

УДК 612.176.4/.821: 613.86

ЭКОНОМИЧНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ КАК ПАРАМЕТР ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

¹Домрачев А.А., ²Домрачева М.Я.¹Красноярск, e-mail: a_domrachev@mail.ru;²ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, e-mail: m_domracheva@mail.ru

Цель исследования: выявить закономерности функционирования сердечно-сосудистой системы организма здорового человека в условиях продолжительной психофизической активности. Представлены данные мониторинга сердечно-сосудистой системы пожарных-спасателей (n=136) в условиях рабочего дня суточной продолжительности. Предмет исследования – комплекс параметров: частота сердечных сокращений, величина систолического и диастолического артериального давления, расчетные величины (минутный объем кровообращения, вегетативный индекс Кердо), данные электрокардиографии, кардиоритмографии. Выявлено, что в состоянии сердечно-сосудистой системы прослеживались изменения, которые соответствовали понятию «экономичность». Установлено, что в условиях психофизической активности суточной продолжительности больший уровень экономичности сочетался с большей интенсивностью трудовой деятельности. Предложен способ количественной оценки экономичности функционирования сердечно-сосудистой системы (патент Российской Федерации на изобретение № 2438563). Обосновано предположение о существовании физиологического механизма, обеспечивающего реализацию экономичности функционирования.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, частота сердечных сокращений, систолический объем; эффект экономичности, способ количественной оценки, функциональная диагностика; пожарный, лица экстремальных профессий.

PROFITABILITY OF FUNCTIONING OF CARDIOVASCULAR SYSTEM AS THE PARAMETER OF FUNCTIONAL PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF THE ORGANISM IN THE CONDITIONS OF PSYCHOPHYSICAL ACTIVITY

¹Domrachev A.A., ²Domracheva M.Y.¹Krasnoyarsk, e-mail: a_domrachev@mail.ru;²Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, e-mail: m_domracheva@mail.ru

Research objective: to reveal regularities of functioning of cardiovascular system of an organism of the healthy person in the conditions of continuous psychophysical activity. Data of monitoring of cardiovascular system of fire rescuers (n=136) in the conditions of the working day of daily duration are provided. An object of research – a complex of parameters: heart rate, value of systolic and diastolic arterial pressure, estimated values (minute volume of blood circulation, a vegetative index of Kerdo) this to an electrocardiography, a kardioritmography. Were traced in the condition of the system are able changes which corresponded to the concept «economy». It is established that in the conditions of psychophysical activity of daily duration the bigger level of profitability was combined with bigger intensity of a labor activity. The method of quantitative assessment of economy of functioning CCC (the Russian Federation patent for the invention No. 2438563) is offered. The assumption of existence of the physiological mechanism providing implementation of economy of functioning is provided.

Keywords: cardiovascular system, heart rate, systolic amount; effect of economy, method of quantitative assessment, functional diagnostics, firefighter, persons of extreme professions

На протяжении последних десятилетий сердечно-сосудистая система (ССС) является одним из наиболее часто изучаемых объектов исследования. Большая часть подобных исследований использует параметры этой функциональной системы, как правило, для констатации определенного состояния организма, в том числе, и с целью рандомизации групп сравнения. Другая часть исследований связана с расширением научных представлений о СССР. Подобный вектор научного поиска привлекателен, так как СССР интегрирует и содержит в себе

огромный потенциал информативности о микро- и макропроцессах, секундных и долгосрочных изменениях гомеостаза, находящихся свое отражение в функциональном профиле СССР и организма в целом [1,6]. В связи с этим научный поиск и расширение методических приемов функциональной физиологической оценки организма посредством оценки СССР с теоретической и практической точек зрения представляется актуальным направлением исследований [4,5,9,12]. При наличии большого числа исследований, реализованных в области вале-

ологии, физиологии и гигиены труда, профпатологии, одним из малоисследованных вопросов является состояние организма и сердечно-сосудистой системы в частности на протяжении рабочего дня 24-часовой продолжительности.

