

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ МЕДРАБОТНИКОВ СТАНЦИИ СКОРОЙ ПОМОЩИ

Н.Б. Суворов, О.С. Булгакова<sup>1</sup>

НИИ экспериментальной медицины РАМН, E-mail: [nbsuvorov@yandex.ru](mailto:nbsuvorov@yandex.ru)

<sup>1</sup>Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН

Экология человека заняла лидирующее положение среди естественных наук. Уровень здоровья и благополучия человека становится все более зависимым от качества среды обитания. Экологические и социальные нагрузки, превышающие адаптивные возможности здорового человека, вызывают различные специфические и неспецифические дисфункции всех систем организма. Если профессиональная деятельность осуществляется в условиях перенапряжения и десинхронизации, то негативные последствия усугубляются за счет профессиональных психофизиологических стрессорных воздействий и эту проблему можно обозначить как особо важную.

Работа медицинского персонала станций скорой помощи связана с чрезмерными психоэмоциональными и физическими нагрузками, поэтому необходимы эффективные методы реабилитации здоровья этой профессиональной группы (Леонова и соавт., 2002).

Нарушения функционирования кардиоваскулярной системы сопровождаются снижением функциональных возможностей и резервов организма (Баевский и соавт., 1984; Эйдукайтис, 2004). Значительное отклонение показателей от уровня умеренной тревожности требует специального внимания. Высокая тревожность затрудняет объективную оценку сложившейся экстремальной ситуации (Волкова, 1987). Психоэмоциональное и физическое перенапряжение ведет к снижению внимания и профессионального интереса, к увеличению числа врачебных ошибок, профессиональному равнодушию, утрачивается активность и интерес к личной жизни, ухудшается ее качество, снижается качество обслуживания населения (Блок, 1970; Воеводина и соавт., 1975). Это закономерная защитная реакция человеческого организма от чрезмерных эмоциональных и физических стрессорных воздействий. Профессиональное психоэмоциональное перенапряжение ведет к психосоматическим, а впоследствии к хроническим соматическим заболеваниям (Тополянский, 1986; Вейн, 2000).

Несмотря на возрастающий интерес к этой проблеме, исследование механизмов действия различных экологических факторов риска, вопросы профилактики и реабилитации продолжают оставаться актуальными. Остаются недостаточно изученными проблемы качественной профессиональной деятельности в условиях экзогенного и эндогенного стресса людей, находящихся в состоянии напряженности. Недостаточно разработаны и внедрены методики, позволяющие ослабить негативные воздействия непосредственно перед рабочей сменой или во время работы (Леонова, 2004). Практически отсутствуют кабинеты "Психофизиологической коррекции и реабилитации", функционирующие непосредственно в общедоступных медицинских учреждениях.

Таким образом, изучение влияния профессионального стресса на человека и методы ослабления его воздействия являются одной из важных проблем экологии человека – они должны стать частью широкой программы социально-гигиенических мероприятий, направленных на сохранение здоровья человека.

Цель настоящей работы: анализ функционального состояния и механизмов психофизиологической поддержки состояния здоровья медработников, работающих в условиях систематических профессиональных нагрузок стрессорного характера. Необходимо было осуществить комплексное психофизиологическое обследование лиц, подвергающихся периодическому негативному профессиональному воздействию, дать оценку психофизиологического состояния сотрудников станции скорой помощи, работающих суточным графиком, выявить функциональные нарушения, связанные с дисрегуляторными расстройствами, возникающими вследствие действия привычного профессионального стресса, проанализировать эффективность сеансов адаптивного функционального биоуправления с обратной связью (ФБУОС) по сердечному ритму для коррекции функционального состояния медперсонала.

## МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на одной из станций скорой помощи Санкт-Петербурга. В работе использованы методические подходы, дающие характеристику состояния лиц вышеназванной профессиональной группы, проведено многопараметрическое обследование с регистрацией ряда психологических и физиологических параметров:

– для выявления текущего уровня реактивной тревожности использовалась шкала самооценки Спилбергера–Ханина;

– внутреннее ощущение испытуемыми времени выявлялось по тесту “Субъективное определение времени в одну минуту”;

– скорость счета при сложении и вычитании двузначных чисел до, во время, после суточного дежурства и по завершении серии сеансов биоуправления;

– систолическое и диастолическое артериальное давление.

