

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

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

Проведено изучение взаимосвязи латентного периода простой сенсомоторной реакции на световой стимул и индекса массы тела (ИМТ) у мужчин и женщин в возрасте 30–60 лет ($n = 507$). Границей между низким (ниже $Me - 1SD$) и средним (от $Me - 1SD$ до $Me + 1SD$) значением ИМТ стала величина $22,74 \text{ кг/м}^2$, границей между средними и высокими (выше $Me + 1SD$) значениями ИМТ — $33,16 \text{ кг/м}^2$. Показано, что с возрастом происходит возрастание доли людей с высокими значениями ИМТ, причём более быстро и выражено — у женщин. Латентность сенсомоторной реакции на световой стимул не меняется у мужчин, и снижается с возрастом у женщин. Однако полученные нами данные свидетельствуют о том, что развивающееся с возрастом алиментарное ожирение не оказывает негативного влияния на нейрофизиологические показатели сенсомоторной реактивности.

Ключевые слова: индекс массы тела; латентный период сенсомоторной реакции; взрослые.

Для цитирования: 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 .

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

Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of General Pathology and Pathophysiology», 8, Baltiyskaya str., 125315, Moscow, Russia

The study of the relationship of the latent period of simple sensorimotor reaction to the light stimulus and body mass index (BMI) in males and females aged 30–60 years ($n = 507$) was done. The boundary between the low (below $Me - 1SD$) and middle (from $Me - 1SD$ to $Me + 1SD$) BMI was the value of 22.74 kg/m^2 , the boundary between the middle and high (above $Me + 1SD$) BMI — 33.16 kg/m^2 . It is shown that there is an increase in the proportion of people with high BMI with age (faster and more pronounced — in women). Sensorimotor reaction latency to the light stimuli does not change in men, and declines with age in women. However the data obtained indicate that developed with age alimentary obesity does not adversely affect neurophysiological parameters of the sensorimotor reactivity.

Keywords: body mass index; sensorimotor reaction latency; adults

For citation: 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 eksperimentalnaya terapiya*. 2016; 60(1): 11–16. (in Russian).

For correspondence: Pankova N.B., e-mail: nbpankova@gmail.com

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

Funding. The study had no sponsorship.

В последние годы эпидемия алиментарного ожирения охватывает всё большее число стран мира, все слои населения и все возрастные группы [1]. Изменения социально-экономических условий жизни часто провоцируют формирование эмоциональных расстройств с индукцией нарушений пищевого поведения

[2], и даже развития психогенной булимии [3]. При этом ряд исследователей склонны делать вывод о связи высоких значений индекса массы тела (ИМТ) с недостаточностью интеллектуальных возможностей. Так, приводятся доказательства того, что высокие величины ИМТ на протяжении жизни являются пре-

диктором когнитивных проблем в старости [4], а снижение после 40 лет когнитивных способностей у людей с ожирением происходит гораздо быстрее, чем при нормальных величинах ИМТ [5]. Объективные количественные методы МРТ выявили негативную корреляционную связь между количеством висцеральной жировой ткани с одной стороны, и показателями словесной памяти и произвольного внимания, и объёмными показателями гиппокампа и левого желудочка — с другой [6].

Вместе с тем, существуют данные об отсутствии связи между наличием ожирения и когнитивными способностями после 80 лет [7]. Наоборот, в позднем онтогенезе показано, что умеренное повышение ИМТ положительно коррелирует с активацией мышления и расширением когнитивных возможностей [8]. Расширенные исследования последних лет также опровергают тезис о негативном влиянии ожирения на интеллектуальные способности детей и подростков [9], хотя низкий интеллект в возрасте 11 лет является предиктором ожирения в старости [7].

С другой стороны, известно, что с возрастом происходит ухудшение сенсорного восприятия. Причём в данном контексте речь идёт не о снижении зрения или слуха, а об объективных нейрофизиологических показателях, например, о возрастном затягивании латентности и снижении амплитуды акустического вызванного потенциала Р300 [10]. Также с возрастом происходит нарушение психомоторной координации и снижение реактивности на стимулы разной модальности, что в частности проявляется нарушением походки [11]. Ранее нами показано, что показатели психомоторики корреляционно связаны с показателями обмена веществ, определяемыми методом лазерной корреляционной спектроскопии [12].