Сотрудники пожарно-спасательных подразделений МЧС России имеют экстремальные условия профессиональной деятельности, прежде всего, за счет: рабочего дня 24-часовой продолжительности, режима трудовой деятельности «24-часовой рабочий день + 72-часовой отдых», тяжести труда V-VI категории работающих [4]. Результаты сравнительного анализа условий профессиональной деятельности позволяют считать, что пожарные-спасатели – это единственная и наиболее многочисленная группа лиц с подобными условиями трудовой деятельности, имеющая очень высокий уровень профессиональной требовательности к состоянию здоровья при отсутствии каких-либо специфических профилактических, диагностических, реабилитационных мероприятий медико-биологической и психологической направленности на момент заступления и окончания дежурной смены суточной продолжительности [9].

Известные факты о закономерностях гомеостаза ССС, характеризующиеся повышением значений АД в условиях РД обычной продолжительности, ночного труда, продолжительного рабочего дня (10–16-часовые РД), вахт диссонируют с фактом того, что значительная часть сотрудников пожарно-спасательных подразделений МЧС России в условиях организации трудовой деятельности «24-часовой рабочий день + 72-часовой отдых» имеют трудовой стаж в подобных условиях организации службы более 10–25 лет при высоких требованиях к собственному здоровью и к ССС в частности на уровне здоровых и практически здоровых людей [4,9].

Изложенное определило цель исследования: выявить закономерности функционирования сердечно-сосудистой системы организма здорового человека в условиях продолжительной психофизической активности.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования явились сотрудники МЧС, а именно пожарные-спасатели оперативных подразделений Федеральной противопожарной службы МЧС России (далее: пожарные; $n=136$). Предметом исследования явился комплекс параметров, отслеживаемый по результатам измерения частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления, по данным электрокардиографии и расчетным величинам. С учетом общепринятых рекомендаций по методике

Короткова определялось систолическое артериальное давление (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД) с расчетом ряда показателей [5,9]: а) минутный объем кровообращения (МОК, мл) по формулам Лильештранда и Цандера, Старра: $МОК = (ЧСС \cdot (100 + \frac{1}{2} \cdot (САД - ДАД) - 0,6 \cdot (ДАД + \text{возраст [в годах]})))$; б) вегетативный индекс Кердо (ВИК, усл. ед.) по формуле: $ВИК = (1 - ДАД/ЧСС) \cdot 100$. Электрокардиографическое обследование выполнялось с помощью аппаратно-программного комплекса «Valenta+». Регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) осуществлялась в 12 стандартных отведениях. Запись электрокардиограммы производилось в положении лежа (не менее 150 RR-интервалов). Анализ электрокардиограммы такой продолжительности является кардиоритмографией. Из данных ЭКГ по II стандартному отведению отслеживался стандартный набор амплитудно-временных параметров ЭКГ. Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы анализировались показатели вариабельности сердечного ритма [1]. В качестве функциональной нагрузки использовалась клинортогостатическая проба с записью ЭКГ в восстановительный период [7].

Регистрация параметров на протяжении рабочего дня суточной продолжительности (РД) с началом РД в 8 часов дня осуществлялась 4 раза: обследование I – в начале рабочего дня (1–2-й часы РД), обследование II – на 8–9-й часы РД, обследование III – на 16–17-й часы РД, обследование IV – на момент окончания РД (24–25 часы РД). Сбор данных был осуществлен через равные промежутки, вне пиковых нагрузок, что позволяло говорить о реализации мониторинга ССС в условиях рабочего дня суточной продолжительности. Энергозатраты оценивались расчетным способом по данным хронометрирования [3]. По объему реализованной психофизической активности обследованные были подразделены на четыре группы: группа А ($n=39$) – 3737 ± 518 ккал, группа В ($n=35$) – 4549 ± 329 ккал, группа С ($n=32$) – 4808 ± 572 ккал, группа Д ($n=30$) – 5442 ± 488 ккал. Антропометрические показатели позволяли считать группы сравнения репрезентативными.

