

УДК [612.172.2:612.017.2]-057.36(670.1/.2)

ХАРАКТЕРИСТИКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У НОВОБРАНЦЕВ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

А.Б.Гудков, О.Н.Попова, В.Д.Иванов, А.А.Небученных

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

CHARACTERIZATION OF HEARTBEAT VARIABILITY IN RECRUITS OF A NAVY TRAINING UNIT UNDER THE CONDITIONS OF NORTH-EUROPEAN RUSSIA

A.B.Gudkov, O.N.Popova, V.D.Ivanov, A.A.Neobuchenykh

Northern State Medical University (NSMU), Arkhangelsk, Russia

© Коллектив авторов, 2015 г.

В условиях Европейского Севера проведено обследование 2 групп новобранцев учебного центра ВМФ, призванных из южных (1-я группа — 37 человек) и северных (2-я группа — 37 человек) регионов РФ. Цель исследования: выявить особенности variability сердечного ритма у военнослужащих на начальном этапе служебной деятельности в условиях Севера. Применялся метод ритмокардиографии с использованием монитора сердечного ритма «Поляр». Variability ритма сердца анализировалась количественной оценкой гистограмм, простым статистическим методом, методом спектрального анализа и по его волновой структуре. Установлено, что у новобранцев 1-й группы наблюдаются сдвиги регуляции сердечного ритма, обусловленные повышением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы с 1-го по 5-й месяцы включительно. У новобранцев 2-й группы первые 3 месяца службы характеризовались достаточно высоким тонусом парасимпатической нервной системы, однако с 4-го месяца начинает усиливаться влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: новобранцы, variability сердечного ритма, учебный центр военно-морского флота, Европейский Север.

Two groups of recruits were examined at a navy training center in the North-European Russia. Group 1 comprised 37 conscripts from the southern regions of Russia. Group 2 comprised 37 conscripts from the northern regions of Russia. The objective of the examination was to determine the specific features of variability of heartbeat of military men during the initial period of their service under northern conditions. A «Polar» heartbeat monitor was used for rhythmocardiographic recordings. Heartbeat variability was analysed by quantitative assessment of histograms using simple statistics, spectral analysis, and wavelet analysis. In Group 1 recruits, changes in heartbeat regulation observed from the first through the fifth month of service were attributed to an increase in the sympathetic tonus of the vegetative nervous system. In Group 1 recruits, the first three months of their service were associated with an appreciably high tonus of the parasympathetic system; however, starting from the fourth month, manifestations of an increase in the influence of the sympathetic branch of vegetative nervous system on heartbeat were found.

Key words: recruits, heartbeat variability, navy training unit, European North.

В рамках обеспечения национальной безопасности страны большое значение имеет призыв на действительную военную службу. При этом часто необходимо перемещать новобранцев из одной климатической зоны в другую, например, из южных регионов РФ на Север. В этом случае военно-профессиональная адаптация

молодого пополнения будет проходить не только в новых социальных, бытовых и психологических, но и климатических условиях.

Известно, что адаптация человека к новым условиям окружающей среды осуществляется скоординированными во времени и соподчиненными между собой специализированными функ-

циональными системами [2, 7, 8]. При этом в рамках временного аспекта адаптации к условиям Севера А.П.Авцын и соавт. [1] выделяют несколько стадий: стадию адаптивного напряжения (первые 2–6 месяцев), стадию стабилизации функций (с 6–8 мес до 2–3 лет), а также стадию адаптированности (с 3–4-го года проживания на Севере). При этом успешность или неуспешность всего процесса адаптации к условиям Севера решающим образом определяется характером и исходом компенсаторно-приспособительных реакций новосела в первую и самую сложную стадию — стадию адаптивного напряжения [5, 6].

Как известно, изменение ритма сердца — универсальная оперативная реакция целостного организма в ответ на любое воздействие факторов внешней среды [4, 9, 10]. Поэтому информацию о функциональном состоянии организма человека, приехавшего на Север, можно получить доступным методом изучения механизмов регуляции ритма сердечных сокращений [3], что и побудило провести настоящее исследование.

