

*В.В. Фефелова, Е.С. Овчаренко, Э.В. Каспаров, Т.П. Колоскова, О.В. Смирнова*

## ГИПЕРРЕАКЦИЯ СИМПАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТЬЮ И ИЗБЫТОЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения РАН» –  
«Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»,  
г. Красноярск, РФ



Актуальность исследования детей с умственной отсталостью (УО) определяется высокой распространенностью и серьезными социальными последствиями. Цель исследования: изучить особенности деятельности вегетативной нервной системы (ВНС) и физического развития (ФР) у младших школьников с УО. Материалы и методы исследования: в конце учебного года обследованы 119 детей младшего школьного возраста (7–11 лет), из них 32 ребенка с УО и 87 интеллектуально здоровых младших школьников. Исследовали параметры ФР (антропометрические показатели и гармоничность ФР). Деятельность ВНС оценивали методом кардиоинтервалографии. Анализировали спектральные, временные и статистические параметры. Результаты: у детей с УО зафиксировано резкое преобладание симпатической регуляции по сравнению с контрольной группой (статистически значимо более высокие значения в ортостазе ЧСС (111 и 103 уд./мин,  $p=0,048$ ), АМо (62 и 50%,  $p=0,006$ ) и ИН (344 и 235 усл. ед.,  $p=0,042$ ) соответственно, свидетельствующее о напряжении регуляторных систем. Также у детей с УО фиксируется значительный процент детей с избыточной массой тела – 47% (в контрольной группе – 29%). В 20% случаев у детей с УО зафиксированы гиперсимпатикотония (повышение ИН в ортостазе более чем в 10 раз) и большая масса тела по сравнению с остальными детьми этой группы ( $p=0,038$ ). Заключение: в контексте сведений, сообщаемых в литературных источниках об усилении симпатической регуляции при избыточной массе тела, полученные нами результаты позволяют заключить, что нарушение гармоничности ФР, обусловленное избыточной массой тела, может расцениваться, в т.ч. как свидетельство избыточного напряжения и как фактор риска срыва адаптивных регуляторных реакций у младших школьников, особенно у детей с УО.

**Ключевые слова:** младшие школьники, умственная отсталость, симпатическая регуляция, избыток массы тела.

**Цит.:** В.В. Фефелова, Е.С. Овчаренко, Э.В. Каспаров, Т.П. Колоскова, О.В. Смирнова. Гиперреакция симпатической регуляции у младших школьников с умственной отсталостью и избыточной массой тела. *Педиатрия*. 2018; 97 (3): 187–191.

*V.V. Fefelova, E.S. Ovcharenko, E.W. Kasparov, T.P. Koloskova, O.V. Smirnova*

## HYPERREACTION OF SYMPATHETIC REGULATION IN YOUNGER SCHOOLCHILDREN WITH MENTAL RETARDATION AND EXCESSIVE BODY WEIGHT

Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – Scientific Research  
Institute of Medical Problems of the North, Krasnoyarsk, Russia

### **Контактная информация:**

**Фефелова Вера Владимировна** – д.б.н., проф.,  
гл.н.с. лаборатории клинической патофизиологии  
НИИ медицинских проблем Севера  
ФИЦ КНЦ СО РАН  
Адрес: Россия, 660022, г. Красноярск,  
ул. Партизана Железняка, 3Г  
Тел.: (391) 212-52-63, E-mail: [fefelova1405@mail.ru](mailto:fefelova1405@mail.ru)  
Статья поступила 14.09.17,  
принята к печати 30.01.18.

### **Contact Information:**

**Fefelova Vera Vladimirovna** – doctor of biological  
sciences, prof., chief researcher of the Clinical  
Pathophysiology Laboratory, Scientific Research  
Institute of Medical Problems of the North  
Address: Russia, 660022, Krasnoyarsk,  
Partizana Zheleznyaka str., 3G  
Tel.: (391) 212-52-63, E-mail: [fefelova1405@mail.ru](mailto:fefelova1405@mail.ru)  
Received on Sep. 14, 2017,  
submitted for publication on Jan. 30, 2018.

