

Дата публикации: 01.09.2021

DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_03_5

УДК 612.172.2

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ СПОРТСМЕНОВ-ПАРАШЮТИСТОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В.И. Пустовойт

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, Россия

Ключевые слова: спортсмены, функциональное состояние, артериальное давление, парашютисты, экстремальные виды спорта.

Аннотация. Исследование проводилось для определения основных признаков, характеризующих уровень функционального состояния в условиях выраженного психологического и физиологического напряжения, приводящего к снижению адаптации организма спортсменов-парашютистов. Основным методом обследования являлась объемная компрессионная осциллометрия, показатели которой подвергались математико-статистическому анализу. В результате определены значимые ($p < 0,01$) показатели (частота пульса, диастолическое и среднее артериальное давление), тесно коррелирующие ($r > 0,70$; $p < 0,01$) с уровнем функционального состояния организма спортсмена. Полученные данные позволяют сформировать классификационные критерии функционального состояния организма парашютистов с градацией на восемь уровней, используя функцию.

FEATURES OF CHANGES IN SOME INDICATORS OF HEMODYNAMICS OF PARACHUTE DIVERS IN EXTREME CONDITIONS

V.I. Pustovojt

FSBI SRC FMBC named after A.I. Burnazyan FMBA of Russia, Moscow, Russia

Key words: athletes, functional state, blood pressure, parachute divers, extreme sports.

Annotation The study was conducted to determine the main indicators that characterize the level of functional state in conditions of severe psychological and physiological stress, which leads to decreasing adaptation of parachute divers. Volumetric compression oscillometry method was the main method of examination, which parameters were subjected to mathematical and statistical analysis. The significant ($p < 0,01$) indicators (pulse rate, diastolic and mean blood pressure) closely correlating ($r > 0,70$; $p < 0,01$) with the level of functional state of the athlete's

organism were determined as a result of the study. The obtained data up potential to classify the functional state criteria for the parachute divers with a gradation at eight levels while developing a function.

Введение. В современном мире набирает популярность парашютный спорт и увеличивается количество соревнований. В канонах спортивной медицины становится актуальным своевременное и точное определение уровня функционального состояния (УФС) и адаптационных резервов организма спортсменов-парашютистов в период интенсивных тренировок и непосредственно во время соревнований.

В условиях профессиональной деятельности парашютисты подвергаются серьезным психологическими физиологическим нагрузкам, приводящим к снижению функционального состояния организма и падению уровня адаптации, эти изменения формируют нежелательные последствия, в частности нарушение иммунитета и снижение спортивной работоспособности. Для выявления подобных отклонений необходима методика, позволяющая за короткое время определить изменения в организме и на основании результатов своевременно принять необходимые медицинские меры. По этой причине всё чаще значительный интерес представляют исследования функционального состояния спортсменов, занимающихся экстремальными видами спорта, в том числе парашютным.

Существует большое количество методов определения УФС организма, но, к сожалению, они не учитывают психофизиологические особенности парашютистов и не позволяют дать объективную оценку УФС организма спортсменов [1-4].

В качестве базового метода при разработке УФС организма парашютистов нами был выбран метод объемной компрессионной осциллометрии (ОКО). Его применение по своим возможностям значительно превосходит результаты использования традиционных функциональных проб.

Цель исследования: установить основные признаки, характеризующие УФС организма спортсменов-парашютистов в экстремальных условиях, при обследовании методом ОКО.

Задачи исследования:

1. Определить особенности и характер сердечно-сосудистых коррелятов, характеризующих изменение УФС организма;
2. Определить корреляционную связь изменения показателей ОКО и УФС организма парашютистов;
3. Разработать классификационные критерии УФС спортсменов-парашютистов, на основе значимых признаков ОКО.

Методы и организация исследования. Материалы получены в период с 2018 по 2021 гг. в аэроклубе «Аэроград Коломна». Объектом исследования были 30 спортсменов, сбалансированные по возрасту $30,5 \pm 0,4$ лет и виду спортивной деятельности (парашютисты). Основной целью работы было определение некоторых показателей сердечно-сосудистой системы характеризующих УФС организма. Дизайн исследования был утвержден решением этического комитета ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России от 18.10.2018 г. № 10/2 и соответствует принципам Хельсинкской декларации 1975 г. и ее пересмотру 2013 г.

В целях стандартизации изучаемых признаков и повышения достоверности полученных данных в исследовании не участвовали спортсмены-парашютисты с сердечным индексом выше $3,5$ л/мин/м² и меньше $2,75$ л/мин/м² (гиперкинетическим и гипокинетическим типом кровообращения) [3, 5, 6].