Целью исследования было выявление особенности вариабельности сердечного ритма у военнослужащих — новобранцев учебного центра ВМФ в динамике служебной деятельности в условиях Европейского Севера.

Объектом исследований были военнослужащие, которые прибыли для прохождения военной службы в учебный центр города Архангельска.

Для проведения исследования были сформированы две группы военнослужащих по 37 человек. Первую группу составили новобранцы, призванные из южных регионов РФ. Во вторую группу были объединены военнослужащие — уроженцы Архангельской области. Каждого военнослужащего обследовали пятикратно. Первое обследование выполнялось через 4–6 дней после прибытия в учебный центр, а последующие через 30 дней.

С целью исключения влияния суточных и недельных ритмов обследуемые приглашались в один и тот же день недели и время суток. Все обследованные военнослужащие по данным военно-врачебной комиссии были признаны практически здоровыми и на момент обследования не предъявляли жалоб.

Оценку особенностей вегетативной регуляции и степень адаптированности сердечно-сосудистой системы к случайным или постоянно действующим факторам проводили методом ритмокардиографии с использованием монитора сердечного ритма «Поляр». Записи прово-

дились в условиях относительного покоя в положении «сидя». Длительность записи 5 минут, что согласно рекомендациям Р.М.Баевского, А.П.Берсенёвой [3] позволяет использовать этот метод в системе массовых обследований, когда необходимо оценить состояние группы людей. К исследованию ВСР приступали не ранее чем через 1,5–2 часа после приема пищи, в тихой комнате, при температуре воздуха 20–22° С. Перед началом исследования для адаптации к окружающим условиям предоставлялся отдых в течение 5–10 минут. Проводился инструктаж, что в период исследования ВСР военнослужащий должен дышать не делая глубоких вдохов, не кашлять и не сглатывать слюну.

Вариабельность ритма сердца анализировали количественной оценкой гистограмм, простым статистическим методом, методом спектрального анализа и по его волновой структуре. Показатели вариабельности ритма сердца приведены в соответствии с рекомендуемыми стандартами Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии [11]. Оценивались следующие показатели ритмокардиографии: мода (M_o , с), амплитуда моды (AM_o , %), которую при нормальном распределении величины AM_o можно рассматривать как обратную величину среднеквадратичного отклонения ($SDNN$), вариационный размах ($MxDMn$, с) и стресс-индекс (SI).

При статистическом анализе последовательности кардиоинтервалов рассчитывались следующие показатели: частота сердечных сокращений (Heart rate, в 1 мин), средняя длительность интервалов R-R между синусовыми сокращениями ($RRNN$, с), среднеквадратичное отклонение длительности интервалов R-R между синусовыми сокращениями ($SDNN$, мс), среднеквадратичное различие между продолжительностью соседних синусовых интервалов R-R ($rMSSD$, мс).

После этого проводили спектральный анализ ритмокардиографии. Изучали следующие показатели: суммарную мощность спектра на всех частотных диапазонах (TP , $mc^2 \times 1000$), мощность спектра высокочастотного компонента (HF), мощность спектра низкочастотного компонента (LF), мощность спектра сверхнизкочастотного компонента (VLF).

На основании протоколов исследований по каждой методике составлялись таблицы с последующей статистической обработкой с использованием электронных таблиц Microsoft Excel 2000, Statistica for Windows 6.0. При

этом вычислялись: средняя арифметическая по каждой группе исследуемых величин (M), средняя арифметическая ошибка (m). Расчет доверительных интервалов полученных значений и оценка достоверности различий между ними проводили по критерию Стьюдента при уровне значимости 95% ($p < 0,05$).

Проанализированы показатели variability ритма сердца в покое у военнослужащих-новобранцев (таблица).

тонусом парасимпатического отдела ВНС, на что указывает величина M_0 (рис. 2).

