

## ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 612.43

### **ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ У ДЕВУШЕК**

**Ю.А. Васильева, А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, Е.В. Захаров**

Курганский государственный университет, Курган

В работе представлен анализ результатов исследования зрительно-моторных реакций и уровня половых гормонов у девушек в покое и в условиях эмоционального напряжения. Обнаружены достоверные различия скорости реакции у лиц с различным исходным тономусом ВНС. Наибольшие значения времени реакции в условиях стресса отмечены у ваготоников  $245,2 \pm 14,09$  мс при простой реакции и  $397,97 \pm 16,5$  мс при сложных реакциях и максимальные значения кортизола  $553,8 \pm 26,1$  нг/мл. В исследовании выявлены взаимосвязи показателей зрительно-моторных реакций и уровня половых гормонов от тонуса ВНС. Наибольшее число сильных корреляционных связей показателей зрительно-моторных реакции и содержания гормонов обнаружено у симпатотоников.

***Ключевые слова:** зрительно-моторные реакции, тонус вегетативной нервной системы, гормоны, эмоциональное напряжение.*

**Введение.** Сенсомоторная деятельность – многообразная форма целенаправленной активности человека, предполагающая взаимодействие сенсорных систем и двигательных компонентов психической деятельности. Сенсомоторные реакции рассматриваются как произвольные сложных психоэмоциональных функциональных систем, которые включают в себя зрительный, слуховой, кожно-кинестический и др. анализаторы. Работа данных структур подвержена воздействию внешних факторов. На длительность времени реакции оказывают влияние средовые факторы, например, запах, освещение, музыка, интенсивность раздражителя (Захарова, Иващенко, 1984), ароматические вещества (Шутова, 2001; Krause et al., 2006), выполнение работы в экстремальных условиях (эмоциональное напряжение, дефицита времени, аварийные ситуации) (Захаров и др., 1988).

Учебная нагрузка в вузе является одной из наиболее

психоэмоционально напряженных видов деятельности. Особенно ярко психоэмоциональное напряжение выражено в период экзаменационной сессии. Экзаменационный стресс является одной из причин возникновения эмоционального напряжения и способен оказывать влияние на все физиологические системы организма (Бусловская, Рыжикова, 2011; Шаралов и др., 2012). Не является исключением и сенсомоторная деятельность человека. При этом у женщин в репродуктивный период на реализацию сенсомоторных реакций оказывает влияние циклическое изменение содержания половых и гонадотропных гормонов гипофиза и гонадолиберина гипоталамуса (Habib et al., 2011; Isowa et al., 2006). Устойчивость организма к воздействию стрессовых факторов зависит от индивидуальных различий организма человека, состояния регуляторных механизмов вегетативной нервной системы (Головин, Гушин, 2010).

В настоящем исследовании мы задались целью изучить зрительно-моторные реакции и концентрацию гормонов (фолликулостимулирующего (ФСГ), лютеинизирующего (ЛГ) гормонов, прогестерона, эстрадиола и кортизола) в сыворотке крови у лиц женского пола с различным исходным тонусом вегетативной нервной системы.

**Методика.** В исследовании принимали участие 31 студент Курганского государственного университета женского пола в возрасте от 18 до 23 лет. У обследуемых измерялись показатели простой и сложной зрительно-моторной реакции. Обследование проводилось с помощью прибора «НС-Психотест» (методики: «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР), «Реакция различения» (РР), «Реакция выбора» (РВ)). Оценка сенсомоторных реакций осуществлялась через анализ времени реакции на предъявляемый стимул. Оценивался интервал времени между появлением сигнала и ответной реакцией испытуемого. Также учитывалось правильность выполнения задания, т.е. соответствие двигательного акта поступившему сигналу. Количество ошибок при выполнении сенсомоторных тестов связано с концентрацией внимания и зависит от особенностей мышления, способностей к переключению внимания, объема оперативной памяти и личностных особенностях индивидов (Ильин, 2003).