The relevance of the study of children with mental retardation (MR) is determined by the high prevalence and serious social consequences. Objective of the research: to study peculiarities of autonomic nervous system (ANS) activity and physical development (PD) in younger schoolchildren with MR. Study materials and methods: at the end of the school year 119 children of primary school age (7–11 years) were examined, including 32 children with MR and 87 intellectually healthy younger schoolchildren. PD parameters (anthropometric indices and PD harmoniousness) were studied. ANS activity assessed by cardiointervalography. Spectral, temporal and statistical parameters were analyzed. Results: in children with MR a marked predominance of sympathetic regulation was observed in comparison with the control group (statistically significantly higher values in HR orthostasis (111 and 103 bpm,  $p=0,048$ ), AMo (62 and 50%,  $p=0,006$ ) and SI (344 and 235 c.u,  $p=0,042$ ) respectively, indicating the stress of regulatory systems. Also, a significant percentage of children with excessive body weight – 47% (in the control group – 29%) is recorded in children with MR. In 20% of cases, hypersympathicotonia was recorded in children with MR (an increase of SI in orthostasis more than 10 times) and a higher body weight in comparison with other children of this group ( $p=0,038$ ). Conclusion: in the context of literature data on the sympathetic regulation enhancement in excessive body weight, results of this study allow to conclude that a violation of PD harmoniousness due to excessive body weight can be also regarded as an evidence of excessive stress and a risk factor of adaptive regulatory responses disorder in younger schoolchildren, especially in children with MR.

**Keywords:** *younger schoolchildren, mental retardation, sympathetic regulation, excessive body weight.*

**Quote:** *V.V. Fefelova, E.S. Ovcharenko, E.W. Kasparov, T.P. Koloskova, O.V. Smirnova. Hyperreaction of sympathetic regulation in younger schoolchildren with mental retardation and excessive body weight. *Pediatrics*. 2018; 97 (3): 187–191.*

Актуальность исследования детей с умственной отсталостью (УО) определяется высокой распространенностью и серьезными социальными последствиями, связанными с данной патологией [1]. Младший школьный возраст можно отнести к одному из «критических» периодов развития ребенка, характеризующемуся повышенной предрасположенностью к внешним воздействиям, в силу незавершенности морфофункционального созревания и развития, а также в связи с адаптацией детей к условиям школьного обучения (к новому микросоциальному окружению, изменению режима дня, значительному объему информационных нагрузок) [2–4]. Школьное обучение связано со значительными физическими, психологическими и информационными нагрузками, которые не всегда соответствуют функциональным возможностям младших школьников. Особенно это касается младших школьников с УО, которые в силу имеющейся патологии испытывают трудности в процессе школьного обучения.

Физическое развитие (ФР) признано одной из информативных характеристик состояния здоровья ребенка, а также социально-гигиенических условий жизни, условий воспитания и обучения детей [5–7]. Нарушение процессов ФР может быть фактором риска возникновения функциональных нарушений и даже риска развития заболеваний [5, 8].

Одним из показателей здоровья является также состояние адаптационно-приспособительных механизмов организма, которые, в свою очередь, в значительной мере определяются деятельностью вегетативной нервной системы (ВНС) [9–11]. Именно исследование деятельности ВНС позволяет оценить степень напряжения и особенности реагирования организма на различные внешние стимулы.

Цель исследования: изучить особенности деятельности ВНС и ФР у младших школьников с УО.

## Материалы и методы исследования

В конце учебного года были обследованы 119 детей младшего школьного возраста (7–11 лет), из них 32 ребенка с УО, воспитывающихся как и дети контрольной группы в семье с родителями. Диагноз «умственная отсталость» выставлялся медицинской комиссией на основании критериев МКБ 10. В исследуемую группу детей с УО вошли дети с легкой (F70) и умеренной (F71) степенью УО. При предварительном сравнительном анализе не было выявлено статистически значимых различий изучаемых параметров у детей с разной степенью тяжести УО, в связи с чем в данной статье дети с легкой и умеренной степенью УО были объединены в одну группу. Контрольную группу составили 87 интеллектуально здоровых детей, сопоставимых по полу и возрасту. Здоровые школьники занимались по общеобразовательным программам. Дети с УО занимались по программам, адаптированным для каждой степени УО.

