

ПЕРЕНОСИМОСТЬ УМЕРЕННЫХ СТЕПЕНЕЙ ГИПОКСИИ ВОЕННОСЛУЖАЩИМИ ЖЕНСКОГО ПОЛА В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА

А.А. Благинин*, Т.А. Лапшина, Ю.А. Емельянов, Д.В. Баковец, Е.А. Дудина
ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

MODERATE HYPOXIA TOLERANCE BY MILITARY FEMALES IN DIFFERENT PHASES OF THEIR OVARIAN-MENSTRUAL CYCLE

A.A. Blaginin*, T.A. Lapshina, Yu.A. Emelyanov, D.V. Bacovets, E.A. Dudina
Military Medical Academy named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia

*E-mail: tanyaleningrad@bk.ru

Аннотация

В настоящее время во многих странах женщины служат в качестве боевых пилотов. В Российской Федерации набор женщин в Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова осуществлялся с 2017 по 2022 г. В связи с этим актуальным является изучение переносимости женщинами факторов полета, в том числе гипоксии. В настоящий момент нет данных о том, что женщины переносят гипоксию хуже мужчин. Однако нет исследований по изучению переносимости гипоксии в разные фазы овариально-менструального цикла (ОМЦ). **Цель исследования** – изучение переносимости умеренных степеней гипоксии военнослужащими женского пола в разные фазы ОМЦ. **Материалы и методы.** Изучение переносимости умеренных степеней гипоксии проводилось с помощью выполнения барокамерного подъема на высоту 5000 м с экспозицией 30 минут в периоды фолликулярной и лютеиновой фаз ОМЦ. В исследовании приняли участие 58 военнослужащих женского пола. С учетом протекания ОМЦ они были поделены на три группы: первая (n = 30) – с регулярным ОМЦ без предменструального синдрома; вторая (n = 19) – с регулярным ОМЦ с предменструальным синдромом; третья (n = 9) – принимающие комбинированные оральные контрацептивы. До, во время и после подъема регистрировали физиологические показатели (частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), процент насыщения крови кислородом (SatO₂)). **Результаты.** Переносимость умеренных степеней гипоксии во всех трех группах в разные фазы ОМЦ не различалась. Однако во второй группе лютеиновая фаза ОМЦ характеризовалась более высокими значениями ЧСС и более низкими значениями систолического АД и диастолического АД во время барокамерного подъема по сравнению с фолликулярной фазой ОМЦ, а также по сравнению с лютеиновой фазой ОМЦ в первой и третьей группах. **Заключение.** Военнослужащие женского пола всех трех групп хорошо переносят умеренные степени гипоксии вне зависимости от фазы ОМЦ.

Ключевые слова: военнослужащие женского пола, овариально-менструальный цикл, предменструальный синдром, умеренные степени гипоксии, артериальное давление.

Abstract

Currently, women serve as combat pilots in many countries. In the Russian Federation, the Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots named after the Hero of the Soviet Union A.K. Serov was recruiting women in 2017–2022. Numerous studies have not demonstrated any evidence that women tolerate hypoxia worse than men. However, there are no studies on the impact of cyclic hormonal changes at hypoxia tolerance in different phases of the ovarian-menstrual cycle. **Purpose.** To assess female servicemen tolerance to moderate forms of hypoxia in different phases of their ovarian-menstrual cycle. **Materials and methods.** Female tolerance to moderate hypoxia was assessed using pressure chamber lift to height 5000 m during 30 minutes at follicular and luteal phases of the ovarian-menstrual cycle (OMC). 58 female servicemen were enrolled in the trial. They were divided into three groups depending on their OMC course: Group 1 (n = 19) – regular OMC without premenstrual syndrome; Group 2 (n = 26) – regular OMC with premenstrual syndrome; Group 3 (n = 9) – participants who used per oral contraceptives. Physiological parameters (heart rate, blood pressure, saturation) were recorded before, during and after elevation. **Results.** Tolerance to moderate hypoxia in different OMC phases did not differ in all three groups. However, in Group 2, OMC luteal phase was characterized by higher heart rate during hyperbaric elevation compared to OMC follicular phase, as well as compared to OMC luteal phase in Groups 1 and 3. **Conclusion.** Female servicemen of all three groups have good tolerance to moderate forms of hypoxia, regardless of their OMC phase.