Исследовалась концентрация гормонов (фолликулостимулирующего (ФСГ), лютеонизирующего (ЛГ), прогестерона, эстрадиола и кортизола) в покое и после действия эмоционального напряжения. Забор крови у обследуемых осуществлялся из локтевой вены натощак в условиях фона и эмоционального стресса на 7-8 день фолликулярной фазы. В качестве модели эмоционального напряжения использовалась

экзаменационная сессия.

С помощью математического анализа variability сердечного ритма и в зависимости от тонуса вегетативной нервной системы все обследуемые были разделены на три группы: ваготоники, симпатотоники и нормотоники (Баевский и др., 1984). В качестве индикатора вегетативного баланса выбран индекс напряжения регуляторных систем, который у ваготоников не превышал 30 усл. ед., при нормотонии составлял 31-120 усл. ед., при симпатотонии от 120 усл. ед. Статистическую обработку проводили методом Стьюдента и с помощью корреляционного анализа. Различия между сравниваемыми величинами считали достоверными при вероятности не менее 95% ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и обсуждение.** На основании анализа показателей variability сердечного ритма в условиях фона, были выделены три группы студентов: нормотоники (11), симпатотоники (10) и ваготоники (10) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели variability сердечного ритма у обследуемых студентов в фоновых условиях ( $M \pm m$ ) ( $n=31$ )

| Показатели ВСР | Нормотоники<br>$n=11$ | Симпатотоники<br>$n=10$ | Ваготоники<br>$n=10$   |
|----------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| ЧСС, уд/мин    | 76,0 $\pm$ 2,44       | 94,2 $\pm$ 2,91*        | 64,17 $\pm$ 5,98*/**   |
| SDNN, с        | 122,09 $\pm$ 7,25     | 30,13 $\pm$ 3,44*       | 165,59 $\pm$ 47,75*/** |
| Мо, мс         | 789,27 $\pm$ 28,32    | 629,33 $\pm$ 17,64*     | 975,67 $\pm$ 98,25*/** |
| АМо, %         | 33,47 $\pm$ 2,7       | 57,53 $\pm$ 3,47*       | 24,88 $\pm$ 3,1        |
| МхDMn, мс      | 383,63 $\pm$ 65,51    | 172,83 $\pm$ 18,23*     | 953,0 $\pm$ 157,37*/** |
| ИН, усл.ед.    | 69,27 $\pm$ 9,51      | 291,17 $\pm$ 49,21*     | 16,5 $\pm$ 3,21*/**    |

*Примечание.* \* –  $P < 0,05$ , различия достоверны по сравнению с группой студентов с нормотонией, \*\* –  $P < 0,05$ , различия достоверны по сравнению с группой студентов с симпатотонией.

В условиях относительного физиологического покоя среднее значение времени зрительно-моторных реакций не имели выраженных достоверных отличий в исследуемых группах студентов (табл. 2). При реакции на простые световые стимулы группа студентов симпатотоников допускали меньшее число ошибок, однако при усложнении задания (реакциях различения и реакциях выбора) число ложных реакций и количество пропусков увеличивалось (различия достоверны относительно группы студентов с нормотонией). В группе студентов с преобладанием ваготонуса выявлены достоверные различия показателей сложных зрительно-моторных реакций. Число ложных реакций 4,3 $\pm$ 0,34 и число пропусков стимулов 1,3 $\pm$ 0,44 достоверно выше, а число ложных реакций при реакции выбора

достоверно ниже  $4,4 \pm 0,88$  (различия достоверны относительно группы студентов с нормотонией).

В условиях эмоционального напряжения выявлены достоверные различия скорости реакции в группе студентов с ваготонией, относительно групп студентов с нормотонией и симпатотонией. При преобладании парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы отмечалось наибольшее значение времени простой и сложной зрительно-моторных реакций. При этом число пропусков при реакции выбора стимула у ваготоников  $11,6 \pm 1,6$  было достоверно ниже, чем у группы студентов симпатотоников  $15,5 \pm 0,58$  (табл. 2).

