

## Физиологическая реактивность сердечно-сосудистой системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса

УДК 612.172.2

**С. А. Коваленко, О. И. Андрощук**

Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого,  
Черкассы, Украина

**Резюме.** На 27 спортсменах, тренирующих преимущественно выносливость (I группа), 27 спортсменах-пауэрлифтерах (II группа) и 30 неспортсменах (III группа) исследовали реактивность показателей центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма на ортопробу и выполнение дозированной физической нагрузки. **Результаты.** Показано, что существует значительная девиантность реактивности показателей, характеризующих деятельность сердечно-сосудистой системы в группах спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса и неспортсменов, а также имеются существенные отличия в амплитуде этих реакций между сравниваемыми группами. При ортопробе у спортсменов меньше реактивность систолического артериального давления и больше амплитуда снижения сердечного индекса. При этом амплитуда повышения мощности спектра колебаний частоты сердечных сокращений в диапазоне низких и очень низких частот больше, чем у неспортсменов. На дозированную физическую нагрузку в группах спортсменов отмечается больший разброс реакций показателей сердечно-сосудистой системы по сравнению с неспортсменами. **Выводы.** У спортсменов с регулярными нагрузками на развитие выносливости амплитуда повышения показателей артериального давления и уменьшения показателей мощности колебаний частоты сердечных сокращений была ниже, чем у неспортсменов и спортсменов силовых видов.

**Ключевые слова:** физиологическая реактивность, сердечно-сосудистая система, спортсмены.

**Резюме.** На 27 спортсменах, які тренують переважно витривалість (I група), 27 спортсменах-пауерліфтерах (II група) і 30 неспортсменах (III група) досліджували реактивність показників центральної гемодинаміки і варіабельності серцевого ритму на ортопробу і виконання дозованого фізичного навантаження. **Результати.** Показано, що існує значна девіантність реактивності показників діяльності серцево-судинної системи в групах спортсменів з різною спрямованістю тренувального процесу і неспортсменів, а також наявні суттєві відмінності в амплітуді цих реакцій між порівнюваними групами. При ортопробі у спортсменів меншою є реактивність систолического артеріального тиску і більшою – амплітуда зниження серцевого індексу. При цьому амплітуда підвищення потужності спектра коливань частоти серцевих скорочень у діапазоні низьких і дуже низьких частот більша, ніж у неспортсменів. На дозоване фізичне навантаження в групах спортсменів існує більший розкид реакцій показників серцево-судинної системи порівняно з неспортсменами. **Висновки.** У спортсменів з регулярними навантаженнями на розвиток витривалості амплітуда підвищення показників артеріального тиску і зменшення показників потужності коливань частоти серцевих скорочень була нижчою, ніж у неспортсменів і спортсменів силових видів. **Ключові слова:** фізіологічна реактивність, серцево-судинна система, спортсмени.

**Abstract.** Central hemodynamics and cardiac rhythm variability indices reactivity to orthostatic test and dosed physical load have been studied in 27 endurance athletes (I group), 27 powerlifters (II group) and 30 nonathletes (III group). **Results.** It has been demonstrated that there exist significant deviation of reactivity of cardiovascular system activity indices in group of athletes with different orientation of training process and nonathletes as well as differences in the amplitude of these responses in compared groups. During orthostatic test the athletes demonstrated lower reactivity of systolic pressure and higher reactivity of the amplitude of cardiac index decrease. The amplitude of increase of the power of cardiac contraction oscillation spectrum within the range of low and extremely low frequencies was higher than in nonathletes. Athletes showed higher variance of the response indices of cardiovascular system as compared to nonathletes. **Conclusions.** The amplitude of arterial pressure increase and decrease of indices of cardiac contraction frequency power were lower in endurance athletes as compared to those of strength events and nonathletes.

**Keywords:** physical reactivity, cardiovascular system, athletes.

**Постановка проблеми.** Реактивність організма (от лат. *reactia* — противодействие) — это его способность определенным образом отвечать изменениями жизнедеятельности на воздействие факторов внутренней и внешней среды. От реактивности в большой степени зависит приспособляемость организма человека или животного к условиям среды, поддержание гомеостаза. Физиологическая реактивность — это реактивность, изменяющая жизнедеятельность организма под действием факторов среды, не нарушая его гомеостаза; это реактивность здорового человека [8].