– клинический анализ крови, как показатель взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов центральной нервной системы. Отклонение количественного состава клеток общего клинического анализа крови от нормального в ту или иную сторону показывает изменение вегетативного равновесия. Формирование вегетативного баланса характеризуется приближением количества форменных элементов крови к среднему.

– некоторые параметры variability сердечного ритма: частота сердечных сокращений; коэффициент вариации сердечного ритма; индекс напряжения – его увеличение указывает на степень напряжения механизмов адаптации, снижение свидетельствует об устойчивой адаптации к внешним воздействиям; колебательные компоненты (период и амплитуда) кардиоритмограммы (КРГ) методом быстрого преобразования Фурье; определение методом функционального биоуправления с визуальной обратной связью по кардиоритму наличия (отсутствия) исходной кардиореспираторной синхронизации и ее восстановление/формирование.

В работе использовалась биотехническая система “Кардиотренинг”, суть, методические и аналитические возможности которой подробно описаны ранее (Суворов, 1998 – 2004). Реабилитационный цикл состоял из 10 – 20 сеансов по 6 – 8 двухминутных проб в каждом, включая фоновые исходную и заключительную пробы, проводившиеся в состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами (без обратной связи). После обработки и формирования в реальном времени на монитор предьявлялся сигнал обратной связи – кардиоритмограмма испытуемого. Одновременно на экран выводилась синусоидальная кривая – целевая функция (ЦФ), с амплитудой и периодом которой испытуемый должен стараться совмещать собственную КРГ во время тренинга. Его внимание обращалось на зависимость флуктуаций КРГ от периодичности и амплитуды дыхания. Адаптивный программный модуль и экспертная система (Суворов, 2004) комплекса давали возможность испытуемому в процессе тренировок найти наиболее подходящий для себя по частоте и амплитуде дыхательных движений стереотип дыхания, обеспечивавший синхронизацию ритмов сердца и дыхания (при вдохе ЧСС растет, при выдохе – падает).

Сеансы проходили в первые 2 часа суточного дежурства. Предлагалось синхронизировать дыхательные движения с целевой функцией или собственной КРГ. Анализировались также фоновые пробы в состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами в начале и конце каждого сеанса, и после суточного дежурства. Оценивалась основная гармоника (максимальной амплитуды) кардиоритмограммы.

Тест на нормальность (Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk) показал нормальное распределение всех выборок ( $p > 0.2$ ), средние значения сравнивались по t-критерию. Для статистических расчетов использован статистический пакет SPSS 11.5.

В исследованиях приняли добровольное участие 33 женщины и 17 мужчин – сотрудников станции скорой помощи. Возраст на момент обследования – от 22 до 62 лет.

В сеансах ФБУОС приняли участие 26 женщин и 8 мужчин; 7 женщин и 9 мужчин составили контрольную группу.

По возрасту и стажу работы испытуемые распределились следующим образом:

I группа: возраст 25 – 35 лет; рабочий стаж 5–15 лет – 13 человек;

II группа: 36 – 45 лет; стаж 16–25 лет – 13 человек;

III группа: 46 – 56 лет; стаж 26–35 лет – 6 человек;

IV группа: более 56 лет; стаж более 36 лет – 2 человека.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обследование медперсонала до и после дежурства выявило неудовлетворительность адаптации к психоэмоциональному стрессу во время работы (табл. 1 – Н, К). Все изученные показатели значительно ухудшились после 24-часового дежурства.