Исследование проводили на базе медицинских кабинетов коррекционных школ № 3, 4, 5 и общеобразовательной школы № 4 г. Красноярск, а также в лаборатории клинической патофизиологии «НИИ медицинских проблем Севера» ФИЦ КНЦ СО РАН.

В работе с обследуемыми детьми соблюдали этические принципы, предъявляемые Хельсинкской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (2000 г., последний пересмотр Сеул, октябрь, 2008)). Исследования были одобрены комитетом по биомедицинской этике «НИИ медицинских проблем Севера» ФИЦ КНЦ СО РАН.

Оценку ФР проводили общепринятым методом. Исследовали антропометрические параметры (длина и масса тела – МТ, окружность грудной клетки – ОГК, поперечный диаметр грудной клетки, окружность головы – ОГ), а также гармоничность ФР по

Антропометрические параметры в исследуемых группах детей (Ме; C25–C75)

Исследуемые параметры	Здоровые дети (n= 85)	Дети с УО (n= 32)
Длина тела, см	137,5 131–140,5	135 124–144,8
МТ, кг	32 27–35	34 26,9–42,9
ОГК, см	65,4 61–88	67,5 61–72,3
Поперечный диаметр грудной клетки, см	20,3 19,2–21	20,5 20–22,5
ОГ, см	52,6 52–54	53 51–54,3

Таблица 2

Значение временных и статистических параметров вариабельности сердечного ритма в ортостазе в исследуемых группах детей (Ме; C25 –C75)

Исследуемые параметры в ортостазе	Здоровые дети (n= 87)	Дети с УО (n=29)	Статистическая значимость различий
ЧСС, уд/мин	103 94,4–111	111 95,1–117	p=0,048
SDNN, с	0,039 0,028–0,053	0,031 0,027–0,045	
Мода, с	0,57 0,54–0,62	0,52 0,49–0,6	p=0,035
Амо, %	50 41–67	62 52–68	p=0,006
$\Delta X$ , с	0,184 0,125–0,234	0,154 0,113–0,217	
RMSSD, с	0,024 0,016–0,032	0,018 0,011–0,025	p=0,008

центильным таблицам [12]. Деятельность ВНС оценивали методом кардиоинтервалографии (КИГ) с помощью программно-технического комплекса ORTO Valeo (НПП «Живые системы», г. Кемерово). Анализировали спектральные параметры (суммарная мощность спектра (TP, мс<sup>2</sup>), мощность спектра в низкочастотном диапазоне (LF, мс<sup>2</sup>), мощность спектра в очень низкочастотном диапазоне (VLF, мс<sup>2</sup>), мощность спектра в высокочастотном диапазоне (HF, мс<sup>2</sup>), нормализованная мощность спектра в низкочастотном диапазоне (LF, %), нормализованная мощность спектра в высокочастотном диапазоне (HF, %)), а также временные и статистические параметры: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), мода (Мо, с), амплитуда моды (АМо, %), вариационный размах ( $\Delta X$ , с), стандартное отклонение (SDNN, с), квадратный корень средних квадратов разницы между смежными R–R интервалами (RMSSD, с). Дополнительно рассчитывали индекс напряжения (ИН, усл. ед.) [9].

Статистическую обработку данных проводили в пакете программ Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., США) с использованием U-критерия Манна–Уитни. Данные в таблицах и рисунках представлены в виде медианы (Ме) и интерквартильного размаха (25-й и 75-й квартили). Сравнение групп с качественными признаками проводили с использованием теста  $\chi^2$ -квadrat. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез составил  $p < 0,05$ .

## Результаты

При анализе показателей ФР было установлено, что дети с УО не имели достоверных отличий по всем исследованным антропометрическим параметрам по сравнению со здоровыми детьми (табл. 1). Но в группе детей с УО зафиксировано достоверное снижение доли детей с гармоничным ФР по сравнению со здоровыми детьми ( $p=0,03$ ) за счет избытка МТ (у 47% детей) (рис. 1).