В основном изучены особенности физиологической реактивности сердечно-сосудистой системы здоровых людей на стандартные дозированные нагрузки. Достаточно детально изучена реактивность и устойчивость реакций кардиореспираторной системы спортсменов на дозированные и предельные физические нагрузки [1, 7, 10, 11]. В то же время, нормы физиологической реактивности различных характеристик сердечно-сосудистой системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса в настоящее время изучены недостаточно. Выяснение таких особенностей деятельности организма человека позволит повысить надежность оценки функционального состояния спортсменов при проведении стандартных функциональных проб.

**Цель исследования** — изучить особенности реактивности сердечно-сосудистой системы при ортопробе и физической нагрузке  $1 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$  массы тела спортсменов, преимущественно тренирующих силу или выносливость.

Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы Министерства образования и науки Украины «Индивидуальные особенности реакций систем организма здоровых людей на различные нагрузки» (номер госрегистрации 0109U002549).

**Методы исследования. Общие условия измерений.** Измерения проведены на 27 спортсменах, тренирующих преимущественно выносливость (I группа), 27 спортсменах-пауэрлифтерах (II группа) и 30 неспортсменах (III группа) возрастом от 18 до 24 лет в условиях, приближенных к основному

обмену, с соблюдением требований биоэтических положений Конвенции Совета Европы о правах человека и биомедицине (от 04.04.1997 г.), Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» (1994–2008). Все мужчины добровольно принимали участие в исследованиях и по результатам медицинского обследования были практически здоровыми. Перед выполнением заданий обследуемые информировались о цели и задачах измерений, последовательности и содержании тестовых нагрузок и давали письменное согласие на проведение измерений и научное использование их результатов.

Спортсмены I группы тренировались в среднем 4–7 раз и 8–10 ч в неделю. В нее входили спортсмены, специализирующиеся в гребле на байдарках и каноэ, в академической гребле, бегуны на длинные дистанции и спортсмены, специализирующиеся в спортивном ориентировании от I взрослого разряда до мастера спорта, которые на момент исследования находились в подготовительном периоде годового цикла тренировки. Последний предусматривал выполнение в основном циклических упражнений длительностью 100–120 мин при ЧСС  $130\text{--}140 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$  и 80–90 мин при ЧСС  $150\text{--}160 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$ , которые направлены на повышение аэробных возможностей.

Спортсмены-пауэрлифтеры имели стаж занятий силовыми нагрузками от 2 до 7 лет, спортивный разряд — от II взрослого до КМС, тренировались 3–4 раза в неделю. Тестировались во время подготовительного периода годового цикла. Основная цель этого этапа тренировок — увеличение мышечной массы и развитие силовой выносливости. Тренировки строились по следующей схеме. Сначала выполнялись базовые упражнения с отягощением 70–80 % максимального веса, которые состояли из трех серий по 10–12 повторов, а затем — дополнительные упражнения на другие группы мышц с отягощением 50–60 % максимального веса, состоящие из двух серий по 20–30 повторов. При этом базовые упражнения с каждым занятием

чередовались в таком порядке: мышцы ног (разгибатели), мышцы рук (разгибатели) и мышцы спины.

Процедура измерений была стандартной. На протяжении 5–10 мин проводили инструктаж, на тело обследуемого устанавливали электроды и датчики. Затем он отдыхал, лежа на кушетке 10–15 мин с открытыми глазами. После этого осуществляли 5-минутные записи сигналов дифференциальной реоплетизмографии и пневмографии, а также проводили активную ортопробу длительностью 7 мин. Физическую нагрузку мощностью 1 Вт · кг<sup>-1</sup> массы тела выполняли на протяжении 5 мин на велоэргометре TX-1 (HKS, Germany).

**Используемые методики и аппаратура.** Для исследования деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем использовали следующие методики: электрокардиографию, трансторакальную тетраполярную реоплетизмографию, артериальную тонометрию, пневмографию.

