ВЛИЯНИЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА НА ПОКАЗАТЕЛИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ И ПЕРИКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ У ДЕВУШЕК В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА

О.А. Япрынцева, Е.В. Дорохов

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра нормальной физиологии*

В статье представлены результаты исследования, показывающие изменение вегетативного статуса и показателей антиоксидантной системы и перекисного окисления липидов девушек 18–20 лет в разные фазы овариально-маточного цикла. В качестве стрессора был взят экзаменационный период. В ходе исследования большинство девушек находились в лютеиновой фазе овариально-маточного цикла. При этом отмечалось снижение парасимпатических влияний и повышение влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Также в лютеиновую фазу происходило увеличение концентраций малонового диальдегида и супероксиддисмутазы, что показывает интенсивность окислительных процессов в данную фазу.

Ключевые слова: овариально-маточный цикл, вариабельность сердечного ритма, антиоксидантная система, перекисное окисление липидов, психоэмоциональный стресс.

DOI 10.19163/1994-9480-2019-3(71)-83-86

EFFECT OF PSYCHOEMOTIONAL STRESS ON THE INDICATORS OF ANTIOXIDANT SYSTEM AND LIPID PEROXIDATION IN GIRLS IN DIFFERENT PHASES OF OVARIA-UTERINE CYCLE

O.A. Japrynceva, E.V. Dorohov

*FSBEI HE «Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko»
of Public Health Ministry of the Russian Federation,
Department of normal physiology*

The article presents the results of a study showing changes in the vegetative status and indicators of the antioxidant system and lipid peroxidation of girls 18–20 years of age in different phases of the ovarian-uterine cycle. As a stressor, an exam period was taken. During the study, most of the girls were in the luteal phase of the ovarian-uterine cycle. At the same time, there was a decrease in parasympathetic influences and an increase in the influence of the sympathetic division of the autonomic nervous system. Also in the luteal phase there was an increase in the concentrations of malonic dialdehyde and superoxide dismutase, which indicates the intensity of oxidative processes in this phase.

Key words: ovarian-uterine cycle, heart rate variability, antioxidant system, lipid peroxidation, psychophysiological stress.

В период обучения в вузе возрастает интенсивность умственных и физических нагрузок, что приводит к увеличению частоты стрессовых ситуаций. Известно, что в реакциях адаптации у женщин большую роль играет менструальный цикл [4]. Особое место занимает адаптация студенток, которые представляют группу повышенного риска. У них значительно чаще, чем у молодых девушек других социальных групп, отмечают различные нарушения репродуктивной функции, которые проявляются в аменорее, в нарушении менструального цикла и гормональной дисфункции [6, 9]. Значение гормональных перестроек во время овариально-менструального цикла (ОМЦ), их явное воздействие на здоровье и работоспособность девушек дает возможность изучать индивидуальные и сезонные динамики физиологических функций женского организма с учетом фаз овариально-маточного цикла [7]. Фазы овариально-маточного цикла генетически детерминированы, специфика их проявления обусловлена комплексом индивидуальных физиологических особенностей женского организма.

На протяжении всего ОМЦ в организме женщин происходят волнообразные сдвиги в обмене веществ, в системах дыхания, кровообращения и других, связанные с физиологическими колебаниями состояния нервно-эндокринных структур, оказывающие регулирующее влияние не только на отдельные органы и системы, но и на организм в целом, что обуславливает временную специфику различий функционального состояния организма. Репродуктивная система женщин в течение всего периода функционирования опосредованно через влияния гормональной системы находится под постоянным контролем со стороны центральной нервной системы, включая ее вегетативные отделы [3].

Психоэмоциональный стресс наиболее часто влияет на функциональные изменения различных физиологических систем, при этом интенсивность нарушений может варьировать от незначительных изменений (физиологический стресс) эмоционального состояния до развития достаточно серьезных психосоматических заболеваний (дизрегуляторные нарушения).