Таблица 1

Средние значения ( $\pm$  стандартное отклонение) параметров в начале (Н),  
конце (К) дежурства и в результате кардиотренинга (БОС)

	РТ (баллы)	ИМ (с)	Ар/д (с)	ИН	Ампли- туда СГ (с)	АД систо- лическое	АД диастол ическое	ЧСС (уд/мин)
Н	52.7 $\pm 1.23$	39.4 $\pm 2.51$	3.72 $\pm 0.37$	159.1 $\pm 28.14$	0.029 $\pm 0.028$	125.1 $\pm 1.49$	73.1 $\pm 1.10$	76.1 $\pm 1.63$
К	**60.13 $\pm 0.92$	**29.7 $\pm 2.07$	**8.46 $\pm 0.91$	*199.0 $\pm 32.77$	**0.012 $\pm 0.005$	**141.6 $\pm 2.76$	**87.1 $\pm 1.61$	**91.8 $\pm 2.24$
БОС	51.3** $\pm 1.22$	39.8** $\pm 3.04$	5.07** $\pm 0.83$	163.1* $\pm 29.41$	0.068** $\pm 0.031$	132.7** $\pm 2.60$	77.0** $\pm 1.90$	76.1** $\pm 2.69$

\* слева означает значимое отличие величины параметра после дежурства относительно исходного, \* справа – значимое отличие после тренинга.

РТ – реактивная тревожность; ИМ – (индивидуальная минута); Ар/д– показатель времени арифметического счета; ИН – индекс напряжения; СГ – собственная гармоника кардиоритма; АД – артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений.

Спектральная характеристика сердечного ритма одного из испытуемых представлены на рис. 1. Низкоамплитудная собственная гармоника с периодом 9.38 с наблюдалась до суточного дежурства, при этом АД – 125/80 мм рт. ст., средняя ЧСС – 89 уд/мин, частота дыхания – 9 в минуту, ИН – 345, коэффициент вариации – 3.33 %, интенсивность медленных волн I (0.04 – 0.15 Гц) – 78.2 % (рис. 1а). В конце дежурства ритмические компоненты отсутствовали, АД – 140/85 мм рт. ст., ЧСС – 115 уд/мин, частота дыхания – 19 в минуту, ИН – 1905, коэффициент вариации – 1.09 %, интенсивность быстрых волн – 39.3 % (рис. 1б). Сходная динамика наблюдалась у всех обследованных медработников.

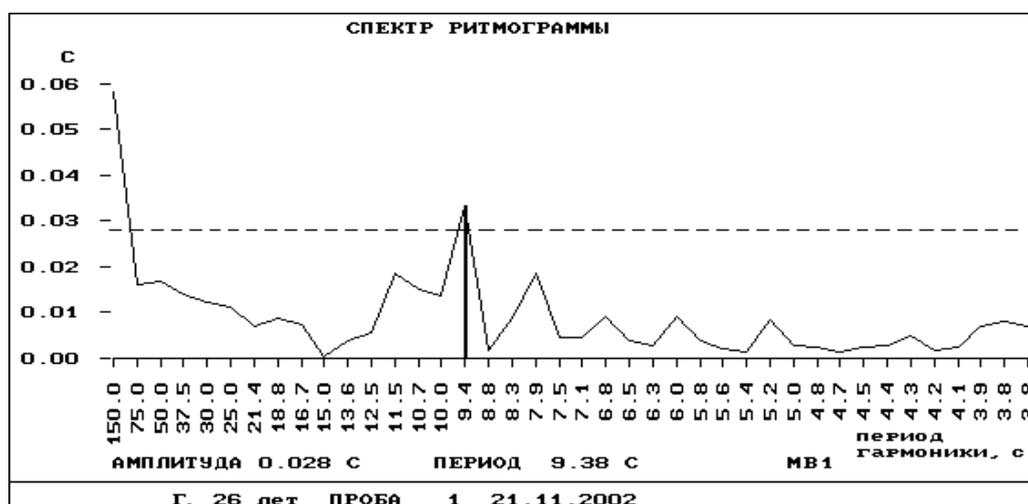


Рис.1а. Ритмический состав кардиоритма испытуемого Г. до дежурства. Наличие низкоамплитудной (0.028 с) собственной гармоник. Указаны величина амплитуды и периода гармоник, отмеченной вертикальным курсором (единица измерения – секунда). Горизонтальная штриховая линия – оценка амплитуд гармоник случайного процесса с доверительной верхней границей ( $p > 0.95$ ).

