

УДК: 612.66  
doi:

## **Высокие величины индекса массы тела не ухудшают показатели сенсомоторной реактивности у подростков 15—17 лет**

Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Ковалёва О.И., Лебедева М.А., Карганов М.Ю.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», лаборатория физико-химической и экологической патофизиологии. 125315, Москва, ул. Балтийская, 8

Проведен анализ связи латентных периодов простой сенсомоторной реакции на световой стимул (ЛПРС) и индекса массы тела (ИМТ) у подростков 15—17 лет. Распределение подростков на группы проведено в зависимости от их возраста (15, 16 и 17 лет), пола (юноши и девушки), а также величины ИМТ. В каждой половозрастной группе рассчитывали медиану и стандартное отклонение для ИМТ, средними считали величины от  $Me-1SD$  до  $Me+1SD$ , величины до (или равные)  $Me-1SD$  считали низким ИМТ, свыше (или равные)  $Me+1SD$  — высоким ИМТ. Показано, что во всех половозрастных группах подростки, различающиеся по величине ИМТ, реагируют на световой стимул с одинаковыми латентными периодами. При этом существуют гендерные различия по величине ЛПРС (юноши реагируют быстрее). В ряде случаев между ИМТ и ЛПРС выявлены корреляционные связи: у 16-летних девушек и 17-летних юношей выявлена отрицательная корреляционная связь ЛПРС с их ростом (более высокие подростки быстрее реагируют на стимул); у 16-летних юношей обнаружена отрицательная корреляция ЛПРС с массой тела и ИМТ (более крупные юноши быстрее реагируют на сигнал).

**Ключевые слова:** подростки, индекс массы тела, время реакции, световой стимул.

**Для цитирования:** Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Ковалёва О.И., Лебедева М.А., Карганов М.Ю. Высокие величины индекса массы тела не ухудшают показатели сенсомоторной реактивности у подростков 15—17 лет. Патогенез. 2017; 15(2): 83—88.

**Для корреспонденции:** Панкова Наталия Борисовна, e-mail: nbpankova@gmail.com

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.03.2017

## **High values of body mass index do not worsen the parameters of sensorimotor reactivity in adolescents 15—17 years**

Pankova N.B., Alchinova I.B., Kovaleva O.I., Lebedeva M.A., Karganov M.Yu.

Research Institute of General Pathology and Pathophysiology, Laboratory of Physical, Chemical and Ecological Pathophysiology. 125315, Baltiyskaya str., 8. Moscow, Russia

Relations between the latent periods of the simple sensorimotor reaction to the light stimulus (LPRS) and the body mass index (BMI) in the adolescents aged 15—17 years were analyzed. The distribution of adolescents into groups was based on their age (15, 16 and 17 years), gender (boys and girls), and the value of BMI. In each sex-age group, the median and standard deviation for BMI were calculated, the mean values from  $Me-1SD$  to  $Me+1SD$  were interpreted as normal, the values up to (or equal to)  $Me-1SD$  were considered as low BMI, over (or equal)  $Me+1SD$  — as high BMI. It is shown that in all sex-age groups the adolescents, which differing in value of the body mass index react to a light stimulus with equal latency periods. However, there are gender differences in the latent periods of a simple sensorimotor reaction to a light stimulus (young men react more quickly). In a number of cases, correlation relationships have been revealed between BMI and LPRS: 16-year-old girls and 17-year-olds have negative correlation of LPRS with their growth (higher adolescents respond more quickly to stimulus); 16-year-olds have a negative correlation of LPRS with body weight and BMI (larger boys react more quickly to the signal).

