ, врач-интерн.

### ASSESSMENT OF ALVEOLAR-CAPILLARY DISTURBANCES IN DEVELOPMENT OF SEVERE HEMODYNAMIC PULMONARY EDEMA IN RATS AND THEIR CORRECTION WITH SHF RADIATION

**I. V. Terekhov** — Saratov Military Medical Institute, Department of Medical Provision, Candidate of Medical Science; **M. A. Dzyuba** — Saratov Military Medical Institute, Intern; **S. S. Bondar** — Saratov Military Medical Institute, Intern; **L. G. Nadzharian** — Saratov Military Medical Institute, Intern.

Дата поступления — 01.06.2010 г.

Дата принятия в печать — 20.05.2011 г.

**Терехов И. В., Дзюба М. А., Бондарь С. С., Наджарьян Л. Г.** Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и их коррекция с помощью СВЧ-излучения // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7, № 2. С. 389–392.

В работе исследуется влияние сверхвысокочастотного излучения нетепловой интенсивности плотностью потока мощности (ППМ) 0,01–0,2 мкВт/см<sup>2</sup> на состояние альвеолярно-капиллярной проницаемости и выживаемость крыс при гемодинамическом отеке легких. Установлена неодинаковая чувствительность животных разного пола к отекогенному действию адреналина и сверхвысокочастотному (СВЧ) излучению. Показано, что СВЧ-излучение ППМ 0,05 мкВт/см<sup>2</sup> является оптимальным с точки зрения увеличения выживаемости как у самцов, так и у самок. При этом режиме воздействия достигается увеличение выживаемости животных на 59,2 и 95,5% соответственно. Выдвинута гипотеза о модулирующем действии СВЧ-излучения на функциональное состояние эндотелия. На модели летального гемодинамического отека легких у крыс показана возможность электромагнитного излучения (ЭМИ) СВЧ в монорежиме применения частично восстанавливать реактивность сердечно-сосудистой системы и существенно продлевать жизнь животным.

**Ключевые слова:** адреналиновый отек легких, крысы, выживаемость, СВЧ-излучение нетепловой мощности, эндотелиальная функция.

**Terekhov I. V., Dzyuba M. A., Bondar S. S., Nadzharian L. G. Assessment of alveolar-capillary disturbances in development of severe hemodynamic pulmonary edema in rats and their correction with SHF radiation // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2011. Vol. 7, № 2. P. 389–392.**

The article presents the study on the effect of SHF radiation of 0.01–0.2-mcW/cm intensity on alveolar-capillary permeability state and rat survival with hemodynamic adrenaline pulmonary edema in vitro. Animals of different sex showed dissimilar sensitivity to edema adrenaline action and to super high frequency of SHF radiation. SHF radiation of 0,05 mW/cm is optimal from the viewpoint of its effect for the period of survival of both male and female rats, accompanied by prolongation of their life span to 59.2% and 95.5% respectively. The hypothesis of modulating action of low intensity SHF radiation on endothelial functional state has been considered. It results in rehabilitation of cardiovascular system reactivity and significant prolongation of life span.

**Key words:** adrenaline pulmonary edema, rats, survival, SHF radiation of nonthermal intensity, endothelial function.

**Введение.** Действие на организм чрезмерных по силе внешних факторов, как правило, сопровождается недостаточностью имеющейся оперативной реактивности, что приводит к кратковременному снижению резистентности организма [1]. Развивающаяся на фоне кратковременного, но мощного воздействия дезадаптация способна привести организм к гибели, при этом зачастую организм не способен самостоятельно справиться с возникшей ситуацией, несмотря на то что заложенный потенциал его реактивности остается фактически неиспользованным. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка способов восстановления реактивности организма, находящегося в экстремальной ситуации.

В качестве перспективных физиотерапевтических факторов следует рассматривать воздействия крайневых высокочастотных излучений (КВЧ). Однако КВЧ-устройства являются достаточно дорогостоящими, а также имеют проблемы с надежностью при эксплуатации, что заставляет искать альтернативные диапазоны ЭМИ для воздействия на патологические процессы. Таким диапазоном может являться сверхвысокочастотный (СВЧ) диапазон, включающий частоту 1000 МГц, которая, по мнению ряда исследователей, является резонансной частотой колебаний водных кластеров [2, 3]. При этом модельные построения исследователей связывают частоты КВЧ- и СВЧ-колебаний молекул воды в единую молекулярно-волновую систему [2–5].