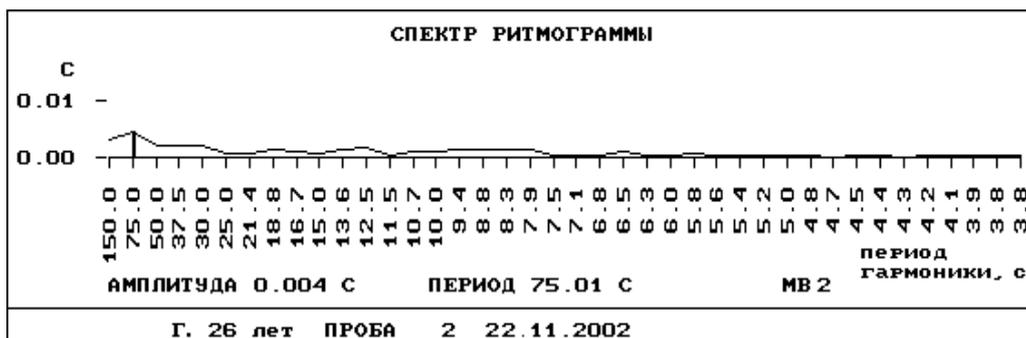


Рис.16. Ритмический состав кардиоритма после дежурства. Отсутствие собственной гармоники. Остальные обозначения те же, что на рис.1а.

Для коррекции дисрегуляторных расстройств был применен реабилитационно-мобилизационный вариант адаптивной кардиозависимой обратной связи колебательного характера. Результат процедур признавался успешным, если устойчиво на протяжении нескольких фоновых (без обратной связи) проб сохранялась восстановленная (выработанная) дыхательная аритмия КРГ, которая рассматривается нами как нормализация кардиореспираторного взаимодействия. Исходное (расслабленное бодрствование с закрытыми глазами) отсутствие дыхательной аритмии сердечного ритма затрудняло и удлиняло процесс воспроизведения в собственном кардиоритме периодов целевой функции. Для надежного и устойчивого восстановления респираторной аритмии требовалось 10 – 20 сеансов по 8 проб в каждом (Суворов, 2000). Большинство здоровых испытуемых студентов технического ВУЗа достигали успеха в отслеживании ЦФ уже после двух-трех активных проб, закреплялся стереотип после 35 проб (Гусева и соавт., 2004). Адаптивный модуль в каждой последующей пробе формирует параметры ЦФ до тех пор, пока не определилась и не стала устойчиво воспроизводиться собственная гармоника. Функциональное состояние медиков указанной группы не позволяло им быстро осваивать навык модулировать сердечный ритм собственным дыханием (рис. 2).

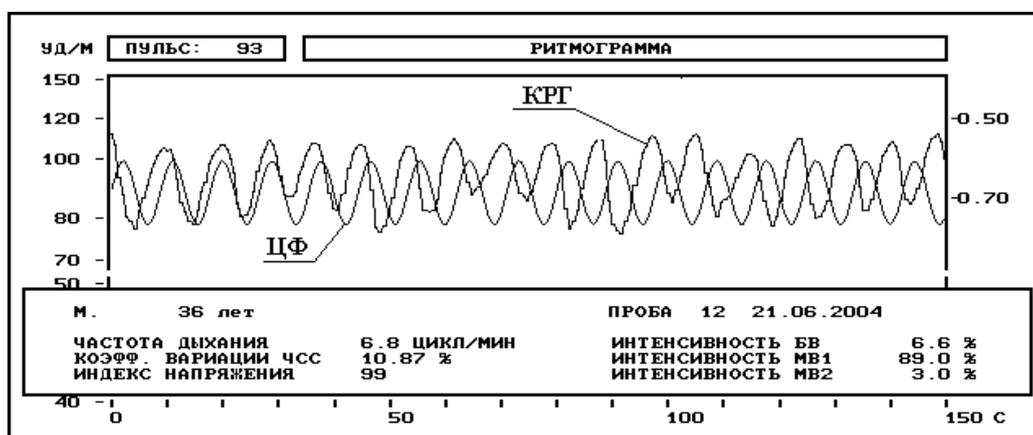


Рис.2 Кардиоритмограмма при выполнении активной 12-й пробы. Имеют место приближение КРГ к ЦФ по периоду и амплитуде и большие различия по фазе. По оси абсцисс – текущее время пробы (с), по оси ординат слева – частота сердечных сокращений (уд/мин), справа – длительность RR-интервалов (с). Цифра в окне «пульс» – средняя частота сердечных сокращений за эпоху измерения 150 секунд. БВ – быстрые волны, МВ – медленные волны.