Однако с 4-го месяца начинает усиливаться влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы, в процесс управления включаются более высокие уровни, что приводит к уменьшению величины M_0 ($p < 0,05$). Уменьшение влияния парасимпатической регуляции и рост симпатической приводят к мобилизации деятельности сердечно-сосудистой системы.

Таблица

Показатели variability ритма сердца в покое у военнослужащих-новобранцев в динамике пятимесячного наблюдения, $M \pm m$

Период наблюдения	Группа наблюдения	Показатели		
		M_0	AM_0	BP
1-й месяц	1	$0,90 \pm 0,02$	$34,9 \pm 2,01$	$0,44 \pm 0,07$
	2	$0,92 \pm 0,03$	$41,5 \pm 3,3$	$0,31 \pm 0,04$
2-й месяц	1	$0,85 \pm 0,02$	$41,6 \pm 3,2$	$0,34 \pm 0,05$
	2	$0,95 \pm 0,04$	$37,8 \pm 2,2$	$0,56 \pm 0,09$
3-й месяц	1	$0,85 \pm 0,019$	$40,3 \pm 2,5$	$0,29 \pm 0,03$
	2	$0,9 \pm 0,02$	$39,4 \pm 1,96$	$0,38 \pm 0,05$
4-й месяц	1	$0,83 \pm 0,019$	$40,8 \pm 2,65$	$0,28 \pm 0,03$
	2	$0,84 \pm 0,02$	$39,1 \pm 2,05$	$0,35 \pm 0,05$
5-й месяц	1	$0,84 \pm 0,02$	$40,8 \pm 2,5$	$0,32 \pm 0,06$
	2	$0,83 \pm 0,018$	$39,2 \pm 2,18$	$0,38 \pm 0,06$
p	1	$P1-4,5^*$		$P1-3,4^*$
	2	$P1,2,3-4^*$		$P1-2^*$
		$P1,2-5^{**}$		$P2-4^*$
		$P3-5^*$		

Примечание: группа 1 — новобранцы из южных регионов ($n=37$); группа 2 — новобранцы из северных регионов ($n=37$). Различия достоверны по сравнению с первым месяцем: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Анализ гистограммы интервалов R-R у военнослужащих 1-й группы выявил сдвиги в регуляции сердечного ритма, обусловленные повышением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы с 1-го по 5-й месяцы включительно (рис. 1). На это указывает сдвинутая влево кривая гистограммы.

По мнению Н.А. Агаджаняна [2] преобладание тонуса симпатической нервной системы над тонусом парасимпатической нервной системы играет существенную роль в обеспечении биоэнергетических процессов субстратами, особенно в трофическом обеспечении мышечной деятельности. Это особенно важно в первые месяцы службы, когда после перемещения на Север увеличивается энергетическая стоимость единицы выполненной работы.

У военнослужащих 2-й группы первые три месяца характеризуются достаточно высоким

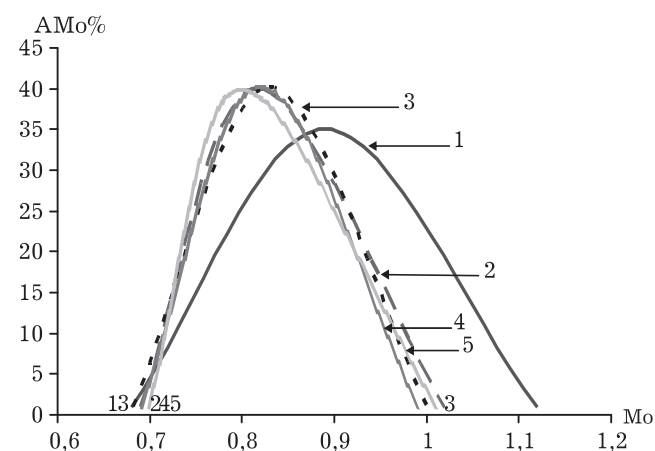


Рис. 1. Гистограмма сердечного ритма в динамике военной службы у новобранцев из южных регионов.