Цель исследования — изучение возрастной динамики ИМТ (на выборке жителей Москвы) и параметров сенсомоторной координации, оцениваемых в инструментальных двигательных тестах, и связей между ними.

Методика

В работе использованы данные обследований функционального состояния организма взрослых работающих жителей Москвы — работников производственной сферы, учителей общеобразовательных школ, преподавателей колледжей, научных сотрудников. В статистический анализ были взяты результаты испытуемых в возрасте 30—60 лет, 131 мужчины и 376 женщин, всего 507 чел. Из них в возрасте 30—40 лет ($n = 127$) — 35 мужчин и 92 женщины, в возрасте 41—50 лет ($n = 206$) — 50 мужчин и

156 женщин, в возрасте 51—60 лет ($n = 174$) — 46 мужчин и 128 женщин.

Измерения длины и массы тела проводили по стандартным гигиеническим правилам (точность измерения для длины тела составляла $\pm 0,5$ см, для массы тела ± 100 г), с последующим расчётом ИМТ ($\text{ИМТ} = \text{масса (кг)} / \text{длина тела}^2 (\text{м}^2)$).

Измерения латентных периодов простой сенсомоторной реакции проводили на приборе «компьютерный измеритель движений» — КИД-3 [13, 14]. В программе КИД-3 предусмотрена возможность регистрации латентных периодов реакций как на световой, так и на звуковой стимулы. Однако для достижения целей данной работы мы отдали предпочтение работе со световыми стимулами, менее подверженными физико-химическим влияниям внешней среды и психоэмоционального состояния самого человека, чем звуковые стимулы [15]. Процедура тестирования заключалась в следующем: в ответ на вспышку светодиода испытуемый должен был совершить максимально быстрое смещение рычага прибора (отведение руки), и затем вернуть курсор в исходное положение. Измеряемым параметром являлось начало движения рычага («время реакции на свет» — ВРС), точность измерения составляла 1 мс. Тест выполнялся обеими руками по очереди, очередность рук определял сам испытуемый. Для каждой руки предъявляли по 10 стимулов длительностью 0,4 с, интервал между стимулами изменялся в случайном режиме от 2 до 4 с. Длительность теста для каждой руки не превышала 30 с. В статистический анализ по каждому человеку брали усреднённые по 10 реализациям ВРС для левой руки (ВРСл), для правой руки (ВРСп), и в среднем (для каждого испытуемого $\text{ВРС}_{\text{ср}} = (\text{ВРСл} + \text{ВРСп}) / 2$).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета Statistica 6.0 (StatSoft). Поскольку распределения показателей ИМТ и ВРС не соответствовали нормальным (по рекомендуемому для больших выборок критерию Шапиро—Вилкса), в работе были использованы непараметрические критерии: Манн—Уитни для парных сравнений, Краскелл—Уоллеса — для множественных сравнений. Частотные показатели сравнивали по двустороннему критерию χ^2 .

Результаты и обсуждение

По существующей клинической практике границей повышенных величин ИМТ считается 25 кг/м^2 , а границей ожирения — 30 кг/м^2 . Представленные граничные величины соответствуют 85-му и 95-му центилям распределений величины ИМТ у белых американцев в возрасте 19 лет, построенных на осно-

вании данных 1971—1974 гг. [16]. Анализ распределения ИМТ в нашей выборке показал, что считающиеся нормальными величины ИМТ встречаются не более чем в 43% случаев в возрасте 30—40 лет, и не более чем в 24% случаев в возрасте 51—60 лет (рис. 1). При этом выявлено, что у женщин избыток массы тела появляется раньше, чем у мужчин, и гораздо чаще переходит в стадию алиментарного ожирения. Эти результаты согласуются с данными официальной статистики ВОЗ за 2014 г.: 39% людей в возрасте 18 лет и старше имеют избыточный вес (ИМТ >25 кг/м², а 13% страдают от ожирения (ИМТ >30 кг/м²) [1].