Однако основным критерием результативности кардиотренинга была признана клиническая эффективность, которая складывалась из объективных данных обследования и субъективных отчетов испытуемых.

Средний показатель реактивной тревожности после суточного дежурства поднимался до  $60.1 \pm 0.9$  баллов, в результате кардиотренинга снизился до  $51.4 \pm 1.2$  (табл.1 – БОС). Индекс

напряжения падал с  $199 \pm 32.8$  до  $163 \pm 29.4$ . После цикла биоуправления разрыв между физическим временем и субъективным уменьшался –  $39.8 \pm 3.0$  с. Средний тестовый показатель скорости арифметического счета после дежурства снизился до  $5.07 \pm 0.83$  секунд. После биоуправления статистически значимо фиксировалось снижение систолического (с  $141 \pm 2.8$  до  $133 \pm 2.6$  мм рт. столба) и диастолического (с  $87 \pm 1.6$  до  $77 \pm 1.9$ ) давления. ЧСС снизилась с  $91 \pm 2.2$  до  $76 \pm 2.7$  ударов в минуту. Амплитуда собственной гармоника кардиоритма увеличилась с  $0.012 \pm 0.005$  до  $0.068 \pm 0.031$  с.

На рис.3 представлены изменения ЧСС и индекса напряжения (ИН) одного из медработников-добровольцев, которые отчетливо демонстрируют сложную положительную динамику как внутри дневного сеанса с последующим контролем в полночь, так и во всем цикле кардиотренинга. Напряжение в ходе сеанса спадает, эта тенденция сохраняется в полночь. Пиковые величины ЧСС и индекса напряжения наблюдались в начале дежурства и снижались в ходе кардиотренинга. Аналогичная положительная динамика прослеживалась в отношении артериального давления (рис.4).

