

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ В ПОКОЕ И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У ДЕВУШЕК 18–23 ЛЕТ С РАЗЛИЧНЫМ ТОНУСОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

А.П. Кузнецов, Ю.А. Васильева, Л.Н. Смелышева, А.В. Кайгородцев
Курганский государственный университет, г. Курган

Цель: изучение взаимоотношения между половыми гормонами и психофизиологическими показателями при различных воздействиях на организм человека, в том числе и при действии мышечного напряжения. **Организация и методы исследования.** В исследовании принимали участие 50 студентов-добровольцев женского пола в возрасте 18–23 лет. Было проведено две серии наблюдений: 1 – в условиях относительного мышечного покоя, 2 – сразу после выполнения дозированной нагрузки на велоэргометре продолжительностью 20 мин и объемом 24 500 кг/м. Частота педалирования составляла 60 об/мин. С помощью программно-аппаратного комплекса «Варикард 2.51» исследовали исходный тонус автономной нервной системы. Измерение скорости сенсомоторных реакций осуществлялось с помощью программно-аппаратного комплекса «ПС-ПсихоТест». **Результаты исследования.** Установлено, что при преобладании парасимпатического или симпатического тонуса нервной системы наблюдаются различия в содержании половых гормонов в условиях покоя и после выполнения мышечной нагрузки. Существенное увеличение концентрации половых гормонов после выполнения мышечной нагрузки характерно у ваготоников, снижение скорости простых сенсомоторных реакций выявлено у симпатотоников. Обнаружены достоверные корреляционные связи между содержанием ФСГ, ЛГ, эстрадиолом, кортизолом и психофизиологическими показателями. **Заключение.** Анализ показателей концентрации гормонов у лиц с различными индивидуально-типологическими особенностями баланса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и психофизиологическими показателями в покое и после выполнения дозированной нагрузки дает основание полагать, что уровень гормонов оказывает влияние на скорость зрительно-моторной, слухо-моторной (как простой и особенно сложной) и количество допущенных ошибок.

Ключевые слова: тонус вегетативной нервной системы, половые гормоны, физическая нагрузка, психофизиологический показатель.

Введение. После того как были открыты рецепторы половых гормонов и прогестерона в нейронах и глиоцитах головного мозга и их способность влиять на функциональное состояние нервных клеток неотрикса, заметно возрос интерес исследователей к изучению влияния этих гормонов на поведенческие реакции организма [11, 18, 21].

Половые гормоны способны принимать прямое участие в деятельности ЦНС (скорость переработки информации, скорость сенсомоторных реакций, торможение и угнетение условных рефлексов и др.), а также оказывать существенное влияние на высшую нервную деятельность – мобилизацию внимания, память, ассоциативное мышление, обу-

чаемость и т. п. [5]. Данная особенность объясняется способностью половых гормонов и прогестерона, вырабатываемых в яичниках и коре надпочечников, проходить через гематоэнцефалический барьер [2, 4, 13, 17]. В то же время в ряде работ убедительно показано, что содержание половых гормонов в мозге обусловлено не только их переходом через гематоэнцефалический барьер, но и их синтезом в головном мозге [14, 19, 22]. I. Zwain, S. Yen выявили, что олигодендроциты, астроциты и нейроны головного мозга крыс имеют способность вырабатывать стероидные гормоны (прогестерон, тестостерон, дигидроэпиандростерон, эстриол и эстрон) [22]. Все это означает, что образующиеся в головном мозге

эстрогены и прогестерон способны оказывать существенное влияние на деятельность коры больших полушарий [7].

В связи этим целью исследования являлось изучение взаимоотношения между половыми гормонами и психофизиологическими показателями при различных воздействиях на организм человека, в том числе и при действии мышечного напряжения.

Организация и методы исследования.

В исследовании принимали участие 50 студентов-добровольцев женского пола в возрасте 18–23 лет. Было проведено две серии наблюдений: 1 – в условиях относительного мышечного покоя, 2 – сразу после выполнения дозированной нагрузки на велоэргометре продолжительностью 20 мин и объемом 24 500 кг/м. Частота педалирования составляла 60 об/мин.

С помощью программно-аппаратного комплекса «Варикард 2.51» исследовали исходный тонус автономной нервной системы. На основе математического анализа вариабельности сердечного ритма [1, 6] и в зависимости от тонуса вегетативной нервной системы все обследуемые были разделены на три группы (ваготоники, нормотоники и симпатоники) [3]. Определялся ряд показателей, позволяющий в совокупности дать качественную оценку вегетативного баланса: стандартное отклонение кардиоинтервалов (SDNN, мс), амплитуда моды кардиоинтервалов (АМо, %), вариационный размах (MxDMn, мс), индекс напряжения (ИН, усл. ед.). В качестве индикатора вегетативного баланса выбран индекс напряжения регуляторных систем [8], который у ваготоников не превышал 30 усл. ед., у нормотоников составлял от 31 до 120 усл. ед., а у симпатотоников – от 120 усл. ед.