**Методы.** Исследование проводилось на 240 крысах Wistar обоего пола массой 180–250 г из вивария Саратовского военно-медицинского института (зав. — Т.И. Ивашкина). Отек легких моделировался внутримышечным введением в бедро животного раствора адреналина гидрохлорида в концентрации 1 мг/мл в дозе 2,5 мг/кг массы тела.

Развитие отека легких (ОЛ) оценивалось по следующим показателям: 1) макроскопические кровоизлияния в виде геморрагических участков и пятен в легком; 2) пена или жидкость, выходящая изо рта либо трахеи. Выраженность отека легких определяли по легочному индексу (ЛИ):

$ЛИ = \frac{\text{масса легких}}{\text{масса тела животного}} \times 100$ , г.

Рандомизация осуществлялась путем генерации случайных чисел средствами MS Excel. Животные маркировались, и им присваивались цифровые индексы от 1 до 240 (общего числа крыс). С помощью генератора случайных чисел создавался массив случайных, равномерно распределенных чисел, при этом первые 20 номеров списка формировали контрольную группу, последующие 20 — первую и т.д.

Первая я группа крыс облучалась ЭМИ ППМ 0,01 мкВт/см<sup>2</sup>, вторая — ППМ 0,02 мкВт/см<sup>2</sup>, третья —

0,05 мкВт/см<sup>2</sup>, четвертая — 0,1 мкВт/см<sup>2</sup>, пятая — 0,2 мкВт/см<sup>2</sup>. В контрольной группе облучение не проводилось. Животные после инъекции находились в условиях привычного содержания.

В качестве источника электромагнитного излучения был использован аппарат низкоинтенсивной СВЧ-терапии «Aquatone-02», разработанный научно-производственной фирмой «Телемак» (г. Саратов). Генератор ЭМИ позволяет регулировать мощность генерации от 0,1 мВт до 1 мВт, а также устанавливать время генерации. Кроме этого, в приборе реализована возможность амплитудной и частотной модуляции сигнала. Излучатель прибора представляет собой коническую рупорную антенну магнитного типа, согласованную с пространством. При проведении исследований животные облучались с расстояния 20 см.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в программе Statistica 6.0. В процессе исследования анализировалось среднее значение признака (M), среднеквадратичное отклонение (y), медиана выборки (Me), 25 и 75-й процентиля. Полученные числовые данные выражали в виде M±y или Me (25; 75). Корреляционный анализ выполняли по методу Пирсона. Межгрупповые различия средних значений исследуемых показателей оценивали с помощью критерия  $\chi^2$ .

**Результаты.** Введение животным адреналина закономерно сопровождалось развитием отека легких, что проявлялось увеличением легочного индекса и соответствующими клинико-морфологическими изменениями. При этом воздействие ЭМИ сопровождалось существенными изменениями состояния альвеолярно-капиллярных нарушений, о чем можно судить по величине ЛИ.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что самки характеризуются большей чувствительностью к адреналину. Кроме того, воздействие ЭМИ на самок сопровождается более выраженным снижением ЛИ, чем у самцов, что указывает на большую чувствительность особой женского пола и к ЭМИ. Результаты теста Левена (Levene) показывают, что дисперсии исследуемых групп можно считать однородными (значение F-критерия — 0,68;  $p=0,64$ ), что позволяет использовать однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) для сравнения средних значений выживаемости животных и выраженности отека легких в исследуемых группах. Результаты послететовых (post-hoc) сравнений позволяют оценить вероятность (статистическую значимость) различий средних значений легочного индекса в группах.

Полученные данные свидетельствуют о существенных различиях степени отека легких у самцов и самок. Анализ результатов послететовых вероятностей позволяет утверждать, что 1-й и 3-й режимы воздействия характеризуются статистически неразличимыми показателями ЛИ у самцов и самок. При

**Ответственный автор** — Терехов Игорь Владимирович.  
Адрес: 410600, г. Саратов, Ильинская пл., 17.  
Тел.: 89372668614.  
E-mail: trt@mail.ru