Таблица 2

Показатели скорости зрительно-моторной реакции у лиц с различным уровнем вегетативного баланса в условиях фона и стресса ( $M \pm m$ ) (n=31)

| Показатели           |        | Нормотония<br>(11) | Симпатотония<br>(10) | Ваготония<br>(10) |
|----------------------|--------|--------------------|----------------------|-------------------|
| ПЗМР                 |        |                    |                      |                   |
| ср. время реакции    | фон    | 201,08±7,13        | 205,71±6,49          | 195,5±3,65        |
|                      | стресс | 212,92±4,81        | 212,29±7,22          | 245,2±14,09*/**   |
| кол-во ошибок        | фон    | 3,81±0,58          | 5,9±3,06             | 5,8±1,42          |
|                      | стресс | 5,45±0,66          | 6,6±2,12             | 5,2±0,78          |
| число пропусков      | фон    | 0,64±0,2           | 0,1±0,09*            | 0,5±0,21          |
|                      | стресс | 5,45±0,41          | 1,3±0,34             | 1,3±0,37          |
| Реакция различения   |        |                    |                      |                   |
| ср. время реакции    | фон    | 277,1±10,76        | 262,41±10,1          | 261,85±5,11       |
|                      | стресс | 283,38±12,12       | 272,35±10,92         | 311,39±12,83*/**  |
| кол-во ошибок        | фон    | 8,09±2,19          | 9,9±2,21             | 6,4±0,51          |
|                      | стресс | 10,82±1,24         | 8,1±2,29             | 8,7±0,86          |
| число пропусков      | фон    | 0,55±0,31          | 0,1±0,09             | 0,7±0,31          |
|                      | стресс | 1,82±0,73          | 0,8±0,27             | 1,0±0,37          |
| число ложных реакций | фон    | 3,09±0,39          | 5,5±0,8*             | 4,3±0,34*         |
|                      | стресс | 5,18±0,7           | 4,7±1,03             | 4,5±0,62          |
| Реакция выбора       |        |                    |                      |                   |
| ср. время реакции    | фон    | 328,85±9,006       | 324,51±11,66         | 355,76±11,96      |
|                      | стресс | 353,82±12,91       | 344,45±7,71          | 397,97±16,54*/**  |
| кол-во ошибок        | фон    | 11,63±2,03         | 12,4±1,55            | 9,5±1,25          |
|                      | стресс | 13,18±2,38         | 15,5±0,58            | 11,6±1,6**        |
| число пропусков      | фон    | 0,18±0,12          | 1,7±0,53*            | 1,3±0,44*         |
|                      | стресс | 1,09±0,66          | 2,1±0,41             | 1,2±0,31          |
| число ложных реакций | фон    | 7,09±1,03          | 6,4±0,75             | 4,4±0,88*         |
|                      | стресс | 8,45±1,35          | 8,3±0,89             | 6,3±1,06          |

*Примечание.* \* –  $P < 0,05$ , различия достоверны по сравнению с группой студентов с нормотонией; \*\* –  $P < 0,05$ , различия достоверны по сравнению с группой студентов с симпатотонией.

Для определения влияние эмоционального напряжения на

показатели зрительно-моторных реакций у лиц с различным исходным тонусом вегетативной нервной системы сравнили показатели зрительно-моторных реакций в условиях относительного физиологического покоя и в условиях стресса с помощью критерия t-Стьюдента. При выполнении тестов в условиях стресса в группе ваготоников выявили увеличение времени зрительно-моторных реакций и числа ошибок. В группах студентов с нормотонией и симпатотонией значимых различий значений скорости реакции не отмечалось, при этом достоверно увеличилось число ошибочных реакций.