Сигналы дифференциальной ЭКГ, реограммы и базового сопротивления получали от биоусилителя РА-5-01 (Киевский НИИ радиоизмерительной аппаратуры). Электроды ЭКГ устанавливали на грудную клетку на токопроводящую пасту (активные электроды по бокам грудной клетки, а индифферентный — посередине грудины). Пружинные электроды для регистрации реограммы устанавливали стандартно [3] на шею и нижнюю часть грудной клетки. Частота зондирующего сигнала реографа — 70 кГц. Сигнал пневмограммы получали от пьезоэлектрического датчика, расположенного перед ноздрями носа (патент Украины № 51480).

Все сигналы цифровали через 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь ADC-1280 (Holit Data Systems, Киев). Частота дискретизации — 860 раз · с<sup>-1</sup>. Для анализа сигналов, постановки на них критических точек, их экспорта в электронные таблицы использовали разработанную нами программу «Bioscan» [4].

Артериальное давление измеряли аускультативным способом Короткова с помощью тонометра BP AG1-10 (Microlife AG, Switzerland).

**Определение показателей центральной гемодинамики.** Ударный объем крови (УОК) определяли по показателям дифференциальной реоплетизмограммы по формуле, предложенной W. G. Kubicek:

$$\text{УОК} = \rho \frac{L^2}{Z^2} \cdot A_{\text{диф}} \cdot T_{\text{изгн}}, \quad (1)$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление крови (135 Ом · см<sup>-1</sup>);

$L$  — расстояние между измерительными электродами (см);

$Z$  — базисный импеданс (Ом);

$A_{\text{диф}}$  — амплитуда дифференциальной реоплетизмограммы (Ом · см<sup>-1</sup>);

$T_{\text{изгн}}$  — период изгнания крови (с).

Для расчета величины минутного объема крови (МОК) использовали формулу:

$$\text{МОК} = \text{УОК} \cdot \text{ЧСС}. \quad (2)$$

Ударный (УИ) и сердечный (СИ) индекс находили как отношение соответственно УОК и МОК к площади поверхности тела. Площадь поверхности тела рассчитывали по формуле Дю Буа.

Среднее артериальное давление ( $A_{D_{\text{cp}}}$ ) определяли по формуле Хикема:

$$A_{D_{\text{cp}}} = A_{D_{\text{диаст}}} + (A_{D_{\text{сист}}} - A_{D_{\text{диаст}}})/3, \quad (3)$$

где  $A_{D_{\text{диаст}}}$  — диастолическое артериальное давление;

$A_{D_{\text{сист}}}$  — систолическое артериальное давление.

Для расчета общего периферического сопротивления (ОПС) применяли формулу Пуазейля с изменениями в соответствии с сосудистой системой:

$$\text{ОПС} = A_{D_{\text{cp}}} \cdot 1333 \cdot 60 / \text{МОК} \text{ (дин} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{с}^{-5}) \quad (4),$$

где  $A_{D_{\text{cp}}}$  — среднее артериальное давление;

1333 — множитель для перевода полученного результата из мм рт. ст. в дини;

60 — количество секунд в минуте;

МОК — минутный объем крови.

**Расчет показателей variability длительностей интервала R–R.** Длительность каждого кардиоцикла рассчитывали по временным параметрам наивысшей точки зубца R на ЭКГ. Длительность спироцикла — по параметрам точки начала вдоха. Временные ряды, которые состояли из этих числовых данных и соответствующих значений УОК, экспортировали в программу «Caspico» (А. с. Украины № 11262). В этой программе выбирали участок записи для анализа, проводили ручную коррекцию артефактных значений.

Спектральный анализ осуществляли периодограммным методом со сглаживанием окном Daniel. При этом проводили коррекцию частоты элементов периодограммы в зависимости от средней частоты сердечных сокращений. В спектре, полученном при анализе записей, различали три главных спектральных компонента: HF (0,15–0,4 Гц) — мощность колебаний сердечного ритма в диапазоне высоких частот; LF (0,04–0,15 Гц) — мощность колебаний сердечного ритма в диапазоне низких частот (медленные волны 1-го порядка, или вазомоторные волны); VLF (0–0,04 Гц) — мощность колебаний сердечного ритма в диапазоне очень низких частот (медленные волны 2-го порядка). Общую мощность спектра (TP) оценивали по сумме значений VLF, LF и HF.