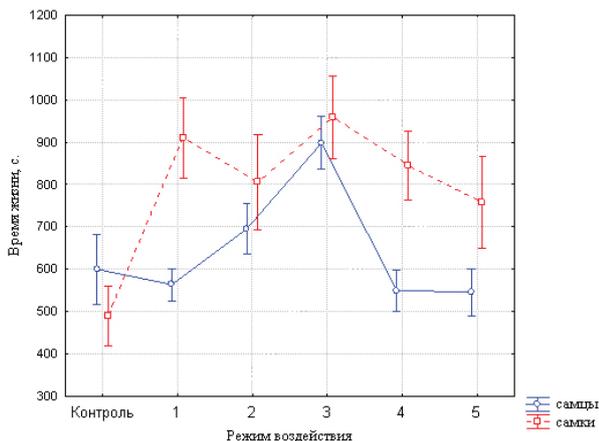


Рис. 1. Время жизни крыс при различных режимах облучения

Примечание: результаты представлены как  $M \pm 95\%$ -ный доверительный интервал.

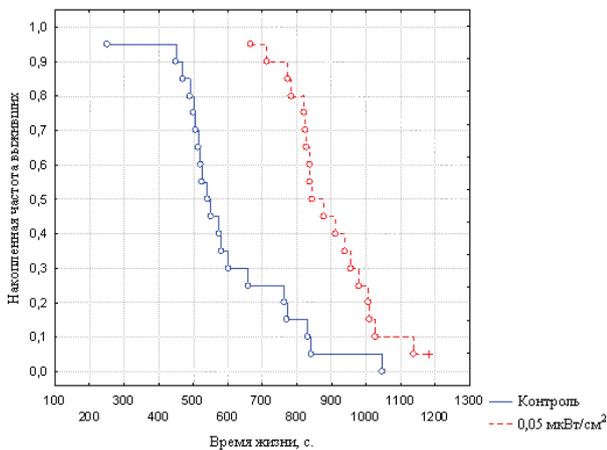


Рис. 2. Функция выживаемости самцов крыс при облучении ЭМИ ППМ  $0,05 \text{ мкВт/см}^2$ .

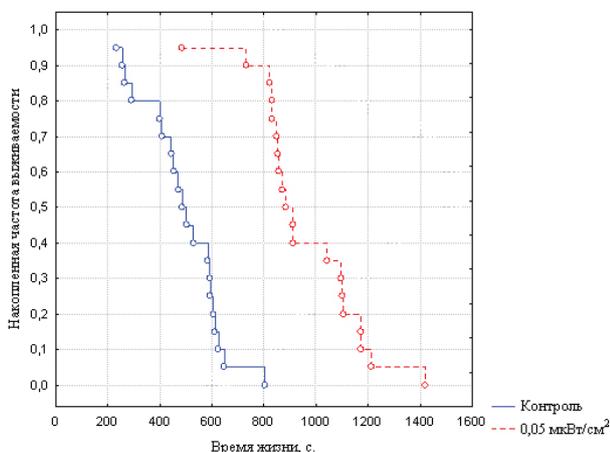


Рис. 3. Функция выживаемости самок крыс при облучении ЭМИ ППМ  $0,05 \text{ мкВт/см}^2$ .

других режимах облучения наблюдаются существенные половые различия в степени ОЛ.

Результаты исследования показывают, что для самок оптимальными режимами облучения, характеризующимися наибольшим снижением ЛИ, являются 1-й и 5-й, различающиеся между собой по уровню падающей мощности на порядок. В группе самцов статистически значимого снижения ЛИ на этих режимах отмечено не было. При этом зафиксировано статистически значимое увеличение ЛИ (с 15,3 до 17,5 ед.) при 4-м режиме ( $p=0,01$ ).

Результаты оценки средних значений времени жизни животных в группах представлены на рис. 1. Время жизни в контроле свидетельствует об отсутствии статистически значимых различий ( $p=0,14$ ) средних значений этого показателя у самок ( $495 \pm 150$  с) и самцов ( $598 \pm 80$  с).

Установлена высокая эффективность ЭМИ на организм самок в широком диапазоне мощностей излучения, при этом максимальное увеличение продолжительности жизни, наблюдаемое на 3-м режиме воздействия, составляет 95,5%. Самцы характеризуются неравномерной чувствительностью к ЭМИ (рис. 2). Наибольший эффект излучения, выражающийся в увеличении времени жизни на 59,2%, наблюдается при ППМ  $0,05 \text{ мкВт/см}^2$  (3-й режим воздействия), причем в этом режиме воздействия эффект излучения у самцов достигает такого уровня, как у самок. Результаты исследования, представленные на рис. 2, свидетельствуют, что 1, 4 и 5-й режимы воздействия для самцов не сопровождаются значимым биологическим эффектом.