Таким образом, зрительно-моторные реакции в группе студентов ваготоников отличаются наибольшим значением времени, необходимого для концентрации внимания на нужном стимуле и ответной реакции, в условиях стресса время реакции увеличивается, возрастает число ошибочных реакций, снижается способность переключать внимание на различные световые стимулы.

При исследовании концентрации гормонов у лиц с различным тонусом вегетативной нервной системы были определены фоновые показатели гормонов в трех группах испытуемых и концентрации гормонов в сыворотки крови при эмоциональном напряжении. Помимо анализа содержания половых гормонов, в сыворотке крови исследовалось содержание кортизола, как основного маркера реакции на стресс.

В ходе исследования установлено, что уровень половых гормонов в сыворотке крови зависит от функционального состояния организма. В состоянии эмоционального покоя у симпатотоников отмечены максимальные концентрации эстрадиола  $80,69 \pm 13,67$  нг/мл (различия достоверны относительно групп студентов с нормотонией  $68,93 \pm 9,29$  нг/мл и ваготонией  $42,23 \pm 8,8$  нг/мл). У студентов с ваготонией выявили максимальную концентрацию кортизола  $448,87 \pm 39,2$  нг/мл, по сравнению нормотониками ( $345,09 \pm 32,91$  нг/мл при  $p < 0,05$ ). Существенных различий в концентрации ФСГ, ЛГ и прогестерона у обследуемых групп студентов в состоянии покоя не выявлено. В условиях эмоционального стресса в группе симпатотоников отмечены достоверные различия ( $p < 0,05$ ) содержания ФСГ и эстрадиола, относительно нормотоников и ваготоников (табл. 3).

В условиях эмоционального напряжения у ваготоников отмечали достоверное повышение концентрации ФСГ, а у симпатотоников достоверное снижение уровня эстрадиола и увеличение кортизола. У студентов с нормотонией достоверных различий не выявлено, отмечено только увеличение концентрации ЛГ и снижение концентрации эстрадиола (табл. 3). Исследованиями

последних лет установлено, что половые гормоны и прогестерон синтезируются в яичниках и коре надпочечников, циркулируя в крови в свободном и связанном состояниях, могут проходить через гематоэнцефалический барьер (Pardridge, Mietus, 1979; Вихляева, 2006; Krause et al., 2006; Айламазян и др., 2009). При этом половые гормоны могут модулировать проницаемость гематоэнцефалического барьера, влияя на их переход из крови в мозг. Было отмечено, что эстрогены снижают тонус сосудов, увеличивая тем самым уровень кровотока, а тестостерон вызывает противоположное действие (Krause et al., 2006).

Таблица 3

Содержание гормонов в сыворотке крови у лиц с различным уровнем вегетативного баланса в условиях фона и стресса ( $M \pm m$ ) (n=31)

| Гормоны     | Нормотония (11) |        | Симпатотония (10) |         | Ваготония (10) |          |
|-------------|-----------------|--------|-------------------|---------|----------------|----------|
|             | фон             | стресс | фон               | стресс  | фон            | стресс   |
| ФСГ         | 3,2             | 4**    | 5,84              | 10,3    | 3,92           | 5,68**/× |
| ЛГ          | 3,05            | 6,28   | 7,93              | 7,02    | 3,96           | 4,75     |
| Прогестерон | 5,58            | 5,04   | 4,97              | 4,12    | 5,23           | 5,13     |
| Эстрадиол   | 68,93**         | 47,5** | 80,69             | 34,55×  | 45,23**        | 62,2**   |
| Кортизол    | 345,09          | 453,82 | 425,27            | 476,91× | 448,87*        | 533,81   |

*Примечание.* \* –  $P < 0,05$ , различия достоверны по сравнению с группой студентов с нормотонией; \*\* –  $P < 0,05$ , различия достоверны по сравнению с группой студентов симпатотонией; × – достоверность различий при  $p < 0,05$  относительно фона.

