

УДК [612.1:612.2]-57.36 (470.1/.2)

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У НОВОБРАНЦЕВ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ

© 2008 г. **В. Д. Иванов, О. Н. Попова, А. А. Небученных**

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Для обеспечения национальной безопасности страны призыв на действительную военную службу часто связан с необходимостью перемещения значительных контингентов новобранцев из одних климатических зон в другие, в том числе и на Север. В связи с этим военно-профессиональная адаптация новобранцев будет протекать в непривычных не только социально-бытовых и социально-психологических, но и климатических условиях [3, 5].

Сердечно-сосудистая система рассматривается в экологической физиологии и физиологии труда как индикатор адаптационных реакций целостного организма [10, 11]. Методы исследования функций сердечно-сосудистой системы лежат в основе оценки степени напряжения регуляторных механизмов и функциональных резервов организма человека. При этом особое внимание уделяется оценке функционального состояния сердца [6]. В настоящее время признано, что для выявления климатически обусловленных физиологических сдвигов в организме человека высокую чувствительность и информативность имеет метод электрокардиографии (ЭКГ) [2]. Функциональное состояние сердца находит отражение в разнообразных проявлениях его деятельности, среди которых важнейшими считаются электрические и механические.

Механической активности сердца предшествует процесс возбуждения сердечной мышцы, который сопровождается образованием электродвижущей силы — биотоков действия миокардиальных волокон. Исследование электрической активности сердца — один из главных методов объективной оценки состояния миокарда, поскольку изменения энергетического обмена в миокарде предшествуют снижению его сократительной функции и развитию гемодинамических и метаболических сдвигов [1, 4].

Самой открытой к контакту с природно-климатическими факторами севера является система дыхания, которая наиболее реактивна, так как не может быть защищена от внешних условий надежным искусственным барьером. Дыхательной системе, функционирующей в тесном контакте с сердечно-сосудистой, отводится особая роль в обеспечении организма кислородом для поддержания соответствующего уровня окислительно-восстановительных процессов, кислотно-щелочного баланса и участия в физической терморегуляции.

Материал и методы исследования

Объектом исследований были военнослужащие, которые прибыли для прохождения службы в учебный центр Военно-морского флота РФ в г. Архангельске. Для проведения исследования были сформированы две группы по 37 человек. Первую группу составили новобранцы, призванные из южных регионов РФ. Во вторую были объединены но-

В условиях Европейского Севера проведено динамическое пятимесячное наблюдение за функциональным состоянием кардиореспираторной системы у военнослужащих учебного центра Военно-морского флота Российской Федерации. Установлено, что состояние данной системы у молодого пополнения зависит от длительности службы и места призыва. У новобранцев из южных регионов в первые пять месяцев после прибытия на Север как правые, так и левые отделы сердца находятся в состоянии функционального напряжения, отмечается гипервентиляция легких.

Ключевые слова: Север, новобранцы, кардиореспираторная система.

вобранцы-уроженцы Архангельской области. Каждого военнослужащего обследовали пятикратно. Первое обследование выполнялось через 4–6 дней после прибытия в учебный центр, последующие – через каждые 30 дней.

Биоэлектрическая активность миокарда изучалась с помощью ЭКГ. Применялся одноканальный электрокардиограф ЭК1Т-03М. Электрокардиограмма записывалась в положении испытуемого лежа на спине в 12 стандартных отведениях и в дополнительном (V_3R) [8].

Спирографическое исследование осуществлялось при помощи спирографа СГ-2 при дыхании атмосферным воздухом в положении сидя. По спирограмме оценивались: минутный объем дыхания (МОД), дыхательный объем (ДО) и частота дыхания (ЧД). Величины МОД и ДО приводились к системе ВTPS. Количественная оценка полученных показателей проводилась путем сопоставления их фактических значений с должными величинами, рассчитанными в зависимости от возраста, пола и антропометрических данных обследуемых с учетом основного обмена.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы «STATISTIKA 5.0 for Windows», электронных таблиц «Microsoft Excel», версия 7.0. Сравнение данных осуществлялось по критерию Стьюдента при уровне значимости 95 % ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение

При анализе результатов ЭКГ-исследований у новобранцев первой группы (табл. 1) было установлено, что во II стандартном отведении длительность

зубца Р за пятимесячный период достоверно увеличилась ($p < 0,05$), а амплитуда практически не изменилась ($p > 0,05$). Кроме того, привлекает внимание увеличение длительности интервала Р–Q на 2, 3, 4 и 5-м месяцах соответственно на 5 % ($p > 0,05$), 11 % ($p < 0,05$), 15 % ($p < 0,05$) и 13 % ($p < 0,05$). Поскольку интервал Р–Q соответствует периоду от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков и включает в себя время прохождения возбуждения по предсердиям и по атриовентрикулярной проводящей системе, то можно предположить, что увеличение длительности зубца Р и удлинение интервала Р–Q может быть связано, вероятно, с некоторым ухудшением условий распространения возбуждения в предсердиях вследствие особенностей метаболических перестроек в миокарде у военнослужащих из южных регионов при перемещении на Север. У новобранцев второй группы амплитуда и длительность зубца Р, а также длительность интервала Р–Q за период наблюдения практически не изменилась ($p > 0,05$).