Измерение скорости сенсомоторных реакций осуществлялось с помощью программно-аппаратного комплекса «ПС-ПсихоТест». Оценивали скорость простых (простая зрительно-моторная и слухо-моторная реакции) и сложных (реакция выбора и корректурный тест (звуковой вариант)) реакций. Оценка результатов осуществлялась на основе среднего значения времени реакции, стандартного отклонения (показателя стабильности реагирования) и количества совершенных ошибок.

Исследовали содержание в сыворотке крови половых гормонов фолликулостимулирующего (ФСГ), лютинизирующего (ЛГ) гормонов, прогестерона, тестостерона, эстрадио-

ла и кортизола. Забор крови осуществлялся из локтевой вены утром натощак в покое и после выполнения мышечной нагрузки на 7-8 день фолликулярной фазы.

Полученные данные обработаны с помощью прикладных программ Excel 2007, Statistica 6.0.

Результаты исследования. В зависимости от индивидуально-типологических особенностей баланса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в условиях относительного мышечного покоя выявлены различия в содержании в сыворотке крови фолликулостимулирующего гормона, тестостерона, эстрадиола и кортизола (рис. 1).

У лиц с преобладанием тонуса парасимпатической нервной системы (ваготоников) обнаружили самые низкие значения содержания ФСГ, тестостерона и кортизола по сравнению с симпатотониками и нормотониками ($P < 0,05$). Низкие значения концентрации эстрадиола отмечены у нормотоников по сравнению с ваготониками и симпатотониками ($P < 0,05$).

Дозированная велоэргометрическая нагрузка вызывала достоверные изменения содержания гормонов у лиц с различными типологическими особенностями вегетативной нервной системы. Если у симпатотоников выявлено снижение содержания эстрадиола и кортизола, то у нормотоников напротив обнаружено повышение содержания в сыворотке крови данных гормонов ($P < 0,05$). При этом у лиц с преобладанием тонуса парасимпатического отдела нервной системы обнаружено самое высокое содержание прогестерона ($6,19 \pm 0,47$ нмоль/л) по сравнению с симпатотониками $4,95 \pm 0,38$ нмоль/л ($P < 0,05$) и нормотониками $5,11 \pm 0,31$ нмоль/л ($P < 0,05$).

Параллельно у этих групп испытуемых были исследованы показатели скорости простых сенсомоторных реакций (рис. 2). В условиях относительного мышечного покоя были отмечены достоверные различия в скорости слухо-моторных реакций у ваготоников $148,13 \pm 4,43$ мс, у симпатотоников $166,03 \pm 6,07$ мс и нормотоников $162,4 \pm 4,43$ мс ($P < 0,05$). Причем в группе симпатотоников наблюдалось самое большое число ошибок при исследовании зрительно-моторной реакции. А при анализе показателей слухо-моторной реакции меньше всего ошибок допустили ваготоники ($P < 0,05$).