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 (MacLusky et al., 1986; Zwan, Yen, 1999; Schumacher et al., 2012). На нервных и глиальных клетках головного мозга открыты цитозольные рецепторы, которые связывают эстрогены и переносят их в ядро клетки. Наряду с рецепторами и половыми гормонами обнаружены и прогестероновые рецепторы (Wagner et al., 2001; Quadros et al., 2007). Исследованиями Ванга и Куэля-Коварика (Wang, Kuehl-Kovarik, 2012) было показано, что активация эстрогеновых рецепторов (ЭР-бетта) снижает натриевые токи и вызывает деполяризацию изолированных гонадолиберинопродуцирующих нейронов в гипоталамусе, регулируя тем самым их активность.

Наряду с цитозольными рецепторами эстрогенов и прогестерона в головном мозге имеются и нецитозольные рецепторы. Таким образом, половые гормоны и прогестерон в головном мозге оказывают влияние на функциональное состояние нейронов, клетки нейроглии и синоптические процессы на межнейронном уровне, что в конечном итоге сказывается на поведенческих реакциях (Ходырев,

Циркин, 2012).

С помощью коэффициента корреляции (г) Пирсона мы установили взаимосвязи между уровнем половых гормонов и показателями зрительно-моторных реакций в покое и условиях стресса. Наибольшее число корреляционных связей в условиях фона отмечено у ваготоников. Положительная корреляционная связь обнаружена между содержанием ФСГ, ЛГ числом пропусков стимулов ( $r = 0,7$ ;  $p < 0,01$ ). Сильная отрицательная связь выявлена между концентрацией кортизола и числом ошибок при реакции на стимул определенного цвета (реакции различения) ( $r = -0,7$ ;  $p < 0,05$ ). В группе симпатотоников в условиях фона обнаружена отрицательная корреляционная связь ЛГ и среднего значения времени сложной зрительно-моторной реакции ( $r = -0,64$ ;  $p < 0,05$ ), положительные корреляционные связи выявлены между содержанием прогестерона и значениями времени сложной сенсомоторной реакции ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,05$ ), эстрадиолом и числом пропусков стимулов при реакции выбора цветов ( $r = 0,59$ ;  $p < 0,05$ ). В группе нормотоников в условиях фона отмечена прямая зависимость между значениями времени зрительно-моторных реакции и содержанием ФСГ ( $r = 0,64$ ;  $p < 0,05$ ), эстрадиола ( $r = 0,61$ ;  $p < 0,05$ ). Отрицательные корреляционные связи выявлены между числом преждевременных нажатий при ПЗМР и содержанием ФСГ ( $r = -0,72$ ;  $p < 0,05$ ), прогестерона ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ) и кортизола ( $r = -0,69$ ;  $p < 0,05$ ).

Таким образом, в условиях относительного физиологического покоя значительное число корреляционных связей содержания гормонов и показателей зрительно-моторных реакций выявлено у ваготоников, при увеличении содержания ФСГ, ЛГ и кортизола у ваготоников происходит увеличение числа ошибок, что может свидетельствовать о снижении уровня концентрации внимания.

В условиях стресса наибольшее число разнонаправленных корреляционных связей между уровнями гормонов и показателями зрительно-моторных реакций выявлено у симпатотоников, в целом 20 связей, из которых 65% оказались сильными. В группе ваготоников – 12 положительных корреляционных связей, 58% из которых являются сильными. В группе нормотоников в условиях стресса сильных корреляционных взаимосвязей не обнаружено. В группе симпатотоников в условиях стресса сильные положительные корреляционные связи выявлены между значениями времени реакции и содержанием ЛГ ( $r = 0,7$ ;  $p < 0,05$ ), прогестерона ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ). Отрицательные корреляционные связи между числом допущенных при выполнении тестов ошибок и концентрацией прогестерона ( $r = -0,77$ ;  $p < 0,01$ ) и положительные корреляционные связи с между содержанием кортизола ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,01$ ). В группе ваготоников сильные

положительные корреляции обнаружены между ФСГ и временем реакции различения ( $r = 0,85$ ;  $p < 0,01$ ), числом ошибок и содержанием ФСГ ( $r = 0,67$ ;  $p < 0,05$ ), эстрадиола ( $r = 0,85$ ;  $p < 0,01$ ) и кортизола ( $r = 0,8$ ;  $p < 0,01$ ).

