УДК 159.075
DOI: https://doi.org/10.17816/brmma.71308

ВЛИЯНИЕ ФАЗ ПОЛОВОГО ЦИКЛА НА КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ И ФИЗИЧЕСКУЮ ВЫНОСЛИВОСТЬ

© Е.Б. Филиппова, Е.М. Лесова, Н.В. Мургаева

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Исследовалась зависимость когнитивных способностей, связанных преимущественно с функциями правого и левого полушария, а также физической выносливости от фаз полового цикла. Установлено, что в первый день цикла у женщин число решенных «правополушарных» задач в тестах Айзенка было больше, чем в середине цикла, число «левополушарных» задач не отличалось. В начале цикла все испытуемые без исключения решили больше «правополушарных» задач по сравнению с овариальной фазой; в середине цикла большинство испытуемых решили больше «левополушарных» задач. Предполагается, что функциональные различия, связанные с активностью левого и правого полушарий, модулируются, по-видимому, влиянием половых стероидов: низкий уровень половых стероидов в начале цикла способствует активации функций правого полушария, а увеличение их концентрации в середине цикла оказывает на них тормозное влияние. При выполнении физической нагрузки каждой ступени частота сердечных сокращений была выше в лютеальную фазу цикла, чем перед овуляцией; с увеличением нагрузки в дни перед овуляцией частота сердечных сокращений снижалась, а в лютеальную фазу — повышалась. Следовательно, повышенное содержание эстрогенов перед овуляцией способствует снижению физической выносливости, а уменьшение их концентрации в лютеальную фазу повышает способность к выполнению физической нагрузки. Влияние половых стероидов, по-видимому, способствует активации функций, характеризующих своеобразие психического и физического статуса женского пола, в частности лучших вербальных способностей, меньших способностей к зрительно-пространственному анализу и меньшей физической выносливости у женщин.

Ключевые слова: когнитивные способности; межполушарная асимметрия; половой цикл; физическая выносливость; частота сердечных сокращений.

Как цитировать:
Филиппова Е.Б., Лесова Е.М., Мургаева Н.В. Влияние фаз полового цикла на когнитивные способности и физическую выносливость // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 2. С. 107–112. DOI: https://doi.org/10.17816/brmma.70776

Рукопись получена: 01.05.2021 **Рукопись одобрена:** 04.06.2021 **Опубликована:** 20.06.2021

ЭКО•ВЕКТОР

Лицензия CC BY-NC-ND 4.0
© Эко-Вектор, 2021

DOI: https://doi.org/10.17816/brmma.71308

INFLUENCE OF SEXUAL CYCLE PHASES ON COGNITIVE ABILITIES AND PHYSICAL ENDURANCE

© E.B. Filippova, E.M. Lesova, N.V. Murgaeva

Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation,, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: We researched the dependence of cognitive abilities, mostly connected to functions of right and left hemispheres, and physical endurance on phases of sexual cycle. We discovered that on the first day of the cycle the number of correct tasks, connected with functions of the right hemisphere, was bigger than in the middle of the cycle, while no difference was detected in tasks, connected with functions of the left hemisphere. In the beginning of the cycle all test subjects correctly answered more "right hemisphere" questions, than during the ovulation phase, in the middle of the cycle the majority of test subjects correctly answered more "left hemisphere" tasks. We assume that sexual steroids moderate functional differences, connected with functions of right and left hemisphere. Precisely, low level of sexual steroids in the beginning of the cycle helps to activate functions of the right hemisphere, while steroids' concentration in the middle of the cycle stops those functions. The level of heartbeat under the physical load was bigger in the luteal phase than before the ovulation; with the increase of load the heartbeat decreased before the ovulation and increase in the luteal phase. We assume that increased content of estrogens before the ovulations lead to decrease in physical endurance, while the decrease of concentration of estrogens in the luteal phase increased this endurance. Therefore, influence of sexual steroids helps to activate functions, which characterize specific psychological and physical status of women sex, particularly verbal abilities, lower abilities for visual analysis, and lower physical endurance of women.