Из статистических показателей рассчитывались средняя арифметическая величина и ее ошибка ($M \pm m$), критерий Стьюдента (t) с определением значимости различий (p) при критическом уровне значимости $p \leq 0,05$. Корреляционный анализ данных проводился с использованием программного продукта STATISTICA 5.0. При проведении корреляционного анализа прослеживались линейный и потенциально возможные варианты нелинейного характера зависимости сопоставляемых данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Выявлено, что исследованные параметры сердечно-сосудистой системы у представителей групп сравнения соответствовали физиологическим нормативам. Среди изменений достоверного уровня значимости следует отметить, что по мере увеличения нагрузки к окончанию рабочей смены наблюдалась тенденция к уменьшению минутного объема кровообращения, что происходило на фоне снижения ЧСС и отрицательных значений вегетативного индекса Кердо (см. табл.).

Величина вегетативного индекса Кердо (усл. ед.)
в течение рабочего дня в группах сравнения

Номер обследования	Группы сравнения			
	А	В	С	Д
I	2,3±2,8	2,4±3,4	1,6±3,4	2,1±2,5
II	2,7±3,6	0,6±3,0	-8,0±3,0 *, # В-С, А-С	-10,5±4,3 *, # А-Д, В-Д
III	-1,3±3,2	-4,8±3,6	-14,7±5,5 *, # А-С	-25,8±9,6 **, # А-Д, В-Д
IV	-6,8±4,0	-10,6±4,9 *	-16,7±7,4 *	-29,0±9,3 **, # А-Д

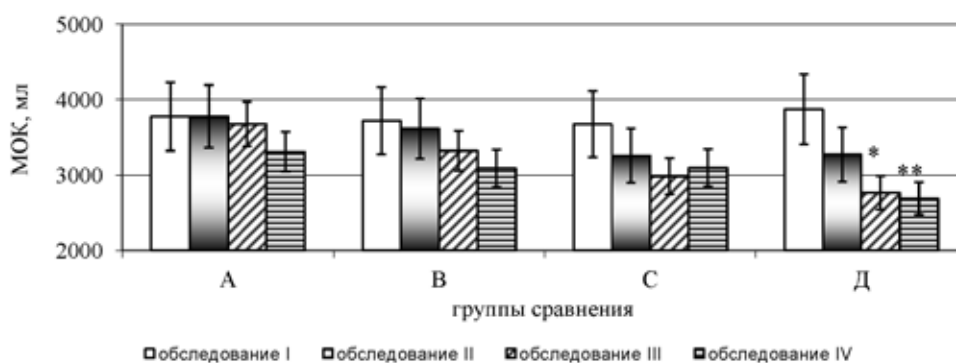
Условные обозначения: * – достоверность различий при $p \leq 0,05$ по сравнению с исходным значением, ** – при $p \leq 0,01$; # – достоверность различий между группами при $p \leq 0,05$; # – достоверность различий при $p \leq 0,05$ по сравнению со значением в другой группе.

Прослеживалась тенденция к снижению стабильности сердечного ритма после выполнения клиноортостатической пробы (тенденция снижения моды, увеличения вариационного размаха длительности кардиоинтервалов).

Полученные данные позволяли говорить о стабильно высокой активности автономного контура регуляции ССС в условиях преобладающего и нарастающего влияния парасимпатического отдела автономной нервной системы. В целом результаты исследования свидетельствовали о стабильности характеристик ССС в условиях рабочего дня суточной продолжительности, а достижение критического уровня различий прослеживалось для отдельных параметров – ЧСС, МОК, ВИК – во второй половине рабочего дня.