Значения показателей функционирования ВНС (спектральных, временных и статистических параметров) статистически значимо не отличались в состоя-

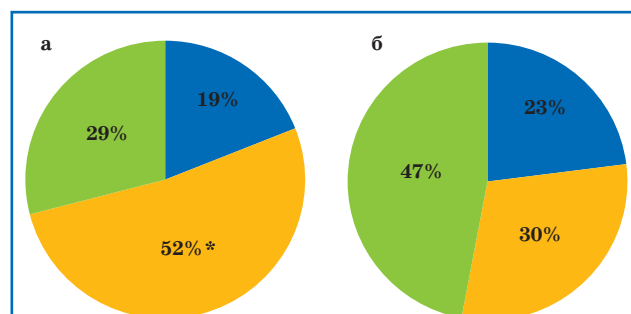


Рис. 1. Распределение детей по гармоничности ФР. а – здоровые дети, б – дети с УО; ДМТ – дефицит МТ, ГФР – гармоничное ФР, ИМТ – избыток МТ; \*статистическая значимость различий гармоничного ФР в сравниваемых группах; ■ – ДМТ, ■ – ГФР, ■ – ИМТ.

нии покоя у здоровых детей и детей с УО. Тогда как при проведении функциональной нагрузочной пробы (ортостатическая нагрузка) в группе младших школьников с УО установлены статистически значимо более высокие значения таких показателей, как ЧСС и АМО, а также более низкие показатели RMSSD и моды по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует об усилении регуляторного влияния симпатического звена ВНС у детей с УО (табл. 2).

Одним из интегральных показателей деятельности ВНС признан ИН, характеризующий активность симпатического звена ВНС, степень напряжения регуляторных систем, а также состояние центрального контура регуляции [3, 8]. В группе младших школьников с УО зафиксированы значительно более высокие значения показателя ИН в ортостазе (344 усл. ед.) по сравнению со здоровыми детьми (235 усл. ед.,  $p=0,042$ ) (рис. 2).

Установлено, что изменение ИН в ортостазе по сравнению с покоем в 5–10 раз свидетельствует о значительных нагрузках, испытываемых организмом [9]. В нашем исследовании были выявлены дети, у которых ИН в ортостазе увеличивался по сравнению с покоем больше чем в 10 раз (коэффициент  $ИН > 10$ ), что можно расценивать как чрезмерные нагрузки для детского организма. Стоит отметить, что у детей с УО коэффициент  $ИН > 10$  фиксировался в 20% случаев, тогда как в контрольной группе – только у 1,6% детей ( $p < 0,001$ ).

При детальном исследовании детей с УО, имеющих выраженную гиперактивацию симпатического звена ВНС (коэффициент  $ИН > 10$ ), было установлено, что в этой группе детей фиксируются достоверно более высокие значения МТ (42,1 кг) по сравнению с детьми с УО с коэффициентом  $ИН < 10$  (29,5 кг,  $p=0,038$ ) (рис. 3).

### Обсуждение

Таким образом, нами установлено, что у младших школьников с УО наблюдается сдвиг вегетативного баланса в сторону значительного преобладания симпатической регуляции, а для части детей с УО (в 20% случаев) предъявляемые нагрузки (при проведении функциональной нагрузочной пробы) выявляют чрезмерное напряжение адаптационных систем организма ребенка (повышение ИН в ортостазе более чем в 10 раз). Известно, что гиперактивность симпатического звена ВНС характеризует значительное напряжение регуляторных систем [13, 14], что может негативно отразиться на функционировании организма, здоровье детей и значительно затруднять процесс школьного обучения детей.

Следует также подчеркнуть, что у значительного процента обследованных нами детей с УО фиксируется избыток МТ (в 47% случаев).

Основными причинами избытка МТ и ожирения считаются гипокинезия и нерациональное питание. Однако в последнее время все больше внимания уделяется исследованию взаимодействия и взаимовлияния деятельности ВНС и параметров ФР (в частности МТ и доли жира в организме). Рядом исследователей было установлено, что при избыточ-

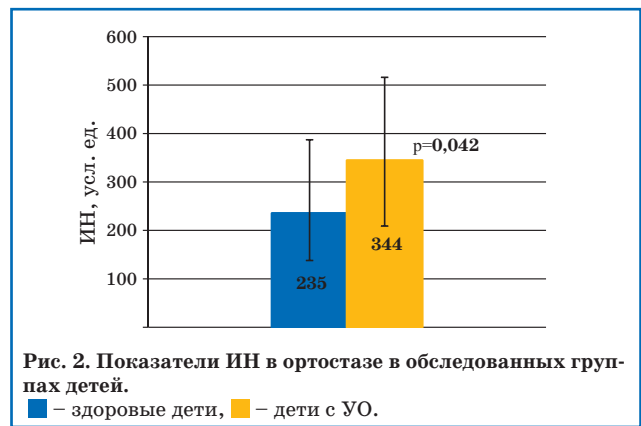


Рис. 2. Показатели ИН в ортостазе в обследованных группах детей.  
■ – здоровые дети, ■ – дети с УО.

