

И.И. Жильцова¹, А.М. Ярков², А.А. Мясников³,
Е.А. Благинина¹, О.А. Анненков¹

Оценка регуляции ритма сердца у военнослужащих при ортостатической пробе

¹Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

²Войсковая часть 13090, Мурманск

³Военно-морская академия им. адмирала Советского Союза Н.Г. Кузнецова, Санкт-Петербург

Резюме. В 2-месячном походе надводного корабля исследовалась регуляция сердечного ритма при ортостатической пробе у 80 членов команды, занимавшихся физическими тренировками по специальной программе (27 человек), самостоятельно (30 чел.) и совсем не занимавшихся (23 чел.) Установлено, что состояние процессов регулирования ритма сердца зависит от правильной организации оздоровительных мероприятий. Чрезмерные физические нагрузки самостоятельно занимавшихся привели к перенапряжению механизмов регуляции, тогда как в группе занимавшейся по специальной программе существенных изменений исследуемых показателей не наблюдалось. В контрольной группе к концу похода регуляторные процессы ухудшились, но в меньшей степени, чем у лиц занимавшихся самостоятельно.

Ключевые слова: функциональное состояние, работоспособность, регуляция сердечного ритма, ортостатическая проба, переходный процесс, коррекционные и профилактические мероприятия.

Введение. Новое техническое оснащение, большая продолжительность плавания, появление специализированных судов, профессиональные особенности самой деятельности каждого специалиста, связанные со специфическими обязанностями и необходимыми навыками в управлении сложной техникой, особенности среды, в которой протекает деятельность всего экипажа, изменили условия и содержание профессионального труда на кораблях. Успешность решения поставленных перед экипажем задач во многом определяется состоянием здоровья и трудоспособностью плавсостава. Для этого необходимы всесторонние исследования состояния функций организма, адаптации, работоспособности и утомления моряков в конкретных условиях похода. Только на этой основе может быть создана наиболее целесообразная организация труда и отдыха моряков, а также разработан комплекс рациональных оздоровительных мероприятий. Несмотря на значительное количество публикаций по этим вопросам и широко проводимые исследования, правда, уменьшившиеся в последние годы, многие аспекты этих проблем еще не решены. В том числе разработка оптимального комплекса оздоровительных мероприятий во время похода надводного корабля специального назначения. С этой целью в течение 2-месячного похода проанализирована динамика функционального состояния организма членов экипажа, исследовано влияние физических тренирующих нагрузок на состояние здоровья и работоспособность моряков по косвенным показателям физической работоспособности и регуляции ритма сердца, рассмотрена связь

динамики исследуемых показателей и регулярности использования членами экипажа оздоровительных мероприятий.

Интерес к процессу регуляции ритма сердца во многом связан с его способностью нести информацию о физических возможностях организма, степени его готовности к деятельности, состоянии регуляторных процессов. Считается, что параметры сердца могут выступать в качестве интегральных критериев адаптации организма человека к широкому кругу факторов окружающей среды [1, 2]. Известно, что текущая частота сердечных сокращений (ЧСС) является результирующей нескольких составляющих, в частности, собственно автоматизма сердца и нейрогуморальных влияний на водитель ритма, причем уровень функционирования системы определяется средними значениями пульса, а процесс регуляции проявляется в «функциях разброса». Поэтому только исследование колебаний (вариаций, изменений отклонений) дает возможность получить необходимую информацию. Для оценки качества регуляции сердечного ритма используются показатели переходных процессов во время нагрузочных функциональных проб (ортостатической, клиноростатической, проб с приседаниями Мартине, Руфье), т.е. анализируются нестационарные процессы в ритме сердца.

Информация о регуляции физиологических функций при переходных процессах дает возможность на ранних этапах проводимых мероприятий выявить как положительное влияние, так и первые признаки неблагоприятного действия исследуемых факторов на организм человека [3, 5].

Цель исследования. Провести сравнительную оценку состояния регуляции сердечного ритма при ортостатической пробе у моряков в походе надводного корабля, в зависимости от уровня физических нагрузок при оздоровительных мероприятиях.

Материалы и методы. Команда надводного корабля была разделена на 3 группы по уровню тренирующих нагрузок для поддержания работоспособности моряков в 2-месячном арктическом походе. В основную группу (27 моряков) вошли лица, занимавшиеся физическими тренировками под руководством корабельного врача по специально разработанной программе (II группа). Группами сравнения служили как лица, занимавшиеся физкультурой и спортом самостоятельно (30 человек, III группа), так и 23 моряка, не занимавшиеся физической тренировкой в походе (I группа). Кроме того, в группах II и III выделились лица, занимавшиеся регулярно (подгруппа А) и посещавшие занятия нерегулярно (подгруппа Б).