**Key words:** adolescents, reaction time, light stimulus, body mass index

**For citation:** Pankova N.B., Alchinova I.B., Kovaleva O.I., Lebedeva M.A., Karganov M.Yu. High values of body mass index do not worsen the parameters of sensorimotor reactivity in adolescents 15—17 years. Pathogenesis. 2017; 15(2): 83—88

**For correspondence:** Pankova Nataliya Borisovna, e-mail: nbpankova@gmail.com

**Funding.** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received 15.03.2017

## Введение

Изменение социально-экономических условий жизни в последние десятилетия спровоцировало увеличение массы тела у существенной доли населения: по данным ВОЗ, в мире избыточный вес имеют до 40% взрослых людей [1] и каждый третий ребёнок [2]. По устойчивым медицинским представлениям, избыточная масса тела является фактором риска для серьёзных соматических заболеваний (сердечно-сосудистой патологии, нарушений углеводного и липидного обмена). Существуют также попытки найти взаимосвязи между индексом массы тела (ИМТ) и психомоторной координацией. Так, в ряде работ выявлена более медленная реакция подростков с высоким ИМТ в тестах постральной устойчивости [3] и сенсомоторной реакции на простые стимулы [4]. Есть данные о генетической взаимосвязи между ожирением и низкой психомоторной реактивностью у детей 7–12 лет [5], однако слабо проявляющейся на поведенческом уровне.

В задачу настоящего исследования входило изучение взаимосвязей ИМТ и латентного периода простой сенсомоторной реакции на световой стимул у подростков 15–17 лет.

## Материалы и методы

В исследовании приняли участие 638 юношей и девушек в возрасте 15–17 лет, учащиеся московских школ. Распределение подростков по возрастным группам и по полу представлено в табл. 1. Согласно статьям 5, 6 и 7 «Всеобщей декларации о биоэтике и правах человека», все исследования проводились только с согласия учащихся и их родителей (или законных представителей).

Измерения длины и массы тела детей проводили по стандартным гигиеническим правилам (точность измерения для длины тела составляла  $\pm 0,5$  см, для массы тела  $\pm 0,5$  кг), с последующим расчётом ИМТ ( $\text{ИМТ} = \text{масса (кг)} / \text{длина тела}^2 (\text{м}^2)$ ).

Измерения латентных периодов простой сенсомоторной реакции на световой стимул (ЛПРС) проводили на приборе «компьютерный измеритель движений» КИД-3 (ООО «Интокс», г. Санкт-Петербург) [6]. Данный показатель, в отличие от латентного периода на звуковые стимулы, менее подвержен физико-химическим влияниям внешней среды и слабо зависит от психоэмоционального состояния самого человека [7, 8].

Оценку ЛПРС проводили по началу движения руки в горизонтальной плоскости на включение светодиодного маркера. Для каждой руки предъявляли по 10 стимулов длительностью 0,4 секунды. Длительность межстимульных интервалов менялась в случайном порядке от 2 до 4 с. Общая продолжительность теста для каждой руки не превышала 30 с, точность измерения ЛПРС составляла 1 мс. Поскольку в задачи данной работы не входило изучение моторной асимметрии, и мы не проводили предварительного выявления ведущей руки, в статистический анализ по каждому подростку брали данные, усреднённые по 10 реализациям ЛПРС для левой руки и 10 реализациям ЛПРС для правой руки.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета Statistica 7.0 (StatSoft). Результаты проверки полученных массивов данных на нормальность по алгоритму Шапиро—Уилка показали, что большинство величин не подчиняются законам нормального распределения (табл. 1), поэтому мы использовали непараметрические алгоритмы статистического анализа. Для сравнения двух групп был применён критерий Манн—Уитни (M-U), для сравнения трёх групп — критерий Краскелл—Уоллеса (K-W). Корреляционные связи рассчитывали по Спирмену — непараметрический коэффициент корреляции (R). Данные на рисунках представлены в виде медианы и квартилей (Me, Q1, Q3).

## Результаты и обсуждение

Разделение подростков на группы в зависимости от ИМТ можно проводить по нескольким алгоритмам, дающим весьма сходные результаты [9]. Так, в соответствии с рекомендациями ВОЗ, границей нормы и избыточной массы тела принята величина  $25 \text{ кг/м}^2$ , границей ожирения —  $30 \text{ кг/м}^2$  — это 85-й и 95-й центили распределения в выборке 19-летних белых американцев, обследованной в 70-е годы прошлого столетия [10]. Согласно такому алгоритму, в нашем исследовании большинство подростков имело нормальные величины ИМТ, но до 23% входило в группу с недостаточной массой тела (рис. 1).

