УДК 616.12-009.3-057.3

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В ПРОЦЕССЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ВОИНСКОЙ СЛУЖБЫ

Смагулов Н.К.[1], Мухаметжанов А.М.[2]

[1] *Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова.*
[2] *Карагандинский государственный медицинский университет, Караганда, Казахстан (100008, г. Караганда, ул. Алалыкина, 7), e-mail: a.muhamed@bk.ru.*

Работа посвящена особенностям вегетативной регуляции сердечного ритма военнослужащих в процессе прохождения воинской службы. Объект исследования – военнослужащие срочной службы в возрасте 18–22 лет. Математический анализ ритма сердца проводился методом вариационной пульсометрии аппаратно-программным комплексом «Варикард – 2.4». Исследования показали, что адаптация военнослужащих на начальном этапе протекает за счет увеличения активности центральных механизмов регуляции над автономными и активации симпатического звена регуляции вариабельности сердечного ритма (ВСР). В середине прохождения воинской службы происходит адаптированность к факторам за счет активации подкоркового симпатического сосудистого (вазомоторного) центра и активности парасимпатического звена регуляции. На заключительном этапе прохождения воинской службы отмечалось увеличение активности энерго-метаболического звена регуляции. Активность регуляторных систем (ПАРС) проявлялась мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпато-адреналовой системы и системы «гипофиз – надпочечники».

Ключевые слова: адаптация, вегетативная регуляция сердечного ритма, воинская служба.

THE PECULIARITIES OF HEART RATE'S VEGETATIVE REGULATION IN THE MILITARY SERVICEMEN AT THE STAGE OF THE MILITARY SERVICE

Smagulov N.K.[1], Muhametzhanov A.M.[2]

[1] *Karaganda State University named after E.A. Buketov.*
[2] *State Medical University, Karaganda, Kazakhstan (100008, Karaganda, str. Alalykina, 7), e-mail: a.muhamed@bk.ru.*

The research goal is to study the peculiarities of heart rate's vegetative regulation in the military servicemen at the stage of the military service.
The object of study is military servicemen aged from 18 to 22 years.
The mathematical analysis of heart rate was carried out by pulsometry hardware-software complex "Varikard - 2.4".
Research has shown that the adaptation of military personnel at the initial stage occurs by increasing the activity of the central mechanisms of regulation by comparison with the vegetative mechanisms and activation sympathetic link of regulation of heart rate variability (HRV). There is adaptation to the factors due to activation of subcortical vascular sympathetic (vasomotor) center and the activity of parasympathetic regulation in the middle term of military service. In the final stage of military service, we observed increase in activity of regulation energy metabolism. The activity of regulatory systems (PARS) was manifested to mobilize defense mechanisms, including increased activity of sympathoadrenal system and the pituitary-adrenal system.

Key words: adaptation, heart rate's vegetative regulation, military service.

Важным аспектом исследования взаимоотношений человека и среды является проблема адаптации человека к окружающей среде и ее изменениям. Понятие «адаптация человека» выступает одним из фундаментальных понятий современной физиологии и социальной экологии, отражая процесс связи человека с окружающей средой [5]. Изучение механизмов адаптации к изменяющимся факторам как внешней, так и внутренней среды является актуальной проблемой прикладной физиологии, при этом особенностью исследования процесса адаптации у человека стало установление закономерностей приспособления как к условиям внешней среды, так и к деятельности, особенно трудовой и социальной [6].

Человек является сложной системой, преобразующей детерминированную и хаотическую составляющую внешней среды в детерминированную и хаотическую составляющую своего организма. Наиболее чувствительным звеном этого организма является сердечный ритм, обе компоненты которого, как периодическая, так и хаотическая, легко поддаются анализу по нерегулярному чередованию *RR*-интервалов ЭКГ. Изменения сердечного ритма в связи с деятельностью механизмов нейрогормональной регуляции можно рассматривать как результат активности различных звеньев вегетативной нервной системы, модулирующих сердечную деятельность, в том числе ритм сердца [2].

Цель работы: выявить особенности вегетативной регуляции сердечного ритма военнослужащих в процессе прохождения воинской службы.

Объем и методы исследования. Объект исследования – военнослужащие срочной службы в возрасте 18–22 лет. Всего было обследовано 92 юноши. Исследования проводились в начале прохождения воинской службы: на 1-м (первый этап), в середине – 6–7-м (второй этап) и в конце – 11–12-м месяцах (третий этап) срочной воинской службы.