Keywords: female servicemen, ovarian-menstrual cycle, premenstrual syndrome, moderate degrees of hypoxia, blood pressure.

Ссылка для цитирования: Благинин А.А., Лапшина Т.А., Емельянов Ю.А., Баковец Д.В., Дудина Е.А. Переносимость умеренных степеней гипоксии военнослужащими женского пола в разные фазы овариально-менструального цикла. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2024; 2: 64–67.

Введение

Начиная с XX в. вследствие активной эмансипации женщин они все чаще выбирают военные профессии. Так, с 80-х гг. прошлого века в ВВС США начали служить женщины-пилоты, в том

числе и на боевых самолетах. В настоящий момент во многих странах Запада, Японии, Китая, Эфиопии военными самолетами управляют женщины. В Российской Федерации набор женщин в Краснодарское высшее военное авиационное училище летчи-

ков имени Героя Советского Союза А.К. Серова осуществлялся с 2017 по 2022 г., в связи с чем встал вопрос о переносимости женщинами факторов полета, в том числе гипоксии.

Исследования гендерных различий в восприимчивости к гипоксии начались еще в начале 20 века, когда М. Фиджеральд исследовала состав альвеолярного воздуха у местных жителей гор Колорадо и не обнаружила различий в содержании кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе мужчин и женщин [1]. 50 лет спустя исследования туристов в Непале на высоте 4000 м [2], альпинистов в Альпах на высоте 2800–5000 м [3] различий в восприимчивости к гипоксии у мужчин и женщин не выявили. В 1993 г. по данным исследования 3158 человек, пребывавших на высоте 1500–2500 м, было выявлено, что у женщин горная болезнь, возникающая в результате действия гипоксии при подъеме в горы, развивалась статистически значимо чаще, чем у мужчин [4]. В России в исследованиях гендерных особенностей реагирования на острое гипоксическое состояние отчетливых различий между мужчинами и женщинами не выявлено [5]. Однако во всех этих исследованиях не учитывали возможное влияние особенностей протекания овариально-менструального цикла (ОМЦ). Из многочисленных источников известно, что сами стероидные гормоны влияют на реактивность вегетативной и сердечно-сосудистой систем, висцеральную чувствительность и перистальтику желудочно-кишечного тракта [6–10]. Показано, что наиболее выражены эти влияния в лютеиновую фазу ОМЦ и они могут стать причиной возникновения предменструального синдрома [11].

Цель исследования – изучение переносимости умеренных степеней гипоксии военнослужащими женского пола в разные фазы ОМЦ.

Материалы и методы

Исследование проходило на кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. В нем приняли участие 58 военнослужащих женского пола. Этическая экспертиза проведена независимым этическим комитетом при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. Все испытуемые подписали добровольное информированное согласие.

С учетом протекания ОМЦ они были поделены на три группы: первая (n=30) – женщины с регулярным ОМЦ без предменструального синдрома; вторая (n=19) – женщины с регулярным ОМЦ

с предменструальным синдромом; третья (n=9) – женщины, принимающие комбинированные оральные контрацептивы (КОК). Во вторую группу вошли женщины с двумя и более симптомами предменструального синдрома, возникающими регулярно в лютеиновую фазу ОМЦ и полностью регрессирующими в период менструации [12].

Исследование переносимости умеренных степеней гипоксии в разные фазы ОМЦ у военнослужащих женского пола проводили на барокамерном комплексе пониженного давления (БКПД-5-1) путем подъема на высоту 5000 м и нахождения на ней в течение 30 минут. До подъема, на 1-, 10-, 20-, 30-й минутах и после подъема проводили регистрацию физиологических показателей (частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД) методом Савицкого (тахосциллография), процент насыщения крови кислородом (SatO₂) методом транскутанной пульсоксиметрии) [13, 14].

