

АНАЛИЗ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАЦИОННОЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ ДЕВУШКИ-СПОРТСМЕНКИ

Чупрова Елизавета Александровна

студент 408 группы, Волгоградская государственная академия физической культуры, РФ,
Волгоград

Потапченко Мария Александровна

Горбанева Елена Петровна

научный руководитель, научный руководитель, д-р мед. наук, доц., Волгоградская
государственная академия физической культуры, РФ, Волгоград

Проведен индивидуальный анализ показателей вариационной пульсометрии спортсменки, на протяжении овариально-менструального цикла. Выявлено влияние физической нагрузки на организм в разные фазы цикла, а также изучены особенности функционального статуса и резервов организма на протяжении одного биологического женского цикла.

Актуальность. В настоящее время, женский спорт имеет не меньшую популярность, чем мужской. Высокая конкурентность и гонка за результатами обязывают спортсменов наращивать объем и интенсивность тренировочных нагрузок, а также повышать сложность соревновательных программ, что ведет к чрезмерному физическому и психоэмоциональному напряжению. Кроме того, существенные колебания функционального состояния и физической работоспособности женщин обусловлены наличием биологической цикличности изменения гормонального статуса организма. Обязательным условием при планировании тренировочного процесса женщин является учёт влияния овариально-менструального цикла (ОМЦ) на работоспособность и общее состояние занимающихся (Е.П. Горбанева, 2014).

Продолжительность цикла составляет от 21 до 42 суток (в среднем принимают 28 суток). Выделяют пять фаз овариально-менструального цикла: менструальную - (1-5-й день), постменструальную - (6-12-й день), овуляторную - (13-15-й день), постовуляторную - (16-24-й день) и предменструальную - (25-27-й день). Женские биологические ритмы тесно связаны с работоспособностью. Высокий уровень травм отмечен во время предменструальной фазы. Самые низкие показатели скоростных, силовых, скоростно-силовых упражнений, а также скоростной выносливости отмечены в первые два дня цикла, в дни овуляции и к концу цикла (1, 3, 5 фазы). Вместе с тем, при грамотном управлении тренировочным процессом у женщин с увеличением стажа спортивных выступлений и ростом спортивного мастерства, заметно снижается отрицательное влияние неблагоприятных фаз ОМЦ (1, 3, 5) на специальную работоспособность (Пангелов, 1981; Пивоварова, 1982).

Однако, чаще тренировочные занятия женщин организуются в соответствии с общими принципами спортивной тренировки, т. е. по структуре, а также применяемым методам и средствам аналогично занятиям мужчин. Хотя, объём и интенсивность тренировок, а также подбор упражнений для женщин имеют некоторые отличия: уменьшается общее количество тренировочных занятий и мощность нагрузки в отдельные дни тренировок; во всех случаях вес отягощения на 5-10% меньше, чем у мужчин. Исходя из анатомии и биомеханики женщин, при тренировках им следует избегать работы с предельными и близкими к ним отягощениями. Предпочтение надо отдавать упражнениям, не «перегружающим» позвоночник, т.е. выполняемым в положении сидя или лежа. Женский организм гораздо лучше переносит нагрузки, направленные на развитие выносливости, в связи с этим

необходимо использовать методы и приёмы для развития силовой выносливости. Упражнениям, связанным с подъёмами околопредельного веса, должна предшествовать значительная предварительная подготовка с обязательным учётом фаз ОМЦ. Особое внимание следует уделять развитию мышц ног, таза, спины, груди, брюшного пресса. Тренировку следует начинать с проработки мышц таза и ног, как наиболее крупных и энергоёмких. Одной из основных задач тренировки является коррекция осанки с включением в тренировочный процесс соответствующих упражнений. В силовой подготовке женщин нецелесообразно применять упражнения с прогибанием туловища назад (они могут привести к смещению матки); с максимальной величиной отягощений в положении стоя (могут повлечь нарушение осанки и травмы позвоночника).