Для оценки качества регуляции сердечного ритма использовались показатели переходного процесса во время ортостатической пробы, характеризующие силу, подвижность и уравновешенность нервных процессов. Силу определяет величина реакции, подвижность – крутизна подъема (или падения) кривой и длительность реакции. Уравновешенность характеризуется аperiodичностью переходных процессов (4).

Ортостатическая проба проводилась в модификации Шеллонга: после 4-минутного пребывания в положении лежа исследуемый в течение 3 секунд вставал и 3 минуты стоял. В отведении D-S через «Пульсограф» (Россия) у него регистрировали ЧСС и графически строилась кривая – огибающая пульс. При оценке «стационарных» отрезков записи огибающей пульс в положении лежа и стоя выделялись следующие показатели:

– средние значения ЧСС лежа (PSл, уд/ мин) и стоя (PSc, уд/мин);

– синусовая аритмия – разность между максимальным и минимальным значениями частоты сердечных сокращений за 1 мин в положении лежа (САл, уд/мин) и в положении стоя (САс, уд/мин);

– амплитуда волн дыхательной периодики сердечного ритма (дыхательная аритмия) – среднее значение 5–6 дыхательных волн в положении лежа (ДАл, уд/мин) и в положении стоя (ДАс, уд/мин)

Оценка «нестационарных» отрезков записи огибающей пульс при ортостатической пробе включала в себя определение следующих показателей:

– конечная реакция ЧСС на гравитационную нагрузку ($r_{кю}$, уд/мин), которая определялась как разность между PSc и PSл;

– отклонения ЧСС при ортостатической пробе от нового стационарного уровня:

а) в сторону увеличения ЧСС – перерегуляция I (r_1 , уд/мин), которая рассчитывалась, как разность между PSc и PSл;

б) в сторону уменьшения ЧСС – перерегуляция 2 (r_2 , уд/мин): PSc – PSл;

– длительность переходного процесса (t_0 , с).

Результаты и их обсуждение. Прямыми показателями качества регулирования при ортостатической пробе служили общее время переходного процесса, конечная реакция на нагрузку, показатели перерегуляции, а также синусовая и дыхательная аритмии (табл. 1–4).

Время переходного процесса во всех группах в течение похода имело сложную динамику: несколько сокращалось в середине, увеличивалось к концу (достоверно в группах I и II). Однако в группе III (III А) не достигло исходного уровня ($p < 0,05$).

В группе, не занимавшихся физическими упражнениями, с высокой степенью достоверности увеличилась конечная реакция на нагрузку, но уменьшались перерегуляция I и II. Синусовая и дыхательная аритмии несколько уменьшились. Все это указывает на ухуд-

Таблица 1

Динамика времени переходного процесса (ортостатическая проба, t_0 , с), $x \pm Sx$

Группа	Количество обследуемых	Периоды похода		
		1	2	3
I	23	88,4±7,8	74,6±4,7	93,1±7,5* ²
IIА	16	67,2±8,7	55,5±6,2* ¹	70,1±10,4* ²
IIБ	11	75,5±11,8	72,9±12,1	78,4±11,4
II	27	71,3±10,2	64,2±9,3	74,2±10,9* ²
IIIА	18	92,6±10,0	63,4±8,2* ¹	78,2±9,3* ¹
IIIБ	12	93,3±13,2	81,6±10,3	97,7±11,3
III	30	92,9±11,6	72,5±9,3* ¹	87,8±10,3* ¹

Примечание: * – $p \leq 0,05$; арабскими цифрами указаны периоды похода с которыми имеются различия.

Таблица 2

Динамика конечной реакции ЧСС на нагрузку при ортостатической пробе ($r_{кю}$, уд/мин), $x \pm Sx$

Группа	Количество обследуемых	Периоды похода		
		1	2	3
I	23	11,7±1,3	11,0±1,2	14,7±1,4* ^{1,2}
IIА	16	14,7±1,9	11,4±1,2* ¹	15,3±2,0* ²
IIБ	11	11,3±1,8	13,1±1,7	10,6±2,2
II	27	13,1±1,9	12,3±1,6	13,0±2,1
IIIА	18	11,1±1,7	13,3±1,2	13,2±1,9
IIIБ	12	12,2±1,6	11,7±2,2	13,8±1,9* ¹
III	30	11,7±1,6* ^{II}	12,5±1,7	13,5±1,9* ¹

Примечание: * – $p \leq 0,05$; римскими цифрами обозначены группы, арабскими – периоды похода с которыми имеются различия.