Продолжительность электрической систолы (интервал Q–T) в первой ($p < 0,001$) и второй ($p < 0,01$) группах обследуемых уменьшается к 5-му месяцу, причем этот процесс начинается у новобранцев из южных регионов через два месяца, а у северян через три месяца их нахождения в учебном центре. Вероятно, произошло ускорение процессов реполяризации в мышечных волокнах миокарда, что может быть связано с ослаблением симпатoadrenalовой активности и усилением парасимпатических влияний.

Биопотенциалы отдельных волокон миокарда претерпевают непрерывные изменения в пространстве. Чтобы

Изменения компонентов ЭКГ во II стандартном отведении у военнослужащих-новобранцев ($M \pm m$)

Таблица 1

N = 37

Период наблюдения, месяц	Группа наблюдения	Показатель					
		P, мм	R, мм	S, мм	P, с	P–Q, с	Q–T, с
Первый	1	1,03±0,03	13,8±0,75	2,5±0,2	0,081±0,003	0,128±0,005	0,392±0,005
	2	1,01±0,01	13,3±0,71	2,3±0,2	0,094±0,002	0,136±0,004	0,401±0,006
Второй	1	1,02±0,01	13,9±0,75	2,4±0,2	0,086±0,002	0,134±0,005	0,382±0,005
	2	1,01±0,01	13,2±0,71	1,9±0,2	0,095±0,002	0,136±0,004	0,395±0,006
Третий	1	1,09±0,05	13,5±0,79	2,5±0,2	0,085±0,003	0,142±0,006	0,371±0,04
	2	1,03±0,03	13,1±0,71	1,9±0,2	0,094±0,003	0,139±0,003	0,381±0,005
Четвертый	1	1,01±0,01	13,4±0,76	2,1±0,2	0,084±0,002	0,147±0,006	0,365±0,004
	2	1,01±0,01	13,5±0,75	1,9±0,1	0,095±0,003	0,137±0,003	0,380±0,006
Пятый	1	1,01±0,01	13,3±0,81	1,9±0,2	0,089±0,002	0,144±0,005	0,369±0,004
	2	1,01±0,01	12,87±0,78	1,8±0,2	0,094±0,002	0,136±0,003	0,376±0,006
P	1			P1, 3–5*	P1–5*	P1–3, 4, 5*	P1–3** P1–4, 5*** P2–4** P2–5*
	2						P1–4* P1–5** P2–5*

Примечания: 1 группа – новобранцы из южных регионов, 2 группа – новобранцы из Архангельской области; различия по сравнению с первым месяцем наблюдения достоверны: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

уловить эти изменения электрических потенциалов сердца, ЭКГ регистрируют в различных отведениях. С помощью грудных отведений (в том числе и крайних правых) можно, до известной степени, судить об электрической активности определенных отделов сердца.

Известно, что зубец Т является отражением фазы реполяризации желудочков, то есть момента, когда плато ионного равновесия изменяется в сторону возрастания проницаемости мембран кардиомиоцитов для ионов калия. Первые два месяца у новобранцев первой группы в отведении V_1 зубец Т отрицательный, а в последующие месяцы амплитуда его увеличивается и он становится положительным (рис. 1). У новобранцев второй группы зубец Т из положительного в 1-й месяц службы переходит в отрицательный во 2-й месяц, но с 3-го месяца его амплитуда возрастает и он становится вновь положительным. В отведении V_2 амплитуда зубца Т также отличается значительной вариабельностью. В первой группе зубец Т, как и в отведении V_1 , в первые два месяца снижался ($p < 0,05$), а затем его амплитуда достоверно возрастала и с небольшими колебаниями оставалась на том же уровне до 5-го месяца. Подобная вариабельность зубца Т отмечается в обеих группах, но чаще выявляется в первой. При оценке изменений зубца Т необходимо иметь в виду, что этот зубец является наиболее чувствительным из всех элементов ЭКГ и может меняться под влиянием разнообразных не только патологических, но и физиологических факторов [9]. Поскольку волна Т в определенной мере отражает процессы обмена веществ в миокарде, то увеличение амплитуды зубца Т в отведениях V_1 и V_2 с 3-го меся-

ца службы указывает на улучшение функционального состояния правых отделов сердца военнослужащих в обеих группах по сравнению с первыми месяцами пребывания в учебном отряде.