При занятиях спортом формируется индивидуальный характер долговременной адаптации организма к условиям тренировочного процесса. Формирование оптимальной адаптации в первую очередь напрямую зависит от индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем и типа реагирования на тренировочные нагрузки. Чем более совершенна и устойчива регуляция, тем выше уровень тренированности спортсменов (Н.И.Шлык, 2009). В отношении девушек-спортсменок в процессе тренировочной деятельности немало важен учет индивидуального уровня функционального состояния всех физиологических систем организма в отдельные фазы овариально-менструального цикла. На протяжении ОМЦ у женщин наблюдаются выраженные, гормонально обусловленные, изменения состава крови, силовых показателей, тонуса мышц, водноэлектролитного обмена и т. д. Изменяется также способность организма задерживать воду, что приводит к колебаниям веса тела от 0,5 до 2 кг, при этом на 3-6-й день и на 25-26-й происходит увеличение массы тела, а на 7 и 16-й – её уменьшение (В.Г.Олешко, 1999).

Таким образом, изучение особенностей женского организма при адаптации к специфической спортивной деятельности является своевременным и актуальным.

Цель исследования заключалась в изучении вариабельности функционального состояния организма девушки-спортсменки на протяжении овариально-менструального цикла для определения функциональных резервов и адаптационных возможностей в тренировочной деятельности. Задачи исследования состояли в выяснении состояния регуляторных систем женского организма при адаптации к физическим нагрузкам спортивного характера, а также в изучении особенностей функционального статуса и резервов организма на протяжении одного биологического женского цикла.

Методы и организация исследования

В исследовании принимала участие студентка, член сборной команды по фитнес-аэробике ФГБОУ ВО «ВГАФК». Стаж спортивной подготовки – 14 лет.

Настоящая работа предусматривала изучение особенностей функционального состояния организма спортсменки с помощью метода вариационной хронокардиографии. Регистрация и анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) осуществлялся автоматизированным комплексом «Биомышь» фирмы «Нейролаб». Методика предназначена для оценки уровня возможностей и напряжения регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, степени возбуждения вегетативной нервной системы и дает экспресс-оценку функционального состояния человека, цены адаптации и уровня развития стрессового состояния.

Математические оценки ВСР-анализа осуществлялись согласно принятым подходам. К первому группе относили статистические показатели вариационного ряда ритмограммы: среднее арифметическое значение, среднеквадратичное отклонение, мода, амплитуда моды, вариационный размах. Ко второму типу относятся вторичные показатели ВСР-анализа: индекс вегетативного равновесия, вегетативный показатель ритма, индекс напряжения, показатель адекватности процессов регуляции. Важная роль в развитии этих методов принадлежит Р.М. Баевскому, который разработал методику оценки степени напряжения регуляторных механизмов разных уровней в процессе адаптации сердечно-сосудистой системы к случайно или постоянно действующим факторам внешней среды.

Научно технический прогресс в области оптикоэлектронных технологий дал возможность производить измерения пульса и в некоторой степени насыщенности крови кислородом путём оценки прозрачности ткани человека. При этом производится освещение определённой части тела, обычно пальца или мочки уха, источником света инфракрасного диапазона и регистрируется та часть светового потока, которая прошла через ткань, пронизанную кровеносными сосудами. Таким образом, с каждым ударом сердца меняется давление в сосудах, что в свою очередь изменяет прозрачность. Графическая регистрация пульса, основанная на определении оптических свойств ткани, в световом спектре $\lambda = 680$ нм, получила название фотоплетизмограмма (ФПГ). Для ВСР-анализа также может быть использован сигнал ФПГ, в котором содержится информация не только о ритме сердца, но и другая, присущая пульсовой волне. С целью получения этой информации разработан аппаратно - программный комплекс (АПК), состоящий из:

- фотоэлектрического сенсора, содержащего ИК излучатель и фотоприемник (в компьютерной мыши);
- блока первичной обработки, расположенного в компьютерной мыши, где происходит селективное усиление и оцифровка сигнала;
- программного комплекса, расположенного в компьютере, позволяющего не только производить стандартную математическую оценку ВСР, но и анализировать частоту и форму пульсовой волны.

Использование ФПГ метода для регистрации пульса, кроме стандартного анализа variability сердечного ритма, дает возможность оценивать по форме пульсовой волны состояние сердечнососудистой системы и систем регулирования. Математическая обработка высококачественного ФПГ сигнала позволяет изучать и другие циклические процессы в организме, также как и реакции на внешние факторы.

Характерной особенностью метода ВСР является его высокая чувствительность к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям. Метод основан на измерении временных интервалов между ударами сердца, построении рядов кардиоинтервалов и последующего анализа полученных числовых рядов различными математическими методами.

Обработка полученных данных проводилась с использованием программ статистической обработки данных Microsoft Excel 2007.