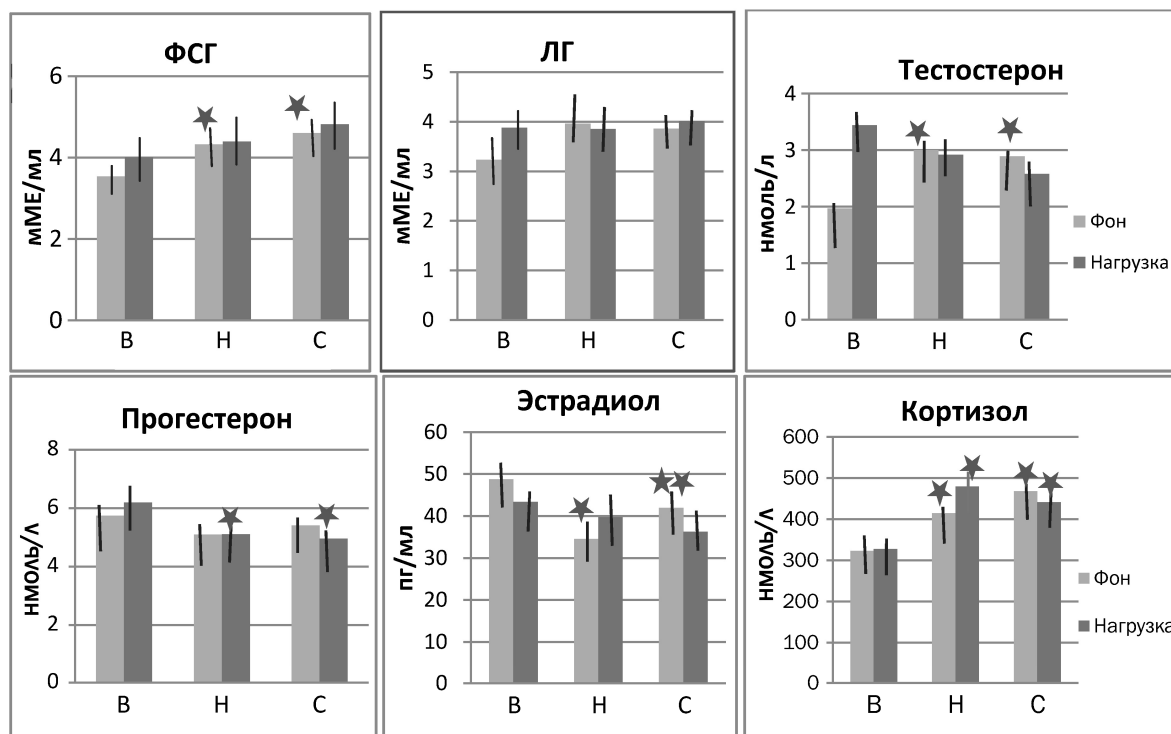


Рис. 1. Влияние мышечной нагрузки на содержание гормонов в сыворотке крови у лиц с различным уровнем вегетативного баланса: В – ваготония, Н – нормотония, С – симпатотония; * – P < 0,05, различия достоверны по сравнению с группой студентов с ваготонией; ** – P < 0,05, различия достоверны по сравнению с группой студентов с нормотонией

Fig. 1. Influence of exercise on plasma hormone concentration in people with different levels of vegetative balance: В – vagotonia (parasympathicotonia), Н – normotonia, С – sympathotonia; * – P < 0.05, differences are significant as compared to the students with vagothonia, ** – P < 0.05, differences are significant as compared to the students with normotonia

Существенные различия установлены при исследовании сложных сенсомоторных реакций у лиц с различным уровнем вегетативного баланса (рис. 3). Причем наименьшее значение времени сложных сенсомоторных реакций обнаружено у симпатотоников, а наибольшее время отмечено у нормотоников и ваготоников.

Дозированная велоэргометрическая нагрузка оказывала значительное влияние на скорость простых и сложных сенсомоторных реакций. Причем если в покое симпатотоники имели самую высокую скорость простых зрительно-моторных реакций, то после выполнения физической нагрузки у них также фиксировалась самая высокая скорость психомоторных реакций. Однако заслуживает внимания тот факт, что после дозированной нагрузки количество ошибок во всех группах достоверно снизилось.

Заключение. Современные данные по влиянию эстрогенов и прогестерона на функциональную активность головного мозга,

нейроглию и синаптические процессы свидетельствуют о том, что проникая через гематоэнцефалический барьер, они воздействуют на соответствующие рецепторы нервных клеток, в том числе и адренергетические нейроны. Эстрогены и прогестерон контролируют выделение гонадолиберина нейронами гипоталамуса и оказывают влияние на продукцию ЛГ и ФСГ в гипоталамусе [10, 15]. Именно через цитозольные и нецитозольные рецепторы эстрогенов и прогестерона в нейронах мозга половые гормоны влияют на функциональное состояние нейронов [9, 12, 16, 20].

Чтобы выяснить взаимосвязь между уровнем гормонов в сыворотке крови и показателями сенсомоторных реакций мы определяли коэффициент корреляции (r) Пирсона между этими показателями.

В результате проведенных нами исследований было установлено, что у лиц с преобладанием тонуса парасимпатической системы в покое (по сравнению с нормотониками и симпатотониками) – самые низкие концентрация