По другому алгоритму, принятому ВОЗ для оценки ИМТ в детской популяции [11], в каждой половозрастной группе рассчитываются стандартные отклонения от медианы: величина  $\text{Me}+1\text{SD}$  считается границей избыточной массы тела, величина  $\text{Me}+2\text{SD}$  — границей ожирения, величина  $\text{Me}-1\text{SD}$  — границей недостатка массы тела [12].

Таблица 1

**Результаты проверки нормальности распределения массивов данных (приведены значения критерия W Шапиро—Уилка и вероятность принятия гипотезы о нормальности распределения для каждой оцениваемой выборки).**

**Статистически значимые результаты ( $p > 0,05$ ) выделены жирным шрифтом.**

**ИМТ — индекс массы тела, ЛПРС — латентный период простой сенсомоторной реакции на световой стимул**

Возраст	Пол	n	ИМТ	ЛПРС
15 лет	Юноши	66	$W = 0,953, p = 0,014$	$W = 0,940, p = 0,003$
	Девушки	102	$W = 0,960, p = 0,004$	$W = 0,956, p = 0,002$
16 лет	Юноши	138	$W = 0,832, p < 0,001$	$W = 0,912, p < 0,001$
	Девушки	175	$W = 0,960, p < 0,001$	$W = 0,979, p = 0,013$
17 лет	Юноши	63	$W = 0,800, p < 0,001$	<b><math>W = 0,988, p = 0,807</math></b>
	Девушки	94	$W = 0,896, p < 0,001$	<b><math>W = 0,986, p = 0,478</math></b>

При таком подходе во всех наших выборках большая часть подростков попадала в группу с нормальными величинами ИМТ. Доля подростков с низким ИМТ не превышала 8,8%, а доля подростков с высоким ИМТ составляла не больше 24%, причём с тенденцией к снижению от 15 до 17 лет (рис. 2).

Для решения задачи настоящего исследования мы использовали именно этот алгоритм разделения на группы (низкий ИМТ, средний ИМТ, высокий ИМТ). Границы величин ИМТ для каждой половозрастной выборки приведены в табл. 2.

Расчёт коэффициентов непараметрической корреляции между ИМТ и ЛПРС показал, что у 15-летних подростков нет статистически значимой связи между этими показателями (табл. 3). У 16-летних девушек и 17-летних юношей выявлена отрицательная корреляционная связь ЛПРС с их ростом (более высокие подростки быстрее реагируют на стимул). У 16-летних юношей обнаружена отрицательная корреляция ЛПРС с массой тела и ИМТ (более крупные юноши быстрее реагируют на сигнал).

Аналогичные закономерности были показаны нами ранее для 7–8-летних детей [13], причём в более раннем возрасте корреляционная связь была подтверждена наличием межгрупповых различий. Однако в настоящем исследовании ни в одной из половозрастных выборок статистически значимых различий между группами подростков с разной оценкой ИМТ выявлено не было (рис. 3). Хотя различия между юношами и девушками обнаружены, как и в более зрелом возрасте, между мужчинами и женщинами 30–60 лет [14].

Таким образом, полученные нами результаты о связи ЛПРС с ИМТ не подтверждают упомянутые выше данные некоторых исследователей об уменьшении психофизиологических показателей у подростков с избыточной массой тела [3, 4]. Вместе с тем, в работах других авторов показано, что у молодых женщин увеличение времени реакции на простые стимулы выявляется не только при избыточной массе тела, но и при её дефиците [15, 16]. Также есть данные о том, что у студентов 17–29 лет связь ИМТ со временем реакции на сенсорные стимулы вообще отсутствует [17].