Результаты исследования

Анализ variability сердечного ритма в течение месяца каждодневной регистрации показал, что средний показатель частоты сердечных сокращений составил $72 \pm 4,8$ уд./мин. При этом средняя продолжительность кардиоинтервала зарегистрирована на уровне $860,4 \pm 174,05$ мс. Данные значения можно рассматривать как вариант физиологической нормы, поскольку диапазон нормальных значений ЧСС в пределах 60-80 уд./мин. (А.Ю. Ступина и др., 2014). В тоже время показатель вариационного размаха (BP), то есть разницы между самым длинным и самым коротким R-R-интервалом, был равен в среднем $313,4 \pm 28,3$ мс. Считается, что при наличие вегетативного равновесия отделов ВНС данный показатель находится в пределах 0,16-0,29 с. Его смещение в сторону увеличения отражает преобладание ваготонии, что можно наблюдать в настоящем исследовании и охарактеризовать как умеренную ваготонию (более 0,30 с), (Макац В.Г, 2010). О большей парасимпатической составляющей сердечного ритма и преобладании автономного контура регуляции свидетельствовали такие показатели как коэффициент вариации (CV) значение которого $7,5 \pm 0,78\%$ (при балансе величина в пределах 5-7%), амплитуда моды (АМо) $31,3 \pm 4,4\%$ (при норме 30-50%), \pm равный $1,6 \pm 0,74$ у.е., свидетельствующий о большей доли парасимпатических влияний. Кроме того, в пользу большей автономии и variability сердечной деятельности свидетельствуют не высокие значения таких показателей как индекс вегетативного равновесия (ИВР) $81,9 \pm 19,3$ у.е., вегетативный показатель ритма (ВПР) $4,1 \pm 0,8$ у.е., показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) $38,2 \pm 8,5$ у.е., а также индекс напряжения (ИН) равный $62,6 \pm 17,3$ у.е. Считается, что централизация управления сердечным ритмом наблюдается при ИН более 100 у.е. (рис. 1).

В тоже время, анализ тренда сердечного ритма во взаимосвязи с фазами биологической цикличности женского организма показал существенные колебания изучаемых показателей.