В сложившейся ситуации мы воспользовались рекомендациями ВОЗ для расчёта норм ИМТ [16]: нормальные величины лежат в диапазоне от Me — 1SD до Me + 1SD, где Me — медиана, SD — стандартное отклонение анализируемой выборки. В нашем исследовании (суммарно мужчины и женщины 30—60 лет, n = 507) медиана составила 27,95 кг/м² (что близко к данным ВОЗ для соответствующих возрастных диапазонов [1]), границей между низким и средним значением ИМТ стала величина 22,74 кг/м², границей между средними и высокими значениями ИМТ — 33,16 кг/м². Согласно такому распределению нашей выборки, группа испытуемых с низкими значениями ИМТ (n = 77) включала 60 женщин и 17 мужчин, группа со средними значениями ИМТ (n = 343) включала 238 женщин и 105 мужчин, группа с высокими значениями ИМТ (n = 87) включала 78 женщин и 9 мужчин.

Анализ второго параметра — сенсомоторной реактивности на световой стимул — показал, что существуют различия в показателях женщин и мужчин во всех возрастных диапазонах (рис. 2). Кроме того, возрастная динамика в виде замедления реакции на световой стимул наблюдается только у женщин (тест Краскелл—Уоллеса : Н (2, n = 376) = 9,710 ρ = 0,008). Аналогичные закономерности выявлены и другими авторами с использованием других инструментальных методов оценки ВРС [11].

Особенности распределения рассматриваемой выборки по величинам ИМТ и ВРС позволили предположить наличие связи между ИМТ и латентным периодом сенсомоторных реакций. Оценка параметров телосложения и сенсомоторной реактивности у женщин и мужчин в зависимости от ИМТ показала следующее.

Анализ антропометрических данных показал, что, во-первых, статистически значимые различия по величине ИМТ (рис. 3, А) выявляются как для мужчин (тест Краскелл—Уоллеса: Н (2, n = 131) = 62,745, ρ = 0,000) и женщин (Н (2, n = 376) = 275,031, ρ = 0,000) по отдельности, так

для выборки в целом (Н (2, n = 507) = 344,998, ρ = 0,000). Во-вторых, несмотря на различия между полами по длине тела внутри каждой из групп (рис. 3, Б), межгрупповые (по ИМТ) различия не выявлены ни для мужчин, ни для женщин. В-третьих, несмотря на половой диморфизм по массе тела в каждой из групп (рис. 3, В), наблюдаются межгрупповые (по ИМТ) различия как для мужчин Н (2, n = 131) = 52,637, ρ = 0,000) и женщин (Н (2, n = 376) = 242,297, ρ = 0,000) по отдельности, так для выборки в целом (Н (2, n = 507) = 263,958, ρ = 0,000).

По латентным периодам сенсомоторной реактивности на световой стимул использованные методы статистического анализа не выявили межгрупповых

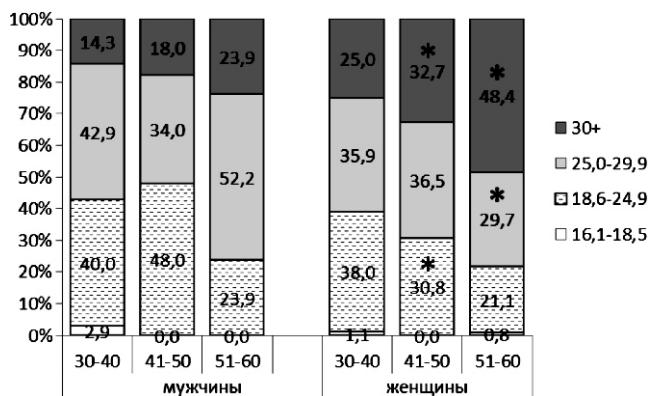


Рис. 1. Распределения мужчин и женщин разного возраста (возрастные интервалы указаны по оси абсцисс) в зависимости от величины ИМТ. Статистическая значимость различий между мужчинами и женщинами одного возраста (p<0,05 по двустороннему критерию χ²) обозначена звёздочкой.