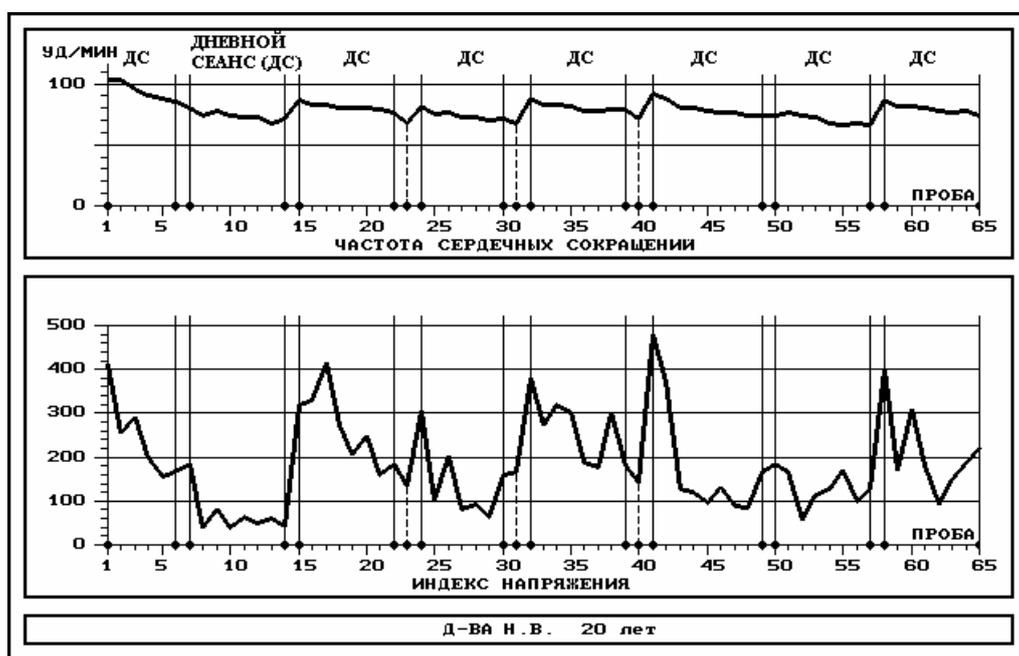


Рис.3. Динамика частоты сердечных сокращений и индекса напряжения (ИН) в цикле биоуправления. Вертикальные сплошные линии – границы дневных сеансов (ДС), точки на оси абсцисс – фоновые пробы в состоянии расслабленного бодрствования, вертикальные штриховые линии – фоновые пробы в полночь. Расчетная формула  $ИН = A_{Mo} / (2 \cdot dX \cdot Mo)$ , где  $Mo$  – мода в секундах,  $A_{Mo}$  – амплитуда моды в процентах,  $dX = RR_{\max} - RR_{\min}$  – вариационный размах в секундах.

Выборочные контрольные сеансы биоуправления через 2 недели показали, что достигнутые результаты сохранялись. Субъективно каждый участвующий в кардиотренинге отмечал улучшение самочувствия, повышение работоспособности и настроения.

Таким образом, положительные результаты отчасти связаны с восстановлением вегетативного баланса. Дополнительным показателем нормализации состояния ЦНС являются результаты общего клинического анализа крови. Нормальное число клеток лейкоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов и уровень гемоглобина повышается или понижается при преобладании тонууса симпатического или парасимпатического отделов. У соматически здоровых людей при психоэмоциональных перегрузках количество клеток крови изменяется в пределах нормы. Признаком сформированного равновесия после цикла БОС можно считать приближение численного показателя к среднестатистическому. Это подтверждается данными анализа крови у 10 обследуемых с различной степенью стрессорного воздействия (табл. 2).

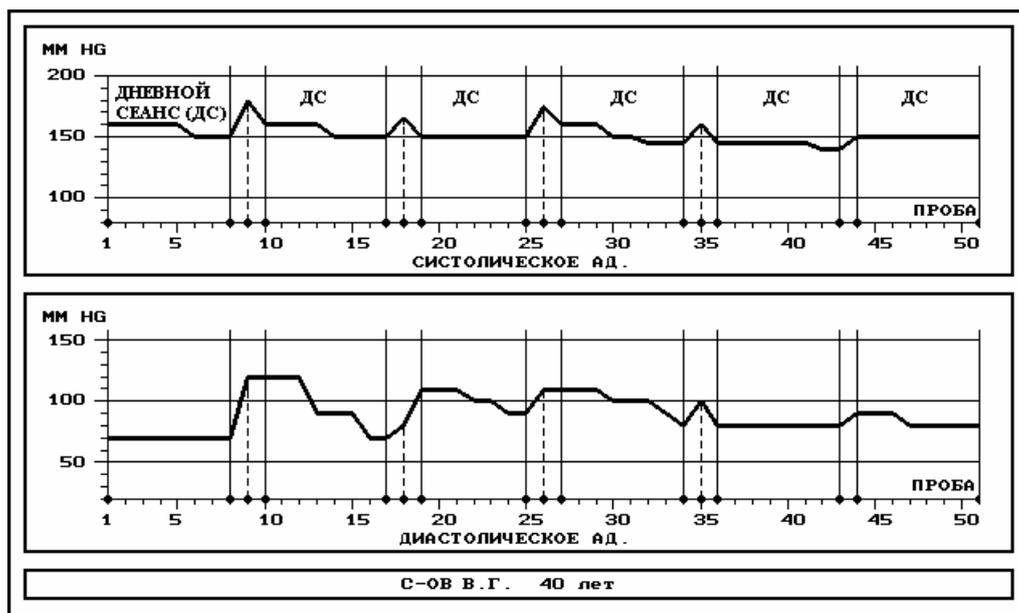


Рис.4. Динамика артериального давления в цикле биоуправления. Обозначения те же, что на рис.3.