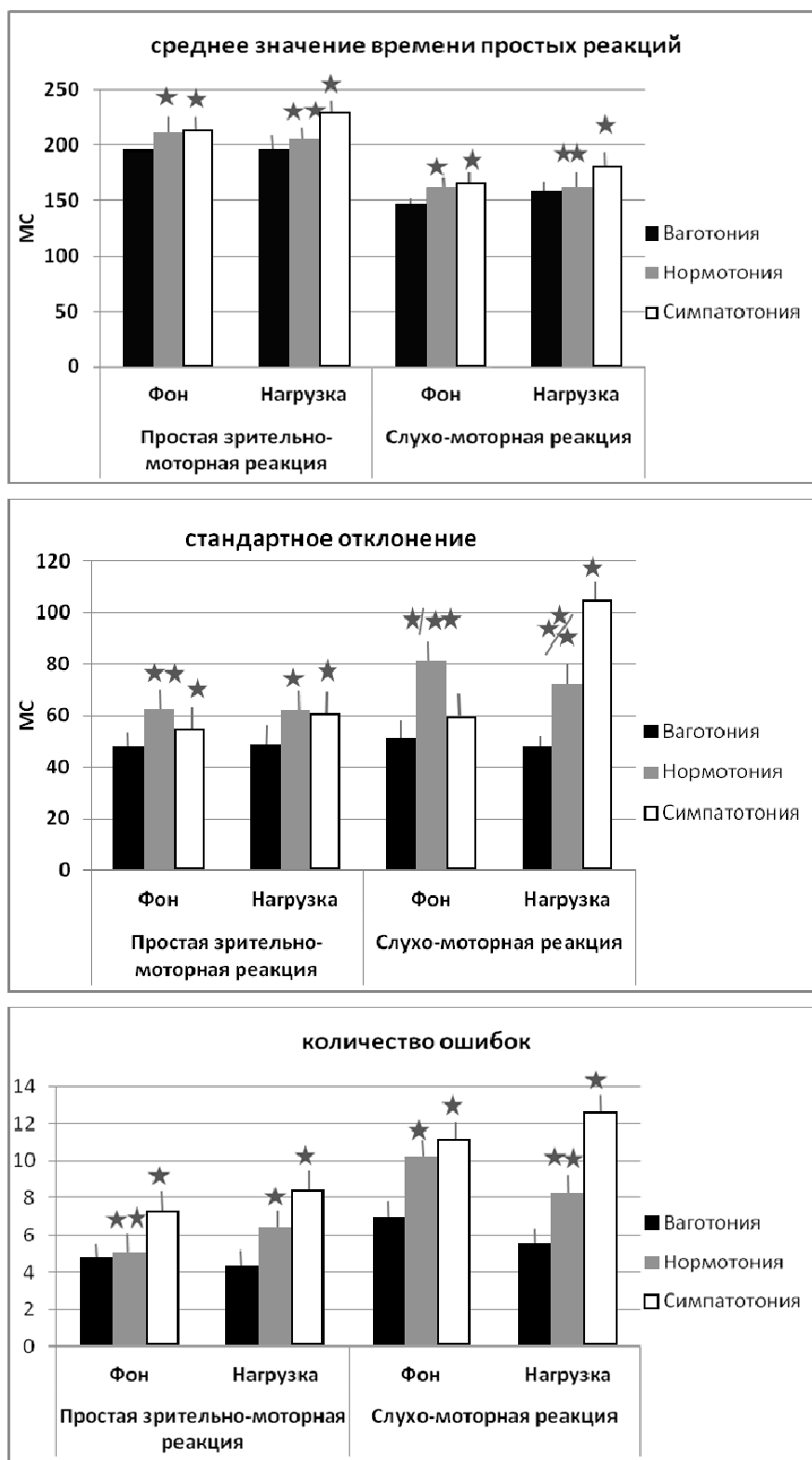


Рис. 2. Влияние мышечной нагрузки показатели простых сенсомоторных реакций у лиц с различным уровнем вегетативного баланса: * – $P < 0,05$, различия достоверны по сравнению с группой студентов с ваготонией; ** – $P < 0,05$, различия достоверны по сравнению с группой студентов с симпатотонией

Fig. 2. Influence of exercise on the indicators of simple sensomotor reactions in people with different levels of vegetative balance: * – $P < 0.05$, differences are significant as compared to the students with vagotonia, ** – $P < 0.05$, differences are significant as compared to the students with sympatotonia