Keywords: cognitive abilities; interpolar asymmetry; physical endurance; pulse; sexual cycle.

To cite this article:
Filippova EB, Lesova EM, Murgaeva NV. Influence of sexual cycle phases on cognitive abilities and physical endurance. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021;23(2):107–112. DOI: https://doi.org/10.17816/brmma.71308

Received: 01.05.2021 **Accepted:** 04.06.2021 **Published:** 20.06.2021

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Eco-Vector, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Привлечение женщин к службе в Вооруженных силах Российской Федерации в настоящее время увеличивается, в связи с этим исследование особенностей функционирования женского организма является актуальной задачей. Однако известно, что функциональное состояние женщин нестабильно и модулируется влиянием половых стероидов в течение полового цикла [1–7]. Отмечены колебания познавательных процессов — внимания, памяти, мышления и др. — в течение цикла [1, 2, 6, 7]. При этом прослеживается неоднородность, а иногда и противоречивость сведений, в особенности это касается предменструального и менструального периода цикла. Так, лучшие показатели внимания и вербальной памяти были обнаружены в менструальный период цикла (1-й день), а их снижение отмечено в период овуляции [5, 6, 10, 11]. Н.В. Вольф, О.М. Разумникова [8] и др. [2] указывают, что высокий уровень половых гормонов в начале лютеальной фазы способствует выполнению вербальных тестов и снижает пространственные способности. Отмечено снижение умственной работоспособности и общего функционального состояния в овуляторную фазу цикла [3]. В лютеиновую фазу цикла по сравнению с фолликулярной возрастают индекс, амплитуда и частота альфа-, тета- и дельта-ритма и снижается мощность бета1-ритма, что указывает на избирательное влияние прогестерона и эстрогенов на функциональное состояние нейронов коры больших полушарий, изменяются параметры вызванных потенциалов [9, 10].

Важной характеристикой нервно-психической деятельности субъекта является функциональная асимметрия больших полушарий мозга, которая проявляется в соматических, сенсорных, когнитивных и других функциях. Функциональная асимметрия характеризуется также половыми различиями, в частности, наблюдаются различия в анатомии височных областей коры, связанных с речевой функцией, а также в предпочтении руки, моторных функциях и когнитивных способностях [6, 8, 11–13]. Считается, что предпочтение левой руки или амбидекстрия чаще наблюдаются у взрослых мужчин, тогда как женщины отличаются бóльшим предпочтением правой руки [12, 15]. Увеличение функциональной асимметрии мозга коррелирует с повышением работоспособности человека [3, 5]. Установлено, что адаптация организма к внешней среде связана с функциональной асимметрией мозга и различается у левшей и правшей [5, 14].

Цель исследования — выявить существование зависимости когнитивных способностей, связанных преимущественно с функциями левого и правого полушария, и физической выносливости женщин от фаз полового цикла.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Функциональная асимметрия когнитивных способностей исследовалась с использованием тестов Айзенка. Учитывалось количество правильно решенных зрительно-пространственных и вербально-логических задач. Тестирование осуществлялось в первый день цикла и в день предполагаемой овуляции. Последовательность тестирования была равновероятной. Физическая выносливость женщин исследовалась при работе на велоэргометре с увеличивающейся нагрузкой: 1; 1,5; 2 и 2,5 Вт на кг массы тела; частота вращения педалей составляла 60 об/мин. Каждая нагрузка выполнялась в течение 5 мин, между нагрузками предлагался отдых в течение 1 мин. Вращение педалей при нагрузке 2,5 Вт/кг осуществлялось до отказа, при этом регистрировалась частота сердечных сокращений (ЧСС) и предельное время выполнения работы. Испытуемыми были женщины в возрасте 18–20 лет с устойчивым половым циклом. У 5 из них физическая выносливость исследовалась в первый раз в овариальную фазу цикла, второй — в лютеальную, у остальных испытуемых последовательность исследования была обратной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В первый день цикла число решенных «правополушарных» задач составляло 13 ± 1,2, в середине цикла — 8 ± 1,6. Число «левополушарных» задач равнялось 7,1 ± 1,6 в начале цикла и 8 ± 1,1 в середине. При индивидуальном сравнении когнитивных способностей у каждой испытуемой оказалось, что в начале цикла, т. е. в фолликулярную фазу, все испытуемые без исключения решили больше «правополушарных» задач по сравнению с овариальной ($p \leq 0,05$). В середине цикла 73% испытуемых решили больше «левополушарных» задач; у 20% испытуемых наблюдалась противоположная закономерность, у 7% испытуемых различий не наблюдалось.