Переносимость умеренных степеней гипоксии оценивали как пониженную при:

- наличии жалоб на слабость, головокружение, головную боль, чувство жара и испарины, потемнение в глазах;
- неадекватной реакции на высоту (резкое возбуждение или угнетение, затруднение речевого общения с врачом);
- необходимости подачи кислорода;
- резком увеличении ЧСС более чем на 40 уд/мин либо развитии брадикардии;
- повышении АД на 30 мм рт. ст. или снижении на 25 мм рт. ст. [13, 14].

Барокамерный подъем на высоту 5000 м в каждой группе проводили дважды: в фолликулярную фазу ОМЦ (на первый – шестой день после окончания менструации) и лютеиновую фазу ОМЦ (в течение последних семи дней до предполагаемой даты следующей менструации).

В работе использовали аппарат математико-статистического системного анализа с применением пакета прикладных программ Statistica 8.0 (StatSoft Inc, США), процессора Statistica 8.0 (StatSoft Inc, США) и процессора электронных таблиц Microsoft® Excel 2010. Сравнение совокупностей проводили с помощью расчета t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Около 90% испытуемых во всех трех группах хорошо перенесли умеренные степени гипоксии (рис. 1).

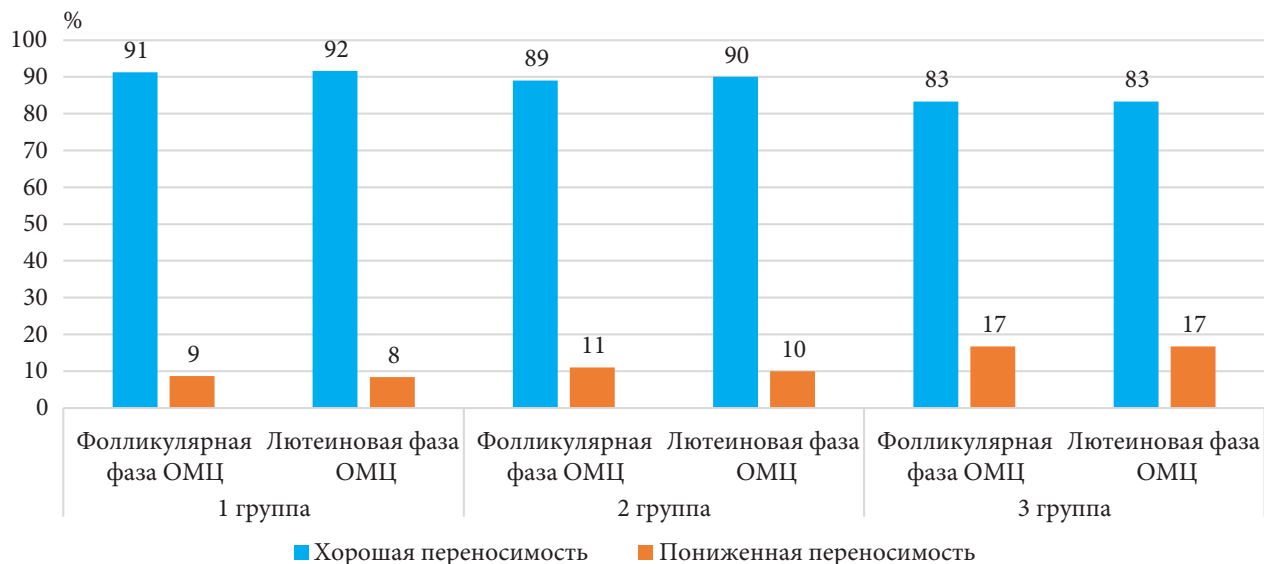
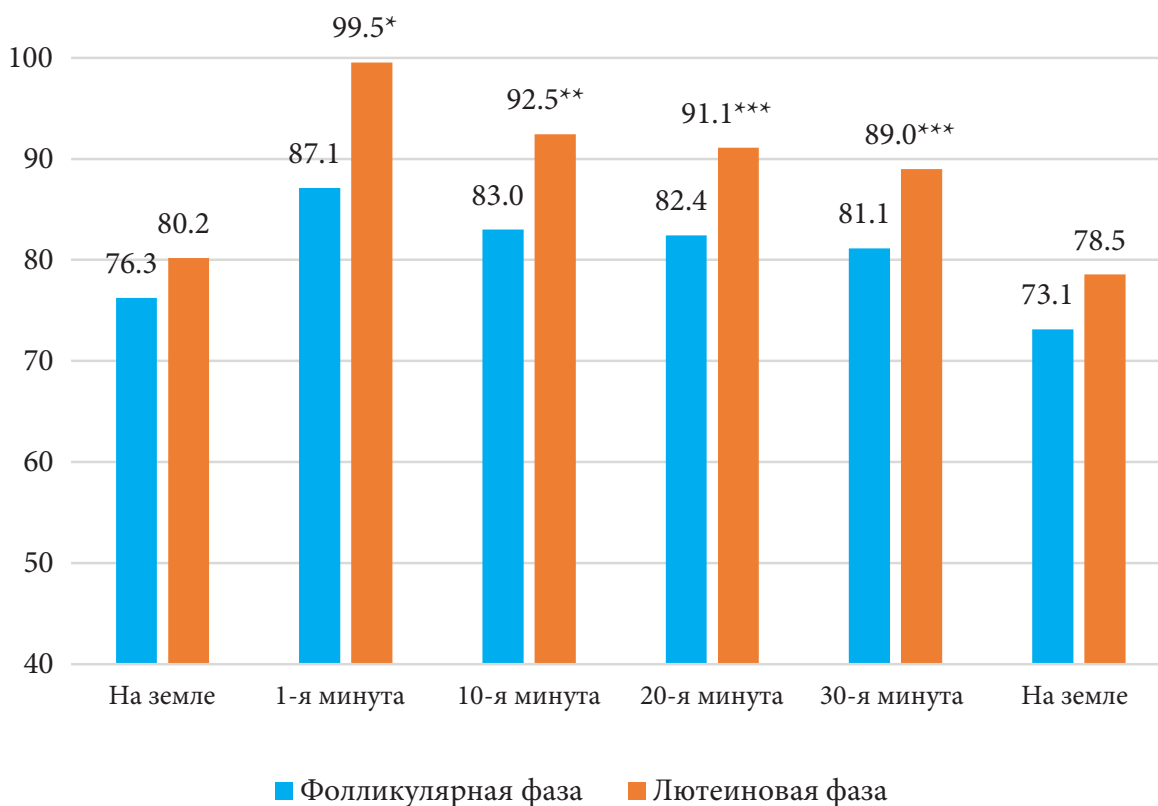