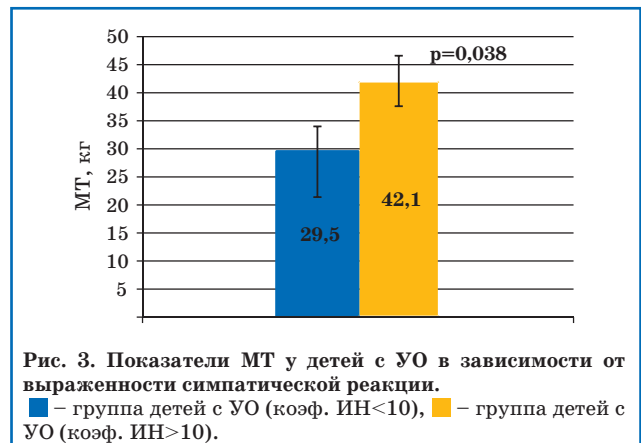


Рис. 3. Показатели МТ у детей с УО в зависимости от выраженности симпатической реакции.  
■ – группа детей с УО (коэф.  $ИН < 10$ ), ■ – группа детей с УО (коэф.  $ИН > 10$ ).

ной МТ и ожирении у детей выявляется активация симпатического отдела ВНС [15, 16]. Однако механизмы этой взаимосвязи не до конца изучены [17]. В частности, остается открытым вопрос – является ли высокая активность симпатической нервной системы причиной или следствием избыточной МТ? В этой связи рассматривается также влияние различных полиморфных вариантов генов, кодирующих аднерорецепторы жировой ткани [18]. В свою очередь установлено, что жировая ткань, являясь активным пара- и эндокринным органом, вырабатывает соединения (лептин, цитокины, адипокины и др.), способные усиливать активность симпатического отдела ВНС [17–19].

Во всяком случае, считается, что наличие высокой активности симпатического звена ВНС является неотъемлемым спутником избыточной МТ и ожирения [17]. В работе С.Л. Gentile et al. (2007) было установлено, что даже незначительное нарастание МТ сопровождается активацией симпатического отдела ВНС.

### Заключение

Итак, в конце учебного года у младших школьников с УО (воспитывающихся как и дети контрольной группы в семье с родителями) выявлены достоверные признаки напряжения регуляторных механизмов (со значительным усилением симпатической регуляции). У части младших школьников с УО (в 20% случаев) зафиксировано сверхнапряжение симпатической регуляции (с повышением ИН при функциональной нагрузочной пробе более чем в 10 раз), что может свидетельствовать о неадекватности предъявляемых к этим детям требований. В т.ч. это может относиться-

ся и к школьным нагрузкам, которые в этой группе детей могут быть неадекватными их функциональным возможностям, несмотря на то, что школьные программы адаптированы отдельно для каждой группы детей с УО, в зависимости от степени тяжести УО. Считается, что подобные изменения функциональных возможностей организма со значительным напряжением регуляторных систем могут привести к возникновению преморбидных состояний [21]. При этом усиление активности симпатического звена ВНС у этой группы детей с УО протекает на фоне избыточной МТ. С учетом сведений, сообщаемых в отечественной

и зарубежной литературе, об усилении симпатической регуляции при избыточной МТ, результаты, полученные нами, позволяют заключить, что нарушение гармоничности ФР, обусловленное избыточной МТ, может расцениваться в т.ч. как свидетельство избыточного напряжения и как фактор риска срыва адаптивных регуляторных реакций у младших школьников, особенно у детей с УО.