Регистрация и обработка ЭКГ осуществлялась на компьютере. Объем анализируемой выборки для каждого испытуемого составлял 100 кардиоциклов. Математический анализ ритма сердца проводился методом вариационной пульсометрии по критериям Р.М. Баевского и соавт. [3], аппаратно-программным комплексом «Варикард – 2.4» (изготовитель – институт внедрения новых медицинских технологий «Рамена», г. Рязань).

Анализировались следующие статистические параметры сердечного ритма: средний RR-интервал (MEAN), стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN), число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве (pNN50), коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов (CV), разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов (MxDMn), мода (Mo), амплитуда моды (AMo). По данным вариационной пульсометрии вычислялся стресс-индекс (индекс напряжения, SI) регуляторных систем, отражающий степень централизации управления сердечным ритмом по следующей формуле: ИН = AMo/(2 * AX * Mo). Для выявления и оценки периодических составляющих сердечного ритма проводили спектральный анализ с использованием непараметрического метода быстрого преобразования Фурье. Вычисляли суммарную мощность спектра ВСР в мс-2 (TP), мощность спектра высокочастотного (HF, %), низкочастотного (LF, %), очень низкочастотного (VLF, %) компонентов вариабельности в % от суммарной мощности колебаний, среднее значение мощности спектра высокочастотного (HFav), низкочастотного (LFav), очень низкочастотного (VLFav) компонента ВСР в мс-2, отношение средних значений низкочастотного и

высокочастотного компонента ВСР (LF/HF), индекс централизации (IC) [3]. Статистическая обработка проводилась с использованием программы Statistica 8.0.

Результаты и их обсуждение. Адаптация военнослужащих проходит ряд стадий [4]. Представляется важным проанализировать, какие особенности процесса адаптации появляются на каждом из этих этапов.

Как видно из представленных результатов (табл. 1), со стороны статистических и геометрических (вариационных) показателей достоверных различий не отмечалось (табл. 1), за исключением индекса напряжения (стресс-индекса).

Таблица 1 – Динамика вариационных показателей сердечного ритма в зависимости от этапа прохождения воинской службы

	В начале	**Середина**	**В конце**
MEAN	858,83±19,86	873,97±19,2	857,86±39,25
MXDMN	258,78±16,28	289,18±21,62	297,88±25,58
PNN50	26,96±3,63	28,03±2,93	28,05±5,26
CV	5,79±0,3	6,04±0,34	6,62±0,59
MO	858,39±20,8	868,03±20,48	848,55±49,17
AMO	45,19±2,89	42,49±2,23	40,37±5,02
SI	136,99±15,6	**98,58±10,21***	**92,22±17,85***

* – разница по сравнению с первым этапом достоверна (p<0,05);
x – разница между вторым и третьим этапами достоверна (p<0,05).

В динамике индекса напряжения (SI) отмечалось снижение его количественных значений от начального этапа к концу прохождения воинской службы (табл. 1). Так, если в начале службы среднее значение индекса составляло 136,99±15,6 усл. ед., то уже в середине прохождения отмечалось достоверное снижение до 98,58±10,21 усл. ед. (p<0,05). К концу службы отмечалось дальнейшее снижение индекса напряжения, хотя и не столь выраженное по сравнению со вторым этапом, и в среднем составляло 92,22±17,85 усл. ед. (p<0,05). И если в трактовке результатов динамики индекса напряжения идти от обратного, то на начальном этапе у военнослужащих отмечалось увеличение активности центральных механизмов регуляции над автономными, что являлось следствием реакции организма на воздействие факторов, присущих воинской службе. В середине прохождения воинской службы адаптированность к воздействующим факторам отражается и на индексе напряжения, он

достоверно снижается до 98,58±10,21 усл. ед. (p<0,05), с последующим незначительным снижением до 92,22±17,85 усл. ед. (p<0,05).