Таблица 3

Динамика величины перерегуляции I при ортостатической пробе (r_1 , уд/мин), $x \pm Sx$

Группа	Количество обследуемых	Периоды похода		
		1	2	3
I	23	20,1±1,3	19,6±1,4	16,4±1,7* ^{1,-2}
IIА	16	19,3±2,3	19,1±1,8	15,9±2,7* ²
IIБ	11	18,9±2,5	19,6±2,7	19,1±2,1
II	27	19,1±2,4	19,4±2,3	17,5±2,4* ²
IIIА	18	20,8±1,7	20,3±2,0	18,5±1,7* ¹
IIIБ	12	19,2±3,0	18,3±3,2	21,1±2,4* ¹
III	30	20,1±2,4	19,3±2,6	19,8±1,9* ¹

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ~ $p \leq 0,1$; римскими цифрами обозначены группы, арабскими – периоды похода с которыми имеются различия.

Таблица 4

Динамика величин перерегуляции II при ортостатической пробе (r_2 , уд/мин), $x \pm Sx$

Группа	Количество обследуемых	Периоды похода		
		1	2	3
I	23	10,1±1,8	7,2±1,3~ ¹	9,8±1,9~ ²
IIА	16	9,4±1,6	10,3±2,2	8,1±1,5* ²
IIБ	11	9,2±1,4	10,3±2,3	10,2±2,8
II	27	9,3±1,4	10,3±2,3	9,2±2,2
IIIА	18	8,3±1,4	8,8±1,6	9,7±1,3* ¹
IIIБ	12	10,2±2,3	10,5±2,4	8,9±2,1
III	30	9,4±1,6	9,6±1,9	9,3±2,1

Примечание: * – $p \leq 0,05$, ~ $p \leq 0,1$; арабскими цифрами указаны периоды похода с которыми имеются различия.

шение качества регулирования. Некоторое, казалось бы, улучшение в середине похода осуществлялось за счет напряжения регуляторных механизмов, на что указывает существенное изменение гко и снижение дыхательной и синусовой аритмий.

В группе занимавшихся регулярно ФУ по специальной программе гко существенно снизилась ко второму исследованию ($p < 0,05$), но затем к концу похода постепенно вернулась к исходным величинам, достоверно отличаясь от результатов 2 исследования. Уменьшалась перерегуляция I ($p < 0,05$) и II ($p < 0,05$). Дыхательная и синусовая аритмии увеличивались. Таким образом, несмотря на некоторое увеличение переходного процесса к концу похода качество регулирования оставалось на хорошем уровне.

У занимавшихся нерегулярно по специальной программе $r_{ко}$ незначительно увеличившись в середине похода, уменьшалась к концу по отношению ко 2-му исследованию. Перерегуляция I и II имели одинаковую тенденцию к некоторому увеличению к середине

похода, сохранявшемуся до конца. Синусовая и дыхательная аритмии имели тенденцию к уменьшению в некоторых случаях становящуюся достоверной. Все это указывает на достаточно нестабильное поддержание качества регулирования в группах моряков, занимающихся ФУ нерегулярно. В середине похода оно несколько улучшилось, но к концу плавания стало хуже.

В группе занимавшихся самостоятельно и регулярно $r_{ко}$ возрастала, r_1 в конце похода уменьшалась ($p < 0,05$) на фоне некоторого возрастания t_0 (по отношению к середине похода), r_2 увеличивалась ($p < 0,05$). Дыхательная и синусовая аритмии имели тенденцию к уменьшению. Эти изменения указывают на то, что укорочение времени переходного процесса осуществлялось существенным напряжением регуляторных механизмов, что в итоге привело к ухудшению качества регуляции.

У занимавшихся самостоятельно нерегулярно гко достоверно увеличилась к концу плавания, перерегуляция I имела тенденцию к увеличению, r_2 почти не менялась, но в конце несколько уменьшилась. Синусовая аритмия имела тенденцию к снижению. Дыхательная аритмия имела такую же динамику. В этой группе, так же как и в группе занимающихся ФУ, регулярно уменьшение времени переходного процесса достигалось напряжением регуляторных механизмов, что несколько ухудшило регуляцию в конце похода, но в меньшей степени, чем в группе занимавшейся ФУ регулярно.

Заключение. К числу наиболее ранних функциональных сдвигов, возникающих в организме человека в ответ на действие большинства экстремальных факторов среды обитания, можно отнести изменения регуляции переходных процессов при ортостатической пробе. При этом, хронотропная функция сердца находится под особенно строгим контролем со стороны ЦНС и, в частности, коры головного мозга.

