

БІЯЛАГІЧНЫЯ НАВУКІ

УДК: 796(077.5+015.6)+612.3

А. И. Босенко¹, Н. А. Орлик²

¹Кандидат биологических наук, приват-профессор,
заведующий кафедрой биологии и основ здоровья,
ГУ «Южноукраинский национальный педагогический университет имени К. Д. Ушинского»,
г. Одесса, Украина

²Преподаватель кафедры биологии и основ здоровья,
ГУ «Южноукраинский национальный педагогический университет имени К. Д. Ушинского»,
г. Одесса, Украина

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ
СТУДЕНТОК ФАКУЛЬТЕТА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
В РАЗНЫЕ ФАЗЫ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА**

Исследованы функциональные возможности организма 30 студенток факультета физической культуры по данным частоты сердечных сокращений и физической работоспособности, зарегистрированных в процессе велоэргометрического тестирования в разные фазы овариально-менструального цикла. Установлено, что по среднегрупповым данным, изменения указанных показателей носили недостоверный и разнонаправленный характер во все фазы специфического биологического цикла. Индивидуальный анализ выявил повышение работоспособности у 30-46,7% девушек, занимающихся спортом, в постменструальную и предменструальную фазы биологического цикла при экономизации сердечной деятельности лишь у 12-15,7% обследованных.

Ключевые слова: спортсменки, менструальный цикл, функциональные возможности, дозированная нагрузка, физическая работоспособность, сердечно-сосудистая система.

Введение

Проблема оценки функциональных состояний является одной из важнейших в областях науки, изучающих динамику адаптивных процессов у человека при его взаимодействии с внешней средой [1]–[5]. Функциональные возможности женщин во многом зависят от их анатомо-физиологических особенностей, в частности, наличия такого ритмического биологического процесса, как овариально-менструальный цикл (ОМЦ). Сегодня накоплены значительный практический опыт и теоретические сведения, касающиеся особенностей тренировочного процесса и адаптационных изменений в женском организме. Анализ литературных источников показал, что приводимые сведения отличны, а иногда и противоречивы [4], [6]–[10]. Расширение программ спортивных выступлений женщин, а следовательно, изменения в специфике нагрузок и их выход за пределы возможностей организма выдвигают в разряд актуальных исследования, направленные на оптимизацию тренировочного и соревновательного процессов с учетом знаний динамики функциональных возможностей спортсменок в овариально-менструальном цикле.

Общепринятым критерием резервов адаптации является физическая работоспособность. Существует множество функциональных проб, позволяющих выявить объем резервных возможностей как отдельных систем, так и всего организма в целом. Однако большинство методик направлены на получение информации о физической работоспособности без учета других показателей, которые могут позволить системно оценить реакцию организма на нагрузку.

Цель – изучить динамику функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) и физической работоспособности девушек, занимающихся спортом, при выполнении дозированной мышечной нагрузки в разные фазы менструального цикла.

Методы и организация исследований. По мнению ведущих специалистов, велоэргометрическое тестирование является одним из основных методов оценки физической работоспособности [11], [12]. В лаборатории возрастной физиологии спорта, в которой были проведены основные исследования, используется методика с плавным повышением нагрузки до увеличения пульса, как объективного показателя, до 155 уд/мин. По достижению заданного пульса нагрузка уменьшалась до нуля с той же скоростью. Было обследовано 30 студенток факультета

физической культуры педагогического вуза в возрасте 17-22 лет. Исследования проводились в индивидуально определенные фазы менструального цикла: менструальную, постменструальную, овуляторную, постовуляторную и предменструальную, выделенные согласно классификации лаборатории эндокринологии Института геронтологии АМН Украины [9]. Основные исследования сопровождались рядом дополнительных методик (анкетирование, антропометрия, электрокардиография, рефлексометрия и др.) с целью контроля общего состояния организма обследованных. В исследовании принимали участие девушки с регулярным менструальным циклом и не имеющие отклонений от норм физического развития. Тестирование проводилось в стандартных условиях.