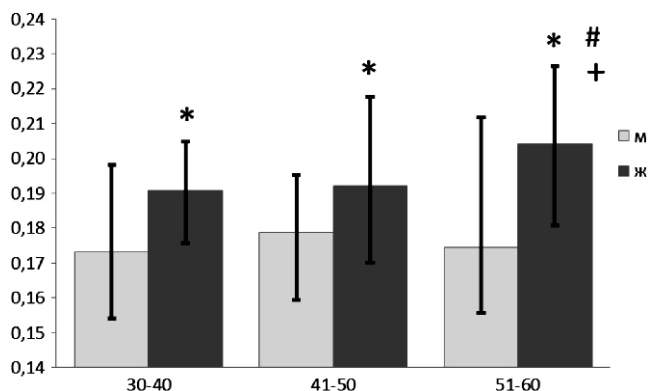


Рис. 2. Усреднённые величины латентных периодов простой сенсомоторной реакции на световой стимул (Me; Q1—Q3) у мужчин и женщин разного возраста (возрастные интервалы указаны по оси абсцисс). Статистическая значимость различий между мужчинами и женщинами одного возраста: * — p<0,05 по непараметрическому критерию Манн—Уитни), статистическая значимость различий между возрастными группами (p<0,05 по критерию Краскелл—Уоллеса): # — отличия от возраста 30—40 лет; + — отличия от возраста 41—50 лет.

различий между объединёнными выборками (рис. 4, справа) — ни для левой, ни для правой руки. Аналогичные закономерности выявлены для женщин из разных (по ИМТ) групп. Однако у мужчин со средними и высокими величинами ИМТ, показатели ВРС, во-первых, были более низкими, чем у женщин, особенно для правой руки (рис. 4, Б). Во-вторых, для правой руки выявлено наличие тенденции к снижению ВРС при возрастании ИМТ (рис. 4, Б), что также воспроизвелось при анализе усреднённых величин ВРС_{пр} (рис. 4, В). К сожалению, немногочисленность выборки мужчин с высоким ИМТ (n = 9) не позволяет сделать более определённые выводы.

рых, для правой руки выявлено наличие тенденции к снижению ВРС при возрастании ИМТ (рис. 4, Б), что также воспроизвелось при анализе усреднённых величин ВРС_{пр} (рис. 4, В). К сожалению, немногочисленность выборки мужчин с высоким ИМТ (n = 9) не позволяет сделать более определённые выводы.