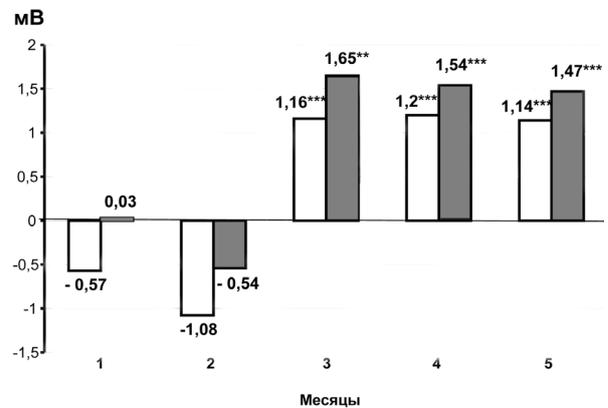


Рис. 1. Изменения амплитуды зубца Т в отведении V_1 в динамике наблюдения у новобранцев

Примечания: □ – уроженцы южных регионов, ■ – уроженцы Архангельской области. Различия по сравнению с первым месяцем достоверны: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

У обследуемых первой группы в отведении V_2 (табл. 2) продолжительность «фазы возбуждения» ($Q-T_1$) достоверно увеличивается к 3-му месяцу ($p < 0,01$) и далее с незначительными колебаниями максимально удлиняется к 5-му месяцу на 17,2 % ($p < 0,001$). В левом грудном отведении (V_5) интервал $Q-T_1$ достоверно увеличивается к 3-му и 5-му месяцам

Динамика продолжительности фаз электрической систолы в грудных отведениях V_2 и V_5 ($M \pm m$)

Таблица 2

N = 37

Период наблюдения, месяц	Группа наблюдения	V_2		V_5	
		Интервал, с			
		$Q-T_1$	T_1-T	$Q-T_1$	T_1-T
Первый	1	0,151±0,006	0,235±0,005	0,189±0,005	0,215±0,007
	2	0,183±0,008	0,226±0,008	0,203±0,007	0,202±0,005
Второй	1	0,170±0,01	0,216±0,007	0,182±0,004	0,204±0,005
	2	0,173±0,006	0,224±0,006	0,199±0,006	0,215±0,004
Третий	1	0,172±0,005	0,206±0,006	0,197±0,005	0,19±0,04
	2	0,173±0,006	0,216±0,006	0,199±0,005	0,201±0,005
Четвертый	1	0,167±0,004	0,207±0,006	0,192±0,004	0,192±0,004
	2	0,171±0,005	0,214±0,004	0,198±0,005	0,193±0,005
Пятый	1	0,177±0,005	0,211±0,006	0,195±0,004	0,199±0,004
	2	0,177±0,008	0,218±0,005	0,197±0,005	0,2±0,006
P	1	P1-3** P1-4* P1-5***	P1-2* P1-3*** P1-4, 5**	P2-3, 4* 	P1-3, 4** P1-5*
	2				P1-2* P2-3, 5* P2-4***

Примечания: 1 группа – новобранцы из южных регионов, 2 группа – новобранцы из Архангельской области; различия по сравнению с первым месяцем наблюдения достоверны: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

соответственно всего на 8,2 и 7,1 % ($p < 0,05$) по сравнению со 2-м месяцем нахождения военнослужащих на Севере.

Величина интервала $Q-T_1$ соответствует величине начального желудочкового комплекса QRS и сегмента ST. Таким образом, «фаза возбуждения» отражает продолжительность проведения возбуждения по миокарду желудочков, то есть время полного охвата желудочков возбуждением и начинающейся реполяризации.

Интервал T_1-T («фаза прекращения возбуждения») в грудных отведениях V_2 и V_5 укорачивается соответственно на 10,3 % ($p < 0,01$) и 8,0 % ($p < 0,05$), достигая наименьших величин к 3-му месяцу, а к 5-му незначительно удлиняется, сохраняя достоверные различия по сравнению с 1-м месяцем, что указывает на ускорение реполяризации желудочков.

Таким образом, у военнослужащих первой группы в электрической систоле в правых грудных отведениях «фаза возбуждения» и «фаза прекращения возбуждения» начинают претерпевать достоверные изменения в более ранние сроки (на 2-м месяце) и интенсивность их ярче выражена, чем в левых грудных отведениях. Это подтверждает ранее высказанное предположение, что правые отделы сердца новобранцев при переезде на Север находятся в состоянии большего функционального напряжения, чем левые [7].