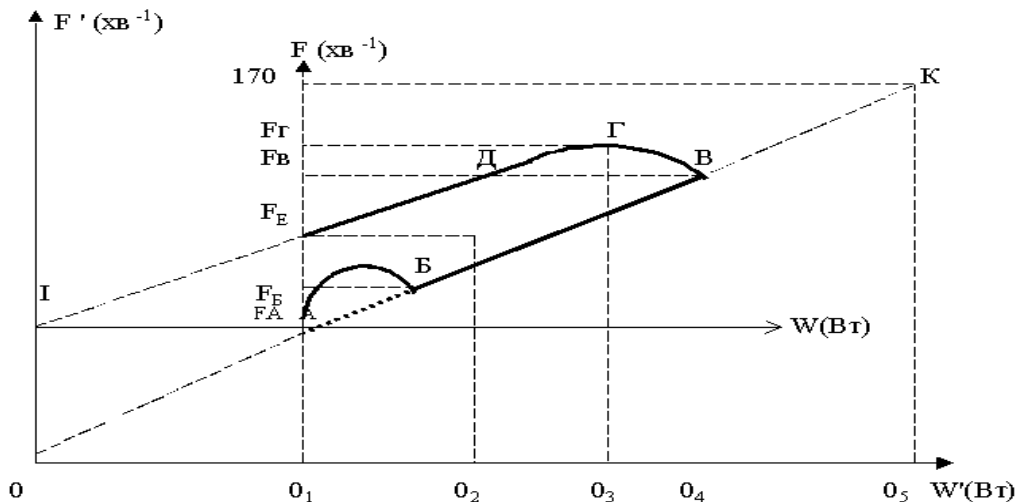
Полученные результаты были подвергнуты статистической обработке с использованием стандартных методов статистики (SPSS v. 16.0).

Результаты исследования и их обсуждение

Характеризуя уровень физического развития спортсменок, следует отметить, что по основным антропометрическим показателям обследованные девушки соответствовали нормативным значениям для избранного вида спорта. Так, длина тела девушек в среднем составила $164,23 \pm 0,89$ см, масса тела – $56,8 \pm 1,3$ кг. Окружность грудной клетки в покое, при вдохе и на выдохе была равной, соответственно, $84,77 \pm 1,13$ см, $90,43 \pm 1,6$ см, $82,25 \pm 1,07$ см, при этом жизненная емкость легких девушек достигала величины в $3206,67 \pm 118,49$ мл. Данные динамометрии ведущей руки ($27,87 \pm 1,3$ кг) и становой ($71,93 \pm 4,15$ кг) находились в пределах нижней границы возрастного-половой нормы. Следовательно, обследованные девушки-спортсменки по большинству антропометрических показателей физического развития достоверно не отличались от нетренирующихся ровесниц Одесского региона и опережали их по физиометрическим характеристикам.

Использованная методика Д. Н. Давиденко и модернизированная в нашей лаборатории позволила выделить более 30 показателей, характеризующих динамику частоты сердечных сокращений (ЧСС), показатели энергетического уровня организма, показатели эффективности регуляции сердечной деятельности и показатели общей физической работоспособности.

Для достижения поставленной цели нами были выделены показатели динамики ЧСС – ЧСС исходная, пороговая, реверса, максимальная, выхода из нагрузки, средняя и пульсовая стоимость работы. Из группы в шесть показателей физической работоспособности описывается лишь один из критериев – PWC170, кгм/мин (рисунок).



А – исходная, Б – пороговая, В – реверса, Г – максимальная, Е – выхода из нагрузки

Рисунок – Схема тестирования нагрузкой изменяющейся по замкнутому циклу и основные точки отсчета ЧСС

Проведенные исследования физической работоспособности организма девушек-студенток, по данным тестирования с переменной мощностью загрузки по замкнутому циклу, позволили установить высокую степень работоспособности в постменструальную и предменструальную фазы, которая на 1,8% была выше показателей PWC170 в овуляторную и постовуляторную фазы МЦ, в которых отмечалась сниженная работоспособность (таблица).