Такое разнообразие данных может быть обусловлено несколькими причинами: во-первых, различиями в используемых тестах (как и на что должны реагировать испытуемые) и оцениваемых параметрах (латентный период или время реакции); во-вторых, в объёме и характеристиках обследованных выборок. Мы считаем, что для большей уверенности в патофизиологической значимости полученных результатов предпочтительнее рассматривать выборки не менее 500 человек, как в работе Brown и соавт. [17]. При этом более надёжной является оценка латентных периодов сенсомоторной ре-

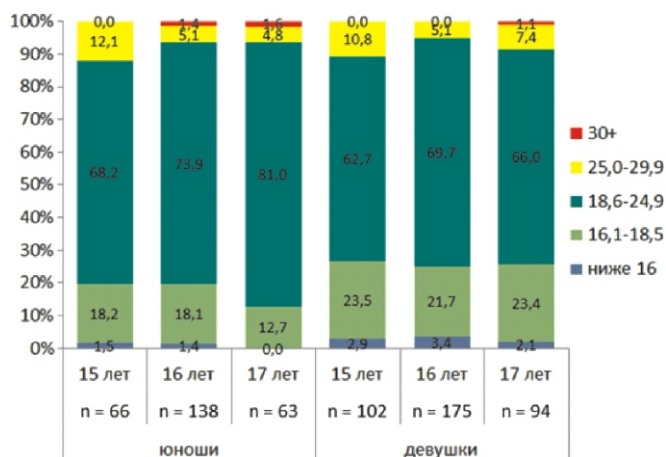


Рис. 1. Распределение подростков (%) по группам с разной величиной индекса массы тела (ИМТ), по алгоритму ВОЗ. В легенде приведены величины ИМТ, кг/м<sup>2</sup>.

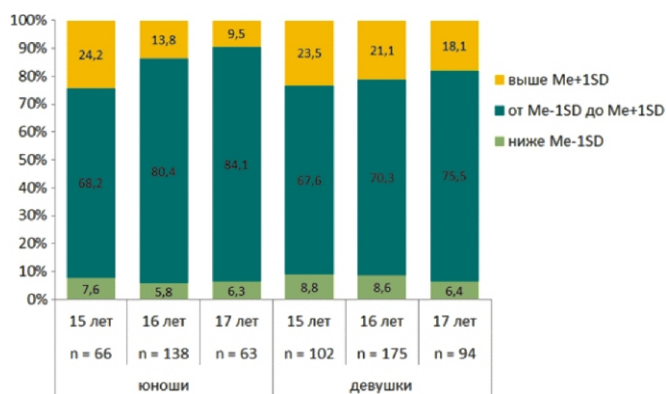


Рис. 2. Распределение подростков (%) по группам с разной величиной индекса массы тела (ИМТ) по алгоритму deOnisetal., 2007 (Me ± 1SD).

акции, без интерференции со временем моторной реакции, которое может варьировать по многим причинам [6, 18]. Так, в исследованиях, проведённых нашей лабораторией на значительных выборках (более 500 испытуемых), показано, что у детей 7–8 лет связь латентного периода простой сенсомоторной реакции на световой стимул существует не столько с ИМТ, сколько с общим уровнем физического развития [13] — дети с более высокими показателями роста и массы тела выполняют задание быстрее. У зрелых людей 30–60 лет, как мужчин, так и женщин, алиментарное ожирение, развивающееся с возрастом не оказывает негативного влияния на психофизиологические показатели сенсомоторной реактивности [14].

Таблица 2

Границы величин ИМТ (кг/м<sup>2</sup>) для разделения подростков на группы в разных половозрастных выборках. Me — медиана, SD — стандартное отклонение

Показатель	15 лет		16 лет		17 лет	
	Юноши	Девушки	Юноши	Девушки	Юноши	Девушки
Me	20,20	19,92	20,31	19,71	20,98	20,13
SD	2,90	2,99	3,06	2,61	3,25	3,17
Me-1SD	17,30	16,93	17,25	17,10	17,73	16,96