Примечание: цифры 1, 2, 3, 4, 5 — месяцы военной службы.

Анализ показателей (ИН, RMSSD, HF) variability сердечного ритма показал фаз-

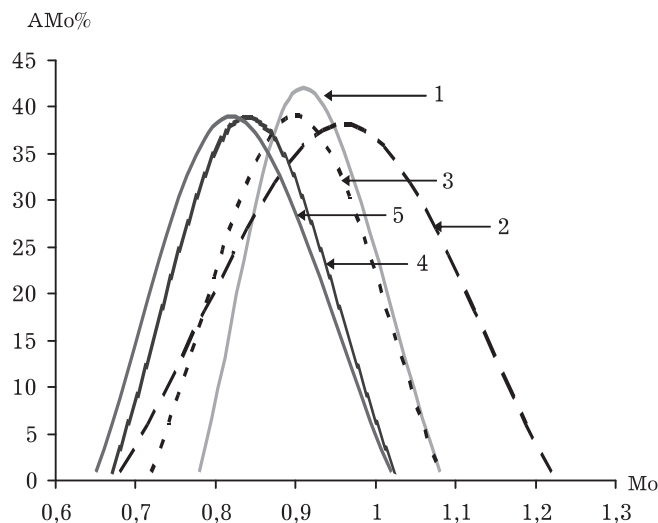


Рис. 2. Гистограмма сердечного ритма в динамике военной службы у новобранцев из северных регионов.

Примечание: цифры 1, 2, 3, 4, 5 — месяцы военной службы.

ный характер деятельности вегетативной нервной системы в динамике военной службы у военнослужащих из южных и северных регионов РФ (рис. 3).

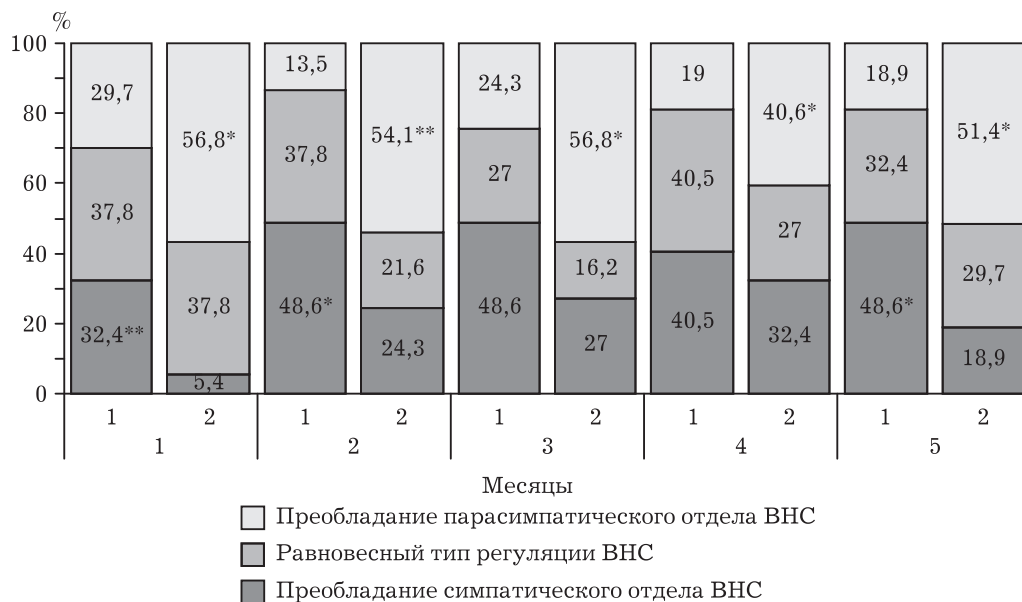


Рис. 3. Структура типов ВНС у новобранцев-южан (1) и уроженцев Севера (2) в динамике военной службы.