Таблица 2 – Динамика спектральных показателей сердечного ритма в зависимости от этапа прохождения воинской службы

	В начале	**Середина**	**В конце**
TP	2537,7±317,8	2451,7±232,8	2810,7±404,6
HF	924,22±139,75	818,2±98,37	727,99±156,1
LF	808,36±82,56	854,53±107,06	843,5±125,49
VLF	403,22±47,57	490,22±74,84	**784,74±121,83*(x)**
ULF	244,38±33,91	318,41±41,48	**432,29±66,94***

* – разница по сравнению с первым этапом достоверна (p<0,05);
x – разница между вторым и третьим этапами достоверна (p<0,05).

Наибольшее число достоверных различий отмечалось у спектральных показателей ВСР. Как видно из представленных результатов (табл. 2) достоверные различия отмечались у таких показателей, как мощность спектра очень низкочастотного (VLF) и ультранизкочастотного (ULF) компонента, что свидетельствует об усилении активности симпатического звена и субкортикальных уровней регуляции (высшие вегетативные центры). Активация этих центров регуляции отмечалась на заключительном этапе прохождения воинской службы. Так, если в начале службы средние значения VLF и ULF составляли 403,22±47,57 и 244,38±33,91 соответственно, то к середине хотя и отмечалось увеличение количественных значений, но статистической достоверности между ними не было (490,22±74,84 и 318,41±41,48 соответственно, p>0,05). В конце воинской службы отмечалось достоверное увеличение мощности спектра очень (VLF) и ультранизкочастотного (ULF) компонента до 784,74±121,83 и 432,29±66,94 (p<0,05).

В тоже время отсутствие достоверных различий не свидетельствует об одинаковом напряжении регуляторных систем в адаптационном процессе на начальном и серединном этапах прохождения службы. Это подтверждается значениями мощности спектра частотного компонента вариабельности в процентах от суммарной мощности колебаний (рис. 1). Так, на начальном этапе воинской службы адаптационный процесс протекает за счет ультранизкочастотного компонента вариабельности, что свидетельствует об активации симпатического звена регуляции ВСР, к тому же процентное соотношение 49,06±1,86% говорит о его преимущественном положении.

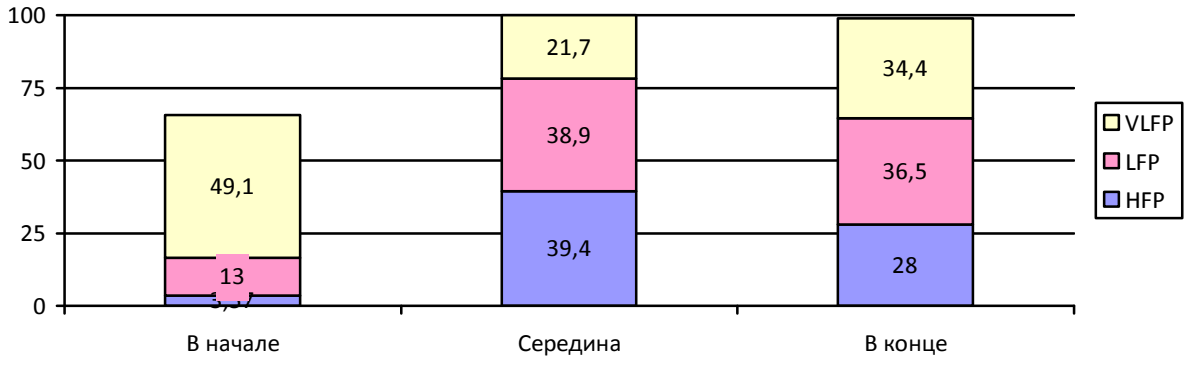

Рис. 1. Динамика значений мощности спектра частотного компонента вариабельности в процентах от суммарной мощности колебаний в зависимости от этапа прохождения воинской службы.

На серединном этапе активируются преимущественно низкочастотные (LFP) и высокочастотные компоненты (HFP), количественные значения которых составляли 39,38±3,02% и 38,87±1,88% соответственно ($p<0,05$). Данные результаты свидетельствовали о том, что регуляторный процесс идет за счет активации подкоркового симпатического сосудистого (вазомоторного) центра и активности парасимпатического звена регуляции. На конечном этапе воинской службы отмечалось перераспределение активности частотных диапазонов – снижение высокочастотного (HFP) до 27,99±4,35% и увеличение очень низкочастотного (VLFP) компонента до 34,42±4,55% ($p<0,05$). Это свидетельствует о снижении активности парасимпатического звена регуляции и увеличении активности энерго-метаболического звена регуляции.