У военнослужащих второй группы интервал T_1-T в отведении V_5 удлиняется на 2-м месяце на 6,4 % ($p < 0,05$), а затем укорачивается к 3-4-му месяцам соответственно на 6,5 % ($p < 0,05$) и 10,2 % ($p < 0,001$). Подобная динамика реполяризации в миокарде левых желудочков, возможно, связана с изменением обменных процессов в миокарде.

Для фазовой структуры электрической систолы в отведении V_2 в 1-й месяц у новобранцев первой группы характерно заметное преобладание длительности интервала T_1-T над интервалом $Q-T_1$ (рис. 2). К 5-му месяцу эта разница сглаживается и приближается к структуре электрической систолы у обследуемых второй группы. Эта особенность, по-видимому, свидетельствует о том, что на восстановительные процессы в правых отделах миокарда у военнослужащих из южных регионов затрачивается

больше времени из общей длительности электрической систолы, чем на процессы распространения возбуждения.

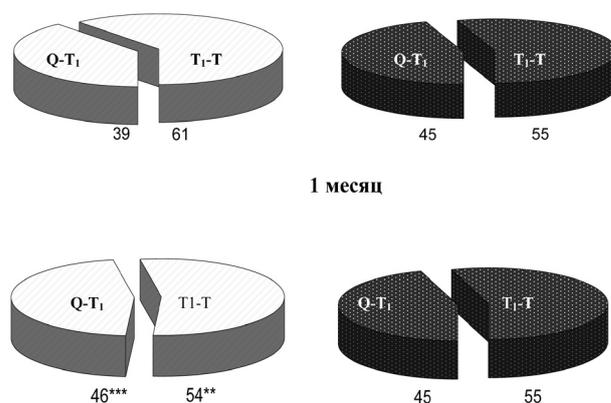


Рис. 2. Вклад «фазы возбуждения» и «фазы прекращения возбуждения» в электрическую систолу в отведении V_2 , %

Примечания: – уроженцы южных регионов, – уроженцы Архангельской области. Различия по сравнению с первым месяцем достоверны: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Таким образом, у новобранцев из южных регионов РФ после переезда на Север в первые пять месяцев как правые, так и левые отделы сердца находятся в состоянии функционального напряжения, но правые отделы в большей степени. У новобранцев-уроженцев Севера в состоянии функционального напряжения находятся лишь левые отделы сердца, что, вероятно, связано с отсутствием для этой группы климатозональных контрастов при призыве на действительную военную службу.

В связи с этим исследование компенсаторно-приспособительных реакций дыхательной системы у молодого пополнения из южных регионов РФ представляет особый интерес, так как для уроженцев Архангельской области природно-климатические условия Севера не являются стрессорными. Не случайно изучаемые показатели состояния легочной системы у новобранцев второй группы в динамике пятимесячного наблюдения существенно не изменились ($p > 0,05$).

Известно, что непосредственным результатом

Показатели легочной вентиляции у новобранцев из южных регионов (1 группа) в первые пять месяцев после прибытия на Европейский Север ($M \pm m$)

Таблица 3

N = 37

Показатель	Период наблюдения, месяц				
	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Пятый
МОД, л/мин	11,5±0,6***	13,5±0,7***	13,1±0,8***	11,8±0,8***	11,9±0,6***
ДО, л	0,72±0,03	0,75±0,03	0,7±0,03	0,59±0,03**	0,66±0,04*
ЧД, кол-во/мин	16,4±0,7***	17,6±0,8***	*18,8±0,7***	**19,9±0,8**	*18,7±0,8***

Примечание. Звездочками справа обозначены достоверные отличия фактических величин по сравнению с должными, слева – по сравнению с первым месяцем наблюдения: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

работы системы внешнего дыхания служит величина МОД, которая обеспечивает поддержание скорости поступления кислорода в легкие на необходимом уровне. Анализ полученных результатов показал, что фактические величины МОД у новобранцев первой группы превышали должные — $(7,7 \pm 0,01)$ л/мин, $p < 0,001$ — в течение всего периода наблюдения (табл. 3). Поскольку МОД зависит от уровня метаболизма, то в тех случаях, когда он превышает должную для этого уровня величину, принято говорить о гипервентиляции. Гипервентиляция у обследованных этой группы была обусловлена увеличением ЧД по сравнению с должной величиной ($10,9 \pm 0,1$, $p < 0,001$).