В условиях стресса увеличение содержания ЛГ, прогестерона увеличивает скорость реакции у симпатотоников, а увеличение концентрации ФСГ снижает скорость реагирования у ваготоников. При возрастании содержания кортизола происходит увеличение снижения уровня концентрации внимания и увеличение числа ошибок при выполнении тестов всех испытуемых.

**Заключение.** При исследовании показателей зрительно-моторной реакции в условиях относительного физиологического покоя ваготоники допускают меньшее число ошибок, в состоянии стресса увеличивается время реакции на стимулы. В условиях стресса в группе ваготоников отмечено увеличение концентрации фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), у симпатотоников – снижение уровня эстрадиола и увеличение концентрации кортизола. Большая часть корреляционных связей содержания гормонов и показателей зрительно-моторных реакций в условиях эмоционального напряжения отмечается у лиц с исходным симпатическим тонусом ВНС, сильные связи обнаружены между прогестероном, кортизолом и числом ошибок при выполнении тестов. При преобладании тонуса парасимпатической нервной системы сильные положительные корреляционные связи выявлены между фолликулостимулирующим гормоном, эстрадиолом, кортизолом и временем сложной реакции различения.

### **Список литературы**

- Айламазян Э.К., Кулаков В.И., Радзинский В.Е.* 2009. Акушерство. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа. 1218 с.
- Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З.* 1984. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука. 222 с.
- Бусловская Л.К., Рыжикова Ю.П.* 2011. Адаптационные реакции у студентов при экзаменационном стрессе // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Естественные науки. Вып. 17. № 21 (116). С. 46-51.
- Вихляева Е.М.* 2006. Руководство по эндокринной гинекологии. 3-е изд., доп. М.: ООО «Медицинское информационное агентство». 784 с.
- Головин Н.Л., Гуцин А.Г.* 2010. Психофизиологический статус юношей и девушек с разным вегетативным тонусом // Ярославский педагогический вестн. №3. С. 85-88.
- Захаров А.В., Мороз М.П., Перелыгин В.В.* 1988. Оценка работоспособности операторов с помощью статистических характеристик простой