Метод объемной компрессионной осциллометрии (ОКО) основывается на определении уровней артериального давления у обследуемых путем регистрации оригинальной измерительной системой объемных артериальных осциллограмм на аппаратно-программном комплексе КАП ЦГосм-«Глобус» [7]. Он состоит из пульсовых волн крупной артерии, зарегистрированных при нарастающем давлении в манжете (компрессии).

Метод позволяет оценить уровень артериального давления, параметры сердечной деятельности, эластичность стенок артерии и проходимость сосудистого русла у парашютистов, что дает возможность получить достаточно информации для дальнейшей оценки гемодинамики в целом. Данные показатели имеют исключительное значение для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы в условиях нормы и отклонения от неё.

За одно измерение прибор определяет следующие показатели: частота пульса (ЧП), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), артериальное пульсовое давление (АДп), боковое систолическое артериальное давление (БАД), среднее гемодинамическое артериальное давление (СрАД), сердечный индекс (СИ), сердечный выброс (СВ), ударный объем (УО), ударный индекс (УИ), артериальное ударное давление (АДуд), скорость нарастания артериального давления в фазу быстрого изгнания (СКАДп) крови левым желудочком, показатели расхода энергии на передвижение одного литра крови (РЭ), скорость кровотока линейная (СКлин), мощность сокращения левого желудочка (МСЛЖ), объемная скорость выброса (ОСВ), скорость пульсовой

волны (СПВ), податливость сосудистой системы (ПСС), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС), функциональное состояние (ФС) [3, 5, 6, 7].

Данные первичного медицинского учёта подвергались математико-статистической обработке по стандартным программам с использованием персонального компьютера. Наряду с табличным редактором Excel for Windows 2016, использовался специализированный пакет прикладных программ статистической обработки данных Knime 4.1.2, обеспечивающий выполнение общепринятых математико-статистических методов [8], в целях моделирования уровней функционального состояния в зависимости от интенсивности тренировочного процесса, нами использован ряд статистических методов: статистических группировок; статистического описания признаков (средние арифметические значения, средние квадратические отклонения и (стандартные) ошибки средних значений, графического представления данных, относительные величины частоты и распределения); ранговая корреляция Спирмена с оценкой значимости по t-критерию Стьюдента для поиска взаимосвязи показателей: объемной компрессионной осциллометрии и variability сердечного ритма с уровнями функционального состояния организма спортсменов. Выбор тех или иных методов статистического анализа проводился с учётом конкретных решаемых задач.

Для увеличения диагностической точности определения уровней функционального состояния организма парашютистов параллельно проводили исследование методом variability сердечного ритма (ВСР) на аппаратно-программном комплексе «Варикард 2.57», который широко применяется в спорте высших достижений [2-3].

Все выводы, сделанные в работе, базируются на разносторонних и объективных материалах исследования, полученных методами исследования: ОКО и ВСР.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты исследования показали, что интегральная оценка функционального состояния организма по восьмибалльной шкале достоверно ($p < 0,01$) изменялась при возрастании интенсивности и продолжительности тренировочного процесса у спортсменов-парашютистов.

Оптимальному функциональному состоянию соответствовали группы: (А) – отличный и (В) – очень хороший уровень адаптации. Спортсмены, находящиеся в этих группах, в коррекции функционального состояния организма не нуждались. Допустимому функциональному уровню соответствовали группы: (С) – хорошее и (D) – удовлетворительное состояние,

характеризующие донозологические изменения с незначительным снижением физической работоспособности, для восстановления было достаточно уменьшение интенсивности тренировочного процесса на пару суток. Спортсмены с признаками преморбидных изменений и снижением физической работоспособности в два раза по сравнению с оптимальным состоянием здоровья автоматически попадали в группы: (Е) – неудовлетворительный и (F) – очень плохой функциональный уровень. Данным парашютистам вносили изменения в подготовительный и соревновательный период, а коррекция функционального состояния носила рекомендательный характер. Экстремальному уровню соответствовала (G) группа, спортсмены, находящиеся в ней, отстранялись от спортивной деятельности до полного восстановления функционального состояния и работоспособности организма, а метаболическая коррекция носила обязательный характер. В (H) группу были распределены парашютисты с признаками критического УФС организма, этих спортсменов отстраняли от дальнейших сборов.