ТАБЛИЦА 1 – Показатели функционирования сердечно-сосудистой системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса и у неспортсменов в покое в положении лежа

Показатель	У спортсменов, тренирующихся на ...		У неспортсменов (III группа)
	выносливость (I группа)	силу (II группа)	
АД <sub>сист</sub> , мм рт. ст.	127,0 ± 1,89	127,7 ± 1,54	118,0 ± 0,86**
АД <sub>диаст</sub> , мм рт. ст.	81,3 ± 1,05	82,0 ± 1,17	78,1 ± 0,96**
АД <sub>ср</sub> , мм рт. ст.	96,5 ± 1,07	97,2 ± 1,19	91,4 ± 0,83**
Интервал R-R, мс	1066 ± 35	940 ± 27*	882 ± 17**
УИ, мл · м <sup>-2</sup>	40,8 ± 1,8	44,9 ± 2,5	39,2 ± 1,2#
СИ, мл · мин <sup>-1</sup> · м <sup>-2</sup>	2360,4 ± 126,6	2894,8 ± 166,0*	2693,0 ± 83,6*
ОПС, дин · см <sup>-1</sup> · с <sup>-5</sup>	1844 ± 90	1511 ± 55*	1516 ± 41*
VLF, мс <sup>2</sup>	1634 ± 296	1107 ± 209*	988 ± 133*
LF, мс <sup>2</sup>	2254 ± 455	2509 ± 636	1011 ± 104**
HF, мс <sup>2</sup>	2674 ± 653	2926 ± 644	1553 ± 233**
HF <sub>ном</sub> , %	53,2 ± 3,5	58,1 ± 3,1	56,3 ± 2,1
TP, мс <sup>2</sup>	6562 ± 1053	6541 ± 1325	3552 ± 400**

Примечание: \*  $p < 0,05$  по сравнению с I группой; #  $p < 0,05$  по сравнению с II группой.

Спектральный анализ также включал определение мощности высокочастотных колебаний в нормализованных единицах ( $HF_{ном}$ ). Значение этого показателя отображает относительный вклад мощности колебаний сердечного ритма высокой частоты в общую спектральную мощность без учета мощности волн очень низкой частоты. Его рассчитывали по формуле:

$$HF_{ном} = (HF / (HF + LF)) \cdot 100 \%$$

Реактивность каждого показателя оценивали в процентах как соотношение его уровня при пробах к исходному уровню в покое в положении лежа минус 100. Для оценки реактивности мощности спектра колебаний длительности кардиоинтервала на разных частотах использовали построение медианной спектрограммы [4].

Расчеты и графическое представление результатов анализа проводили в электронных таблицах «Excel», программах «Statistica for Windows-5.0» (Statsoft Inc., Tulsa, USA), «Caspico» (А. с. Украины № 11262).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Характеристики деятельности сердечно-сосудистой системы в исходном состоянии покоя в положении лежа между сравниваемыми группами существенно отличались (табл. 1). Так, все показатели артериального давления у спортсменов были выше, чем у неспортсменов. Незначительное, в пределах нормы, повышение артериального давления у представителей силовых видов спорта может

быть обусловлено усилением кровенаполнения органов грудной клетки, что является приспособительным механизмом к нагрузкам изометрического характера [5]. Артериальная гипертензия у спортсменов, тренирующихся на выносливость, как и повышение ОПС, может быть обусловлена тем, что измерения проводили в подготовительный период, характеризующийся недовосстановлением организма. Подобные изменения описаны и другими авторами, изучавшими особенности сердечно-сосудистой системы спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта [2].