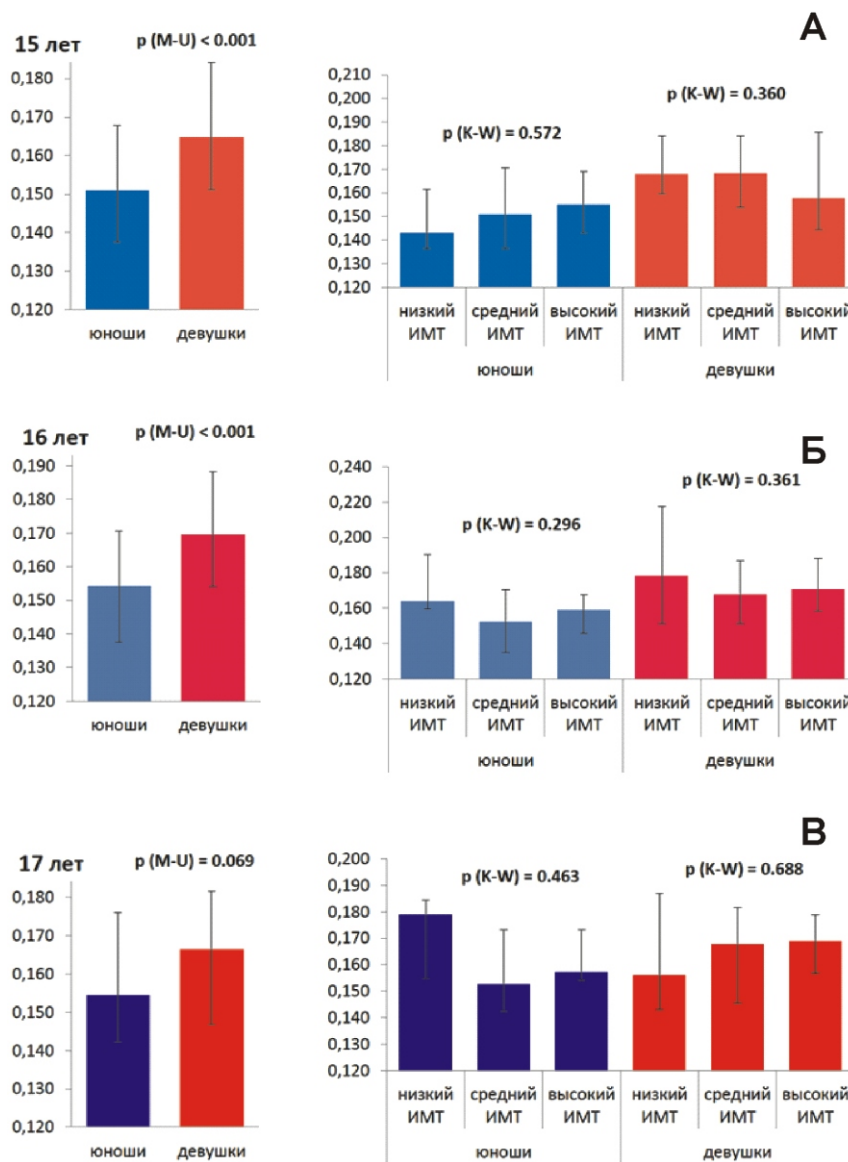


Рис. 3. Величины латентных периодов простой сенсомоторной реакции (с) на световой стимул у подростков разного возраста: А – 15 лет, Б – 16 лет, В – 17 лет. На гистограммах слева приведены суммарные данные для юношей и девушек, указана статистическая значимость различий между группами по критерию Манн–Уитни (М-У). На гистограммах справа приведены данные по группам с разной величиной индекса массы тела (ИМТ), указана статистическая значимость различий между группами по критерию Краскелл–Уоллеса (К-В). Формат данных: Me, Q1, Q3.