В результате математико-статистической обработки основных показателей ОКО выявлена закономерность, характеризующаяся снижением УФС организма спортсменов-парашютистов и значимым ($p < 0,05$) увеличением (ДАД, СрАД, ЧП, УО, УИ, ОСВ, РЭ, ОПСС и УПСС) и снижением (ПСС) некоторых признаков, регистрируемых при проведении обследования. Эти данные использовались при построении ранговой корреляции Спирмена с оценкой значимости по t-критерию Стьюдента для поиска взаимосвязи основных показателей ОКО с уровнем функционального состояния и разделением признаков по восьмибалльной шкале (Рис. 1).

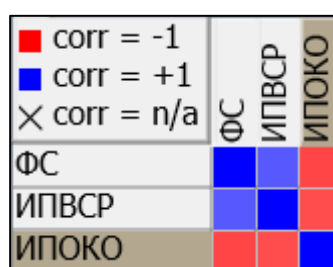


Рис.1. Ранговая корреляция с определением взаимосвязей основных показателей ОКО и УФС у спортсменов-парашютистов

Примечание: УФС – функциональное состояние; ИПВСР – интегральный показатель ВСР; ИПОКО – интегральный показатель ОКО

По строкам: нижняя строка соответствует восьмибалльной классификационной оценке УФС организма парашютистов.

По столбцам: последний столбец справа соответствует восьмибалльной классификации оценке УФС организма парашютистов.

Ранговая корреляция Спирмена показала межгрупповые различия зависимости уровня функционального состояния с некоторыми признаками ОКО и дала возможность с высокой достоверностью определить три основных наиболее значимых ($p < 0,01$) признака, которые обладали сильной положительной и отрицательной (ДАД, СрАД, ЧП) корреляционной связью ($r > 0,70$; $r > -0,70$), восемь признаков характеризующихся средней положительной (БАД, РЭ, ОПСС и УПСС) и отрицательной (УО, УИ, ОСВ и ПСС) корреляционной связью ($0,50 < r < 0,69$; $-0,69 < r < -0,50$; $p < 0,01$).

Корреляционный анализ полученных данных методом ВСП с результатами ОКО при разделении УФС на восемь уровней показал сильную положительную (ЧП- $r > 0,70$; $p < 0,01$) и отрицательную (УИ- $r > -0,70$; $p < 0,01$) связь, а также среднюю положительную (УО, ОСВ, ПСС) корреляционную связь ($0,50 < r < 0,69$; $p < 0,01$) с интегральными показателями ВСП.

Итоговые результаты интегральной оценки УФС организма спортсменов обладали сильной отрицательной корреляцией ($r > -0,70$; $p < 0,01$) с ВСП и с функциональным состоянием, рассчитываемым в аппаратно-программном комплексе КАП ЦГосм-«Глобус».

Дисперсионный анализ (ANOVA) показал значимые ($p < 0,05$) изменения основных показателей ОКО в зависимости от УФС, эта закономерность представлена на втором и последующих рисунках в виде средних значений с градацией на восемь уровней.

Оптимальному уровню УФС спортсменов (Рис. 2-5) соответствовали группы (А) и (В), данные парашютисты находились на пике физической работоспособности, а состояние здоровья достоверно ($p < 0,05$) отличалось от остальных уровней

На втором и третьем рисунке показаны средние значения диастолического и среднего артериального давления, где экстремальному (G) и критическому (H) уровню функционального состояния организма соответствовали клинические признаками переутомления (одышка, усталость, плохое восстановление ЧСС после нагрузки, низкая спортивная работоспособность, беспокойный сон, быстрое наступление усталости, снижение аппетита и потеря веса). В результате выраженного сокращения коллатералей, данные группы характеризовались высокими показателями ДАД от $86,93 \pm 1,5$ до $96,3 \pm 4,8$ мм рт. ст., и СрАД подымающегося до патологического пика – $108,5 \pm 5,4$ мм рт. ст. У спортсменов, наблюдаемых в этих группах регистрировали самое высокое артериальное давление, которое испытывает внутренняя поверхность сосудистой стенки артерии во время систолы (БАД – $128,6 \pm 7,5$ мм рт. ст.; $p < 0,05$). Данные изменения протекали с

повышением меры напряжения расхода энергии, развиваемой миокардом при выполнении им работы по передвижению крови в замкнутой системе сосудов, где $15,3 \pm 0,9$ Вт соответствовали критическому, а $13,3 \pm 0,8$ Вт – экстремальному уровню функционального состояния. Это было связано в первую очередь со значительным увеличением сосудистого тонуса и ускоренным прохождением возросшего потока крови начального участка артериального русла за счет его пропульсивного движения расходующего большую часть кинетической энергии сердечных сокращений вследствие снижения депонирующей функции артериальных стенок.