У спортсменов I группы отмечено закономерное увеличение — по сравнению с исследуемыми II и III групп — длительности кардиоинтервала и снижение СИ, которые являются маркерами экономизации под влиянием нагрузок аэробного характера. У спортсменов обеих групп определялась почти в 2 раза большая общая мощность спектра колебаний кардиоинтервала и, в связи с этим, более высокие показатели LF и HF, чем у неспортсменов. Вместе с этим, уровень HF<sub>ном</sub> во всех группах достоверно не отличался. Объяснением этому может быть то, что у части спортсменов I группы отмечался низкий уровень частоты дыхания с переходом дыхательных волн сердечного ритма в область 0,04–0,15 Гц, которую традиционно оценивают, как отображение симпатических влияний на сердце. Естественно, это приводит к значительной ошибке оценки вегетативного тонуса по этому показателю [9].

При ортопробе наблюдалась существенная девиантность реакций, характеризующих деятельность сердечно-сосудистой системы в группах, а также значительные отличия в амплитуде этих реакций между сравниваемыми группами (табл. 2).

Так, при закономерном повышении АД<sub>диаст</sub> разброс реакций был выше у спортсменов, тренирующихся на выносливость, а у представителей силовых видов — меньше. У спортсменов также была больше амплитуда изменений АД<sub>диаст</sub> по сравнению с неспортсменами. В то же время, реактивность АД<sub>сист</sub> у спортсменов была ниже, чем у неспортсменов. Эти изменения достигаются за счет более выраженного снижения у них показателя СИ.

Во всех группах в ответ на изменение положения тела наблюдается увеличение VLF и LF и уменьшение HF, причем достоверно выше реакция VLF у спортсменов. Для уточнения изменений волновой структуры колебаний длительности кардиоинтервалов проанализировали реактивность медианной спектрограммы при ортопробе (рис. 1).

У спортсменов I группы более выраженным является пик спектрограммы в диапазоне 0,07–0,08 Гц, у спортсменов II группы — более

**ТАБЛИЦА 2 – Реактивность при ортопробе показателей функционирования сердечно-сосудистой системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса и у неспортсменов, в процентах (%)**

Показатель	У спортсменов, тренирующихся на ...		у неспортсменов (III группа)
	выносливость (I группа)	силу (II группа)	
АД <sub>сист.</sub> мм рт. ст.	-0,62 ± 1,57	1,26 ± 0,92	5,08 ± 0,57*#
АД <sub>диаст.</sub> мм рт. ст.	7,98 ± 1,57	8,96 ± 1,37	6,16 ± 0,90#
АД <sub>ср.</sub> мм рт. ст.	4,03 ± 1,13	5,53 ± 1,00	3,26 ± 2,47
Интервал R-R, мс	-16,81 ± 1,56	-20,54 ± 1,95*	-21,77 ± 1,81*
УИ, мл · м <sup>-2</sup>	-36,89 ± 2,09	-41,25 ± 2,63	-37,41 ± 3,19
СИ, мл · мин <sup>-1</sup> · м <sup>-2</sup>	-23,48 ± 2,45	-25,33 ± 2,82	-9,28 ± 14,62*#
ОПС, дин · см <sup>-1</sup> · с <sup>-5</sup>	38,69 ± 5,03	44,41 ± 5,16	38,00 ± 6,09
VLF, мс <sup>2</sup>	113,83 ± 50,60	128,20 ± 48,68	45,91 ± 19,29*#
LF, мс <sup>2</sup>	68,34 ± 28,98	100,50 ± 43,64	62,11 ± 27,12
HF, мс <sup>2</sup>	-60,49 ± 5,20	-69,55 ± 4,11	-64,92 ± 5,79
HF <sub>норм.</sub> %	-50,81 ± 5,19	-57,54 ± 7,09	-57,38 ± 3,50
TP, мс <sup>2</sup>	14,82 ± 21,31	1,80 ± 13,09	-5,10 ± 11,27

Примечание: \* p < 0,05 по сравнению с I группой; # p < 0,05 по сравнению с II группой.

длинноволнового периода. Показано, что при ортопробе пик спектрограммы перемещается с частоты 0,1 Гц в область более низких частот [6]. Поэтому такие изменения можно объяснить более значительным увеличением спонтанной барорефлекторной чувствительности у спортсменов.