Способность адаптироваться зависит от исходного состояния вегетативной нервной системы (ВНС), а именно от баланса активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС. При исходной несбалансированности вегетативной регуляции наблюдается наибольшая подверженность человека эмоциональному стрессу. Оптимальные процессы адаптации наблюдаются при умеренной активации симпатoadреналовой системы, значительное повышение уровня ее активации сопровождается развитием дезадаптационных расстройств [1].

Одним из показателей психоэмоциональной нагрузки является изменение ритма сердечных сокращений – обязательной реакции организма на любую нагрузку: умственную, физическую, психоэмоциональную. В связи с этим тонус вегетативной нервной системы (ВНС) рассматривают как одну из важных индивидуальных характеристик, формирующих тип реагирования организма на воздействие факторов среды, в том числе учебных нагрузок. С помощью математического анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) стало возможным избирательно определять вклад симпатического и парасимпатического отделов в регуляцию процессов функционирования организма человека [8].

Любой адаптивный или патологический процесс протекает на фоне стимуляции образования свободных радикалов и усиления свободнорадикального окисления (СРО) биосубстратов. В случае чрезмерной активации реакций свободно-радикального окисления возможна модификация мембранных липидов, структурно-функциональная перестройка клеточных структур, приводящая к уменьшению текучести мембран и мембранного потенциала, увеличению проницаемости мембран для ионов, что существенно нарушает функции клетки и может привести к ее гибели. Часто причинами активации перекисного окисления липидов (ПОЛ) являются интенсивные физические нагрузки у спортсменов, состояние переутомления, приводящие к накоплению истощения возможностей собственной антиоксидантной системы (АОС) [2].

Возрастание продуктов ПОЛ способно вызвать окисление различных биосубстратов и тем самым повреждать белки и липиды биомембран, инактивировать ферменты, изменять структуры макромолекул, целостность клетки и внутриклеточных оргanelл. Поэтому необходимым условием функционирования клетки является поддержание нормального уровня процессов СРО.

Скорость и регуляция ПОЛ осуществляется многокомпонентной АОС. Соотношение интенсивности СРО и АОС определяет так называемый антиокислительный статус клетки, ткани и организма в целом. Одним из компонентов АОС является супероксиддисмутаза (СОД), она обладает способностью разрушать свободные радикалы (СР), а также участвовать в разложении гидроперекисей нерадикальным путем. В организме человека СОД обнаружена во всех органах и тканях, особенно высока внутриклеточная концентрация [5].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение влияния психоэмоционального стресса на показатели продуктов антиоксидантной системы и перекисного окисления липидов в различные фазы овариально-маточного цикла в период экзаменационной сессии у студенток с различным вегетативным статусом.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проводилась на кафедре нормальной физиологии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. В исследовании приняло участие 67 здоровых студенток ВГМУ им. Н.Н. Бурденко 2-го курса педиатрического факультета в возрасте от 18 до 20 лет. Девушки, участвующие в исследовании, имели одинаковую продолжительность менструального цикла (28 ± 2) дней. В качестве модели психоэмоционального воздействия была взята стрессорная реакция во время экзаменов, проходивших в зимнюю сессию.

Для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы по параметрам ритма сердечной деятельности, а также оценки общего функционального состояния использовался метод вариабельности сердечного ритма (ВСР). Исследование вариабельности ритма сердца проводилось с помощью устройства психофизиологического тестирования и модуля психомоторных тестов УПФТ-1/30 «ПСИХОФИЗИОЛОГ», которое регистрирует электрокардиографический сигнал во II отведении с помощью специальных датчиков, входящих в комплект прибора. Стандартное время регистрации электрокардиограммы прибором составило 5 минут, что соответствует рекомендуемой длительности регистрации.