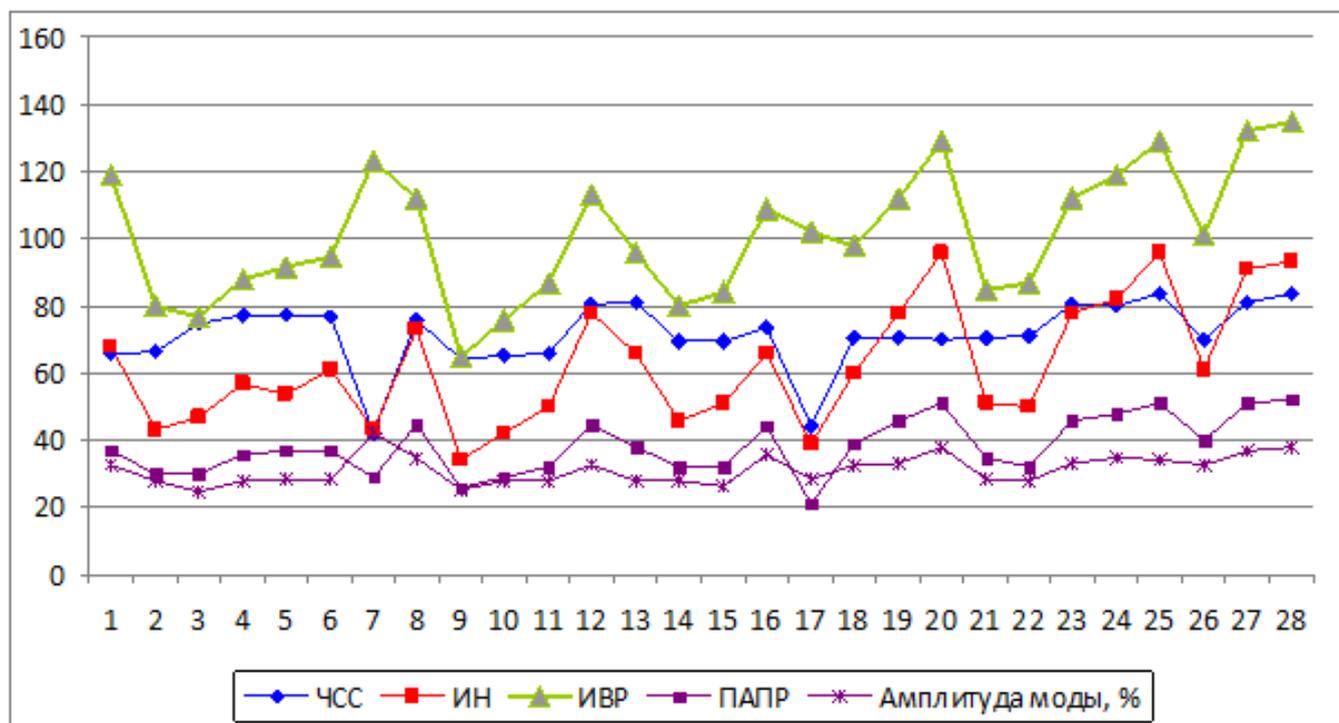


Рисунок 1 Динамика показателей вариационной пульсометрии в течение одного ОМЦ

По окончании менструальной фазы (1-7 день) далее на протяжении ОМЦ практически каждые 4 дня наблюдались колебания показателей в сторону увеличения централизации регуляции сердечного ритма (8, 12, 16, 20, 25, 28 дни). Так в эти дни существенно возрастали такие показатели как ЧСС, АМо, ИВР. Увеличивался стресс-индекс, указывающий на повышение напряжения регуляторных систем и снижение адекватности процессов регуляции по показателю ПАПР.

При этом наблюдалось увеличение психофизиологической цены поддержания функционального состояния организма (рис. 2).



Рисунок 2. Значения показателя цены адаптации в отдельные дни ОМЦ

Вероятно, это обуславливало снижение до минимальных значений индекса функционального состояния (3–6 у.е.), который в этом случае оценивается, как низкий. Характерным было в эти дни повышение вегетативного показателя ритма, что свидетельствовало о смещении вегетативного баланса в сторону симпатикотонии (рис. 3).