При дозированной физической нагрузке наблюдается достоверное увеличение всех показателей артериального давления у неспортсменов (табл. 3). Однако реактивность этих показателей у них достоверно отличалась только от показателей I группы. Для спортсменов характерен значительный разброс показателей реактивности артериального давления, что может указывать на наличие значительных индивидуальных различий даже в достаточно однородных группах. Девиантность показателей реактивности у неспортсменов по артериальному давлению в несколько раз меньше, чем у спортсменов.

У спортсменов силовых видов отмечена большая реактивность ударного индекса по сравнению с другими группами, что свидетельствует о меньшей экономичности приспособления деятельности сердца к подобным нагрузкам.

Анализ медианных спектрограмм реактивности спектра колебаний длительности кардиоинтервала подтверждает этот вывод (рис. 2). Так, у исследуемых II группы наблюдалась большая депрессия как барорефлекторного пика, так и мощности колебаний в дыхательном диапазоне.

**ТАБЛИЦА 3 – Реактивность при физической нагрузке мощностью Вт · кг<sup>-1</sup> массы тела показателей функционирования сердечно-сосудистой системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса и у неспортсменов, в процентах (%)**

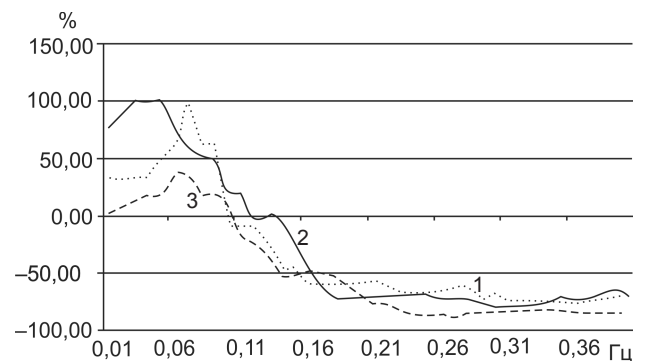
Показатель	У спортсменов, тренирующихся на ...		у неспортсменов (III группа)
	выносливость (I группа)	силу (II группа)	
АД <sub>сист.</sub> мм рт. ст.	4,86 ± 6,22	10,86 ± 5,03	14,95 ± 1,36*
АД <sub>диаст.</sub> мм рт. ст.	1,22 ± 6,06	5,25 ± 4,99	11,19 ± 1,87*
АД <sub>ср.</sub> мм рт. ст.	2,77 ± 6,08	7,62 ± 4,90	12,66 ± 1,30*
Интервал R-R, мс	-37,16 ± 1,99	-37,40 ± 1,62	-35,24 ± 1,76
УИ, мл · м <sup>-2</sup>	-16,11 ± 2,79	-25,40 ± 5,29*	-15,09 ± 2,70#
СИ, мл · мин <sup>-1</sup> · м <sup>-2</sup>	37,58 ± 6,19	20,81 ± 8,60*	28,35 ± 4,23
ОПС, дин · см <sup>-1</sup> · с <sup>-5</sup>	-19,12 ± 3,52	-19,44 ± 7,19	-15,59 ± 2,76
VLF, мс <sup>2</sup>	-59,11 ± 9,56	-68,29 ± 5,89	-61,48 ± 4,74
LF, мс <sup>2</sup>	-38,86 ± 12,20	-46,71 ± 23,71	-56,53 ± 8,27
HF, мс <sup>2</sup>	-55,40 ± 14,61	-81,96 ± 5,63*	-70,41 ± 6,70
HF <sub>норм.</sub> %	-23,00 ± 9,18	-21,15 ± 12,69	-25,30 ± 4,95
TP, мс <sup>2</sup>	-60,80 ± 8,53	-72,60 ± 8,64	-67,39 ± 5,24

Примечание: \* p < 0,05 по сравнению с I группой; # p < 0,05 по сравнению с II группой.