Рис. 1. Переносимость умеренных степеней гипоксии у военнослужащих женского пола в разные фазы овариально-менструального цикла



Примечание. * $p = 0.04$; ** $p = 0.03$; *** $p = 0.07$.

Рис. 2. Среднее значение ЧСС во время барокамерного подъема у военнослужащих женского пола с регулярным ОМЦ и предменструальным синдромом в разные фазы ОМЦ

Таблица 1

Динамика средних значений САД и ДАД во время действия умеренных степеней гипоксии у военнослужащих женского пола в разные фазы ОМЦ по группам, $M \pm m$

	Первая		Вторая		Третья	
	ФФ	ЛФ	ФФ	ЛФ	ФФ	ЛФ
<i>До пробы</i>						
САД	122.7 ± 1.7	121.8 ± 7.6	117.2 ± 3.5	119.9 ± 3.1	120.5 ± 3.7	122.8 ± 4.2
ДАД	76.2 ± 1.5	78.2 ± 2.9	77.9 ± 3.1	71.5 ± 2.4	78.1 ± 3.5	74.6 ± 3.9
<i>1-я минута</i>						
САД	114.4 ± 2.2	116.6 ± 3.3	117.5 ± 5.7	114.5 ± 3.2	111.7 ± 3.1	114.8 ± 2.9
ДАД	68.4 ± 2.2	66.4 ± 3.4	70.4 ± 3.0	63.7 ± 2.9 (p = 0.07)	66.6 ± 3.1	65.8 ± 2.3
<i>10-я минута</i>						
САД	109.6 ± 2.8	120.5 ± 10.4	112.5 ± 3.2	108.8 ± 3.8	110.5 ± 4.3	112.0 ± 4.1
ДАД	61.4 ± 3.6	68.7 ± 6.7	65.9 ± 4.4	56.4 ± 2.8 (p = 0.03)	67.2 ± 3.0	65.2 ± 4.5
<i>20-я минута</i>						
САД	111.7 ± 2.7	117.5 ± 9.2	116.1 ± 3.7	109.1 ± 3.8	123.0 ± 4.2	122.4 ± 4.1
ДАД	60.9 ± 2.7	69.1 ± 5.0	66.1 ± 4.5	57.9 ± 2.6 (p = 0.08)	71.3 ± 5.8	75.8 ± 4.1
<i>30-я минута</i>						
САД	111.9 ± 2.3	110.5 ± 3.8	116.3 ± 5.2	108.1 ± 3.7	106.5 ± 5.3	117.0 ± 3.3
ДАД	60.9 ± 2.4	59.1 ± 3.4	64.9 ± 4.0	57.5 ± 2.9 (p = 0.10)	78.2 ± 3.0	75.2 ± 5.5
<i>После пробы</i>						
САД	127.7 ± 3.0	126.8 ± 3.4	134.0 ± 4.1	125.8 ± 4.0	123.0 ± 4.2	122.4 ± 4.1
ДАД	59.4 ± 3.0	58.2 ± 2.6	66.6 ± 4.7	58.2 ± 3.6 (p = 0.10)	63.3 ± 3.8	61.8 ± 3.1

Примечание. Достоверность различий между значением ДАД в фолликулярную и лютеиновую фазы ОМЦ во второй группе 90% и более ($p \leq 0.10$); жирным шрифтом выделены статистически достоверные различия; ЛФ – лютеиновая фаза; ФФ – фолликулярная фаза.

Статистически значимых различий по переносимости умеренных степеней гипоксии в разные фазы ОМЦ во всех трех группах не выявлено.

Во время проведения гипоксической пробы фиксировали физиологические показатели. Динамика SatO₂ в момент действия гипоксии во всех трех группах в разные фазы ОМЦ статистически значимо не различалась. Во второй группе ЧСС на 1-й и 10-й минутах различалась с достоверностью более 95%, а на 20-й и 30-й минутах – с достоверностью от 90 до 95% в лютеиновую фазу по сравнению с фолликулярной фазой ОМЦ (рис. 2). Перед подъемом и на 1-й минуте после него ЧСС во всех группах в разные фазы ОМЦ достоверно значимо не различалась.

Систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) АД в разные фазы ОМЦ в 1-й и 3-й группах достоверно значимо не различались на всех этапах проведения пробы (табл. 1). Во второй группе среднее значение САД во время действия гипоксии было несколько ниже в лютеиновую фазу ОМЦ, однако статистической достоверности различия не достигли. Средние значения ДАД, так же как и САД, во второй группе были ниже в лютеиновую фазу ОМЦ. При этом на протяжении всего времени подъема и сразу после него достоверность различий достигала 90% и более.

Заключение

Переносимость умеренных степеней гипоксии не зависит от фаз ОМЦ. Также на переносимость не влияют наличие предменструального синдрома и прием КОК.

Однако лютеиновая фаза ОМЦ у военнослужащих женского пола с предменструальным синдромом характеризуется более высокими значениями ЧСС на протяжении всей пробы, при этом более низкими значениями САД и ДАД на протяжении всей пробы по сравнению с фолликулярной фазой ОМЦ. Вероятнее всего, подобная динамика физиологических показателей может быть связана с влиянием стероидных гормонов, концентрация которых выше в лютеиновую фазу ОМЦ у женщин с предменструальным синдромом по сравнению с женщинами без предменструального синдрома [11].