Таким образом, низкий уровень половых стероидов в начале цикла способствует активации функций правого полушария, а увеличение их концентрации в середине цикла оказывает на них тормозное влияние. Сходные данные были получены С.М. Ситяевой [15]: перед менструацией наблюдалось ухудшение вербальных функций и вербально-логического мышления и улучшение показателей пространственного мышления. Автор объясняет это различиями уровня гормонов в активации левого и правого полушарий мозга. Предполагается, что при повышении уровня эстрогена, наблюдающегося к середине цикла, происходит активация левого полушария, обеспечивающего определенную стратегию переработки информации, поэтому возможны лучшие показатели выполнения вербально-логических задач. В следующей предменструальной фазе происходит снижение уровня

DOI: https://doi.org/10.17816/brmma.71308

эстрогена, при этом обнаруживаются активация правого полушария и повышение успешности выполнения пространственных операций. Разноречивость сведений об изменениях характеристик познавательных процессов в течение полового цикла, по мнению того же автора, возможно, связана с индивидуальными различиями реагирования на колебания гормонального фона. Указанные различия, в свою очередь, определяются индивидуально-типологическими особенностями, важной составляющей которых выступает межполушарная организация мозга, проявляющаяся в специфике функциональной асимметрии [3, 8, 12, 14, 15]. Полученные нами результаты указывают на тормозное влияние повышенного содержания половых стероидов на когнитивные способности правого полушария; влияния фаз полового цикла на те же способности левого полушария не наблюдалось.

Выявлено влияние фаз полового цикла на выносливость женщин при работе на велоэргометре. Так, средняя величина ЧСС при последовательно увеличивающейся нагрузке составляла в лютеальную фазу цикла 136 ± 2,8; 172 ± 2,5; 180 ± 1,8 и 185 ± 2,1 уд/мин, перед овуляцией — 131 ± 3,6; 158 ± 2,7; 128 ± 3,1 и 124 ± 2,9 уд/мин соответственно. То есть ЧСС при выполнении каждой нагрузки была выше в лютеальную фазу цикла, чем перед овуляцией ($p < 0,05$). С увеличением нагрузки перед овуляцией ЧСС уменьшалась, а в лютеальную — увеличивалась. Перед овуляцией только 27% испытуемых смогли выполнять нагрузку 2,5 Вт/кг: среднее время работы до отказа составляло 2 мин. В лютеальную фазу такую нагрузку выполнили 46% девушек; среднее время работы до отказа составляло 2,5 мин. Следовательно, повышенное содержание эстрогенов в овариальную фазу цикла способствует, по-видимому, снижению физической выносливости.

Полученные результаты согласуются с данными о влиянии половых гормонов на выполнение физической нагрузки [3, 5, 14]. Центральная нервная система является одной из мишеней половых гормонов, не связанных непосредственно с репродуктивной функцией. Рецепторы к половым стероидным гормонам обнаружены в миндалине, гиппокампе, коре, базальных ганглиях, мозжечке, ядрах шва мозгового ствола и голубого пятна, клетках глии и других структурах головного мозга, подтверждая участие половых стероидов в контроле психофизиологических, когнитивных и соматических функций [4, 5, 15–17].