Примечание: различия достоверны между группами: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

В течение 5-месячного наблюдения у военнослужащих уроженцев Юга, по сравнению с военнослужащими-северянами, наблюдается превышение лиц, имеющих симпатикотонический тип реагирования ($p < 0,05-0,01$), за счет уменьшения доли лиц с ваготоническим типом. У мо-

лодого пополнения, уроженцев Севера в распределении типов вегетативной регуляции в динамике 5-месячного периода наблюдения отмечается преобладание лиц с ваготоническим типом, достоверно ($p < 0,05-0,01$) превосходящее соответствующую группу среди новобранцев-южан.

В последние два месяца службы в учебном центре у новобранцев из южных регионов наблюдается снижение величин среднеквадратичного отклонения вариабельности величин интервалов R-R (SDNN) у обследуемых с превалированием в вегетативном гомеостазе парасимпатической нервной системы ($p < 0,05$). Снижение величины SDNN, вероятно, обусловлено значительным напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления, что ведет к подавлению активности автономного контура.

У военнослужащих из северных регионов изменения показателей среднеквадратичного отклонения также имеют место в группе обследуемых с превалированием в вегетативном гомеостазе парасимпатической нервной системы. Отмечается значительное повышение величин SDNN во 2-й месяц ($p < 0,05$), и в последующие месяцы данный показатель превышает значе-

ния среднеквадратичного отклонения первого месяца. Устойчивый рост показателя SDNN в группе обследуемых с преобладанием парасимпатической нервной системы, может свидетельствовать о том, что обеспечивается более экономичный режим работы миокарда, а это

позволяет с меньшими энергетическими затратами выполнять адекватную нагрузку работу.

Динамика изменений величины RMSSD, как показателя активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, носила своеобразный характер.

В группе военнослужащих из южных регионов с преобладанием парасимпатической нервной системы в вегетативном гомеостазе этот показатель, являясь высоким в первый месяц службы, затем имел тенденцию к снижению в динамике службы. Это может означать, что к окончанию пребывания в учебном центре в этой группе военнослужащих усиливается влияние симпатической нервной системы и вышестоящих центров регуляции сердечного ритма.

У новобранцев-северян с преобладанием парасимпатической нервной системы в вегетативном гомеостазе величина показателя RMSSD была самой низкой в первый месяц службы. На протяжении последующих месяцев данный показатель имел значительный рост во 2-м месяце ($p < 0,05$) и, снизившись во второй половине пребывания военнослужащих в учебном центре, сохранял достоверные различия на 3-й и 5-й месяцы, по сравнению с первым месяцем. Данная динамика отражает усиление влияния парасимпатической нервной системы на синусный узел и может свидетельствовать о высокой активности автономного контура регуляции.

В обеих группах военнослужащих с равновесным типом вегетативной регуляции величины показателя RMSSD не выходят за пределы средних значений у здоровых людей ($49,93 \pm 15,23$ мс), а в группах новобранцев с преобладанием симпатической нервной системы в вегетативном гомеостазе активность автономного контура значительно снижена во все месяцы службы, что позволяет сделать вывод о преобладании тормозных воздействий высоких уровней управления на более низкие.

Индекс напряжения регуляторных систем (ИН) — важнейший показатель вариационной пульсометрии, характеризующий состояние активности центрального контура регуляции. В первый месяц наблюдения у новобранцев из южных регионов, в группе обследуемых с преобладанием в вегетативном гомеостазе симпатической нервной системы, величина ИН составила $441 \pm 46,1$ усл. ед., что в 2,7 раза больше условной нормы [4], и это может расцениваться как ответная реакция на перемещение к месту службы.

Во 2-й и 4-й месяцы службы величина ИН превышает значение первого месяца соответственно на 55% ($p < 0,05$) и 38%, что может свидетельствовать о росте напряжения регуляторных систем, увеличении симпатической активности и мобилизации функциональных резервов организма.