Рассматривая МОК как интегративный показатель деятельности ССС было установлено, что наибольшие значения МОК отмечались в начале РД, минимальные – во второй половине РД (рис.), что для данных условий психофизической активности, реализующейся в условиях тяжести труда V-VI категории, на фоне выраженного психоэмоционального компонента и острого утомле-

ния организма [4], являлось малопонятным фактом и в связи с этим было подвергнуто более детальному анализу, результаты которого кратко представлены ниже. На момент окончания РД наибольшие значения МОК наблюдались в группе А, наименьшие – в группе Д (см. рис.). Следовательно, значения МОК в данных условиях трудовой деятельности описывались следующим образом: «чем большая интенсивность и продолжительность трудовой деятельности реализовывалась, тем большая тенденция снижения абсолютных значений МОК прослеживалась». Из этого факта следовало, что уровень потребностей гомеостаза организма в условиях более интенсивной трудовой деятельности обеспечивался меньшим объемом крови. Иначе говоря, обеспечение гомеостаза организма со стороны сердечно-сосудистой системы у лиц группы Д осуществлялось за счет меньшего вовлечения функциональных резервов в обеспечение гомеостаза. Однако интерес в данном случае представляла не столько динамика значений МОК и вегетативного индекса Кердо, сколько динамика компонентов МОК в группах сравнения, т.е. ЧСС и СО.



Характеристика минутного объема кровообращения (МОК, мл/мин) на протяжении рабочего дня в группах сравнения:

* – достоверность различий по сравнению исходным значением при $p \leq 0,05$; ** – при $p \leq 0,01$

Изменения компонентов МОК характеризовались наличием двух параллелей: 1) тенденция снижения МОК была выражена тем больше, чем большая психофизическая активность реализовывалась в группе сравнения; 2) в условиях продолжительного рабочего дня тенденция снижения МОК реализовывалась за счет частоты сердечных сокращений и систолического объема. Так приняв значения МОК на 1–2 час РД в каждой группе за 100%, было установлено, что в группе А [группа лиц с минимальной психофизической активностью] последующие значения средней величины МОК во временных точках мониторинга составили 100%, 97%, 88% от исходной величины, определенной в начале РД. Это достигалось за счет того, что СО прослеживался на значениях 97%, 97%, 91% соответственно, а ЧСС – на значениях 103%, 100%, 97% соответственно. С увеличением психофизической активности вышеупомянутые тенденции в группах сравнения нарастали и достигали наибольших значений в группе Д. В этой группе – группе с наибольшим объемом психофизической активности – относительные значения средней величины МОК в контрольных точках составили 85%, 71%, 69%. Величина СО составила 88%, 86%, 85% от исходной величины, ЧСС на эти же временные точки сравнения в относительных значениях составила 96%, 84%, 82% соответственно. Следовательно, на фоне продолжительной психофизической активности в состоянии сердечно-сосудистой системы в рамках реакций саморегуляции прослеживались элементы организации гомеостаза, которые характеризовали факт бережливого вовлечения функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы [2].

Данный факт – факт снижения полезного результата деятельности ССС, синхронизированный с приростом интенсивности психофизической активности организма в условиях продолжительного рабочего дня по принципу «чем большая психофизическая активность реализуется, тем большее снижение полезного результата деятельности ССС наблюдается» – не является априорно предсказуемым или известным фактом. Следовательно, в отношении рассматриваемого варианта организации гомеостаза ССС прослеживались черты более экономичного варианта функционирования. При этом термин «экономичный» рассматривался на основе общеизвестного толкования, т.е. «бережно расходующий ... средства» [8]. Следует акцентировать, что предполагаемый эффект экономичности функционирования ССС в условиях про-

должительного РД, рассматриваемый в рамках кислородтранспортной функции системы крови, реализовывался исключительно на материальной основе, и прежде всего, за счет вовлечения мощных компенсаторно-приспособительных реакций, реализующихся в виде содружественных рефлексов. Так применительно к данному исследованию в рамках мониторинга системы крови было установлено [4], что на протяжении рабочего дня прослеживалась тенденция к увеличению содержания гемоглобина периферической крови, которая была прямо пропорционально синхронизирована с продолжительностью рабочего дня и с интенсивностью трудовой деятельности. Например, для группы Д: а) величина гемоглобина увеличивалась со $133,5 \pm 3,6$ г/л в начале РД до $149,6 \pm 5,5$ г/л к окончанию РД ($p \leq 0,001$), б) фибринолитическая активность крови [маркер проницаемости мембран] возрастала, т.к. продолжительность неферментативного фибринолиза на протяжении РД снижалась – с 332 ± 11 минут до 263 ± 9 минут ($p \leq 0,001$) и др.