Для оценки интенсивности процессов свободно-радикального и перекисного окисления липидов определяли показатели супероксид дисмутаза (СОД) и малоновый диальдегид (МДА) в слюне. Активность супероксиддисмутаза (СОД) определяли по ингибированию скорости восстановления тетразолия нитросинего в неэнзиматической системе феназинметасульфат – НАДН. В качестве среды инкубации использовали 0,1М К-Р буфер, pH 7,8, содержащий 0,33 мМ ЭДТА, 0,41 мМ НСТ, 0,01 мМ ФМС, 0,8 мМ НАДН. Биопробу вносили в количестве 0,03 (30 мкл) мл на 1 мл среды инкубации. Реакцию запускали добавлением НАДН. Регистрируется прирост оптической плотности за 1 мин и 5 мин при $\lambda = 540$ нм. Уровень малонового диальдегида (МДА) определили по реакции в кислой среде и высокой температуре с 2-тиобарбитуровой кислотой, при этом образуется триметилвый окрашенный комплекс с максимумом поглощения при $\lambda = 532$ нм.

Статистическая обработка полученного материала была проведена с помощью программного пакета SPSS Statistics 20. Анализ парных выборок осуществляли с помощью критерия Вилкоксона. Определялись основные статистические характеристики. Количественные данные представлены в виде: M – среднее, m – стандартная ошибка среднего, p – достигнутый уровень значимости.

Для определения фаз овариально-маточного цикла использовался календарный метод по Огино – Кнаузу.

В фолликулярной фазе (4–13-й день) находилось 28 % обследуемых, в лютеиновой фазе (15–28-й день) – 52 %, в фазе десквамации (1–4-й день) – 17 %, в фазе овуляции (13–15-й день) – 3 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов вариабельности сердечного ритма показал, что увеличение показателей амплитуды моды, отражающей активность симпатического отдела ВНС, индекса напряжения или стресс-индекса ($p < 0,05$) было более выражено в лютеиновую фазу по сравнению с фолликулярной. Показатели вариационного размаха, отражающего активность парасимпатического отдела ВНС и показатели общей мощности волн, характеризующей адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы и стрессоустойчивости в экзаменационную сессию достоверно снижались в лютеиновой фазе по сравнению с таковыми показателями в фолликулярной фазе ($p < 0,05$), что свидетельствует о снижении активности парасимпатического отдела в лютеиновую фазу. Мощность волн высокой частоты, отражающей активность парасимпатического отдела ВНС, достоверно снижалась в лютеиновую фазу ($p < 0,05$). Следует отметить повышение мощности волн низкой частоты, отражающей активность симпатического отдела ВНС в фолликулярную фазу ($p < 0,05$). Показатели вагосимпатического индекса, баланс симпатического и парасимпатического отделов ВНС достоверно повышались в лютеиновую фазу ($p < 0,05$) (табл.).

Изменение показателей вариабельности сердечного ритма в различные фазы овариально-маточного цикла

Показатель	Фолликулярная фаза	Лютеиновая фаза	Десквамация
Амплитуда моды, AM_b (%)	43,00 ± 1,39	50,00 ± 1,03*	48,00 ± 2,36
Вариационный размах, (мс)	273,00 ± 14,89	226,00 ± 8,13*	219,00 ± 12,97
Индекс напряжения, ИН (у.е.)	186,00 ± 17,03	287,00 ± 14,31*	206,00 ± 21,66
Общая мощность волн, TP (mc^2)	5072,00 ± 386,07	3749,00 ± 196,68*	3307,00 ± 299,46
Мощность волн низкой частоты, LF (mc^2)	2626,00 ± 174,39	1908,00 ± 98,38*	1530,00 ± 137,95
Мощность волн высокой частоты, HF (mc^2)	1179,0 ± 88,4	962,00 ± 68,77*	736,00 ± 120,06
Вагосимпатический индекс, LF/HF	3,51 ± 0,19	4,22 ± 0,28*	3,06 ± 0,44

* $p < 0,05$ отклонение статистически достоверно относительно фолликулярной фазы.

Анализ показателя антиоксидантной системы – супероксиддисмутазы показал увеличение его уровня в лютеиновую фазу ($p < 0,05$) по сравнению с показателями в фолликулярной фазе (рис. 1). Анализ показателя интенсивности перекисного окисления липидов – малонового диальдегида – в слюне показал, что его концентрация была повышена в лютеиновую фазу ($p < 0,05$) овариально-менструального цикла (рис. 2).