Привлекает внимание волнообразное изменение величин ИН. Волнообразный тип изменения величины ИН является свидетельством чередования периодов напряжения центрального контура регуляции с симпатическим или парасимпатическим преобладанием. Видимо, такой вариант изменений величины ИН у новобранцев-южан объясняется неустойчивостью вегетативной регуляции у них и, вероятно, является результатом адаптационного процесса.

В первый месяц службы у военнослужащих-северян, в группе обследуемых с преобладанием в вегетативном гомеостазе симпатической нервной системы, ИН достигает наибольших величин, что может расцениваться как ответная реакция на условия службы. В последующие месяцы величина ИН достоверно ($p < 0,05$) уменьшается, что может свидетельствовать о некотором снижении напряжения регуляторных систем, понижении суммарной активности симпатoadренальной системы.

В более «щадящих» условиях по напряжению регуляторных систем находились военнослужащие из южных и северных регионов с равновесным и парасимпатическим типом регуляции вегетативной нервной системы в течение всех месяцев службы.

При анализе волновой структуры величины HF% у военнослужащих из южных регионов с преобладанием парасимпатического отдела ВНС в динамике 5-месячного обследования установлено снижение величины HF%.

У военнослужащих-северян величина показателя HF% была ниже в первый месяц службы и изменения ее были менее выражены. Это может свидетельствовать о большей степени приспособленности новобранцев, призванных с северных регионов, к неблагоприятным условиям места службы. Среди военнослужащих-южан с преобладанием равновесного типа регуляции ВНС выявлена аналогичная тенденция к снижению величины показателя HF% в течение 5-ти месячного обследования.

У военнослужащих-северян величина показателя HF% имела достоверный рост, что может свидетельствовать о повышении активности па-

расимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга, а значит более экономном расходовании функциональных резервов сердечно-сосудистой системы. В группе военнослужащих из южных регионов, с преобладанием симпатического отдела ВНС, величина показателя HF% претерпевает динамические изменения в сторону её снижения, в отличие от новобранцев-северян, у которых этот показатель достоверно повышается, что подтверждает ранее сделанные выводы.

Динамика изменения величины показателя LF%, отражающего активность симпатических центров продолговатого мозга (кардиостимулирующего и вазоконстрикторного) у военнослужащих из южных регионов, с преобладанием парасимпатического отдела ВНС, имела устойчивую тенденцию к повышению, в сравнении с военнослужащими-северянами, у которых, несмотря на изначально более высокие значения данного показателя в первый месяц, в последующие периоды изменения носили волнообразный характер.

Прогрессирующий рост величины показателя LF% у военнослужащих-южан также может свидетельствовать о повышающейся активности симпатических центров продолговатого мозга как ответной реакции на влияние климатогеографических факторов места службы. У военнослужащих, призванных из южных регионов, с равновесным типом регуляции ВНС величина показателя LF% оставалась практически неизменной, в отличие от военнослужащих-северян, у которых данный показатель имел выраженную тенденцию к снижению.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что новобранцы-северяне данной группы более устойчивы к воздействию стрессорных факторов.

Среди военнослужащих из южных регионов, с преобладанием симпатического отдела ВНС величина показателя LF% достоверно повышалась в течение пятимесячного наблюдения, в отличие от военнослужащих-северян, у которых имело место незначительное повышение данного показателя.

Это подтверждает данные, что у новобранцев из южных регионов более выражены симпатические влияния.

Анализ величины мощности «очень» низкочастотной составляющей спектра в виде относительной величины VLF%, как надежного маркера степени связи автономных (сегментарных)

уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем, выявил следующие закономерности.

У военнослужащих из южных регионов в динамике пятимесячного обследования в группах с преобладанием парасимпатического отдела и равновесного типа регуляции ВНС величина VLF% выше, чем у военнослужащих-северян, и имеет отчетливую тенденцию к росту.

Среди уроженцев северных регионов в этих же группах и исходные значения показателя VLF% ниже и его величина в группе с равновесным типом регуляции ВНС достоверно снижается.