Таблица 3  
Коэффициенты непараметрической корреляции (Спирмена) между показателями физического развития и ЛПРС. Статистически значимые результаты ( $p < 0,05$ ) выделены жирным шрифтом. ИМТ — индекс массы тела

Показатель	Юноши	Девушки
15 лет		
Рост	R = -0,098, p = 0,494	R = -0,046, p = 0,642
Вес	R = 0,146, p = 0,244	R = -0,037, p = 0,711
ИМТ	R = 0,216, p = 0,081	R = -0,054, p = 0,584
16 лет		
Рост	R = -0,094, p = 0,268	<b>R = -0,235, p = 0,002</b>
Вес	<b>R = -0,188, p = 0,027</b>	R = -0,078, p = 0,298
ИМТ	<b>R = -0,187, p = 0,028</b>	R = 0,022, p = 0,771
17 лет		
Рост	<b>R = -0,337, p = 0,007</b>	R = -0,028, p = 0,781
Вес	R = -0,194, p = 0,126	R = 0,097, p = 0,351
ИМТ	R = -0,052, p = 0,684	R = 0,110, p = 0,287

Наши данные согласуются с выводами авторов мета-обзора [19] о недоказанности негативных влияний избыточной массы тела и ожирения на психофизиологические показатели и, опосредованно, — на когнитивные возможности и успеваемость детей и подростков. Более того, по нашему мнению, для таких влияний, несмотря на их возможную генетическую взаимосвязь [5], нет патогенетической основы: показано, что скорость проведения нервных импульсов как по чувствительным, так и по двигательным нервам не зависит от ИМТ [20].

### Выводы

1. Подростки 15—17 лет, различающиеся по величине индекса массы тела (при разделении на группы по алгоритму  $Me \pm 1SD$ ), реагируют на световой стимул с одинаковыми латентными периодами.
2. В возрасте 15—17 лет существуют гендерные различия в величине латентных периодов простой сенсомоторной реакции на световой стимул (юноши реагируют быстрее).
3. В ряде случаев между ИМТ и ЛПРС выявлены корреляционные связи: у 16-летних девушек и 17-летних юношей выявлена отрицательная корреляционная связь ЛПРС с их ростом (более высокие подростки быстрее реагируют на стимул); у 16-летних юношей обнаружена отрицательная корреляция ЛПРС с массой тела и ИМТ (более крупные юноши быстрее реагируют на сигнал).

### Список литературы

1. Ожирение и избыточный вес. *Информационный бюллетень, июль 2016 г.* Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/> Дата обращения: 07.07.2017
2. Whittington G. Europe's visible epidemic. *Bull. World Health Organ.* 2013;91:549-550. doi: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.13.020813>
3. Грайер К., Рессле Л. Исследование сенсомоторной реактивности подростков, страдающих ожирением и с нормальной массой тела. *Лечебная физкультура и спортивная медицина.* 2013;1(109):30-36.
4. Skurvydas A, Gutnik B, Zuoza AK, Nash D, Zuoziene IJ, Mickeviciene D. Relationship between simple reaction time and body mass index. *Homo.* 2009;60(1):77-85. PMID: 19010467
5. Frazier-Wood AC, Carnell S, Pena O, Hughes SO, O'Connor TM, Asherson P, Kuntsi J. Cognitive performance and BMI in childhood: Shared genetic influences between reaction time but not response inhibition. *Obesity (Silver Spring).* 2014;22(11):2312-2318. PMID: 25376398
6. Панкова Н.Б., Лебедева М.А., Слезко В.Н., Хоркин Н.Н., Виноградов В.И., Курнешова Л.Е., Ланда С.Б., Карганов М.Ю. Применение компьютерного измерителя движений КИД-3 для исследования психомоторной координации и сенсомоторной реактивности больных заболеваниями позвоночника. *Патогенез.* 2003; 1(1): 86-89.
7. Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г., Горбунова Н.В. Изменения параметров простой слухо-моторной реакции детей-пользователей мобильной связью: лонгитюдное исследование. *Радиационная биология.* 2012; 52(3): 282-292. PMID: 22891552
8. Панкова Н.Б., Карганов М.Ю. Динамика латентных периодов простой сенсомоторной реакции на стимулы разной модальности у педагогов Москвы. *Валеология.* 2015; 2: 101-107.
9. Li K., Haynie D., Palla H., Lipsky L., Iannotti R.J., Simons-Morton B. Assessment of adolescent weight status: Similarities and differences between CDC, IOTF, and WHO references. *Preventive Medicine.* 2016; 87: 151-154
10. Must A., Dallal G.E., Dietz W.H. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfold thickness. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991; 53: 839-846. PMID: 2008861
11. BMI-for-age. Режим доступа: URL: <http://www.who.int/growthref/en> Дата обращения 07.07.2017

12. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Simekman J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull. World Health Organ.* 2007;85(9):660-667. PMID 18026621

13. Панкова Н.Б., Лебедева М.А., Хлебникова Н.Н., Карганов М.Ю. Взаимосвязь латентных периодов простой сенсомоторной реакции на световой стимул и индекса массы тела у детей 7-8 лет. *Валеология.* 2015; 4: 25-32.