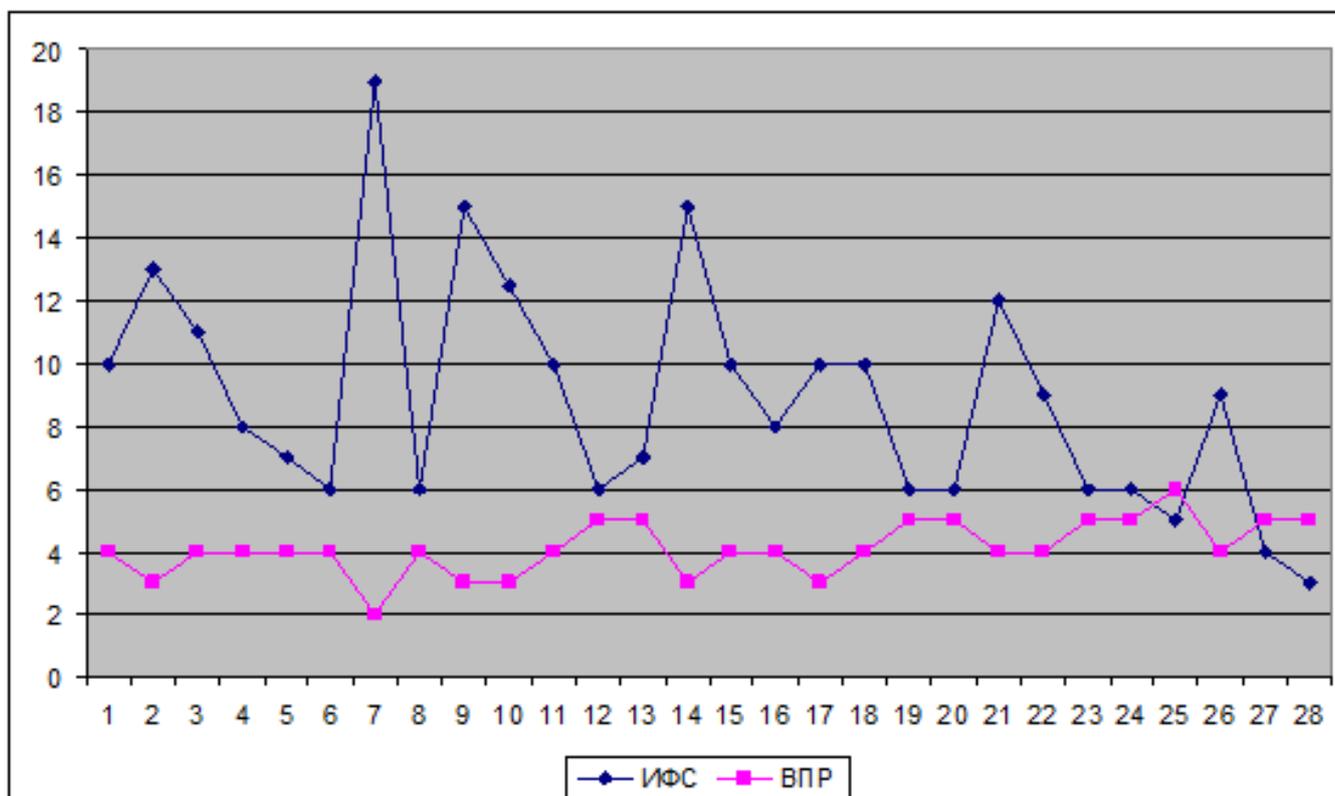


Рисунок 3. Динамика индекса функционального состояния и вегетативного показателя по дням менструального цикла

В отношении спектральных показателей выявлено смещение баланса отделов ВНС в направлении больших симпатических влияний (LF) в дни перехода от одной фазы ОМЦ к другой (1, 7, 11, 15, 18, 21, 26 день). В остальные дни ОМЦ в основном установлено преобладание спектральной мощности высокочастотного диапазона (HF). Это повлияло на величину показателя LF/HF – отношение значений низкочастотной и высокочастотной составляющих ритма (рис. 4). По данным литературы значительное увеличение мощности LF спектра у здоровых лиц наблюдается не только при умеренных физических нагрузках, но и при психоэмоциональном стрессе (Р.М. Баевский и др., 1984).