Таблица. – Динамика показателей ЧСС и физической работоспособности девушек 17–22 лет на протяжении менструального цикла

Показатели		Фазы				
		I	II	III	IV	V
ЧСС исх., уд/мин	M±m	75,63±1,78	76,47±2,3	74,77±2,19	76,5±2,59	75,73±1,92
	δ	9,78	12,47	11,98	14,18	10,51
	CV	12,93	16,31	16,02	18,54	13,88
ЧСС пор., уд/мин	M±m	84,93±1,25	86,23±1,92	85,73±1,7	85,37±2,63	84,63±1,96
	δ	6,85	10,51	9,29	14,43	10,76
	CV	8,06	12,19	10,84	16,9	12,71
ЧСС макс., уд/мин	M±m	157±0,8	157,2±0,6	157,5±0,67	155,83±1	156,8±0,85
	δ	4,4	3,18	3,67	5,62	4,65
	CV	2,8	2,02	2,33	3,61	2,96
ЧСС вых., уд/мин	M±m	107,3±1,7	109,3±2	106,4±1,6	107,53±2	106,7±1,52
	δ	9,54	11	8,8	11	8,31
	CV	8,89	10,07	8,27	10,23	7,79
ЧСС сред., уд/мин	M±m	124,4±0,7	125,3±1	124,6±0,98	124±1,12	124,23±1,0
	δ	3,91	5,38	5,38	6,11	5,62
	CV	3,14	4,29	4,32	4,92	4,53
L пульс., уд/мин	M±m	1393,2±38	1406±49,7	1407±37,34	1376,4±40,4	1422,3±37,4
	δ	208,56	272,62	204,65	221,27	204,89
	CV	14,97	19,38	14,54	16,08	14,41
PWC ₁₇₀ , кгм/мин	M±m	1339,3±33,3	1350,9±46,7	1337,1±36,1	1327,4±49,7	1342,5±36,86
	δ	182,55	255,87	197,52	272,33	202
	CV	14	19	15	21	15

Исходная частота сердечных сокращений организма студенток была зафиксирована в положении сидя на велоэргометре и составила в среднем 74-77 уд/мин. Относительно высокие показатели пульса связаны с тем, что они фиксировались в первые секунды выполнения нагрузочного тестирования, когда нагрузка соответствовала нулю. Наибольшая ЧСС исх. отмечалась в постменструальную и постовуляторную, а наименьшая – в овуляторную фазы менструального цикла. Разница в 2-3 уд/мин не соответствовала достоверности отличий.

Наибольшая пороговая ЧСС, отражающая выход на линейную зависимость «ЧСС – мощность нагрузки», которая, как считают авторы методики [11], [12], является относительно стабильной для каждого индивида и не зависит от исходной величины, выявлена в постменструальную и постовуляторную фазы, а наименьшая – в предменструальную фазу ОМЦ. От исходной величины до пороговой ЧСС увеличилась на 11-13%. По условиям исследования, реверс нагрузки осуществлялся при достижении ЧСС, равной 150-155 уд/мин, после чего нагрузка автоматически с неизменной скоростью снижалась до нуля.

Некоторое время, несмотря на плавное снижение нагрузки, ЧСС девушек инерционно продолжала возрастать, достигая своего некоторого максимума. Наибольшая максимальная ЧСС была зарегистрирована в постменструальную и овуляторную фазы, а наименьшая – в постовуляторную и предменструальную фазы ОМЦ. На протяжении всего менструального цикла ЧСС макс. колебалась в пределах 2-3 уд/мин, а от исходной величины ЧСС увеличилась более чем в 2 раза (155,83±1,0 – 157,5±0,65).

По окончании выполнения велоэргометрической работы фиксировалась ЧСС выхода из нагрузки. Наибольшие ее значения отмечались в постменструальную и постовуляторную фазы, что на 3 уд/мин больше, чем в овуляторной и предменструальной фазах – наименьшие значения менструального цикла. Относительно ЧСС покоя, по окончании работы в среднем показатели увеличились на 42-45%. Среднее значение ЧСС как частное фиксированных пульсовых ударов на протяжении выполнения нагрузки и общего времени работы находились в пределах 125,3±1,0 (постменструальная фаза) – 124,0±1,12 (постовуляторная фаза).