Таблица 2

Средние данные клеточных элементов общего нормального анализа крови ( $\pm$  стандартное отклонение) в начале обследования и в результате кардиотренинга

	Лейкоциты, 1/мкл	П/я нейтрофилы, %	С/я нейтрофилы, %	Лимфоциты, %	Эозинофилы, %	Гемоглобин, г/л
начало	6.22 $\pm$ 0.41	2.60 $\pm$ 0.48	52.70 $\pm$ 1.82	33.56 $\pm$ 2.16	2.44 $\pm$ 0.54	136.00 $\pm$ 4.27
после биоуправления	* 6.66 $\pm$ 0.44	* 3.00 $\pm$ 0.26	* 57.60 $\pm$ 1.32	31.00 $\pm$ 1.52	2.33 $\pm$ 0.33	* 129.30 $\pm$ 2.89
средние показатели	6.6	3.5	59.5	28	2.75	При благоприятных условиях – уменьшение показателей

\* справа – достоверное отличие величины параметра после тренинга.

До процедур БОС количество лейкоцитов было  $6.22 \pm 0.41$  1/мкл, после –  $6.66 \pm 0.44$  (при среднем значении 6.5 1/мкл). Соответственно, количество палочкоядерных нейтрофилов до проведения цикла БОС –  $2.60 \pm 0.48$  %, после –  $3.00 \pm 0.26$  (среднее значение – 3.5 %). Количество сегментоядерных нейтрофилов до биоуправления –  $52.70 \pm 1.82$  %, после –  $57.60 \pm 1.32$  (среднее значение – 59.2 %). Количество лимфоцитов до процедур –  $33.56 \pm 2.16$  %, после –  $31.00 \pm 1.52$  (средний показатель – 28.0 %). При благоприятных условиях количество гемоглобина уменьшается. До цикла сеансов биоуправления средний показатель –  $136.00 \pm 4.27$  г/л, после серии –  $129.30 \pm 2.89$ . Таким образом, клинический анализ крови может служить дополнительным контролирующим свидетельством положительной или отрицательной динамики при психофизиологической коррекции выявленных дисфункций методом биоуправления с обратной связью.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состояние здоровья сотрудников станции скорой помощи по совокупности данных обследований расценивается как состояние психофизиологического перенапряжения (неудовлетворительной адаптации). Изменение уровня функционирования сердечно-сосудистой системы сопровождается снижением функциональных возможностей и резервов организма, профессиональное психофизиологическое перенапряжение ведет к понижению профессионального интереса и внимания. При неудовлетворительной адаптации (тем более при ее срыве) необходимы либо организация соответствующих лечебно-профилактических мероприятий, либо выведение организма из сферы действия неблагоприятных факторов. Логично предположить, что состояние психофизиологического профессионального перенапряжения медиков является проблемой всей медицины.

Применение функционального биоуправления с обратной связью ведет к снижению стрессирующего влияния психоэмоциональной нагрузки вне зависимости от рабочего стажа и возраста. Возможность “предстартовой” поддержки или реабилитационно–мобилизационного действия сеансов адаптивного биоуправления сердечным ритмом, способствующих оптимизации деятельности, исходно прогнозировалась, поскольку положительный психофизиологический эффект этой процедуры неоднократно описан многими отечественными и зарубежными авторами. Опыт использования биоуправления в лечебных целях показал, что собственная гармоника кардиоритма, обусловленная дыхательными движениями (респираторная синусовая или дыхательная аритмия), при индивидуальном подходе может быть восстановлена практически у каждого пациента независимо от возраста, – иногда, правда, для этого требуется до 20 сеансов. Поскольку достигнутые в ходе тренировочных процедур результаты устойчиво сохраняются длительное время (более года), повторное проведение ФБУОС даже при сниженном функциональном резерве дает эффект восстановления респираторной синусовой аритмии, как правило, уже в первом сеансе. Вышеизложенное дает основания считать, что процедура функционального биоуправления с обратной связью способствует восстановлению дыхательной аритмии, наличие которой в состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами является одной из важных составляющих в оценке функционального состояния человека.