При исследовании баланса отделов вегетативной нервной системы (ВНС) в разные фазы менструального цикла было установлено, что вегетативное равновесие увеличивается в середине цикла, а перед менструацией снижается за счет активации симпатического отдела ВНС, что выражается в тахикардии и увеличении индекса напряжения [5, 14].

При исследовании вариабельности сердечного ритма отмечены увеличение ЧСС, амплитуды моды (АМо), повышение соотношения низкочастотной части спектра сердечного ритма к низкочастотной (LF/HF), уменьшение LF и HF в лютеальную фазу менструального цикла по сравнению с фолликулярной. При этом в лютеальную фазу преобладает влияние симпатического отдела ВНС, в фолликулярную фазу — парасимпатического [5].

В исследовании Е.Н. Каревой и др. [4] при сопоставлении вариабельности сердечного ритма с уровнем стероидных гормонов в покое и после работы на велоэргометре в фолликулярную фазу цикла было установлено, что у ваготоников по сравнению с симпатотониками и нормотониками регистрировались самые низкие значения содержания фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), тестостерона и кортизола. Низкие значения концентрации эстрадиола отмечены у нормотоников по сравнению с ваготониками и симпатотониками. Дозированная велоэргометрическая нагрузка вызывала достоверные изменения содержания этих гормонов у лиц с различными типологическими особенностями высшей нервной деятельности. И.В. Ефимовой, Е.В. Будыкой [3], А.П. Кузнецовым и др. [5] обнаружены корреляционные связи между содержанием ФСГ, лютеинизирующего гормона, эстрадиолом, кортизолом и психофизиологическими показателями. При преобладании парасимпатического или симпатического тонуса ВНС наблюдаются различия в содержании половых гормонов. Увеличение концентрации половых гормонов после выполнения мышечной нагрузки характерно для ваготоников.

Нами установлено, что ЧСС при выполнении каждой нагрузки была больше в лютеальную фазу цикла, чем перед овуляцией ($p < 0,05$), что согласуется с данными А.П. Кузнецова и др. [5], О.А. Цигулевой, Т.Н. Колесниковой [14]. С увеличением нагрузки перед овуляцией ЧСС уменьшалась, а в лютеальную фазу — увеличивалась. Время выполнения максимальной нагрузки в лютеальную фазу также увеличилось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функциональные различия, связанные с активностью левого и правого полушарий, модулируются, по-видимому, под влиянием половых стероидов. Такое влияние способствует активации функций, характеризующих своеобразие психического и физического статуса женского пола, в частности лучших вербальных способностей, относительно меньших зрительно-пространственных способностей и меньшей физической выносливости у женщин. Динамику функционального состояния женского организма следует учитывать при выполнении профессиональных обязанностей женщин-военнослужащих, в том числе при планировании заданий, основанных на зрительном анализе и значительной физической нагрузке.