Наивысшая пульсовая стоимость работы студенток зафиксирована в постменструальную и предменструальную фазы, а наименьшая – в постовуляторную фазу ОМЦ.

Таким образом, полученные данные ЧСС девушек на протяжении МЦ при функциональной пробе находились на относительно одинаковом уровне, разница между значениями отдельных показателей составляла 2-4 уд/мин.

Анализируя показатели ЧСС и физической работоспособности по фазам ОМЦ можно сделать вывод, что в постменструальной фазе высокая физическая работоспособность сопровождалась значительным напряжением механизмов регуляции ССС, о чем свидетельствует высокая ЧСС на протяжении всей работы на велоэргометре. В овуляторной и постовуляторной фазах МЦ на фоне низкой работоспособности отмечалось снижение функциональных возможностей ССС, при высокой ЧСС. Предменструальная фаза характеризовалась высокой работоспособностью на фоне низких показателей ЧСС, что говорит об оптимальном состоянии ССС и готовности к нагрузке.

В научной литературе отмечаются колебания уровня физической работоспособности в зависимости от фаз менструального цикла: низкая – регистрируется в предменструальную, менструальную и овуляторную фазы, поскольку резервы организма направлены на полное и своевременное выполнение репродуктивной функции женского организма, и высокая – в постменструальную и постовуляторную фазы, когда наблюдается относительное «затишье» в функционировании репродуктивной системы.

Анализ полученных результатов исследования студенток свидетельствует об отсутствии единой и общей закономерности динамики ЧСС и работоспособности по фазам овариально-менструального цикла, что согласуется с данными других авторов [1], [4]–[9]. Следовательно, использование среднegrupповых данных может привести к ложным теоретическим выводам и ошибкам на практике.

Так, в фазы «хорошей» работоспособности – постменструальную и предменструальную фазы менструального цикла только 30 и 46,7% девушек, соответственно, показали высокие результаты, при этом низкая исходная ЧСС на уровне спортивной брадикардии отмечалась у еще меньшего числа обследованных – 15,7 %.

Следует отметить низкую вариативность большинства изученных критериев на всех этапах исследования, что является дополнительным подтверждением объективности полученных результатов. Коэффициент вариации (CV) характеризовался наибольшими величинами в состоянии покоя, что логично согласуется с существующим положением о наличии множества степеней свободы функциональной системы в состоянии оптимума. Высказанное подтверждается уменьшением вариативности всех показателей ЧСС с возрастанием функционального напряжения в процессе выполнения мышечной работы, особенно на вершине ее мощности, когда CV по ЧСС_{макс} составил всего 2,02-3,61, что соответствует минимальным его нормам. Средняя колеблемость была свойственна двум взаимосвязанным показателям – суммарной пульсовой стоимости работы и ее мощности на уровне ЧСС в 170 уд/мин (PWC₁₇₀), вклад в вариативность которых вносили два основных фактора: масса тела и индивидуальный уровень физической подготовленности.

Выводы

Анализ научно-методической литературы показал, что исследованиями в области женского спорта занимается ряд специалистов, работы которых в основном посвящены специальной работоспособности, ими же частично изучены и функциональные возможности ССС. К сожалению, взаимосвязь динамики частоты сердечных сокращений во время велоэргометрического тестирования и физической работоспособности на протяжении менструального цикла недостаточно изучены и требуют дальнейшей разработки.

Изучение взаимосвязи динамики функционального состояния ССС и физической работоспособности у девушек с высокой двигательной активностью на протяжении менструального цикла показало, что по среднegrupповым данным, изменения указанных показателей носили недостоверный и разнонаправленный характер во все фазы ОМЦ. По данным нашего исследования, в предменструальной фазе отмечались сниженные исходные и рабочие значения ЧСС и высокие показатели физической работоспособности, что говорит об оптимальном состоянии ССС и ее готовности к физическим нагрузкам изменяющейся мощности.