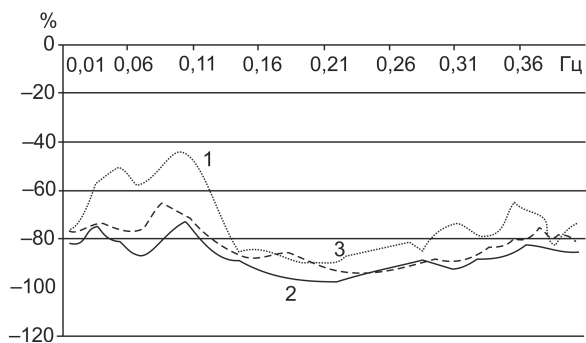
**Выводы**

1. При ортопробе и при дозированной физической нагрузке существует значительная девиантность реактивности показателей, характеризующих деятельность сердечно-сосудистой системы в группах спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса и неспортсменов, а также определяются значительные отличия в амплитуде этих реакций между сравниваемыми группами.

2. При ортопробе у спортсменов меньше реактивность систолического артериального давления и больше амплитуда снижения сердечного индекса. При этом амплитуда повышения



**Рисунок 1 – Реактивность мощности спектра колебаний интервалов R-R в различных частотных диапазонах у представителей исследуемых групп при ортопробе: 1 – I группы (выносливость); 2 – II группы (сила); 3 – III группы (неспортсмены)**



мощности спектра колебаний частоты сердечных сокращений в диапазоне низких и очень низких частот больше, чем у неспортсменов.

### Литература

1. *Виноградов В. Е.* Изменение физиологической реактивности кардиореспираторной системы на сдвиги дыхательного гомеостаза при применении комплекса средств предварительной стимуляции работоспособности / В. Е. Виноградов, Е. Н. Лысенко // Спорт. медицина. — 2005. — № 1. — С. 35–41.
2. *Земцовский Э. В.* Спортивная кардиология / Э. В. Земцовский. — СПб: Гиппократ, 1995. — 448 с.
3. *Иванов Л. Б.* Лекции по клинической реографии / Л. Б. Иванов, В. А. Макаров. — М.: АОЗТ «Антидор», 2000. — 320 с.
4. *Коваленко С. О.* Вариабельність серцевого ритму. Методичні аспекти / С. О. Коваленко, Л. І. Кудій. — Черкаси: Черкас. нац. ун-т ім. Б. Хмельницького, 2016. — 298 с.
5. *Коваленко С. А.* Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы у лиц, постоянно выполняющих силовые нагрузки / С. А. Коваленко // Спорт. медицина. — 2015. — № 1–2. — С. 52–58.
6. *Коваленко С. О.* Хвильова структура коливань ударного об'єму крові та RR-інтервалів у діапазоні низьких частот серцевого ритму / С. О. Коваленко, С. І. Токар // Фізіол. журн. — 2007. — Т. 53, № 2. — С. 36–40.
7. *Лысенко Е. Н.* Проявление устойчивости реакций кардиореспираторной системы у квалифицированных спортсменов в условиях достижения максимального уровня потребления  $O_2$  / Е. Н. Лысенко // Спорт. медицина. — 2008. — № 1. — С. 42–47.
8. *Патофизиология: учебник в 2 т.* / под ред. В. В. Новицкого, Е. Д. Гольдберга, О. И. Уразовой. — [4-е изд., перераб. и доп.]. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — Т. 1. — 848 с.
9. *Kovalenko S. A., Kudii L. I.* (2006) Heart rate variability in subjects with different respiratory rates. *Human Physiology*, vol. 32, no 6, pp. 742–743.
10. *Mishchenko Viktor, Suchanowski Andrzej, Lysenko Olena* (2009). Changes Related to Fatigue in Cardiorespiratory Response Sensitivity to Hypoxic and Hypercapnic Stimulation during Strenuous Physical Load. *Baltic J. of Health and Physical Activity* (Formerly Research Yearbook), vol. 1, no 1, pp. 25–29.
11. *Tomiak Tomasz, Lysenko Elena, Zasada Mariusz* (2005) Fast Kinetics and Sensitivity of Cardiorespiratory Responses in Athletes of Different Sport Events. *Research Yearbook. Studies in Physical Education and Sport*, vol. 11, pp. 25–29.