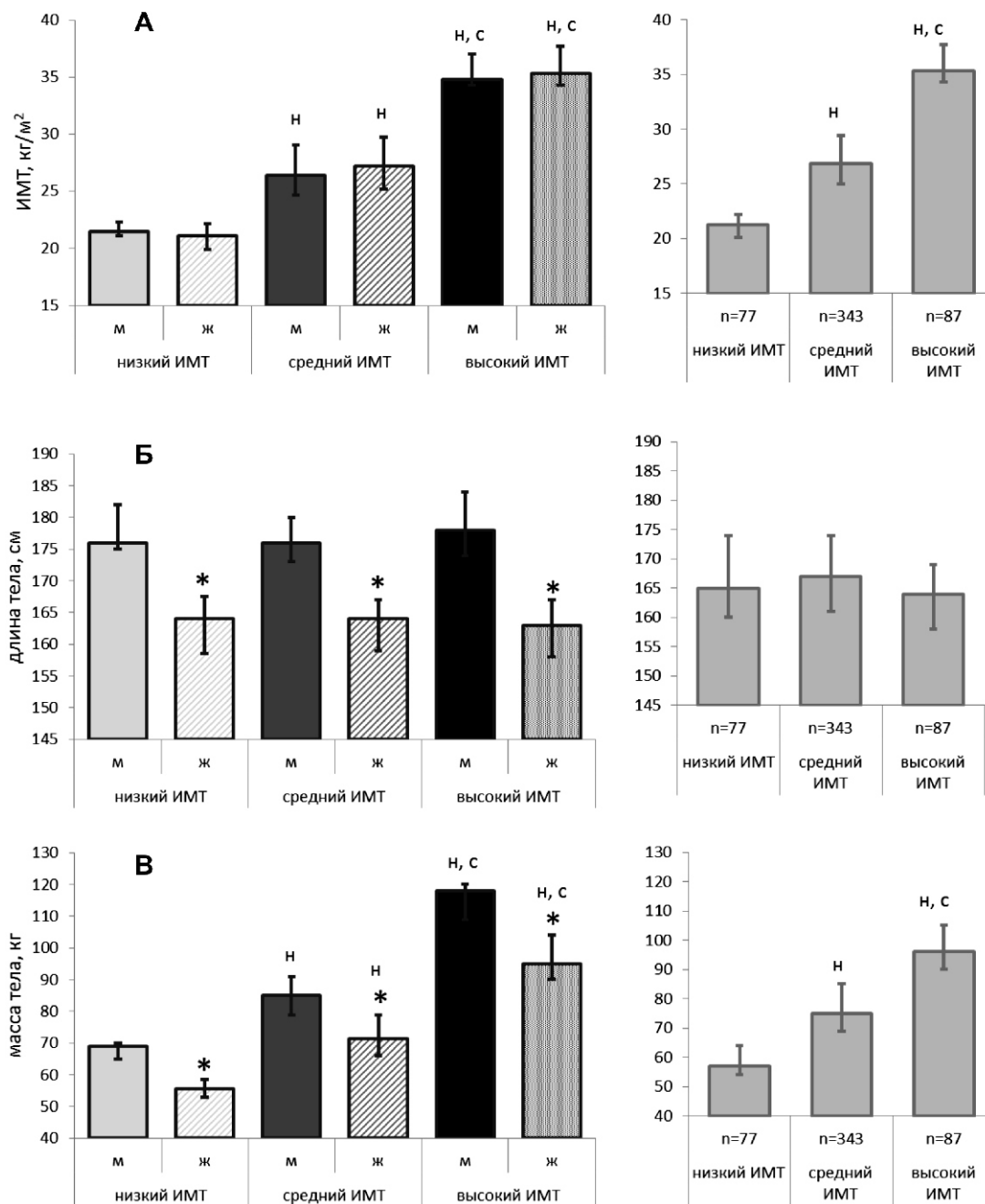


Рис. 3. ИМТ (А), длина (Б) и масса тела (В) у испытуемых с разным уровнем ИМТ (Ме; Q1–Q3). Слева — у мужчин (м) и женщин (ж), справа — в объединённых выборках. Статистическая значимость различий между мужчинами и женщинами (по непараметрическому критерию Манн–Уитни): * — $p < 0,05$. Отличия от группы «низкий ИМТ» ($p < 0,05$ по критерию Краскелл–Уоллеса) обозначены буквой «н», от группы «средний ИМТ» — буквой «с».

Заключение

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что развивающееся с возрастом алиментарное ожирение не оказывает негативного влияния на нейрофизиологические показатели сенсомоторной реактивности. Тогда патофизиологическим механизмом описываемых в литературе данных о возрастном снижении когнитивных процессов могут быть нару-

шения внутримозговых процессов анализа информации, в частности — дефицит рабочей памяти [17]. Моторные нарушения могут быть обусловлены нарушениями координации в работе рук, развивающимися гораздо раньше и в большей степени, чем нарушения в управлении одной конечностью [18]. При этом когнитивные и моторные нарушения могут развиваться независимо, по разным причинам и разным патофизиологическим механизмам [19].