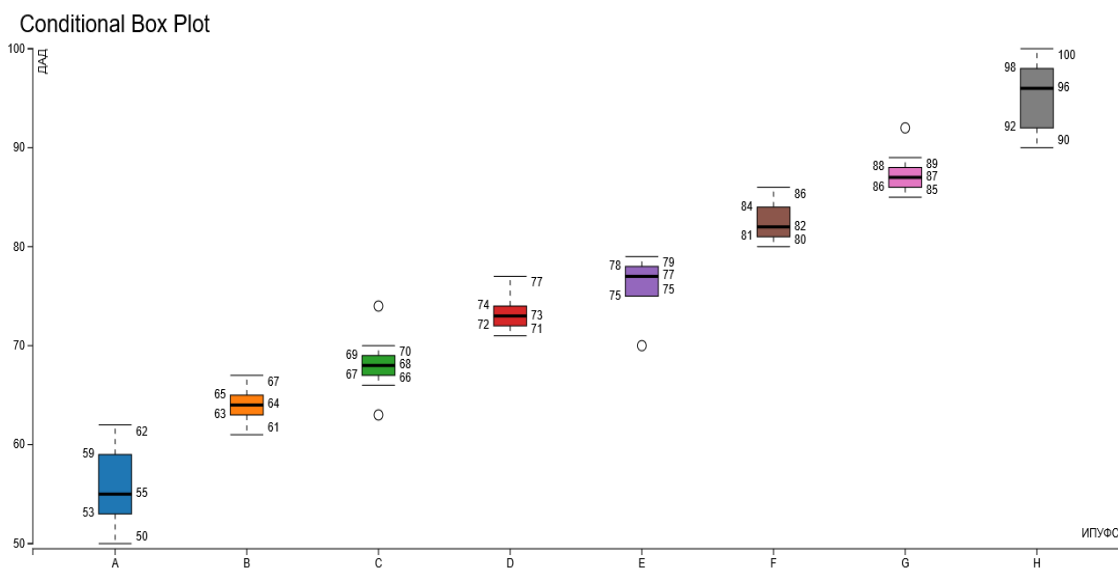


Рис. 2. График средних значений диастолического артериального давления, характеризующий УФС

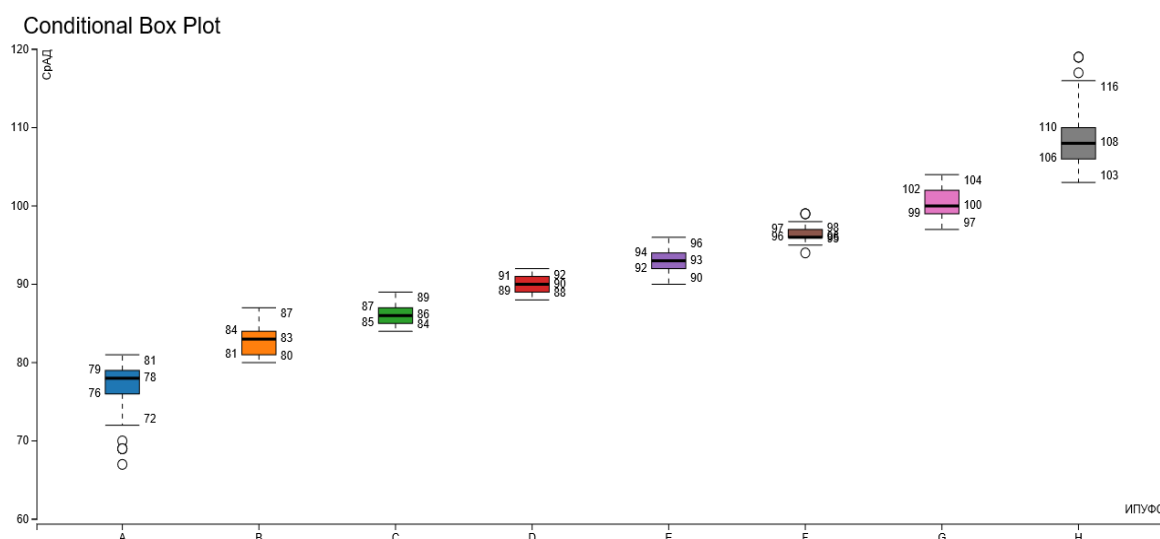


Рис. 3. График средних значений среднего гемодинамического артериального давления, характеризующий УФС

При ухудшении состояния здоровья регистрировали значимое ($p < 0,05$) снижение величин ПСС (Рис. 4) и обратно пропорциональное увеличение

пульсового давления от $55,1 \pm 4,4$ в (А) до $95,6 \pm 8,5$ в (Н) группах, что было следствием нарушения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы, подтверждающееся при выполнении типичной физической нагрузки, в условиях снижения функционального состояния организма. По результатам которого наблюдали сдвиг зависимости между ЧСС и мощностью выполняемых упражнений в худшую сторону (сдвиг зависимости влево), а возвращение к прежнему уровню происходило после полноценного восстановления спортсменов.