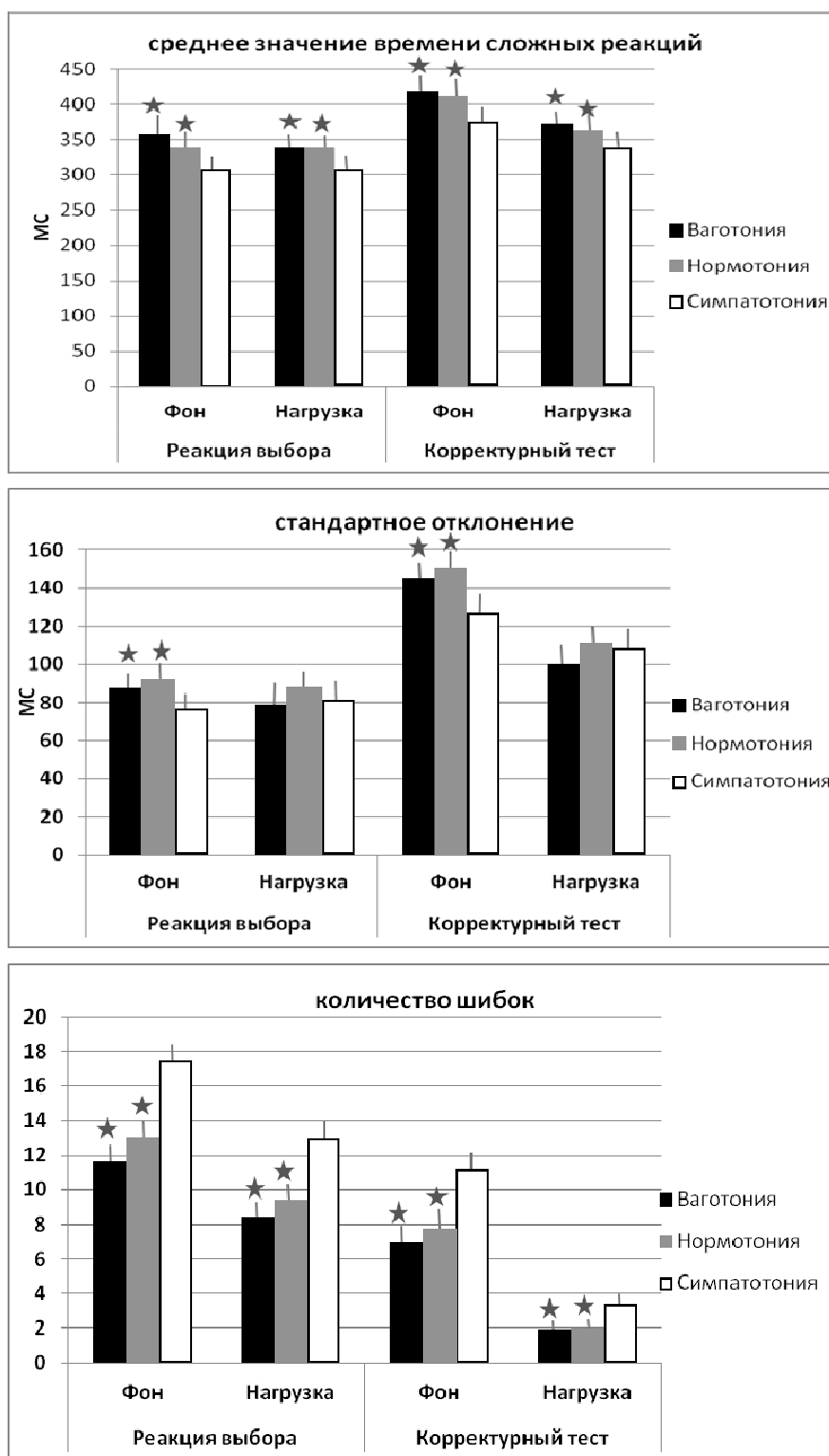


Рис. 3. Влияние мышечной нагрузки показатели сложных сенсомоторных реакций у лиц с различным уровнем вегетативного баланса: * – $P < 0,05$, различия достоверны по сравнению с группой студентов с симпатотонией

Fig. 3. Influence of exercise on the indicators of complex sensorimotor reactions in people with different levels of vegetative balance: * – $P < 0.05$, differences are significant as compared to the students with sympathotonia

ФСГ, ЛГ, тестостерона и кортизола, но самые высокие значения концентрации прогестерона и эстрадиола. Параллельно у них фиксируется более высокая и стабильная скорость простых сенсомоторных реакций и меньшее количество допускаемых ими ошибок. При этом между содержанием ФСГ и количеством ошибок при слухо-моторной реакции коэффициент корреляции равнялся 0,85 ($p < 0,01$), а между концентрацией кортизола и количеством ошибок при простой зрительно-моторной реакции – $r = -0,53$ ($p < 0,05$), а при слухо-моторной реакции – $r = -0,62$ ($p < 0,05$).

У лиц с преобладанием в условиях покоя тонуса симпатической нервной системы выявлены наибольшие значения времени простой зрительно-моторной и слухо-моторной реакции. Причем они совершали наибольшее количество ошибок по сравнению с ваготониками и нормотониками. Однако достоверных корреляционных связей между психофизиологическими показателями и концентрациями гормонов в сыворотке крови у них не обнаружено.

У нормотоников при балансе парасимпатического и симпатического тонуса выявлены отрицательные связи между ФСГ и количеством ошибок при реакции выбора ($r = -0,50$; $p < 0,05$) и положительные связи между ЛГ и количеством ошибок при простой зрительно-моторной реакции ($r = 0,49$; $p < 0,05$), между концентрацией эстрадиола и количеством ошибок при выполнении корректурного теста ($r = 0,65$; $p < 0,01$).

После выполнения дозированной велоэргометрической нагрузки эти связи или усиливаются, или остаются такими же. И только у лиц с преобладанием тонуса симпатической нервной системы заметно возросло количество положительных корреляционных связей между ФСГ, ЛГ и эстрадиолом и показателями скорости реакции на свет и звук и количество ошибок.

Итак, в условиях относительного покоя у лиц с преобладанием тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы выявлены самые низкие значения ($p < 0,05$) концентрации в сыворотке крови ФСГ, тестостерона и кортизола. Параллельно у них обнаружена самая быстрая скорость слухо-моторной реакции и они допускали меньше всего ошибок, по сравнению с нормотониками и симпатотониками. А при исследовании сложных сенсомоторных реакций наименьшее

значение времени обнаружено у симпатотоников.