Рис. 1. Изменение показателя супероксиддисмутазы в слюне в различные фазы овариально-маточного цикла

Рис. 2. Изменение показателя малонового диальдегида в слюне в различные фазы овариально-маточного цикла

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Среди студенток, обследованных во время экзамена, большая часть испытуемых находилась в лютеиновой фазе овариально-маточного цикла.
2. Высокая выраженность функциональных изменений наблюдалась у испытуемых девушек, находящихся в лютеиновой фазе, которая ведет к снижению психологических и адаптационных возможностей организма, по сравнению с девушками, находящимися в фолликулярной фазе.
3. Происходило повышение концентраций малонового диальдегида и супероксиддисмутазы в лютеиновую фазу, что позволяет предположить, что в данную фазу овариально-маточного цикла происходят более интенсивные окислительные процессы на фоне эмоционального стресса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатенко Н.П. Влияние спелеоклиматотерапии на образование корреляционных связей между показателями психологического и вегетативного статусов студентов в условиях психоэмоционального стресса / Н.П. Горбатенко и др. // Кубанский научный медицинский вестник. – 2012. – № 2 (131). – С. 49–53.

2. Земцова И.И., Станкевич Л.Г. Роль тиоловых соединений в поддержании окислительного гомеостаза в процессе спортивной подготовки / И.И. Земцова, Л.Г. Станкевич // Наука в олимпийском спорте. – 2015. – № 2. – С. 37–44.

3. Назаров Н.О., Мулик А.Б. Адаптационный потенциал организма женщин с различным уровнем общей неспецифической реактивности организма в течение овариально-менструального цикла / Н.О. Назаров, А.Б. Мулик // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6. – С. 601–605.

4. Тюкалова М.А., Речкалов А.В. Уровень кортизола в сыворотке крови в покое и при физической нагрузке в разные фазы овариально-менструального цикла. / М.А. Тюкалова, А.В. Речкалов // Вестник КГУ № 3. – 2017. – С. 18–19.

5. Чанчаева Е.А. Антиоксидантная система организма человека и ее особенности у населения Горного Алтая: монография. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2011. – 71 с.

6. Япрынцева О.А., Дорохов Е.В. Влияние экзаменационного стресса на психоэмоциональное состояние и вегетативную регуляцию у девушек в различные фазы овариально-менструального цикла / О.А. Япрынцева, Е.В. Дорохов // Четвертая международная междисциплинарная конференция «Современные проблемы системной регуляции физиологических функций». – М., 17–18 сентября, 2015. – С. 735–738

7. Япрынцева О.А., Дорохов Е.В., Горбатенко Н.П. Анализ показателей тревожности и качества жизни в различные фазы овариально-менструального цикла / О.А. Япрынцева, Е.В. Дорохов, Н.П. Горбатенко // Материалы XXIII съезда Физиологического общества имени И.П. Павлова. – Воронеж: Издательство «ИСТОКИ». – 2017. – С. 2662.

8. Япрынцева О.А., Дорохов Е.В., Горбатенко Н.П. Анализ психоэмоционального состояния и вегетативной регуляции девушек в зависимости от их физиологического состояния / О.А. Япрынцева, Е.В. Дорохов, Н.П. Горбатенко // Прикладные информационные аспекты медицины. Материалы III Международного симпозиума «Структура и функции автономной (вегетативной) нервной системы». Научно-практический журнал. – Том 18, № 1. – Воронеж. – 2015. – С. 221–227.

9. Rojas J., Chávez-Castillo M., Olivar L.C. Physiologic course of female reproductive function: a molecular look into the prologue of life // Pregnancy. – 2015.

2. Zemcova I.I., Stankevich L.G. Rol' tiolovyh soedinenij v podderzhanii oksislitel'nogo gomeostaza v processe sportivnoj podgotovki [The role of thiol compounds in the maintenance of oxidative homeostasis in the process of sports training]. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sports], 2015, no. 2, pp. 37–44. (In Russ.; abstr. in Engl.).