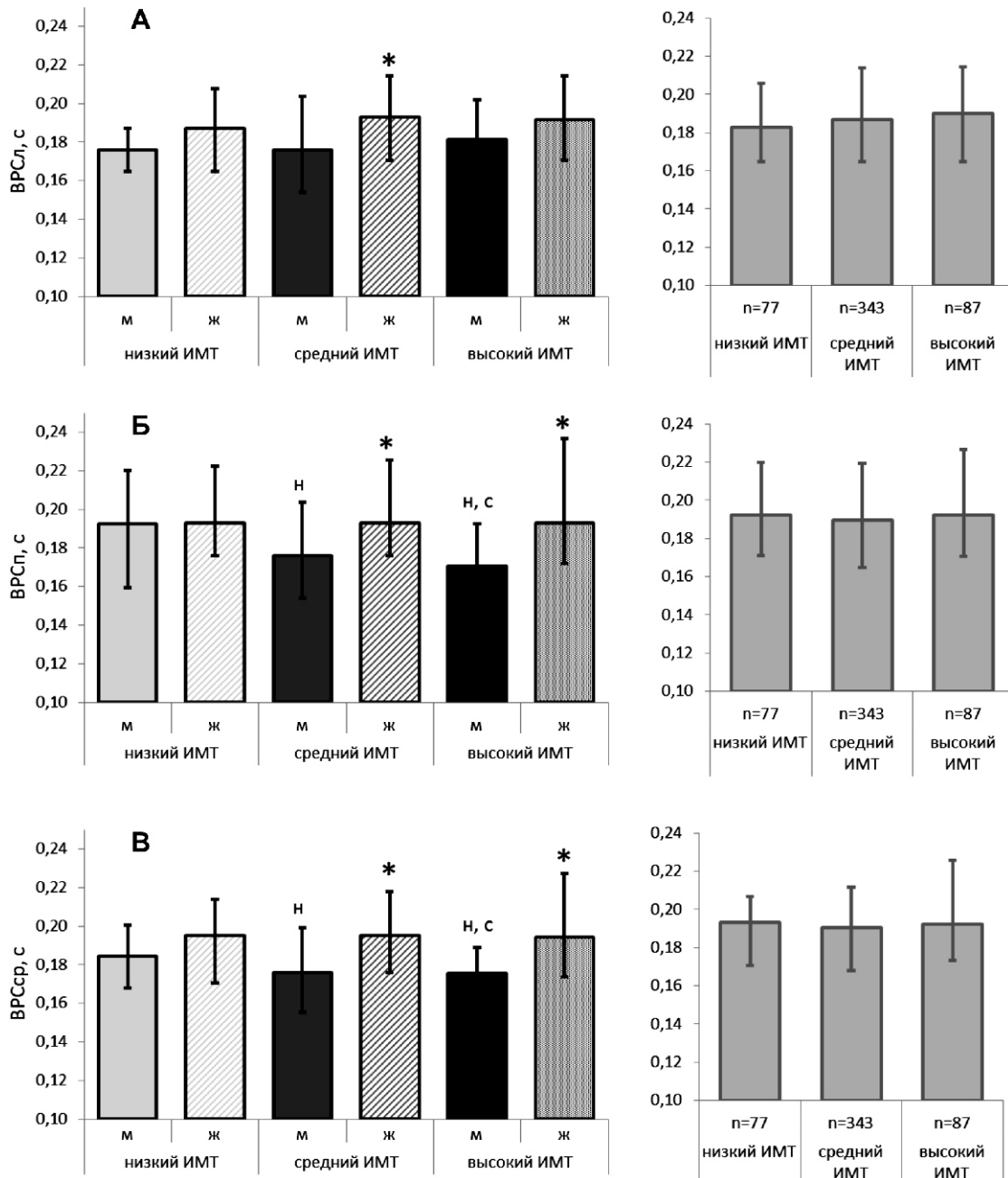


Рис. 4. ВРСл (А), ВРСп (Б) и ВРСср (В) у испытуемых с разным уровнем ИМТ (Ме; Q1–Q3). Слева — у мужчин и женщин, справа — в объединённых выборках. Обозначения статистической значимости — как на рис. 3.

Патофизиологические механизмы возрастных когнитивных нарушений могут включать также эмоциональные расстройства, вызванные жизненными обстоятельствами, и проявляющиеся в виде нарушений пищевого поведения с предсказуемым повышением ИМТ [2]. Нельзя игнорировать и генетическую предрасположенность: показано, что более низкие объёмные показатели гиппокампальной ткани у людей с ожирением не исчезают после коррекции массы тела [6]. Есть также предположение, что возрастное повышение массы тела у женщин может быть связано с накоплением ряда микроэлементов [20].