**Рисунок 2** — Реактивность мощности спектра колебаний интервала  $R-R$  в различных частотных диапазонах у представителей исследуемых групп при дозированной физической нагрузке  $1 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$  массы тела: 1 — I группы (выносливость); 2 — II группы (сила); 3 — III группы (неспортсмены)

3. В группах спортсменов отмечен больший разброс реакций показателей сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку по сравнению с неспортсменами. У спортсменов с регулярными нагрузками на развитие выносливости амплитуда повышения показателей артериального давления и уменьшения показателей мощности колебаний частоты сердечных сокращений была ниже, чем у неспортсменов и спортсменов силовых видов.

### References

1. *Vynohradov V. E., Lysenko E. N.* (2005) Izmenenie fiziologicheskoy reaktivnosti kardiorespiratornoy sistemy na sdvigi dyhatelnogo gomeostazisa pri primenenii kompleksa sredstv predvaritel'noy stimulyatsii rabotosposobnosti [Change of cardiovascular system physiological reactivity to respiratory homeostasis shifts during application of the complex of work capacity stimulation means]. *Sportivna meditsina*, no 1, pp. 35–41. (in Russian)
2. *Zemtsovsky E. V.* (1995) *Sportivnaya kardiologiya* [Sports cardiology]. SPb: Gippokrat. (in Russian)
3. *Ivanov L. B., Makarov V. A.* (2000) *Lektsii po klinicheskoy reografii* [Lectures on clinical rheography]. M.: AOZT «Antidor». (in Russian)
4. *Kovalenko S. O., Kudii L. I.* (2016) Variabelnist sertsevo-go ritmu. Metodichni aspekti [Heart rate variability. Methodical aspects]. Cherkasy: Cherkas'kyy natsional'nyy universytet im. B. Khmel'nyts'koho. (in Ukrainian)
5. *Kovalenko S. A.* (2015) Osobennosti funktsionirovaniya serdechno-sosudistoy sistemy u lits, postoyanno vyipolnyayuschih silovyye nagruzki [Peculiarities of cardiovascular system functioning in persons performing power loads]. *Sportivna meditsina*, no 1–2, pp. 52–58.
6. *Kovalenko S. O., Tokar S. I.* (2006) Hvilova struktura kolivan udarnogo ob'em u krovi ta RR-intervaliv u diapazoni nizkih chastot sertsevo-go ritmu [Wave structure of oscillation of systolic volume and RR-intervals in low frequency range of cardiac rhythm]. *Fiziologichnyi zhurnal*, vol. 53 (2), pp. 36–40.
7. *Lysenko E. N.* (2008) Proyavlenie ustoychivosti reaktsiy kardiorespiratornoy sistemy u kvalifitsirovannykh sportsmenov v usloviyakh dostizheniya maksimal'nogo urovnya potrebleniya  $O_2$  [Manifestation of cardiovascular system response stability in skilled athletes under maximum  $O_2$  consumption]. *Sportivna meditsina*, no 1, pp. 42–47.
8. *Novytskoho V. V., Hol'dberha E. D., Urazovoy O. Y.* (ed.) (2009) *Patofiziologiya: uchebnik: v 2 t.* [Pathophysiology: textbook]. M.: HEOTAR-Medya. (in Russian)
9. *Kovalenko S. A., Kudii L. I.* (2006) Heart rate variability in subjects with different respiratory rates. *Human Physiology*, vol. 32, no 6, pp. 742–743.
10. *Mishchenko Viktor, Suchanowski Andrzej, Lysenko Olena* (2009). Changes Related to Fatigue in Cardiorespiratory Response Sensitivity to Hypoxic and Hypercapnic Stimulation during Strenuous Physical Load. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* (Formerly Research Yearbook), vol. 1, no 1, pp. 25–29.
11. *Tomiak Tomasz, Lysenko Elena, Zasada Mariusz* (2005) Fast Kinetics and Sensitivity of Cardiorespiratory Responses in Athletes of Different Sport Events. *Research Yearbook. Studies in Physical Education and Sport*, vol. 11, pp. 25–29.