DOI: https://doi.org/10.17816/brmma.71308

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаева Н.А., Корягина Ю.В. Особенности восприятия времени и пространства у девушек в различные фазы овариально-менструального цикла (ОМЦ) // Фундаментальные исследования. 2004. № 2. С. 116–118.
2. Вольф Н.В., Разумникова О.М., Брызгалов А.О., и др. Нейрофизиологические основы половых различий полушарной организации селективного внимания и вербальной памяти // Бюллютень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2004. № 2. С. 82–89.
3. Ефимова И.В., Будыка Е.В. Адаптационные возможности организма у студенток в разные фазы овариально-менструального цикла // Физиология человека. 1993. № 1. С. 112–118.
4. Карева Е.Н., Олейникова О.М., Панов В.О., и др. Эстрогены и головной мозг // Вестн. Росс. акад. мед. наук. 2012. Т. 67, № 2. С. 48–59.
5. Кузнецов А.П. 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 // Человек. Спорт. Медицина. 2016. Т. 16, № 4. С. 18–26.
6. Разумникова О.М., Вольф Н.В. Половые различия межполушарного взаимодействия при распределенном и направленном внимании // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2006. Т. 56, № 3. С. 327–333.
7. Ситяева С.М. Динамика психофункционального состояния девушек в зависимости от фазы менструального цикла, индивидуально-типологических и возрастных особенностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2005.
8. Вольф Н.В., Разумникова О.М. Время унимануальных реакций при сравнении латерализованных вербальных стимулов: особенности межполушарных взаимодействий, связанные с полом испытуемых // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 4. С. 21–35.
9. Ходырев Г.Н., Циркин В.И. Параметры основных ритмов ЭЭГ в фолликулярную и лютеиновую фазы менструального цикла // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2012. № 6–1. С. 76–82.
10. Цветовский С.Б. Полушарные различия среднелатентных акустических вызванных потенциалов у мужчин и женщин // Физиология человека. 2007. Т. 3, № 1. С. 131–134.
11. Боголепова И.Н., Малофеева Х.Б., Улингс М. Структурная асимметрия речедвигательных полей 44 и 45 коры мозга человека в постнатальном онтогенезе // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1999. № 10. С. 471–476.
12. Будыка Е.В., Зуева Е.А., Шестакович И.С. Некоторые характеристики познавательных процессов лиц, различающихся латерализацией моторных и сенсорных функций // Современные направления исследований функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга. Экспериментальные и теоретические аспекты нейропластичности. М.: Научный мир, 2010. С. 104–108.
13. Bell E.C., Willson M.C., Wilman A.H., Dave P.H. Males and females differ in brain activation during cognitive tasks // Neuroimage. 2006. Vol. 30. No. 2. P. 529–538. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.09.049
14. Цигулева О.А., Колесникова Т.Н. Изменение показателей сердечно-сосудистой системы в разные фазы менструального цикла // Вестник Уральской медицинской академии наук. 2004. № 3 (49). С. 129–131.
15. Бабичев В.Н. Влияние эстрогенов на центральную нервную систему // Вестник РАМН. 2006. № 6. С. 45–54.
16. Gordon H.W., Lee P.A. A relationship between gonadotropins and visuospatial function // Neuropsychologia. 1986. Vol. 24. P. 563–576. DOI: 10.1016/0028-3932(86)90100-4
17. Hampson E., Kimura D. Reciprocal effects of hormonal fluctuations on human motor and perceptual-spatial skills // Behav. Neurosci. 1988. Vol. 102. No. 3. P. 456–459. DOI: 10.1037//0735-7044.102.3.456