Анализ динамики индекса централизации в зависимости от места жительства военнослужащих показал сходную с частотными характеристиками спектрального анализа ВСР (рис. 2). У военнослужащих в начале прохождения службы среднее значение индекса централизации составляло 1,97±0,17 усл. ед., в середине отмечалось достоверное снижение до 2±0,28 усл. ед. ($p<0,05$), в конце срока отмечалось достоверное его увеличение до 3,26±0,59 усл. ед. ($p<0,05$). Это свидетельствует об увеличении степени централизации управления сердечным ритмом к концу прохождения воинской службы. То есть для поддержания гомеостаза на должном физиологическом уровне в управлении ритмом активно включался центральный контур управления, и как следствие, высокая «цена» адаптивных процессов в организме военнослужащих.

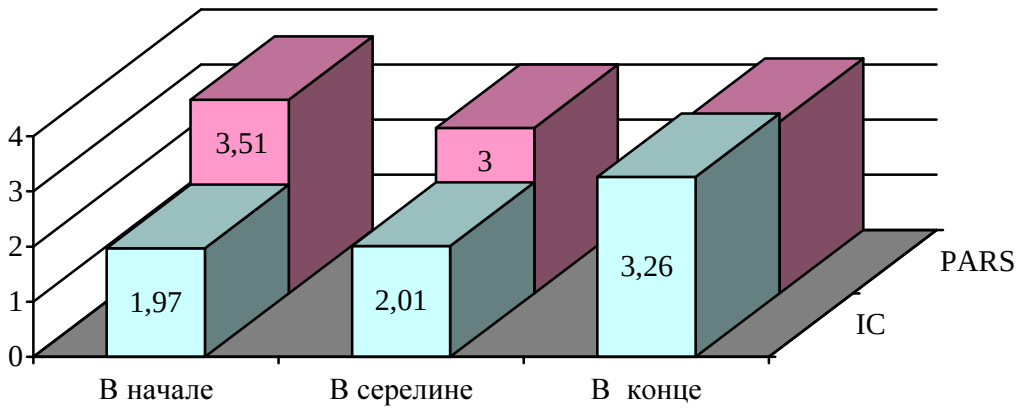

Рис. 2. Динамика индекса централизации (IC) и ПАРС в зависимости от этапа прохождения воинской службы.

Анализ динамики показателя активности регуляторных систем (ПАРС) достоверной динамики в зависимости от этапа прохождения воинской службы и места жительства военнослужащих не выявил (рис. 2). Количественные его значения были в диапазоне «умеренное» и «выраженное» функциональное напряжение, проявляющееся мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышение активности симпато-адреналовой системы и системы «гипофиз – надпочечники» [3].

Таким образом, адаптация военнослужащих на начальном этапе протекает за счет увеличения активности центральных механизмов регуляции над автономными и активации симпатического звена регуляции ВСР. В середине прохождения воинской службы происходит адаптированность к факторам за счет активации подкоркового симпатического сосудистого (вазомоторного) центра и активности парасимпатического звена регуляции. На заключительном этапе прохождения воинской службы отмечалось увеличение активности энерго-метаболического звена регуляции. Диапазон активности регуляторных систем был в пределах между умеренным и выраженным функциональным напряжением, проявляющимся мобилизацией защитных механизмов.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М. : Наука, 1984. – 223 с.

2. Баевский Р.М., Берсенева Л.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М. : Медицина, 1997. – 236 с.

3. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. – М. : «Фирма «Слово», 2008. – 220 с.
4. Диденко И.В. Психофизиологические и психологические особенности адаптации военнослужащих на различных этапах служебно-боевой деятельности : автореф. дис. … канд. психол. наук. – Ростов н/Д, 2007. – 19 с.
5. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 192-201.
6. Калинина М.В., Киселев В.Д., Стрельникова И.Ю. Популяционные и индивидуальные адаптации к сочетанному воздействию экологических факторов // XX съезд Физиологического общества им. И.П. Павлова. Тезисы докладов. – М. : Издательский дом «Русский врач», 2007. – С. 253.

Рецензенты

Жаутикова С.Б., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии Карагандинского государственного медицинского университета, г. Караганда.

Конкабаева А.Е., д.м.н., профессор кафедры физиологии Карагандинского государственного университета имени Е.А. Букетова, г. Караганда.