- зрительно-моторной реакции // Военно-медицинский журн. № 1. С. 53.
- Захарова Н.Н., Иващенко О.И.* 1984. Влияние музыки на время двигательной реакции и межполушарные отношения // Журн. высш. нерв. деятельности. Т. 34. Вып. 2. С. 212-218.
- Ильин Е.П.* 2003. Психомоторная организация человека. СПб.: Питер. 384 с.
- Ходырев Г.Н., Циркин В.И.* 2012. Влияние эстрогенов и прогестерона на функциональное состояние нейронов головного мозга // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. № 2-3. С. 295-299.
- Шаралов И.В., Лавров О.В., Пятин В.Ф.* 2012. Особенности иммунологических показателей в условиях экзаменационного стресса // Медицинская иммунология. Т. 14, № 1-2. С. 133-138.
- Шутова С.В.* 2001. Влияние обонятельного сенсорного притока на время и точность сенсомоторных реакций у юношей разных конституциональных типов // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. Естественные и технические науки. Т. 6. Вып. 1. С. 69-71.
- Habib K.E., Gold P.W., Chrousos G.P.* 2001. Neuroendocrinology of stress // Endocrinol. Metab. V. 30. № 3. P. 695-728.
- Isoawa, T., Ohira H., Murashima S.* 2006. Immune, endocrine and cardiovascular responses to controllable and uncontrollable acute stresses // Biol. Psychol. V. 71. P. 202-213.
- Krause D., Duckles S., Pelligrino D.* 2006. Influence of sex steroid hormones cerebrovascular function // J. Applied Physiology. V. 101. № 4. P. 1252-1261.
- MacLusky N., Naftolin F., Goldman-Rakic P.* 1986. Estrogen and binding in the cerebral cortex of the developing rhesus monkey // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. V. 83. № 2. P. 513-516.
- Pardridge W., Mietus L.* 1979. Transport of steroid hormones through the rat blood-brain barriers. Primary role of albumin-bound hormone // J. Clin. Invest. V. 64. P. 145-154.
- Quadros P., Pfau J., Wagner C.* 2007. Distribution of progesterone receptor immunoreactivity in the fetal and neonatal rat forebrain // J. Comp. Neurol. V. 504. № 1. P. 42-56.
- Schumacher M., Hussain R., Gago N.* 2012. Progesterone synthesis in the nervous system: implications for myelination and myelin repair // Front. Neurosci. V.6. P. 10-11.
- Wagner C., Pfau J., De Vries G.* 2001. Sex differences in progesterone receptor immunoreactivity in neonatal mouse brain depend on estrogen receptor alpha expression // J. Neurobiol. V. 47. № 3. P. 176-182.
- Wang Y., Kuehl-Kovarik M.* 2012. Estradiol directly attenuates sodium currents and depolarizing afterpotentials in isolated gonadotropin-releasing hormone neurons // Brain Res. V. 1436. P. 81-91.
- Zwain I., Yen S.* 1999. Neurosteroidogenesis in astrocytes, oligodendrocytes, and neurons of cerebral cortex of rat brain // Endocrinology. V. 140. P. 3843-3852.

**THE INFLUENCE OF EMOTIONAL STRESS  
ON PHYSIOLOGICAL INDICATORS AND  
SEX HORMONES IN GIRLS**

**J.A. Vasileva, A.P. Kuznetsov, L.N. Smelysheva, E. V. Zakharov**

Kurgan State University, Kurgan

We studied the visual-motor reactions and the level of sexual hormones in girls in a relax state and under the emotional stress. We discovered significant differences in the response time in people depending of the initial state of the autonomic nervous system. Vagotonics showed the longest delay in the response while at stress under the simple reactions  $245,2 \pm 14,09$  ms and more complex ones  $397,97 \pm 16,5$  ms. They also showed the maximum concentration of cortisol of  $553,8 \pm 26,1$  ng/ml. Visual-motor responses and sexual hormones are dependant on the state of the autonomic nervous system. Sympathotonics showed the highest number of strong correlations between visual-motor responses and the level of sexual hormones.

**Key words:** *visual-motor reaction, autonomic nervous system, hormones, emotional stress.*

*Об авторах:*

ВАСИЛЬЕВА Юлия Анатольевна – аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, ФГБОУ ВПО «Курганский государственный университет», 640000, Курган, ул. Советская, 64, стр. 4, e-mail: iuliia\_vasilieva\_1990@mail.ru

КУЗНЕЦОВ Александр Павлович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии человека, ФГБОУ ВПО «Курганский государственный университет», 640000, Курган, ул. Советская, 64, стр. 4, e-mail: afgh@kgsu.ru.

СМЕЛЬШЕВА Лада Николаевна – доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии и физиологии человека, ФГОУ ВПО «Курганский государственный университет», 640000, Курган, ул. Советская, 64, стр. 4, e-mail: afgh@kgsu.ru.

ЗАХАРОВ Евгений Валерьевич – аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, ФГОУ ВПО «Курганский государственный университет», 640000, Курган, ул. Советская, 64, стр. 4, e-mail: evzaxarov@mail.ru.

Васильева Ю.А. Влияние эмоционального напряжения на психофизиологические показатели и содержание половых гормонов у девушек / Ю.А. Васильева, А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, Е.В. Захаров // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2016. № 4. С. 7-16.