Физическая нагрузка вызывала снижение эстрадиола и кортизола у симпатотоников, а у нормотоников отмечено достоверное повышение этих гормонов после дозированной нагрузки. У ваготоников в этих условиях отмечено самое большое повышение прогестерона ($p < 0,05$). Во всех группах после выполнения дозированной нагрузки достоверно снижалось количество ошибок.

Максимальное число корреляционных связей отрицательной направленности обнаружено у ваготоников между содержанием ФСГ, эстрадиола, кортизола и количеством допускаемых ошибок в реакции выбора, корректурном тесте, слухо-моторной реакции в условиях относительного мышечного покоя. После выполнения мышечной нагрузки отмечены только достоверные положительные связи у симпатотоников и нормотоников, между содержанием гормонов и психофизиологическими показателями.

Литература

1. Агаджанян, Н.А. Сравнительные особенности variability сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природно-климатических регионах / Н.А. Агаджанян, Т.Е. Батоцыренова, А.Е. Северин // Физиология человека. – 2001. – Т. 33, № 6. – С. 66–70.
2. Айламазян, Э.К. Акушерство. Национальное руководство / Э.К. Айламазян, В.И. Кулаков, В.Е. Радзинский. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 1218 с.
3. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 222 с.
4. Вихляева, Е.М. Руководство по эндокринной гинекологии / Е.М. Вихляева. – 3-е изд. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 784 с.
5. Изменения жидкостных сред и водно-солевого обмена в условиях антиортостатической гипокинезии и пассивных поструральных проб при разных уровнях гидратации организма / Г.Ю. Васильева, И.А. Ничипорук, М. Ларина и др. // Тез. докл. Междунар. конф. «Медико-биологические аспекты действия физических факторов», 2006. – С. 247–249.
6. Ноздрачев, А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы /

А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 95–101.

7. Ходырев, Г.Н. Влияние эстрогенов и прогестерона на функциональное состояние нейронов головного мозга / Г.Н. Ходырев, В.И. Циркин // Вестник Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 2(3). – С. 295–299.

8. Щербатых, Ю.В. Экзамен и здоровье / Ю.В. Щербатых // Высш. образование в России. – 2000. – № 3. – С. 53–56.

9. Al-Dahan, M. Regulation of cyclic AMP level by progesterone in ovariectomized rat neocortex / M. Al-Dahan, M. Jalian Tehrani, R. Thalman // Brain Res. – 1999. – Vol. 824, № 2. – P. 258–266.

10. Etgen, A. Ovarian steroid growth and factor regulation of female reproductive function involves modification of hypothalamic alpha l-adrenoceptor signaling / A. Etgen // Ann. N. Acad. Sci. – 2003. – Vol. 1007. – P. 153–161.

11. Gould, E. Gonadal steroids regulate dendritic spine density in hippocampal pyramidal cells in adulthood / E. Gould, C. Wolley, M. Frankfurt // Neurosci. – 1990. – Vol. 10, № 4. – P. 1286–1291.

12. Kelley, B. Progesterone blocks multiple routes of ion flux / B. Kelley, P. Mermelstein // Mol. Cell Neurosci. – 2011. – Vol. 48, № 2. – P. 137–141.

13. Krause, D. Influence of sex steroid hormones cerebrovascular function / D. Krause, S. Duckles, D. Pelligrino // J. Applied Physiology. – 2006. – Vol. 101, № 4. – P. 1252–1261.

14. MacLusky, N. Estrogen and binding in the cerebral cortex of the developing rhesus monkey / N. MacLusky, F. Naftolin, P. Goldman-Rakic // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1986. – Vol. 83, № 2. – P. 513–516.

15. Martini, M. Synergic effects of estradiol and progesterone on regulation of the hypothalamic neuronal nitric oxide synthase expression in ovariectomized mice / M. Martini, M. Pradotto, G. Panzica // Brain Res. – 2011. – № 1404. – P. 1–9.

16. McEwen, B. Invited review: Estrogens effects on the brain: multiple sites and mechanisms / B. McEwen // J. Appl. Physiol. – 2001. – Vol. 91, № 6. – P. 2785–2801.

17. Pardridge, W. Transport of steroid hormones through the rat blood-brain barriers. Primary role of albumin-bound hormone / W. Pardridge, L. Mietus // J. Clin. Invest. – 1979. – Vol. 64. – P. 145–154.

18. Quadros, P. Distribution of progesterone receptor immunoreactivity in the fetal and neonatal rat forebrain / P. Quadros, J. Pfau, C. Wagner // J. Comp. Neurol. – 2007. – Vol. 504, № 1. – P. 42–56.

19. Schumacher, M. Progesterone synthesis in the nervous system: implications for myelination and myelin repair / M. Schumacher, R. Husain, N. Gago // Front. Neurosci. – 2012. – Vol. 6. – P. 10–11.