Таким образом, анализ полученных результатов указывает на то, что оптимальный биологический эффект у крыс обоего пола регистрируется при ППМ  $0,05 \text{ мкВт/см}^2$ .

Анализ кривой выживаемости Каплана — Мейера свидетельствует о существенных различиях между рассматриваемыми группами, причем если в группе контроля к 664-й секунде доля выживших животных составляет 25%, то в группе облученных — уже 90%, что подтверждает способность ЭМИ замедлять развитие отека легких.

Результаты оценки выживаемости самок крыс представлены на рис. 3. У самок, так же как и у самцов, к 630-й секунде накопленная выживаемость в контроле составляет 10%, а в группе облученных — 95%, что, с одной стороны, свидетельствует о более высокой чувствительности самок к отекогенному действию адреналина, а с другой — о более выраженном ответе их организма на СВЧ-излучение.

Оценка внутригрупповых корреляций позволила установить, что ЛИ и время жизни в контрольной группе характеризуются слабой, статистически незначимой связью как у самцов ( $r=-0,12$ ;  $p=0,62$ ), так и у самок ( $r=0,09$ ;  $p=0,69$ ). Воздействие ЭМИ статистически значимо изменяет характер связи ЛИ и времени жизни у самцов при 3-м режиме воздействия ( $r=-0,85$ ;  $p=0,045$ ), характеризующаясь тесным отрицательным характером изменений изучаемых показателей при реализуемом режиме облучения. У самок сильная отрицательная статистически значимая связь между ЛИ и временем жизни наблюдается при 4-м режиме воздействия ( $r=-0,92$ ;  $p=0,0028$ ), при котором отмечается минимальная выраженность степени отека легких.

**Обсуждение.** Касаясь механизма саногенного действия ЭМИ на организм, находящийся в состоянии гемодинамической перегрузки малого круга

кровообращения, можно предполагать, что электромагнитное излучение СВЧ-диапазона нетепловой мощности вызывает активацию эндотелиальных клеток, сопровождающуюся выбросом ими в системный кровоток вазодилатирующих субстанций, таких, как NO, гистамин, брадикинин и т.п. [6, 7]. Кроме того, под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ СВЧ-диапазона возможно возникновение эффекта торможения капиллярной диффузии, способного приводить к замедлению развития ОЛ [2].

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что воздействие СВЧ-волн в оптимальном для организма режиме мощности способно оказывать специфическое влияние на сердечно-сосудистую систему, следствием чего является ослабление патогенных влияний на сердце и сосуды чрезмерной адренергической стимуляции.

Можно считать логичным и ожидаемым явлением обнаружение сильной отрицательной связи между степенью отека легких и временем жизни, так как усиление отека легких приводит к усугублению дыхательной недостаточности, следствием чего и является сокращение времени жизни. Однако у животных, не подвергнутых облучению, сила связи рассмотренных показателей весьма мала. Учитывая полученные данные, можно предположить, что при достаточно быстром развитии отека в группе контроля животные гибнут не столько от дыхательной недостаточности, которая не успевает развиться, сколько от других причин, возможно осложненных со стороны сердечно-сосудистой системы. На это указывает слабая корреляция между временем жизни и тяжестью отека легких.

Очевидно, что уменьшение выраженности отека легких связано со снижением транссудации жидкости через микроциркуляторное русло и может быть обусловлено вазодилатацией и соответствующим падением давления в сосудах малого круга кровообращения. Вероятно, что воздействие ЭМИ способно активировать эндотелий-зависимый механизм вазодилатации и снижать активность симпатoadrenalовой и ренин-ангиотензин-альдостероновой систем, положительно влияя таким образом на степень отека легких и выживаемость животных.

Результаты исследования, выявившие особенности воздействия ЭМИ СВЧ нетепловой мощности на организм, находящийся под влиянием мощной адренергической стимуляции, позволяют говорить о перспективности дальнейших разработок в данном направлении. Влияние ЭМИ, несмотря на малую мощность, является модулирующим фактором, способным восстанавливать измененную реактивность

сердечно-сосудистой системы. Вполне возможно, что указанные режимы воздействия не являются полностью оптимальными и существуют более эффективные режимы облучения ЭМИ СВЧ. Данный вопрос требует дальнейшего изучения.