Представленные результаты состояния ССС с определенной точки зрения неожиданны. Во-первых, в том аспекте, что данный эффект для ССС известен для временных периодов, многократно превосходящих продолжительность суток [например, в рамках процесса адаптации]. Во-вторых, прослеживался факт того, что дестабилизирующее воздействие на организма сочеталось с более экономичным вариантом организации его гомеостаза по мере нарастания интенсивности трудовой деятельности. Однако именно этот момент позволил высказать предположение о том, что известное многообразие регуляторных механизмов кровообращения может быть расширено в части представлений о существовании определенного механизма, ориентированного на обеспечение рационального варианта организации функций сердечно-сосудистой системы в условиях продолжительного рабочего дня и острого утомления организма. Правомочность высказанного предположения в должной степени согласовывалась с известными представлениями о регуляторном влиянии парасимпатического отдела автономной нервной системы на организацию гомеостаза сердечно-сосудистой системы. Так, по данным прямолинейного корреляционного анализа установлено, что величина коэффициента корреляции «ВИК – МОК» с увеличением нагрузки в группах имела тенденцию увеличения отрицательной величины по мере увеличения психофизической активности, достигая значения $r = (-0,95)$ при $p < 0,01$ в группе Д. Анализ дан-

ных в рамках корреляции гомеостатических процессов и компонентов, формирующих МОК по параллелям «ВИК – СО» и «ВИК – ЧСС», позволил установить, что синхронизация гомеостазиса осуществлялась за счет обоих компонентов (при уровне значимости коэффициентов корреляции $p < 0,05-0,001$). Следовательно, с математической точки зрения изменения в состоянии сердечно-сосудистой системы не были случайными, т.к. значения коэффициентов корреляции прослеживались на уровне функциональных связей, и этот аспект должен рассматриваться как еще один важный аргумент, обосновывающий существование предполагаемого механизма регуляции гомеостаза сердечно-сосудистой системы в условиях продолжительной психофизической активности, реализующейся на фоне прогрессирующего острого утомления организма. Для количественного обоснования материальности описываемого явления был реализован «Способ количественной оценки экономичности функционирования сердечно-сосудистой системы» [11], позволяющий количественно определять эффект экономичности следующим образом:

$$\text{ЭкФ}_{\text{ССС}} = 56,44 - 0,45\text{ЧСС} + 0,47\text{СО},$$

где $\text{ЭкФ}_{\text{ССС}}$ – величина экономичности функционирования сердечно-сосудистой системы (в баллах), СО – систолический объем (мл), ЧСС – частота сердечных сокращений (раз/минуту).

Расчетная часть способа реализована с соблюдением следующих условий: 1) значения $\text{ЭкФ}_{\text{ССС}}$, близкие к 100, характеризуют максимальные значения экономичности, близкие к 0 – минимальные; 2) расчетные значения $\text{ЭкФ}_{\text{ССС}}$ ранжируются по 5 классам, характеризующим уровень экономичности; 3) формульное решение предполагает расчет $\text{ЭкФ}_{\text{ССС}}$ в диапазонах ЧСС и СО, которые могут наблюдаться в диапазоне «состояние покоя – интенсивная психофизическая активность», что позволяет использовать описываемый «Способ ...» без ограничений по диапазону интенсивности психофизической активности.