20. Toran-Allerand, C. Estrogen and the brain: beyond ER-alpha, ER-beta, and 17beta-estradiol / C. Toran-Allerand // Ann. N. Y. Acad. Sci. – 2005. – Vol. 1052. – P. 136–144.

21. Wagner, C. Sex differences in progesterone receptor immunoreactivity in neonatal mouse brain depend on estrogen receptor alpha expression / C. Wagner, J. Pfau, G. De Vries // Neurobiol. – 2001. – Vol. 47, № 3. – P. 176–182.

22. Zwain, I. Neurosteroidogenesis in astrocytes, oligodendrocytes, and neurons of cerebral cortex of rat brain / I. Zwain, S. Yen // Endocrinology. – 1999. – Vol. 140. – P. 3843–3852.

Кузнецов Александр Павлович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет, г. Курган, afigh@kgsu.ru.

Васильева Юлия Анатольевна, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет, г. Курган, iuliiia_vasilieva_1990@vmail.ru.

Смелышева Лада Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет, г. Курган, smelisheva@yandex.ru.

Кайгородцев Андрей Владимирович, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет, г. Курган, afigh@kgsu.ru.

Поступила в редакцию 16 октября 2016 г.

CORRELATION BETWEEN CONCENTRATION OF SEX HORMONES AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS AT REST AND AFTER EXERCISE IN 18-23-YEAR-OLD GIRLS WITH DIFFERENT VEGETATIVE NERVOUS SYSTEM TONES

A.P. Kuznetsov, *afgh@kgsu.ru*,
Yu.A. Vasilyeva, *iuliia_vasilieva_1990@vail.ru*,
L.N. Smelysheva, *smelisheva@yandex.ru*,
A.V. Kaigorodtsev, *afgh@kgsu.ru*
Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation

Aim: to study correlations between sex hormones and psychophysiological indicators at various impacts on the body, including muscle strain. **Materials and Methods.** The study involved 50 volunteers – 18-23-year-old female students. Two series of observation were conducted: 1 – at relative muscle rest, 2 – immediately after exercise at cycle ergometer (time – 20 min, workload – 24,500 kg/m). Pedaling rate was 60 rotations per minute. Using software-hardware complex “Varikard 2.51” we studied the baseline tone of autonomous nervous system. Sensomotor reaction rate was measured using PS-Psikhotest complex. **Results.** It was found that if parasympathetic or sympathetic tone of the nervous system prevailed the concentrations of sex hormones at rest and after exercise. The significant increase of the concentration of sex hormones was typical of the vagotonics, and the decreased rate of simple sensomotor reactions was observed in sympathotonics. The significant correlations were revealed between the concentrations of follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, estradiol and cortisol – and psychophysiological indicators. **Conclusion.** The analysis of hormones in people with different individually typological features of balance of sympathetic and parasympathetic parts of the vegetative nervous system and psychophysiological indicators at rest and after exercise suggests that the level of hormones influences the rate of visuomotor and auditory-motor reactions (both simple and, especially, complex) and error rate.

Keywords: vegetative nervous system tone, sex hormones, exercise, psychophysiological indicators.

References

1. Agadzhanian N.A., Batotsyrenova T.E., Severin A.E. [Comparative Characteristics of Heart Rate Variability in Students Living in Different Climatic Regions]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2001, vol. 33, no. 6, pp. 66–70. (in Russ.)
2. Aylamazyan E.K., Kulakov V.I., Radzinskiy V.E. *Akusherstvo. Natsional'noe rukovodstvo* [Obstetrics. National Leadership]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2009. 1218 p.
3. Baevskiy R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical Analysis of Heart Rate Changes During Stress]. Moscow, Nauka Publ., 1984. 222 p.
4. Vikhlyaeva E.M. *Rukovodstvo po endokrinnoy ginekologii* [Manual Endocrine Gynecology]. 3rd ed. Moscow, OOO Medical News Agency Publ., 2006. 784 p.
5. Vasil'eva G.Yu., Nichiporuk I.A., Larina M., Noskov V.B., Morukov B.V., Pastushkova L.Kh. [Changes in Liquid Environments and Water-Salt Metabolism in the Conditions Antiorthostatic Hypokinesia and Postural Passive Sampling at Different Levels of Hydration]. *Tezisy doklady Mezhdunarodnaya konferentsiya “Mediko-biologicheskie aspekty deystviya fizicheskikh faktorov”* [Abstracts of the International Conference Medical and Biological Aspects of the Action of Physical Factors], 2006, pp. 247–249. (in Russ.)
6. Nozdrachev A.D., Shcherbatykh Yu.V. [Current Methods for Evaluating the Functional State of Autonomic (Vegetative) Nervous System]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2001, vol. 27, no. 6, pp. 95–101. (in Russ.)