В целом, обследование и тестирование медиков станции скорой помощи в результате проведенных циклов биоуправления и коррекции психофизиологического состояния показало следующее:

- появление в кардиоритмограммах в состояниях расслабленного бодрствования с закрытыми глазами респираторной синусовой аритмии или собственных гармоник, лежащих в диапазонах быстрых и медленных волн 1;
- нормализация частоты сердечных сокращений и других параметров сердечного ритма;
- приближение величин артериального давления к обычной норме;
- улучшение результатов тестов на внимание и концентрацию в среднем на 40%;
- снижение показателя степени реактивной тревожности;
- приближение индивидуального времени к метрическому.

Вышеизложенное дает основания считать, что процедура функционального биоуправления способствует не только восстановлению респираторной синусовой аритмии, наличие которой в состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами рассматривается как благоприятный диагностический признак, но и является одним из важных критериев повышения качества профессиональной деятельности, требующей сосредоточенности и внимания.

В профессиональной сфере, связанной с человеческим фактором и осложненной непредсказуемыми психофизическими нагрузками, очень важна реальная возможность “предстартовой” поддержки, способствующей оптимизации деятельности.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Состояние здоровья сотрудников станции скорой помощи по совокупности измеренных параметров расценивается как состояние психофизиологического перенапряжения (неудовлетворительной адаптации).

2. Применение разработанного реабилитационно–мобилизационного варианта адаптивного биоуправления с обратной связью в профессиональной сфере (медики станции скорой помощи) способствует нормализации их состояния во время суточных дежурств.

## **Литература**

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменения сердечного ритма при стрессе, М., Наука, 1984 г. –222 с.
2. Блок В.А. Уровни бодрствования и внимания // В кн.: Экспериментальная психология. – М., 1970. – В.3. – С.97-146.
3. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика.– М., Мед. информ. агентство, 2000. –752 с.
4. Воеводина Т.М., Коржавин А.Н., Купряшин Ю.Н., Тарасов С.И. Определение физической работоспособности // Физиология человека – 1975. – Т. 1. – № 4. – С.684-691.
5. Волкова С.Ю. Влияние уровня тревожности на восприятие и оценку времени // Вопросы сенсорного восприятия. – Свердловск, 1987. – С.140-145.
6. Гусева Н.Л., Меницкий Д.Н., Булгакова О.С., Суворов Н.Б. Адаптивное биоуправление в психофизиологической подготовке операторов // Бюллетень СО РАМН, 2004, 3, с.18–24.
7. Леонова А.Б. Комплексная стратегия анализа профессионального стресса: от диагностики к профилактике и коррекции // Психологический журнал, 2004.– Т.25. – №2 .– С.75-85.
8. Леонова А.Б., Величковская С.Б. Дифференциальная диагностика состояний сниженной работоспособности // Психология психических состояний. Под редакцией А.О.Прохорова. Казань, 2002.– Вып.1.– С.326-343.
9. Суворов Н.Б. Адаптивные системы знакопеременного биоуправления // В колл. монографии “Телемедицина. Новые информационные технологии на пороге XXI века” (ред. Р.М.Юсупов и Р.И.Полонников). СПб, СПИИ РАН. 1998. с.253-272
10. Суворов Н.Б. Биологическая обратная связь: энергия, информация, мотивация // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине. Труды II Международного Конгресса, СПб. 2000. с.57-61
11. Суворов Н.Б. Информационная составляющая в биоуправлении функциональным состоянием человека // Информационно-управляющие системы. 2002, N 1. с.57-64
12. Суворов Н.Б. Устройство для осуществления функциональной психофизиологической коррекции состояния человека // Патент РФ на полезную модель № 43143 от 26.05.2004
13. Тополянский В.Д., Струковская М.В. Психосоматические расстройства. М., Медицина.–1986 – 56с.
14. Эйдукайтис А.С. Оценка изменений корреляционной размерности динамического ряда RR-интервалов в ходе функциональной пробы с физической нагрузкой // Физиология человека, 2004. – Т.30. – С.71-74.