Индивидуальный анализ результатов тестирования дозированной нагрузкой по замкнутому циклу выявил комплекс показателей, характеризующих высокую работоспособность у 30-46,7%,

девушек, занимающихся спортом, в постменструальную и предменструальную фазы ОМЦ при том, что экономизация, по данным ЧСС, отмечалась лишь у 12-15,7% обследованных.

Высокая индивидуальность колебаний значений показателей ССС и физической работоспособности на протяжении менструального цикла снижает информативность оценки, полученной по среднegrupповым данным, и выдвигает необходимость индивидуального подхода при исследовании функциональных возможностей девушек-спортсменок. Перспектива исследования состоит в изучении ведущих факторов, влияющих на динамику функциональных возможностей девушек различного уровня физической подготовленности на протяжении биологического цикла.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Квашук, П. В. Дифференцированный подход к построению тренировочного процесса юных спортсменов на этапах многолетней подготовки: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / Квашук Павел Валентинович. – М., 2005. – 48 с.
2. Коробейников, Г. В. Психофизиологическая организация деятельности человека / Г. В. Коробейников. – Белая Церковь, 2008. – 138 с.
3. Мороз, М. П. Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека: методич. рук. / М. П. Мороз. – СПб. : ИМАТОН, 2007. – 40 с.
4. Михалюк, Е. Л. Различия и сходство интегральных показателей функционального состояния спортсменов высокого класса, отличающихся по полу (обзор литературы) / Е. Л. Михалюк, Т. С. Соболева // Лечебная физкультура и спорт. медицина. – 2013. – № 1(109). – С. 36–43.
5. Солодков, А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
6. Бугаёва, Н. А. Особенности процессов восприятия времени и пространства у девушек в различные фазы овариально-менструального цикла (ОМЦ) / Н. А. Бугаёва, Ю. В. Корягина // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 2 – С. 118.
7. Врублевский, Е. П. Индивидуализация подготовки женщин в скоростно-силовых видах легкой атлетики: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровительной физической культуры» / Врублевский Евгений Павлович. – Волгоград : ВГАФК, 2008. – 56 с.
8. Гасанова, З. А. Женщины изначально в мужских видах спорта / З. А. Гасанова // Теория и практика физической культуры. – 1997. – №7. – С. 18–22.
9. Шахлина, Л. Г. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин / Л. Г. Шахлина – Киев : Наук. думка, – 2001. – 326 с.
10. Шахлина, Л. Г. Медико-биологические основы управления процессом спортивной тренировки женщин : дис. ... д-ра мед. наук: 14.03.25 / Лариса Ян-Генриховна Шахлина. – Киев, 1995. – 360 л.
11. Методика оценки функциональных резервов организма при использовании нагрузочной пробы по замкнутому циклу изменения мощности / Д. Н. Давиденко [и др.] // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена : сб. науч. тр. – Л. : ГДОИФК, 1984. – С. 35–41.
12. Босенко, А. И. Выявление функциональных возможностей сердечно-сосудистой и центральной нервной систем у подростков при напряженной мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 14.00.17 / Босенко Анатолий Иванович. – Тарту, 1986. – 25 с.

Поступила в редакцию 13.09.17

E-mail: bosenco@ukr.net, OrlikN@ukr.net

A. I. Bosenko, N. A. Orlik

HEART RATE FREQUENCY INDICATORS DYNAMICS OF PHYSICAL TRAINING DEPARTMENT FEMALE STUDENTS IN VARIOUS MENSTRUAL CYCLE PHASES

The immediate aim of the research is 30 female students of physical training department organism functionalities based on the heart rate and physical working capacity data registered in the bicycle ergometric testing procedure obtained in various ovarian-menstrual phases. It was found out that, according to the average group data, changes of the mentioned indicators were of unreliable and multidirectional nature – in all the specific biological cycle concerned. Individual analysis revealed that 30-46 % of girls, doing sports in postmenstrual biological cycle phase demonstrated an increase of working capacity and only 12-15 % of the examined showed the same result in premenstrual phase due to economized heart rate activity.

Keywords: sportswomen, menstrual cycle, functionalities, doses loading, physical working capacity, cardiovascular system.