В динамике изменений прямых показателей качества регулирования можно выделить несколько стадий. Первая – это оптимальный уровень, характеризующийся относительно небольшим напряжением регуляторных систем организма на фоне действия имеющихся неблагоприятных факторов обитаемости. Вторая – сокращение времени переходного процесса – отражает повышение уровня напряжения регуляторных систем в связи с действием факторов обитаемости. Третья стадия характеризуется вновь удлинением времени переходного процесса в связи с продолжающимся действием экстремальных факторов и развитием перенапряжения. Первую, вторую и начальные признаки третьей стадии следует рассматривать как норму [4]. Дальнейшее же увеличение времени переходного процесса свидетельствует о том, что величина и продолжительность действия факторов для организма становится чрезмерно сильной и рассматривается как безусловно неблагоприятный признак, а в данном случае указывает и на падение

эффективности оздоровительных мероприятий. Во всех группах в течение похода наблюдалось некоторое сокращение времени переходного процесса в середине плавания и его увеличение в конце. Для того чтобы иметь возможность судить о качестве процессов регулирования в выделенных группах, кроме времени переходного процесса, следует рассмотреть в совокупности динамику изменений и других показателей. Этот анализ выявил, что качество регулирования в группе регулярно занимавшихся по программе в течение всего похода сохранялось на хорошем уровне. В остальных группах оно было хуже, отличаясь определенной нестабильностью у тех, кто занимался нерегулярно.

Состояние процессов регулирования при ортостатической пробе к концу похода было даже несколько хуже или почти таким же у лиц регулярно занимавшихся самостоятельно, по сравнению с теми, кто вообще не занимался.

Вероятно, более выраженные изменения в группе III связаны с тем, что на фоне действия сложного комплекса неблагоприятных факторов среды обитания чрезмерные физические упражнения являются дополнительной нагрузкой на механизм адаптации организма к окружающей среде, что еще более усугубляет происходящие изменения и вызывает ухудше-

ние функционального состояния организма. Поэтому выбор физических нагрузок в условиях длительного плавания при воздействии комплекса экстремальных факторов должен быть физиологически обоснован и индивидуален.

Литература

1. Баевский, Р.М. Научно-теоретические основы использования анализа variability сердечного ритма для оценки степени напряжения регуляторных систем организма / Р.М. Баевский // Мат. Междунар. симп. «Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий XX–XXI». – М., – 1999. – С. 116.
2. Баевский, Р.М. Прогнозирование ортостатической устойчивости в длительном космическом полете по данным исследования вегетативной регуляции артериального давления и ритма сердца / Р.М. Баевский [и др.] // Мат. 2-й науч.-практ. конф. «Клинические и физиологические аспекты ортостатических расстройств». – М., – 2000, – С. 196–209.
3. Жильцова, И.И. Ранняя диагностика и прогнозирование функционального состояния лиц, подвергающихся воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды / И.И. Жильцова // Сб. тез. докладов междунар. конф. «Научно-практические проблемы рационального потребления воздуха». – Алматы. Казахстан, 2000. – С. 10–11.
4. Меницкий, Д.Н. Очерки прикладной нейрокибернетики / Д.Н. Меницкий. – Л.: Медицина, 1973. – 143 с.
5. Сапова, Н.И. Комплексная оценка регуляции ритма сердца при дозированных функциональных нагрузках / Н.И. Сапова // Физиол. журн. СССР, 1982. – Т. 68. – № 8. – С. 1159–1164.

I.I. Zhiltsova, A.M. Yarkov, A.A. Myasnikov, E.A. Blaginina, O.A. Annenkov

Assessment of cardiac rhythm regulation in servicemen in an orthostatic test

Abstract. During the 2-month naval surface ship's cruise the cardiac rhythm regulation in an orthostatic test was assessed in 80 crew members, who did physical conditioning exercises according to a special program (27 persons), individually (30 persons) or did not do any exercise at all (23 persons). The cardiac rhythm regulation process states were found to be dependent on correct organization of the recreation activities. Excessive exercise of those who did it independently resulted in overexertion of the regulation mechanisms, while in the group of those who exercised according to a special program no substantial changes in the studied values were noticed. The regulation processes in the control group had deteriorated by the end of the cruise but to a lesser extent than in those who exercised independently.

Key words: functional status, performance efficiency, cardiac rhythm regulation, orthostatic test, transient process, correctional and preventive measures.

Контактный телефон: +7-911-944-15-81; e-mail: i.i.zhiltsova@mail.ru