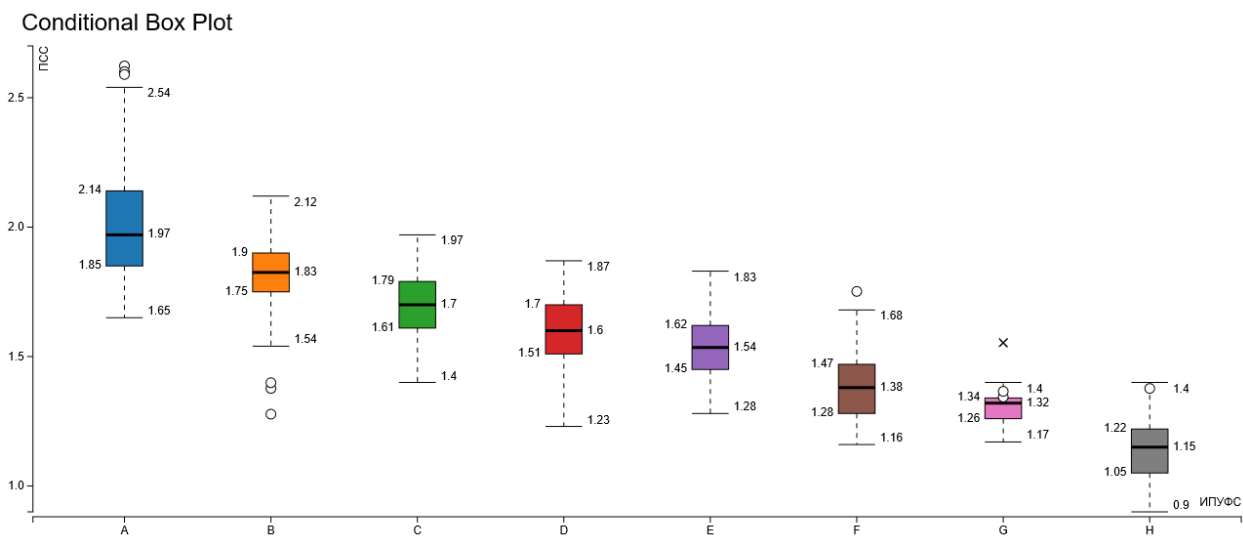


Рис. 4. График средних значений податливости сосудистой стенки, характеризующий УФС

Увеличение общего периферического сосудистого сопротивления (Рис. 5) было обратно пропорционально снижению уровня функционального состояния организма парашютистов. Так, показатели ОПСС в (F), (G) и (H) группах, характеризующие преморбидное, экстремальное и критическое состояние, превышали среднепопуляционную норму ($1269,3 \pm 94,4$, $1373,3 \pm 107,2$ и $1485,5 \pm 117,3$ см/с, соответственно).

С высоким уровнем межгрупповой значимости ($p < 0,05$) при исследовании сердечно-сосудистой системы вычислялись показатели функционального состояния организма парашютистов на АПК КАП ЦГосм-«Глобус» (Рис. 6), где отличному (А) уровню функционального состояния спортсменов соответствовали средние значения $0,862 \pm 0,054$ ус. ед., а критическому (H) – $0,46 \pm 0,08$ ус. ед.