В группе новобранцев-южан с преобладанием симпатического отдела ВНС выявлена волнообразная динамика изменения величины VLF%, в отличие от группы новобранцев-северян с этим же типом регуляции ВНС, у которых, начиная со второго месяца обследования, отмечается достоверное снижение величин показателя VLF%.

Таким образом, динамика величины VLF% позволяет сделать вывод, что военнослужащие из южных регионов независимо от преобладания отдела ВНС в регуляции сердечного ритма, испытывают более выраженное напряжение и влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр на протяжении всех пяти месяцев обследования. У молодого пополнения из северных регионов достоверное снижение величины VLF% свидетельствует о том, что эта группа военнослужащих испытывает в процессе адаптации к военной службе и неблагоприятным условиям Европейского Севера меньшее напряжение, а снижение активности центральных гуморально-метаболических механизмов, уменьшает вероятность возникновения энергодефицитных состояний.

Выводы.

1. У новобранцев из южных регионов наблюдаются сдвиги регуляции сердечного ритма, обусловленные повышением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы с 1-го по 5-й месяцы включительно. У новобранцев-северян первые 3 месяца службы характеризуются достаточно высоким тонусом парасимпатической нервной системы, однако с 4-го месяца начинает усиливаться влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы.

2. При спектральном анализе вариабельности сердечного ритма в динамике 5-месячного наблюдения установлено, что у новобранцев

из южных регионов с преобладанием парасимпатического отдела ВНС снижается относительная величина мощности волн высокой частоты (HF%) ($p < 0,05$), а с преобладанием симпатического — увеличивается относительная величина мощности волн низкой частоты (LF%) ($p < 0,05$).

3. У новобранцев-северян увеличивается относительная величина мощности волн высокой частоты у лиц с преобладанием симпатического и равновесного типов регуляции ВНС, а относительная величина мощности волн очень низкой частоты (VLF%) снижается.

Литература

1. Авцын А.П. Патология человека на Севере / А.П.Авцын, А.А.Жаворонков, А.Г.Марачев, А.П.Милованов.— М.: Медицина, 1985.— 416 с.
2. Агаджанян Н.А. Стресс и теория адаптации / Н.А.Агаджанян.— Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005.— 191 с.
3. Баевский Р.М. Введение в дозонологическую диагностику / Р.М.Баевский, А.П.Берсенёва.— М.: Слово, 2008.— 174 с.
4. Баевский Р.М. Адаптационные возможности организма и понятие физиологической нормы / Р.М.Баевский, А.П.Берсенёва // Материалы XVIII съезда физиологов.— Казань, 2001.— 304 с.
5. Гудков А.Б. Показатели деятельности сердечно-сосудистой системы у военнослужащих учебного центра военно-морского флота России в условиях Европейского Севера / А.Б.Гудков, А.А.Небученных, О.Н.Попова // Экология человека.— 2008.— № 1.— С. 39–43.
6. Гудков А.Б. Характеристика фазовой структуры сердечного цикла у новобранцев учебного центра ВМФ на Севере / А.Б.Гудков, И.Г.Мосягин, В.Д.Иванов // Воен.-мед.журн.— 2014.— Т. 335, № 2.— С 58–59.
7. Судаков К.В. Системная организация функции человека: теоретические аспекты / К.В.Судаков // Успехи физиол.наук.— 2000.— Т. 31, № 1.— С. 1–17.
8. Судаков К.В. Теория функциональных систем и профилактическая медицина / К.В.Судаков // Вестник РАМН.— 2001.— № 5.— С. 7–14.
9. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // Circulation.— 1996.— Vol. 93.— P. 1043–1065.
10. Parati G. Spectral analysis of blood pressure and heart rate variability in evaluating cardiovascular regulation / G.Parati, J.Saul, M. Di Rienzo // Hypertension.— 1995— Vol. 25.— P. 1276–1286.
11. Task force of the European Society of cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurements, Physiological Interpretation, and clinical use // Circulation.— 1996.— Vol. 93, № 5.— P. 1043–1065.

Дата поступления: 17.03.2015 г.