REFERENCES

1. Bugaeva NA, Korjagina JuV. Osobennosti vosprijatija vremeni i prostranstva u devushek v razlichnye fazy ovarial'no-menstrual'nogo cikla (OMC). *Fundamental'nye issledovanija*. 2004;(2):116–118. (In Russ.).
2. Vol'f NV, Razumnikova OM, Bryzgalov AO, et al. Nejrofiziologicheskie osnovy polovyh razlichij polusharnoj organizacii selektivnogo vnimanija i verbal'noj pamjati. *Bjulljuten' Sibirskogo otdelenija Rossijskoj akademii medicinskih nauk*. 2004;(2):82–89. (In Russ.).
3. Efimova IV, Budyka EV. Adaptacionnye vozmozhnosti organizma u studentok v raznye fazy ovarial'no-menstrual'nogo cikla. *Fiziologija cheloveka*. 1993;(1):112–118. (In Russ.).
4. Kareva EN, Oleynikova OM, Panov VO, et al. Jestrogeny i golovnoj mozg. *Vestnik Ross. akad. med. Nauk*. 2012;67(2):48–59. (In Russ.).
5. Kuznecov AP. Vzaimootnoshenija mezhdu soderzhaniem polovyh gormonov i psihofiziologicheskimi pokazateljami v pokoe i posle fizicheskoj nagruzki u devushek 18–23 let s razlichnym tonusom vegetativnoj nervnoj sistemy. *Chelovek. Sport. Medicina*. 2016;16(4):18–26. (In Russ.).
6. Razumnikova OM, Vol'f NV. Polovye razlichija mezhpolusharnogo vzaimodejstvija pri raspredelennom i napravlennom vnimanii. *Zhurnal vysshej nervnoj dejatel'nosti im. IP Pavlova*. 2006;56(3):327–333. (In Russ.).
7. Sitjaeva SM. *Dinamika psiho-funkcional'nogo sostojanija devushek v zavisimosti ot fazy menstrual'nogo cikla, individual'no-tipologicheskih i vozrastnyh* osobennostej. [abstract dissertation]. Novosibirsk; 2005. (In Russ.).
8. Vol'f NV, Razumnikova OM. Vremja unimanual'nyh reakcij pri sravnenii lateralizovannyh verbal'nyh stimulov: osobennosti mezhpolusharnyh vzaimodejstvij, svjazannye s polom ispytuemyh. *Fiziologija cheloveka*. 2002;28(4):21–35. (In Russ.).
9. 9. Hodyrev GN, Cirkin VI. Parametry osnovnyh ritmov EEG v follikulyarnuyu i lyuteinovuyu fazy menstrual'nogo cikla. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. NI Lobachevskogo*. 2012;6–1:76–82. (In Russ.).
10. Cvetovskij SB. Polusharnye razlichija srednelatentnyh akusticheskih vyzvannyh potencialov u muzhchin i zhenshhin. *Fiziologija cheloveka*. 2007;3(1):131–134. (In Russ.).

11. Bogolepova IN. Strukturnaya asimmetriya rechedvigatel'nyh polej 44 i 45 kory mozga cheloveka v postnatal'nom ontogeneze. *Byulleten' eksperimental'noj biologii i mediciny*. 1999;10:471–476. (In Russ.).
12. Budyka EV, Zueva EA, SHestakovich IS. Nekotorye harakteristiki poznavatel'nyh processov lic, razlichayushchihsya lateralizaciej motornyh i sensornyh funkcij. *Sovremennye napravleniya issledovanij funkcional'noj mezhpolusharnoj asimmetrii i plastichnosti mozga. Eksperimental'nye i teoreticheskie aspekty nejroplastichnosti*. Moscow: Nauchnyj mir; 2010. (In Russ.).
13. Bell EC, Willson MC, Wilman AH, Dave PH. Males and females differ in brain activation during cognitive tasks. *Neuroimage*. 2006;30(2):529–538. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.09.049
14. Ciguleva OA, Kolesnikova TN. Izmenenie pokazatelej serdechno-sosudistoj sistemy v raznye fazy menstrual'nogo cikla. *Vestnik Ural'skoj med. akad. nauk*. 2004;3(49):129–131. (In Russ.).
15. Babichev VN. Vlijanie jestrogenov na central'nuju nervnuju sistemu. *Vestnik RAMN*. 2006;6:45–54. (In Russ.).
16. Gordon HW, Lee PA. A relationship between gonadotropins and visuospatial function. *Neuropsychologia.* 1986;24:563–576. DOI: 10.1016/0028-3932(86)90100-4
17. Hampson E, Kimura D. Reciprocal effects of hormonal fluctuations on human motor and perceptual-spatial skills. *Behav Neurosci*. 1988;102(3):456–459. DOI: 10.1037//0735-7044.102.3.456

ОБ АВТОРАХ

***Елена Борисовна Филиппова,** кандидат биологических наук, доцент; e-mail: vmeda-nio@mil.ru

Елена Михайловна Лесова, преподаватель

Наталья Васильевна Мургаева, старший преподаватель

AUTHORS INFO

***Elena B. Filippova,** candidate of biological sciences, associate professor associate; e-mail: vmeda-nio@mil.ru

Elena M. Lesova, lecturer

Natalya V. Murgaeva, senior lecturer