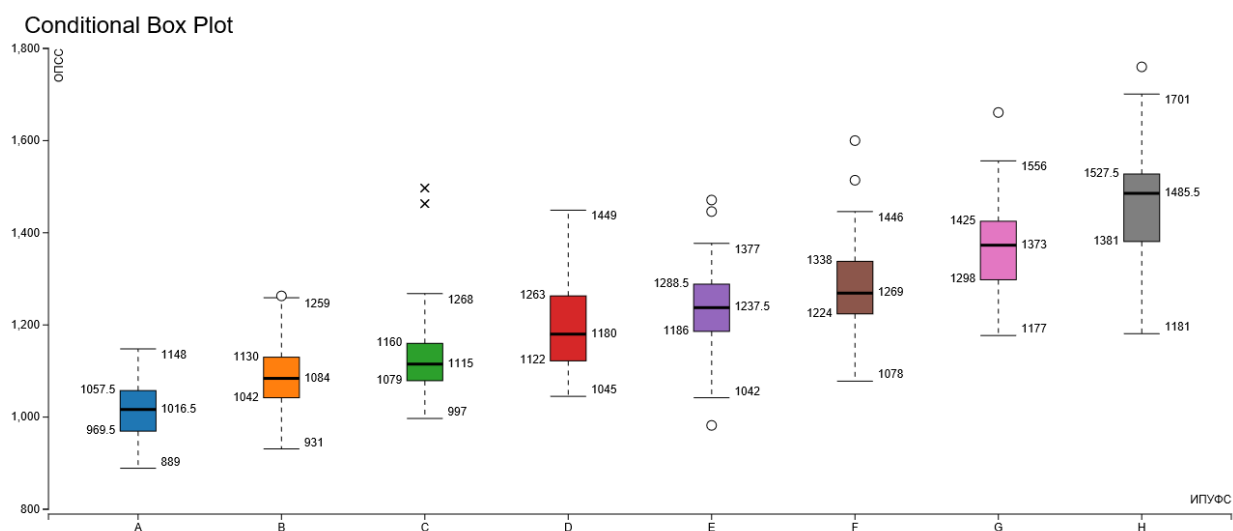


Рис. 5. График средних значений общего периферического сосудистого сопротивления, характеризующего УФС

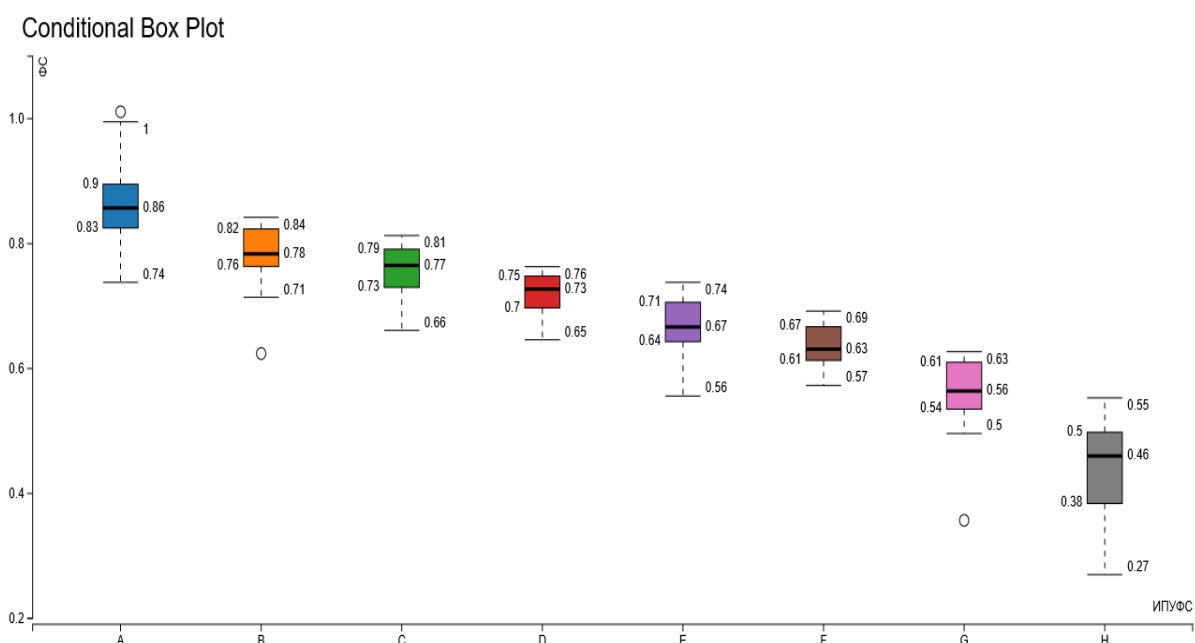


Рис. 6. График средних значений функционального состояния, рассчитываемого на АПК КАП ЦГосм-«Глобус», УФС по восьмибальной шкале

Математико-статистический анализ данных показал, что изменения уровней функционального состояния организма находятся как в положительной, так и отрицательной сильной корреляционной связи ($r > 0,70$; $r < -0,70$; $p < 0,001$) с функциональной дискоординацией сердечно-сосудистой системы. Это подтверждалось при утреннем обследовании в зависимости от восстановления организма спортсменов после интенсивной тренировки. При значимом ($p < 0,05$) ухудшении уровня функционального состояния организма регистрировали повышение (ДАД, СрАД, пульса, УО, УИ, ОСВ, РЭ, ОПСС, УПСС) и значительное снижение (АДп, ПСС и ФС) некоторых признаков, что указывало на развитие неоптимального варианта адаптации сердечно-

сосудистой системы к интенсивным физическим нагрузкам или ответной реакции организма на воздействие экзогенных факторов [1, 5].