7. Khodyrev G.N., Tsirkin V.I. [Effect of Estrogen and Progesterone on the Functional State of Neurons in the Brain]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta imeni N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University Named After N.I. Lobachevsky], 2012, no. 2(3), pp. 295–299. (in Russ.)
8. Shcherbatykh Yu.V. [Examination and Health]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 2000, no. 3, pp. 53–56. (in Russ.)
9. Al-Dahan M., Tehrani M.T., Thalmann R. Regulation of Cyclic AMP Level by Progesterone in Ovariectomized Rat Neocortex. *Brain Res.* 1999, vol. 824, no. 2, pp. 258–266. DOI: 10.1016/S0006-8993(99)01222-6
10. Etgen A. Ovarian Steroid Growth and Factor Regulation of Female Reproductive Function Involves Modification of Hypothalamic Alpha 1-Adrenoceptor Signaling. *Ann. N. Acad. Sci.*, 2003, vol. 1007, pp. 153–161. DOI: 10.1196/annals.1286.015
11. Gould E., Wolley C., Frankfurt M. Gonadal Steroids Regulate Dendritic Spine Density in Hippocampal Pyramidal Cells in Adulthood. *Neurosci.*, 1990, vol. 10, no. 4, pp. 1286–1291.
12. Kelley B., Mermelstein P. Progesterone Blocks Multiple Routes of Ion Flux. *Mol. Cell Neurosci.*, 2011, vol. 48, no. 2, pp. 137–141. DOI: 10.1016/j.mcn.2011.07.002
13. Krause D., Duckles S., Pelligrino D. Influence of Sex Steroid Hormones Cerebrovascular Function. *J. Applied Physiology*, 2006, vol. 101, no. 4, pp. 1252–1261. DOI: 10.1152/jappphysiol.01095.2005
14. MacLusky N., Naftolin F., Goldman-Rakic P. Estrogen and Binding in the Cerebral Cortex of the Developing Rhesus Monkey. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1986, vol. 83, no. 2, pp. 513–516. DOI: 10.1073/pnas.83.2.513
15. Martini M., Pradotoo M., Panzica G. Synergic Effects of Estradiol and Progesterone on Regulation of the Hypothalamic Neuronal Nitric Oxide Synthase Expression in Ovariectomized Mice. *Brain Res.*, 2011, no. 1404, pp. 1–9. DOI: 10.1016/j.brainres.2011.06.017
16. McEwen B. Invited Review: Estrogens Effects on the Brain: Multiple Sites and Molechanisms. *J. Appl. Physiol.*, 2001, vol. 91, no. 6, pp. 2785–2801.
17. Pardridge W., Mietus L. Transport of Steroid Hormones Through the Rat Blood-Brain Barriers. Primary Role of Albumin-Bound Hormone. *J. Clin. Invest.*, 1979, vol. 64, pp. 145–154. DOI: 10.1172/JCI109433
18. Quadros P., Pfau J., Wagner C. Distribution of Progesterone Receptor Immunoreactivity in the Fetal and Neonatal Rat Forebrain. *J. Comp. Neurol.*, 2007, vol. 504, no. 1, pp. 42–56. DOI: 10.1002/cne.21427
19. Schumacher M., Hussain R., Gago N. Progesterone Systhesis in the Nervous System: Implications for Myelination and Myelin Repair. *Front. Neurosci.*, 2012, vol. 6, pp. 10–11. DOI: 10.3389/fnins.2012.00010
20. Toran-Allerand C. Estrogen and the Brain: Beyond ER-Alpha, ER-Beta, and 17Beta-Estradiol. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 2005, vol. 1052, pp. 136–144. DOI: 10.1196/annals.1347.009
21. Wagner C., Pfau J., De Vries G. Sex Differences in Progesterone Receptor Immunoreactivity in Neonatal Mouse Brain Depend on Estrogen Receptor Alpha Expression. *Neurobiol.*, 2001, vol. 47, no. 3, pp. 176–182. DOI: 10.1002/neu.1025
22. Zwain I., Yen S. Neurosteroidogenesis in Astrocytes, Oligodendrocytes, and Neurons of Cerebral Cortex of Rat Brain. *Endocrinology*, 1999, vol. 140, pp. 3843–3852. DOI: 10.1210/endo.140.8.6907

Received 16 October 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Взаимоотношения между содержанием половых гормонов и психофизиологическими показателями в покое и после физической нагрузки у девушек 18–23 лет с различным тонусом вегетативной нервной системы / А.П. Кузнецов, Ю.А. Васильева, Л.Н. Смелышева, А.В. Кайгородцев // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 18–26. DOI: 10.14529/hsm160402

FOR CITATION

Kuznetsov A.P., Vasilyeva Yu.A., Smelysheva L.N., Kaigorodtsev A.V. Correlation Between Concentration of Sex Hormones and Psychophysiological Indicators at Rest and after Exercise in 18-23-Year-Old Girls with Different Vegetative Nervous System Tones. *Human. Sport. Medicine*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 18–26. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160402