14. Панкова Н.Б., Лебедева М.А., Хлебникова Н.Н., Карганов М.Ю. Возрастные изменения латентных периодов простой сенсомоторной реакции на световой стимул у мужчин и женщин с разным индексом массы тела. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 2016; 60 (1): 11-16.

15. Deore D.N., Surwase S.P., Masroor S., Khan S.T., Kathore V.A Cross Sectional Study on the Relationship Between the Body Mass Index (BMI) and the Audiovisual Reaction Time (ART). *J. Clin. Diagn. Res.* 2012; 6(9):1466-1468. doi: 10.7860/JCDR/2012/4440.2534.

16. Nene A.S., Pazare P.A., Sharma K.D. A study of relation between body mass index and simple reaction time in healthy young females. *Indian J. Physiol. Pharmacol.* 2011; 55(3):288-91.

17. Brown A.A., Derkyi-Kwarteng L., Ackom C.K., Addae E., Newton F., Amoah D., Blemamo D.N. Simple reaction time: how it relates to body mass index (BMI), gender and handedness in Ghanaian students. *J. Med. Sci.* 2017; 49(1): 1-7

18. Панкова Н.Б., Лебедева М.А., Черепов А.Б., Карганов М.Ю. Оценка параметров психомоторной интеграции с помощью прибора КИД-3 для донозологической диагностики двигательных нарушений в позднем онтогенезе. *Патогенез.* 2015; 13(1): 48-53.

19. Martin A., Saunders D.H., Shenkin S.D., Sproule J. Lifestyle intervention for improving school achievement in overweight or obese children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 3: CD009728. doi: 10.1002/14651858.CD009728.pub2.

20. Kokotis P1, Kolovou D, Papagianni A, Zambelis T, Karandreas N. The two sensory branches of the superficial peroneal nerve: electrophysiological differences and correlations with gender, age, height and BMI. *Neurophysiol. Clin.* 2009;39(3):143-147. doi: 10.1016/j.neucli.2009.06.007.

### References

1. Obesity and overweight. *Fact sheet Updated June 2016.* Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/> Retrieved: 07.07.2017
2. Whittington G. Europe's visible epidemic. *Bull. World Health Organ.* 2013; 91: 549-550. doi: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.13.020813>
3. Grier K., Ressler L. The investigation of the sensorimotor feedback performance in obese and normal-weight teenagers during physical activity. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina [Exercise therapy and Sports Medicine].* 2013; 1(109): 30-36. (In Russian)
4. Skurvydas A, Gutnik B, Zuoza AK, Nash D, Zuoziene IJ, Mickeviciene D. Relationship between simple reaction time and body mass index. *Homo.* 2009; 60(1): 77-85. PMID: 19010467
5. Frazier-Wood AC, Carnell S, Pena O, Hughes SO, O'Connor TM, Asherson P, Kuntsi J. Cognitive performance and BMI in childhood: Shared genetic influences between reaction time but not response inhibition. *Obesity (Silver Spring).* 2014; 22(11): 2312-2318. PMID: 25376398
6. Pankova N.B., Lebedeva M.A., Slezko V.N., Khorkin N.N., Vinogradov V.I., Kurneshova L.E., Landa S.B., Karganov M.Yu. Psychomotor coordination and sensory-motor reactivity in patients with vertebral pathology. *Pathogenesis [Pathogenesis].* 2003; 1(1): 86-89. (in Russian)
7. Khorseva N.I., Grigor'ev Yu.G., Gorbunova N.V. Changes in the parameters of the simple auditory-motor response in children users of mobile communication: longitudinal study. *Radiats. Biol. Radioecol.* 2012; 52(3): 282-292. PMID: 22891552 (In Russian)
8. Pankova N.B., Karganov M.Yu. Dynamics of the latent period of simple sensorimotor response to stimuli of different modalities in Moscow teachers. *Valeologiya [Journal of Health and Life Sciences].* 2015; 2: 101-107. (In Russian)
9. Li K., Haynie D., Palla H., Lipsky L., Iannotti R.J., Simons-Morton B. Assessment of adolescent weight status: Similarities and differences between CDC, IOTF, and WHO references. *Preventive Medicine.* 2016; 87: 151-154