#### Выводы:

1. Установлена неодинаковая чувствительность самок и самцов крыс к влиянию СВЧ-излучения нетепловой мощности, что проявляется существенными половыми различиями в саногенных эффектах ЭМИ.

2. Установлено, что самки крыс являются более чувствительными к отекогенному действию адреналина и влиянию ЭМИ СВЧ. При этом ЭМИ в диапазоне ППМ 0,01–0,2 мкВт/см<sup>2</sup> является эффективным фактором, способным угнетать у самок крыс альвеоларно-капиллярную проницаемость. Максимальная эффективность ЭМИ в отношении выживаемости самок наблюдается при ППМ 0,05 мкВт/см<sup>2</sup>, что проявляется удлинением времени их жизни на 95,5%. Максимальная эффективность ЭМИ в отношении отека достигается при ППМ 0,1 мкВт/см<sup>2</sup>, что проявляется уменьшением ЛИ на 62,5% в сравнении с контролем.

3. Самцы более устойчивы к действию адреналина и характеризуются менее выраженной реакцией на ЭМИ. При этом максимальная эффективность ЭМИ в отношении времени жизни животных достигается при ППМ 0,05 мкВт/см<sup>2</sup> и выражается в увеличении времени жизни на 59,2%. Статистически значимых влияний ЭМИ на состояние альвеоларно-капиллярной проницаемости у самцов не отмечено.

#### Библиографический список

1. Власов В.В. Реакция организма на внешние воздействия: общие закономерности развития и методологические проблемы исследования. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1994. 344 с.
2. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне // Письма в ЖТФ. 2005. Т. 31, вып. 23. С.29–33.
3. Трансрезонансная функциональная топография: биофизическое обоснование/В.И. Петросян, М.С. Громов, С.В. Власкин. [и др.] // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2003. № 1 (29). С. 23–26.
4. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем/В.И. Петросян, Н.И. Сеницын, В.А. Елкин [и др.] // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. № 5/6. С. 62–129.
5. Особая роль системы «миллиметровые волны — водная среда» в природе/Н.И. Сеницын, В.И. Петросян, В.А. Елкин [и др.] // Научные технологии. 2000. № 2. С.33–37.
6. Pulmonary Edema Induced by Angiotensin II in Rats/K. Shimakura, M. Sanaka, L. Wang [et al.] // Jpn. J. Pharmacol. 1995. Vol. 67. P. 383–389.
7. The involvement of bradykinin in adrenaline-induced pulmonary edema in rats/Y. Hao, S. Okamura, L. Wang, S. Mineshita // J. Med. Dent. Sci. 2001. Vol. 48. P. 79–85.

УДК 61:57

Оригинальная статья

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН СИМПАТИЧЕСКОГО СТВОЛА, ВЫЗЫВАЮЩИХ УСИЛЕНИЕ СОКРАЩЕНИЙ ЖЕЛУДКА

**В.М. Смирнов** — ГОУ ВПО Российский ГМУ им. Н.И. Пирогова Минздравсоцразвития России, заведующий кафедрой нормальной физиологии, доктор биологических наук; **Д.С. Свешников** — ГОУ ВПО Российский ГМУ им. Н.И. Пирогова Минздравсоцразвития России, доцент кафедры нормальной физиологии, кандидат медицинских наук; **В.Ф. Киричук** — ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России, заведующий кафедрой нормальной физиологии, доктор медицинских наук; **И.Л. Мясников** — ГОУ ВПО Российский ГМУ им. Н.И. Пирогова Минздравсоцразвития России, доцент кафедры нормальной физиологии, кандидат медицинских наук; **А.В. Кучук** — ГОУ ВПО Российский ГМУ им. Н.И. Пирогова Минздравсоцразвития России, ассистент кафедры нормальной физиологии, кандидат медицинских наук.

### STUDY OF SYMPATHETIC TRUNK FIBERS NATURE FOR CAUSE DETERMINATION OF INCREASE OF STOMACH CONTRACTIONS

**V.M. Smirnov** — Russian State Medical University n.a. N.I. Pirogov, Head of Department of Normal Physiology, Doctor of Biological Science; **D.S. Sveshnikov** — Russian State Medical University n.a. N.I. Pirogov, Department of Normal Physiology, Associate Professor, Doctor of Medical Science; **V.F. Kirichuk** — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Normal