Диагностическая ценность предлагаемого параметра как параметра оценки функционального состояния практически не исследована. Однако эта характеристика функционального статуса организма, непосредственно связанная с важнейшими процессами жизнеобеспечения, может быть использована для мониторинга ССС и гомеостаза организма на различных временных отрезках психофизической активности и/или для различных этапов ис-

следуемых процессов. Следует отметить, что данный «Способ ...» в своём решении в большей степени сориентирован на вопросы спортивной медицины, но может использоваться и по таким направлениям как функциональная диагностика, физиология, гигиена, валеология, медико-биологическое сопровождение деятельности лиц экстремальных профессий. Результаты апробации функционального теста для категории лиц с пограничными значениями артериального давления свидетельствуют о том, что, начиная уже с латентной фазы, гипертоническая болезнь характеризуется рассогласованием регуляторных механизмов. Объективным признаком подобного рассогласования в условиях циркадианного ритма активности организма является снижение расчетной величины $\text{ЭкФ}_{\text{ССС}}$ менее 40 баллов для утренних значений с нарастанием амплитуды снижения этого показателя для вечерних значений более 3–5 баллов. Назначение медикаментозной коррекции симптомов гипертонической болезни при наличии её адекватности приводит к нормализации значений $\text{ЭкФ}_{\text{ССС}}$ более 40 баллов с исчезновением амплитуды снижения этого показателя для вечерних значений. Следует отметить, что предлагаемый параметр характеристики функционального состояния [по данным корреляционного анализа] не связан с периодом года, продолжительностью трудового стажа, возрастом. Подобные качества позволяют предполагать наличие потенциальной диагностической и/или прогностической ценности расчетного показателя «экономичность функционирования сердечно-сосудистой системы» как потенциального маркера, который может использоваться для оценки: объема реализованной психофизической активности, состояния выносливости и тренированности, элементов дезадаптации и других процессов, протекающих в организме, в том числе, связанных с психофизической активностью и протекающих в условиях острого утомления.

Заключение

1. Использование «Способа количественной оценки экономичности функционирования сердечно-сосудистой системы» [11] расширяет известные приемы функциональной физиологической оценки состояния человеческого организма. Следует подчеркнуть наличие важного методического преимущества разработанного способа: оценка функционального статуса организма для большинства известных способов основывается на оценке функциональных ресурсов посредством

нагрузочных тестов. В условиях трудовой или спортивной деятельности выполнение нагрузочных тестов еще больше снижает работоспособность, с одной стороны, а проведение теста создает, прежде всего, определенную продолжительность временных затрат, что нарушает график и ритм трудовой деятельности, тренировочного процесса и т.д. Предлагаемый прием оценки функционального состояния лишен этих недостатков, т.к. основан на методике мониторинга таких параметров ССС, которые могут быть отслежены в условиях трудовой деятельности на рабочем месте, в том числе и в режиме самообследования. Временные затраты на процедуру обследования, расчет, оценку результатов позволяют отнести предлагаемый способ к группе экспресс-способов.

2. Изучение вопросов экономичности функционирования отдельных систем или организма в целом представляет собой научный поиск фундаментального уровня. Кроме рассмотренного способа к настоящему времени аналогичная задача для данной популяции обследованных и условий трудовой деятельности реализована для дыхательной системы [10]. Сопоставление содержательной части данных способов позволяет говорить о том, что эффект экономичности в дыхательной системе реализуются более демонстративно – за счет нарастания дыхательного объема при синхронизированном снижении частоты дыхательных движений. Компиляция фактов, отслеженных для эффектов экономичности двух висцеральных систем организма, позволяет предположить следующие базовые свойства экономичности функционирования: а) экономичность как свойство присуще целому ряду функциональных систем организма; б) набор элементов, обеспечивающих идентификацию и реализацию экономичности функционирования отдельной системы организма, является оригинальным; в) свойство экономичности функционирования систем организма при разнообразии элементов ее образующих будет реализовываться в формате нескольких исполнительных механизмов; г) реализация эффекта экономичности осуществляется на фоне равновесного состояния отделов автономной нервной системы или преобладания активности парасимпатического отдела автономной нервной системы; д) оригинальный набор элементов, обеспечивающих экономичность функционирования отдельной системы организма и реализующихся посредством одного из исполнительных механизмов, будет всегда сориентирован на достижение полезного результата – создание условий, обеспечива-

ющих реализацию экономичности функционирования для отдельной функциональной системы организма, которая, в свою очередь, ориентирована на обеспечение успешности психофизической активности всего организма.