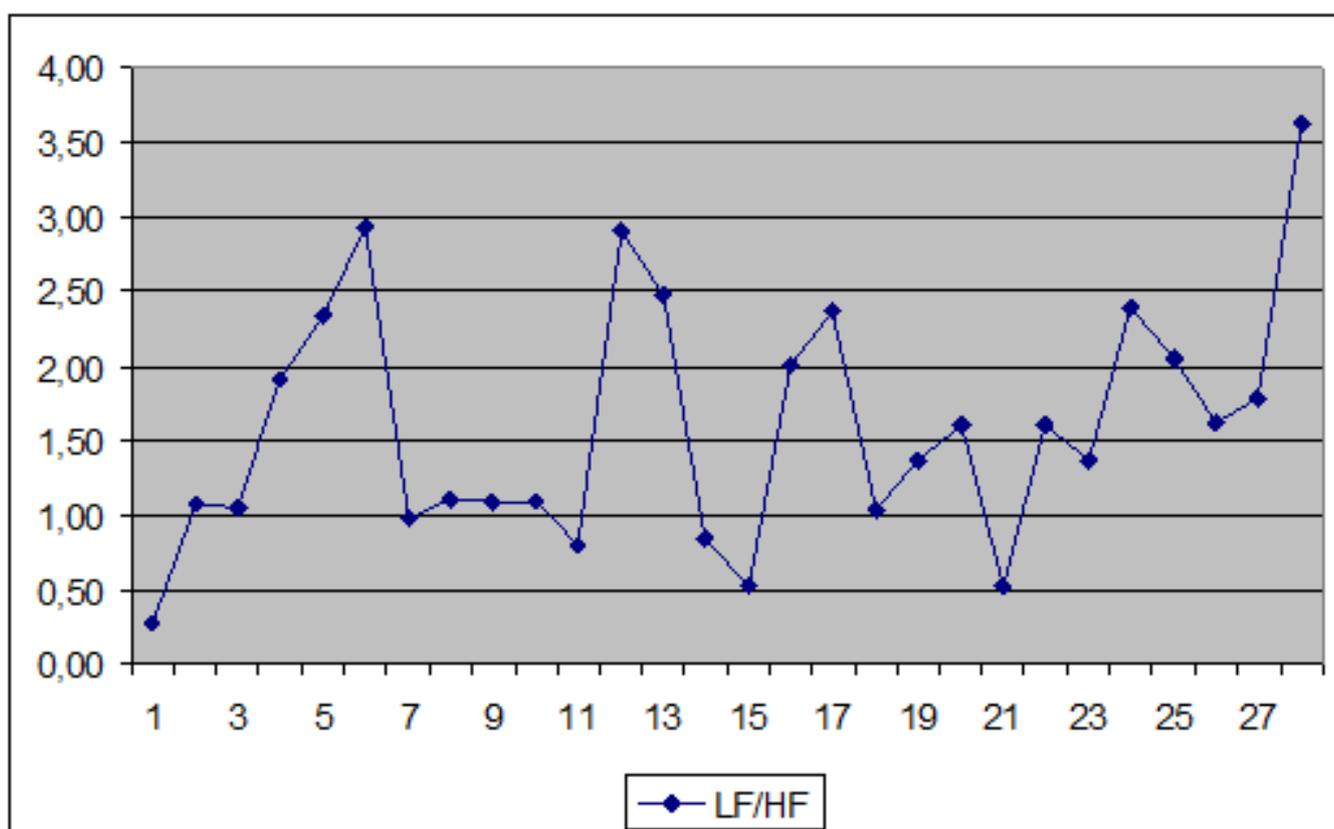


Рисунок 4. Соотношение симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм

По данным Н.И. Шлык (2009) в разные периоды тренировочного процесса функциональное состояние регуляторных систем должно быть различным: умеренное или выраженное преобладание автономной регуляции в переходном периоде и выраженное преобладание центральной регуляции в соревновательном периоде. Подобный размах в состоянии регуляции есть результат долговременной адаптации регуляторных систем к систематическим тренировочным нагрузкам. Это также определяет степень готовности систем регуляции к соревновательной деятельности.

Наилучшее функциональное состояние организма подразумевает высокую автоматию и вариабельность функционирования физиологических систем организма, а также снижение централизации управления функцией (Е.А. Гаврилова, 2014; Е.П. Горбанева и др., 2014).

В результате проведенного исследования установлено, что у испытуемой спортсменки регуляция сердечной деятельности и в целом всего организма осуществляется с минимальным участием со стороны центральных механизмов управления, демонстрируя оптимальность функционирования в условиях учебно-тренировочной деятельности. В тоже время выявлены определенные колебания баланса между автономным и центральным контуром регуляции в течение менструального цикла. Установлена большая централизация управления функциями и напряженность регуляторных механизмов, начиная с постменструальной фазы до конца цикла с периодичностью в четыре дня (8, 12, 16, 20, 25, 28 дни). При этом до постовуляторной фазы этим изменениям предшествовало усиление активности симпатического отдела ВНС, а далее повышение тонуса симпатических влияний наблюдалось на день позже (1, 7, 11, 15, 18, 21, 26 день). Оказалось, что наибольшая стабильность состояния организма и автономия управления системами наблюдалась в период со 2-го по 6-ой день ОМЦ, то есть в менструальную фазу. Вероятно, повышенная психофизиологическая цена функционирования организма в эти дни способствовала применению щадящего режима тренировок и усилению вагусных влияний.

Таким образом, на основании полученных результатов исследования при организации и индивидуализации тренировочного процесса данной спортсменки в дни преобладания центральной регуляции следует применять физические нагрузки по интенсивности приближенные к соревновательной деятельности. Напротив, в дни преобладания автономии и парасимпатических регулирующих влияний строить тренировочный процесс аналогично переходному периоду.

На основании вышеизложенного можно заключить, что тренерам в практике спортивной деятельности необходимо учитывать снижение и повышение физической работоспособности и психофизиологических функций женского организма в разные фазы овариально-менструального цикла.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкий. – Москва, 1984. – С. 39-93.
2. Гаврилова Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – СПб: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
3. Горбанева Е.П. [Динамика показателей систем вегетативного обеспечения физической работоспособности спортсменок фитнес-аэробики в течение менструального цикла](#) / Е.П. Горбанева, М.В. Лагутина, М.А. Потапченко // [Теоретические и прикладные вопросы образования и науки](#) сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, 2014. – С. 42-44.
4. Олешко В.Г. Силовые виды спорта / В.Г. Олешко. – Олимпийская литература, 1999. – 287 с.
5. Ступина А.Ю. [Динамика функционального состояния системы кровообращения спортсменок фитнес-аэробики в месячном цикле тренировок](#) / А.Ю. Ступина, Е.С. Бабичева, Е.П. Горбанева // [Вестник научных конференций](#), 2016. – № 2-5 (6). – С. 113-121.
6. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.