В критическом состоянии при срыве механизмов адаптации организма спортсменов-парашютистов регистрировали изменение кровообращения в сторону гиперкинетического типа, характеризующегося неэкономичным расходом энергии на передвижение одного литра крови по сосудам.

Статистически значимыми ($p < 0,05$) в определении уровня функционального состояния регистрировали показатели характеризующиеся повышением: диастолического и среднего артериального давления, частоты пульса и уменьшением податливости сосудистой системы по мере ухудшения физической работоспособности.

Экстремальному и критическому уровню функционального состояния организма свойственен был неоптимальный вариант регуляции ССС, характеризующийся повышением минутного объема крови в основном за счет увеличения ЧСС, а не при помощи ударного объема крови (Рис. 7, 8). Данным группам свойственно значительное снижение функциональных резервов миокарда до 3-4 раз.

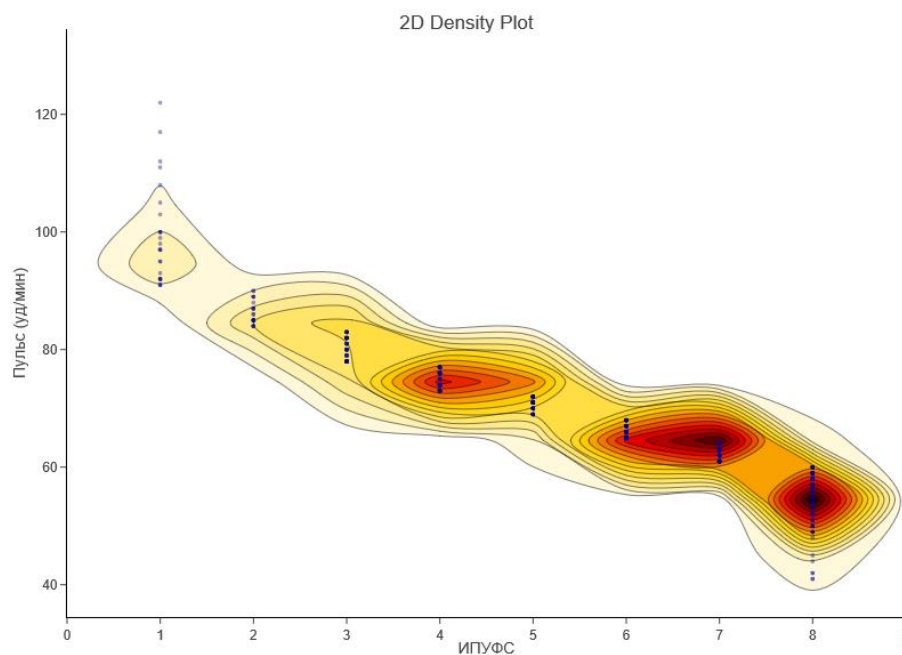


Рис. 7. Гистограмма показателей частоты пульса в зависимости от уровня функционального состояния организма. Критическому и экстремальному УФС соответствуют 1 и 2 группы ИПУФС