**Конфликт интересов:** авторы статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов.

## Литература

1. Хышиктужева Т.П., Усачева Е.Л., Лебедева Ю.В., Ахмедова В.В. Умственная отсталость у детей (обзор литературы). Доктор.ру. 2014; 6–2: 22–26.
2. Волокитина Т.П., Иваницкая Е.Ю. Исследование спектральных характеристик сердечного ритма у младших школьников при умственной деятельности. Медицинская техника. 2005; 2: 27–29.
3. Калашиников Т.П., Корюкина И.П., Кравцов Ю.И. Неврологические и нейропсихологические проявления школьной дезадаптации. Российский педиатрический журнал. 2001; 1: 13–15.
4. Поборский А.Н. Оценка степени напряжения регуляторных механизмов у школьников в условиях Севера. Гигиена и санитария. 2001; 4: 49–51.
5. Баранов А.А. Состояние здоровья детей в Российской Федерации. Педиатрия. 2012; 91 (3): 9–14.
6. Поливанова Т.В., Манчук В.Т., Грицинская В.Л., Кадричева С.Г. Роль социально-экономического статуса семьи в формировании физического здоровья школьников. Здоровоохранение Российской Федерации. 2010; 3: 51–53.
7. Скоблина Н.А., Кучма В.Р., Милушкина О.Ю., Бокарева Н.А. Современные тенденции физического развития детей и подростков. Здоровье населения и среда обитания. 2013; 8 (245): 8–12.
8. Колоскова Т.П., Фефелова В.В., Мартынова Г.П. Прогностическая значимость определения компонентного состава тела у детей больных острыми кишечными инфекциями. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2013; 118 (3): 84–86.
9. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001; 3: 108–127.
10. Зайцева О.И., Колодяжная Т.А., Пуликов А.С., Эверт Л.С., Деревцова С.Н., Москаленко О.Л. Варианты психо-вегетативных взаимоотношений у здоровых школьников. Современные проблемы науки и образования. 2015; 3: 53.
11. Hasegawa M, Hayano A, Kawaguchi A, Yamanaka R. Assessment of autonomic nervous system function in nursing students using an autonomic reflex orthostatic test by heart rate spectral analysis. Biomed. Rep. 2015; 3 (6): 831–834.
12. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. Рост и развитие ребенка. 3-е изд. СПб.: Питер, 2008: 260 с.
13. Карпенко Ю.Д. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у студентов в разных психоэмоциональных условиях в зависимости от их антропометрических показателей. Фундаментальные исследования. 2011; 9–2: 335–338.
14. Эверт Л.С., Потупчик Т.В., Паничева Е.С., Аверьянова О.В. Состояние гемодинамических показателей у детей – первоклассников в период адаптации к школе. Гигиена и санитария. 2015; 94 (3): 73–76.
15. Qi Z, Ding S. Obesity-associated sympathetic overactivity in children and adolescents: the role of catecholamine resistance in lipid metabolism. J. Pediatr. Endocrinol. Metab. 2016; 29 (2): 113–125.
16. Freitas IM, Miranda JA, Mira PA, Lanna CM, Lima JR, Laterza MC. Cardiac autonomic dysfunction in obese normotensive children and adolescent. Rev. Paul. Pediatr. 2014; 32 (2): 244–249.
17. Конради А.О. Ожирение, симпатическая гиперaktivность и артериальная гипертензия – есть ли связь? Артериальная гипертензия. 2006; 12 (2): 131–140.
18. Lambert EA, Straznicky NE, Dixon JB, Lambert GW. Should the sympathetic nervous system be a target to improve cardiometabolic risk in obesity. Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2015; 309 (2): 244–258.
19. Пашенцева А.В. Роль симпатоадреналовой системы и адипокинов в развитии артериальной гипертензии при сахарном диабете 2 типа и ожирении. Ожирение и метаболизм. 2012; 1: 14–18.
20. Gentile CL, Orr JS, Davy BM, Davy KP. Modest weight gain is associated with sympathetic neural activation in nonobese humans. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 2007; 292 (5): 1834–1838.
21. Баранов В.М., Баевский Р.М., Берсенева А.П., Михайлов В.М. Оценка адаптивных возможностей организма и задачи повышения эффективности здравоохранения. Экология человека. 2004; 6: 25–29.