3. Nazarov N.O., Mulik A.B. Adaptacionnyj potencial organizma zhenshchin s razlichnym urovnem obshchej nespecificheskoj reaktivnosti organizma v techenie ovarial'no-menstrual'nogo cikla [Adaptive potential of women with different levels of general nonspecific reactivity of the organism during the ovarian-menstrual cycle]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Basic Research], 2013, no. 6, pp. 601–605. (In Russ.; abstr. in Engl.).

4. Tyukalova M.A., Rechkalov A.V. Uroven' kortizolav syvorotke krovi v pokoe i pri fizicheskoj nagruzke v raznye fazy ovarial'no-menstrual'nogo cikla [The level of cortisol serum at rest and during exercise in different phases of the ovarian-menstrual cycle]. *Vestnik KGU № 3* [Bulletin of KSU № 3], 2017, no. 3, pp. 18–19. (In Russ.; abstr. in Engl.).

5. Chanchaeva E.A. Antioksidantnaya sistema organizma cheloveka i ee osobennosti u naseleniya Gornogo Altaya: monografiya [Antioxidant system of the human body and its features in the population of the Altai Mountains: monograph]. Gorno-Altaysk: RIO GAGU, 2011. 71 p.

6. Yaprynceva O.A., Dorohov E.V. Vliyanie ekzamenacionnogo stressa na psihoemocional'noe sostoyanie i vegetativnuyu regulyaciyu u devushek v razlichnye fazy ovarial'no-menstrual'nogo cikla [The influence of examination stress on the psychoemotional state and vegetative regulation in girls in different phases of the ovarian-menstrual cycle]. In *Chetvertaya mezhdunarodnaya mezhdisciplinarnaya konferenciya «Sovremennye problemy sistemoj regulyatsii fiziologicheskikh funktsij»* [Fourth International Interdisciplinary Conference «Modern Problems of the Systemic Regulation of Physiological Functions»]. Moscow, September 17–18, 2015. P. 735–738.

7. Yaprynceva O.A., Dorohov E.V., Gorbatenko N.P. Analiz pokazatelej trevozhnosti i kachestva zhizni v razlichnye fazy ovarial'no-menstrual'nogo cikla [Analysis of indicators of anxiety and quality of life in different phases of the ovarian-menstrual cycle]. In *Materialy XXIII s'ezda Fiziologicheskogo obshchestva imeni I.P. Pavlova* [Materials of the XXIII Congress of the Physiological Society named after I.P. Pavlov]. Voronezh: Izdatel'stvo «ISTOKI», 2017. P. 2662.

8. Yaprynceva O.A., Dorohov E.V., Gorbatenko N.P. Analiz psihoemocional'nogo sostoyaniya i vegetativnoj regulyatsii devushek v zavisimosti ot ih fiziologicheskogo sostoyaniya [Analysis of the psychoemotional state and vegetative regulation of girls depending on their physiological state]. In *Prikladnye informacionnye aspekty mediciny. Materialy III Mezhdunarodnogo simpoziuma «Struktura i funktsii avtonomnoj (vegetativnoj) nervnoj sistemy. Nauchno-prakticheskij zhurnal* [Applied informational aspects of medicine. Materials of the III International Symposium «Structure and functions of the autonomic (vegetative) nervous system». Scientific and practical journal], 2015, Vol. 18, no. 1, pp. 221–227. (In Russ.; abstr. in Engl.).

9. Rojas J., Chávez-Castillo M., Olivar L.C. Physiologic course of female reproductive function: a molecular look into the prologue of life. *Pregnancy*, 2015.

REFERENCES

1. Gorbatenko N.P. Vliyanie speleoklimatoterapii na obrazovanie korrelyacionnyh svyazey mezhdu pokazatelyami psihologicheskogo i vegetativnogo statusov studentov v usloviyah psihoemocional'nogo stressa [The effect of speleoclimatotherapy on the formation of correlation links between the indices of the psychological and vegetative status of students in conditions of psychoemotional stress]. *Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik* [Kuban Scientific Medical Bulletin], 2012, no. 2 (131), pp. 49–53. (In Russ.; abstr. in Engl.).

Контактная информация

Япрынцева Оксана Анатольевна – ассистент кафедры нормальной физиологии, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, e-mail: yapryntseva@mail.ru