В течение первых трех месяцев у новобранцев первой группы не было выявлено достоверных различий между фактическими и должными значениями ДО — $(0,7 \pm 0,01)$ л, однако 4-й и 5-й месяцы нахождения их в условиях Европейского Севера характеризовались снижением фактических величин ДО по сравнению с должной ($p < 0,05-0,01$). На наш взгляд, ограничение величины ДО является целесообразной реакцией организма, направленной на предохранение легких от холодового повреждения, поскольку при уменьшении ДО возрастает роль очищенного и согретого воздуха «мертвого пространства» в вентилиции альвеол. Но следует заметить, что увеличение ЧД при одновременном снижении величины ДО, которое наблюдается на 4-й и 5-й месяцы нахождения новобранцев первой группы на Севере, отражает поверхностное дыхание и косвенно свидетельствует об уменьшении эффективности кислородного снабжения организма, так как при этом снижается коэффициент использования кислорода.

Таким образом, проведенное исследование показало, что после переезда на Север компенсаторно-приспособительные реакции внешнего дыхания у новобранцев из южных регионов РФ наряду с целесообразными изменениями несут в себе элементы скрытых функциональных нарушений, ограничивающих резервы дыхательной системы.

Список литературы

1. Бутченко Л. А. Дистрофия миокарда у спортсменов / Л. А. Бутченко, М. С. Кушаковский, Н. Б. Журавлева. — М. : Медицина, 1980. — 224 с.
2. Варламова Н. Г. Параметры электрокардиографии у жителей трудоспособного возраста в условиях Европейского Северо-Востока / Н. Г. Варламова, В. Г. Евдокимов, Е. П. Бойко // *Varents*. — 2000. — Vol. 3, N 1 — 2. — P. 17.
3. Гудков А. Б. Физическая работоспособность военнослужащих по призыву в начальный период службы на Европейском Севере / А. Б. Гудков, А. А. Небученных, О. Н. Попова // *Экология человека*. — 2008. — № 3. — С. 43—47.
4. Дошицин В. Л. Клинический анализ электрокар-

диограммы / В. Л. Дошицин. — М. : Медицина, 1987. — 206 с.

5. Коршевер Н. Г. Адаптация личного состава подразделений охраны к условиям военно-профессиональной деятельности: технология оптимизации / Н. Г. Коршевер, А. Н. Онищенко, С. В. Трайстер и др. — Саратов : Воен.-мед. институт, 2002. — 174 с.

6. Кривошеков С. Г. Некоторые особенности процесса адаптации человека в Западной Сибири на примере изучения сердечно-сосудистой системы / С. Г. Кривошеков // *Физиология и патология адаптации человека в условиях Крайнего Севера*. — Новосибирск, 1977. — С. 74—78.

7. Кубушка О. Н. Некоторые реакции кардиореспираторной системы у молодых лиц трудоспособного возраста на стадии адаптивного напряжения при переезде на Север / О. Н. Кубушка, А. Б. Гудков, Н. Ю. Лабутич // *Экология человека*. — 2004. — № 5. — С. 16—18.

8. Орлов В. Н. Руководство по электрокардиографии / В. Н. Орлов. — 3-е изд. — М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. — 528 с.

9. Осколкова М. К. Электрокардиография у детей / М. К. Осколкова, О. О. Куприянова. — изд. 2-е., доп. и испр. — М. : МЕДпресс-информ, 2004. — 352 с.

10. Солодков А. С. Динамика адаптации и ее физиологические критерии / А. С. Солодков // *Физиологическое нормирование труда*. — Донецк, 1989. — С. 33—34.

11. Солонин Ю. Г. Широкие влияния на организм постоянных жителей Севера / Ю. Г. Солонин // *Эколого-физиологические проблемы адаптации*. — М., 1994. — С. 260—261.

DESCRIPTION OF INDICES OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM ACTIVITY IN RECRUITS OF RUSSIAN NAVY TRAINING CENTER

V. D. Ivanov, O. N. Popova, A. A. Nebuchennykh

Northern State Medical University, Arkhangelsk

In the conditions of the European North, a dynamic five-month observation of functional state of the cardiorespiratory system in military men from a training center of the Navy of the Russian Federation has been conducted. It has been established that state of this system in young recruits depended on service duration and place of call-up. In the recruits from the southern regions during the first five months after their arrival to the North, both the right and the left parts of the heart were in the condition of functional stress, pulmonary hyperventilation was registered.

Key words: the North, recruits, the cardiorespiratory system.

Контактная информация:

Иванов Василий Дмитриевич — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры военной и экстремальной медицины Северного государственного медицинского университета

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51, СГМУ

Тел. (8182) 28-58-02

Статья поступила 21.04.2008 г.