Литература

1. Fitzgerald M.P. et al. Further observations on the changes in the breathing and the blood at various high altitudes // *Proc Roy Soc London*. – 1914. – V. 88. – P. 248–258.
2. Hackett P.H. et al. The incidence, importance, and prophylaxis of acute mountain sickness // *Lancet*. – 1976. – V. 2. – P. 1149–1154.
3. Maggiorini M. et al. Prevalence of acute mountain sickness in the Swiss Alps // *BMJ*. – 1990. – V. 30. – P. 853–854.
4. Honigman B.M.K. et al. Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes // *Ann Intern Med*. – 1993. – V. 118. – No 8. – P. 587–592.
5. Кривошеков С.Г. и др. Возрастные, гендерные и индивидуально-типологические особенности реагирования на острое гипоксическое воздействие // *Физиология человека*. – 2014. – Т 6. – № 40. – С. 34–45. [Krivoshhekov S.G. et al. Age, gender and individual typological features of the response to acute hypoxic exposure // *Human Physiology (Fiziologiya cheloveka)*. – 2014. – V. 6. – No 40. – P. 34–45. In Russian] DOI: 10.7868/8013116461406006X.
6. Girdler S.S. et al. Hemodynamic stress responses in men and women examined as a function of the female menstrual cycle // *Int. J. Psychophysiol*. – 1994. – V. 17. – P. 233–248.
7. Hastrup J.L. et al. Sex differences in cardiovascular stress responses: Modulation as a function of menstrual cycle phases // *J. Psychosomat. Res.* – 1984. – V. 28. – P. 475–483.
8. Heitkemper M.M. et al. Women with gastrointestinal symptoms: implications for nursing research and practice // *Gastroenterol. Nurs.* – 1993. – P. 226–232.
9. Mayer E.A. et al. Review article: Gender-related differences in functional gastrointestinal disorders // *Aliment Pharmacol. Ther.* – 1999. – V. 13. – P. 65–69.
10. Mills P.J. et al. Menstrual cycle, race, and task recovery effects on blood pressure recovery from acute stress // *J. Psychosomat. Res.* – 1999. – V. 46. – P. 445–454.
11. Фрипту В.Г. и др. Взаимосвязь циклических изменений половых гормонов и вегетативных нарушений в развитии предменструальных симптомов // *Российский вестник акушера-гинеколога*. – 2015. – Т. 15. – № 6. – С. 24–29. [Friptu V.G. et al. A relationship of cyclic changes in sexual hormones to vegetative disorders in the development of premenstrual symptoms // *Russ. Bull. Obstet.-Gynecol.* – 2015. – V. 15. – No 6. – P. 24–29. In Russian]. DOI: 10.17116/rosakush201515624-29.
12. Прилепская В.Н. и др. Предменструальный синдром: клиника, диагностика, фитотерапия (клиническая лекция) // *Медицинский совет*. – 2020. – № 13. – С. 106–115. [Prilepskaya V.N. et al. Premenstrual syndrome: symptoms, diagnostic, phytotherapy (clinical lecture) // *Medical Council*. – 2020. – No 13. – P. 106–115. In Russian] DOI: 10.21518/2079-701X-2020-13-106-115.
13. Методики исследований в целях врачебно-лётной экспертизы: пособие для членов ВЛК / под общ. ред. Е.С. Бережнова, П.Л. Слепенкова. – Москва: Издательский дом академии им. Н.Е. Жуковского, 1995. – 455 с. [Research methods for the purposes of medical flight examination: a manual for members of the VLK / ed. E.S. Berezhnov, P.L. Slepencov. – Moscow: Publishing House of the Academy named after N.E. Zhukovsky, 1995. – 455 p. In Russian].
14. Голофеевский В.Ю. и др. Заболевания внутренних органов у летного состава: особенности диагностики и клиники, врачебная экспертиза, основы реабилитации: учебное пособие. – Санкт-Петербург: ВМедА, 2005. – 484 с. [Golofeevsky V.Yu. et al. Diseases of internal organs in aircrew: features of diagnostics and clinics, medical examination, basics of rehabilitation. Tutorial. – St. Petersburg: VMedA, 2005. – 484 p. In Russian].