References

1. WHO Global Infobase. URL: <https://apps.who.int/infobase/Indicators.aspx>.
2. Sagardoy C.R., Morales G.L.T., Ostolaza S.G. et al. Emotional processing in adult vs adolescent patients with eating behavior disorders; emotional recognizing and the mental theory. *Nutr Hosp.* 2014; 29(4): 941-52. doi: 10.3305/nh.2014.29.4.7326. (Article in Spanish)
3. Dejong H., Van den Eynde F., Broadbent H. et al. Social cognition in bulimia nervosa: a systematic review. *Eur. Psychiatry.* 2013; 28(1): 1-6. doi: 10.1016/j.eurpsy.2011.07.002.
4. Sabia S., Kivimaki M., Shipley M.J. et al. Body mass index over the adult life course and cognition in late midlife: the Whitehall II Cohort Study. *Am. J Clin. Nutr.* 2009; 89(2): 601-7. doi: 10.3945/ajcn.2008.26482.
5. Singh-Manoux A., Czernichow S., Elbaz A. et al. Obesity phenotypes in midlife and cognition in early old age: the Whitehall II cohort study. *Neurology.* 2012; 79(8): 755-62. doi: 10.1212/WNL.0b013e3182661f63.
6. Isaac V., Sim S., Zheng H. et al. Adverse Associations between Visceral Adiposity, Brain Structure, and Cognitive Performance in Healthy Elderly. *Front Aging Neurosci.* 2011; 3: 12. doi: 10.3389/fnagi.2011.00012. eCollection 2011.
7. Aslan A.K., Starr J.M., Pattie A., Deary I. Cognitive consequences of overweight and obesity in the ninth decade of life? *Age Ageing.* 2015; 44(1): 59-65. doi: 10.1093/ageing/afu108.
8. Santos N.C., Costa P.S., Cunha P. et al. Clinical, physical and lifestyle variables and relationship with cognition and mood in aging: a cross-sectional analysis of distinct educational groups. *Front Aging Neurosci.* 2014; 6: 21. doi: 10.3389/fnagi.2014.00021. eCollection 2014.
9. 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.
10. vanDinteren R., Arns M., Jongsma M.L., Kessels R.P. P300 development across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2014; 9(2):e87347. doi: 10.1371/journal.pone.0087347. eCollection 2014.
11. Callisaya M.L., Blizzard L., Schmidt M.D. et al. A population-based study of sensorimotor factors affecting gait in older people. *Age Ageing.* 2009; 38(3): 290-5. doi: 10.1093/ageing/afp017.
12. Lebedeva M.A., Khlebnikova N.N., Arkhipova E.N. et al. Study of functional activity of psychomotor processes and the nature of metabolism regulation for physiological development rates of children objective registration. *Pathogenesis.* 2012; 10(2): 32-8. (In Russian)
13. Pankova N.B., Lebedeva M.A., Slezko V.N. et al. Psychomotor coordination and sensory-motor reactivity in patients with vertebral pathology. *Pathogenesis.* 2003; 1(1): 86-9. (In Russian)
14. 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. *Pathogenesis.* 2015; 13(1): 48-53. PMID: 22891552 (In Russian)
15. 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): 282-92. (In Russian)
16. Must A., Dallal G.E., Dietz W.H. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am. J Clin. Nutr.* 1991; 53: 839-46. PMID: 2008861
17. Pinal D., Zurrón M., Diaz F. Age-related changes in brain activity are specific for high order cognitive processes during successful encoding of information in working memory. *Front Aging Neurosci.* 2015; 7:75. doi: 10.3389/fnagi.2015.00075. eCollection 2015.
18. Hoff M., Trapp S., Kaminski E. et al. Switching between hands in a serial reaction time task: a comparison between young and old adults. *Front Aging Neurosci.* 2015; 7:176. doi: 10.3389/fnagi.2015.00176. eCollection 2015.
19. Cai L., Chan J.S., Yan J.H., Peng K. Brain plasticity and motor practice in cognitive aging. *Front Aging Neurosci.* 2014; 6:31. doi: 10.3389/fnagi.2014.00031. eCollection 2014.
20. Skalnaya M.G., Tinkov A.A., Demidov V.A., Serebryansky E.P., Nikonov A.A., Skalny A.V. Hair ultra-trace elements in relation to age and body mass index in adult women. *J. Elem.* 2016; 21(1): 211-20. DOI: 10.5601/jelem.2015.20.3.924

Поступила 15.11.15

Сведения об авторах:

Панкова Наталья Борисовна — доктор биол. наук, доц., гл.н.с. лаб. физико-химической и экологической патофизиологии, nbrankova@gmail.com

Лебедева Марина Андреевна — кандидат биол. наук, вед.н.с. лаб. физико-химической и экологической патофизиологии, ma_lebedeva@mail.ru

Хлебникова Надежда Николаевна — кандидат биол. наук, вед.н.с. лаб. общей патологии нервной системы, panikh@yandex.ru

Карганов Михаил Юрьевич — доктор биол. наук, проф., зав. лаб. физико-химической и экологической патофизиологии, mkarganov@mail.ru