3. Высказанные предположения как концептуальная точка зрения на гомеостаз здоровых и практически здоровых лиц в условиях продолжительной психофизической активности могут быть представлены следующим образом: Реализация психофизической активности в условиях продолжительной трудовой деятельности характеризуется активацией определенного – генетически детерминированного – физиологического механизма, который в своем положительном результате сориентирован на обеспечение устойчивости гомеостаза человеческого организма посредством создания условий для экономичного вовлечения функциональных возможностей и резервов отдельных систем организма. Вероятным источником активации предполагаемого физиологического механизма является возникновение и прогрессирование процесса острого утомления, возникающее как следствие сдвига отдельного(ых) параметра(ов) функциональных систем организма, которые по мере достижения определенных значений являются пусковыми для перехода системы к условиям функционирования в более экономичном режиме, что обеспечивается возможностями самой системы и/или содружественными рефлексными другими функциональных систем.

4. Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что адаптация данной разработки к задачам профессиональной деятельности пожарных-спасателей и лиц других экстремальных профессий соответствует решению актуальных задач в области мониторинга профессионального здоровья, тренированности, выносливости, процесса профессиогенеза [4,12]., т.е. методически ориентирована на обеспечение приоритетных задач медико-биологического сопровождения профессиональной деятельности лиц экстремальных профессий.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. [и др.]. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: Мет. рек. // Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и клиническое применение: тез. докл. межд. симп. (Ижевск, 20–21 ноября 2003 г.). – Ижевск, 2003. – С. 201–255.
2. Большая медицинская энциклопедия / Под ред. Б.В. Петровского. – Т. 26. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – С. 140–142.

3. Главацкий Г.Д., Цай Ю.Т. Обеспечение безопасности жизнедеятельности лесных пожарных. – Красноярск: Платина, 2006. – 263 с.
4. Домрачев, А.А. Человеческий фактор и боеготовность оперативных подразделений МЧС / Домрачев А.А. – Красноярск: КрасГМУ, 2011. – 119 с.
5. Загрядский, В.П. Методы исследования в физиологии труда / В.П. Загрядский, З.К. Сулимо-Самуйлло. – Л.: Наука, 1976. – 94 с.
6. Загулова Д.В. Принципы взаимодействия антропо-физиологических и психологических систем: Автореф. дис. д-ра. мед. наук. – Томск, 2003. – 38 с.
7. Михайлов В.М. Вариабельность сердечного ритма. Опыт практического применения. – Иваново, 2000. – 200 с.
8. Надель-Червинская М.А. Червинский П.П. Большой толковы словарь иностранных слов / М.А. Надель-Червинская, – Т. 3. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1995. – 512 с.
9. Основные виды деятельности и психологическая пригодность к службе в системе органов внутренних дел / Под ред. Б.Г. Бовина, Н.И. Мягких, А.Д. Сафронова. – М.: НИЦ проблем медицинского обеспечения, 1997. – 344 с.
10. Домрачев А.А., Михайлова Л.А., Домрачева М.Я. Способ количественной оценки экономичности функционирования дыхательной системы // Патент России № 2392854. 2010. Бюл. №18.
11. Домрачева М.Я., Михайлова Л.А., Домрачев А.А. Способ количественной оценки экономичности функционирования сердечно-сосудистой системы // Патент России № 2438563. 2012. Бюл. № 1.
12. Чиж И.М., Жилиев Е.Г. Актуальные проблемы психофизиологического обеспечения военно-профессиональной деятельности // Военно-мед. журн. – 1998. – №3. – С. 4–10.