10. Must A., Dallal G.E., Dietz W.H. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfold thickness. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991; 53: 839-846. PMID: 2008861
11. BMI-for-age. Режим доступа: URL: <http://www.who.int/growthref/en> Дата обращения 07.07.2017
12. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Simekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull. World Health Organ.* 2007;85(9):660-667. PMID 18026621
13. Pankova N.B., Lebedeva M.A., Khlebnikova N.N., Karganov M.Yu. Relationship between latent periods of simple sensorimotor reaction to visual stimulus and body mass index in 7-8 years old children. *Valeologiya [Journal of Health and Life Sciences]*. 2015; 4: 25-32. (In Russian)
14. Pankova N.B., Lebedeva M.A., Khlebnikova N.N., Karganov M.Yu. Age-related changes of the latent period of simple sensorimotor reaction to the light stimuli in both men and women with different body mass index. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya [Pathological physiology and experimental therapy]*. 2016; 60 (1): 11-16. (In Russian)
15. Deore D.N., Surwase S.P., Masroor S., Khan S.T., Kathore V. A Cross Sectional Study on the Relationship Between the Body Mass Index (BMI) and the Audiovisual Reaction Time (ART). *J. Clin. Diagn. Res.* 2012; 6(9):1466-1468. doi: 10.7860/JCDR/2012/4440.2534.
16. Nene A.S., Pazare P.A., Sharma K.D. A study of relation between body mass index and simple reaction time in healthy young females. *Indian J. Physiol. Pharmacol.* 2011; 55(3):288-91.
17. Brown A.A., Derkyi-Kwarteng L., Ackom C.K., Addae E., Newton F., Amoah D., Blemamo D.N. Simple reaction time: how it relates to body mass index (BMI), gender and handedness in Ghanaian students. *J. Med. Sci.* 2017; 49(1): 1-7
18. Pankova N.B., Lebedeva M.A., Cherepov A.B., Karganov M.Yu. Evaluation of psychomotor integration parameters with KID-3 device for prenosological diagnostics of motor disorders in the late ontogenesis. *Patohogenez [Pathogenesis]*. 2015; 13(1): 48-53. (In Russian)
19. Martin A., Saunders D.H., Shenkin S.D., Sproule J. Lifestyle intervention for improving school achievement in overweight or obese children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 3: CD009728. doi: 10.1002/14651858.CD009728.pub2.
20. Kokotis P1, Kolovou D, Papagianni A, Zambelis T, Karandreas N. The two sensory branches of the superficial peroneal nerve: electrophysiological differences and correlations with gender, age, height and BMI. *Neurophysiol. Clin.* 2009;39(3):143-147. doi: 10.1016/j.neucli.2009.06.007.

#### Сведения об авторах:

Панкова Наталия Борисовна (Pankova N.B.), доктор биол. наук, доцент, главный науч. сотр. e-mail: nbpankova@gmail.com  
Алчинова Ирина Борисовна (Alchinova I.B.), канд. биол. наук, вед. науч. сотр.  
Ковалёва Ольга Игоревна (Kovaleva O.I.), канд. мед. наук, вед. науч. сотр.  
Лебедева Марина Андреевна (Lebedeva M.A.), канд. биол. наук, вед. науч. сотр.  
Карганов Михаил Юрьевич (Karganov M.Yu.), доктор биол. наук, профессор, зав. лабораторией физико-химической и экологической патофизиологии