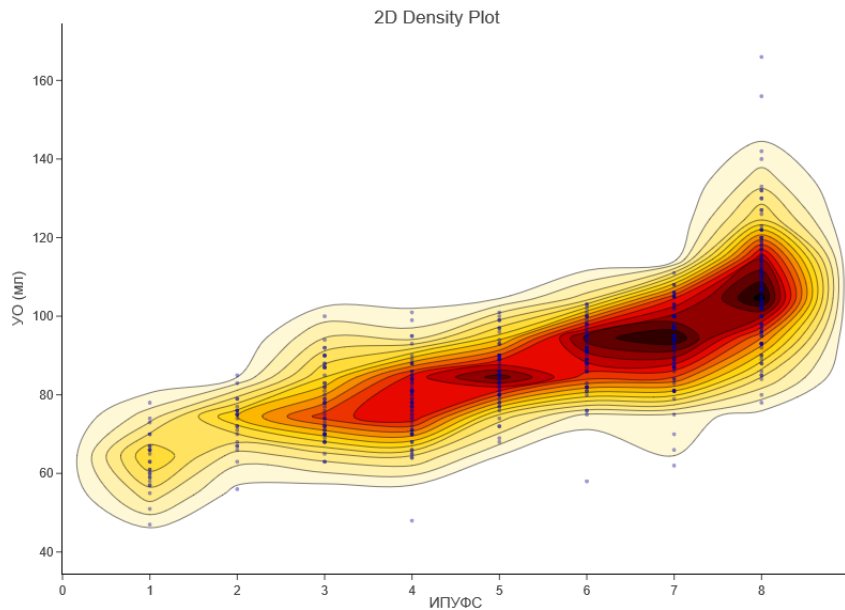


Рис. 8. Гистограмма показателей ударного объема в зависимости от уровня функционального состояния организма. Критическому и экстремальному УФС соответствуют 1 и 2 группы

Изменение уровней функционального состояния организма у спортсменов-парашютистов, в первую очередь, отражалось на гиперреактивности вегетативной нервной системы, подтверждаемой таким методом диагностики, как ВСР. Сдвиг уровней в критическую сторону способствовал активации симпатoadреналовой системы, а отсутствие своевременной коррекции приводило к нервно-гормональному истощению, что подтверждалось гиперреактивностью парасимпатической над симпатической нервной регуляцией.

Дисперсионный анализ (ANOVA) показал достоверную взаимосвязь ($p < 0,05$) метода диагностики ВСР с ИПОКО спортсменов-парашютистов, что значительно повышает точность итогового диагноза (Рис. 9).

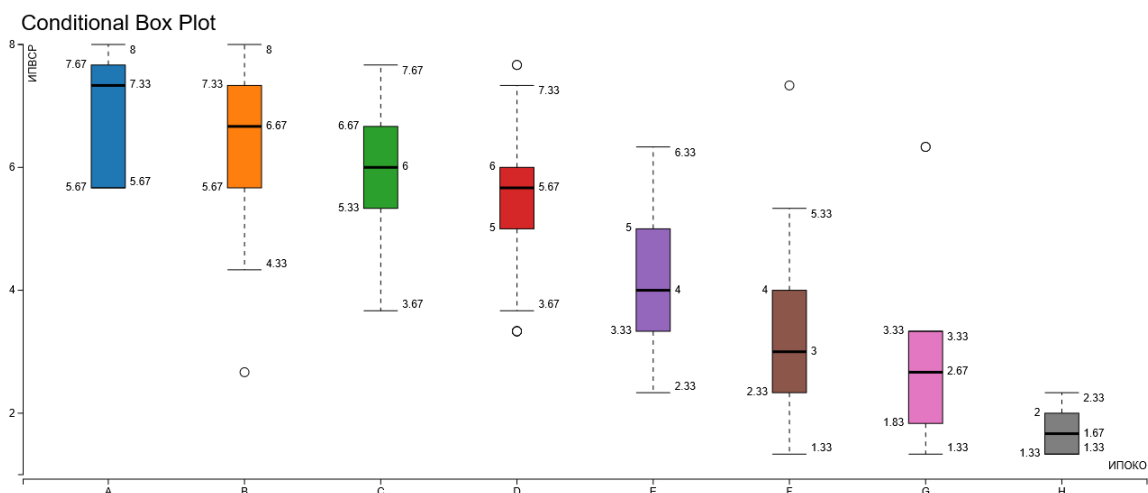


Рис. 9. График средних значений интегральных показателей ВСР и ОКО по восьмибалльной шкале

Использование восьмибалльной шкалы предоставило возможность с высокой достоверностью ($p < 0,01$) определять уровни функционального состояния спортсменов-парашютистов.

Заключение.

1. Обследование методом ОКО в динамике спортсменов-парашютистов предоставило возможность определить значимые ($p < 0,05$) признаки оценки УФС по результатам простых показателей: ДАД, СрАД, Пульс, УО, УИ, ОСВ, РЭ, ОПСС, УПСС, АДп, ПСС и ФС.

2. Полученные результаты дают возможность сделать вывод, что существует тесная положительная (ДАД, СрАД и Пульс) корреляционная связь ($r > 0,70$; $p < 0,01$) между некоторыми показателями ОКО и признаками изменения УФС организма спортсменов-парашютистов.

3. Разработаны классификационные критерии, позволяющие на основании анализа значимых ($p < 0,01$) показателей ОКО (ДАД, СрАД и Пульс) распределить, с высоким уровнем межгрупповой достоверности, спортсмена-парашютиста в одну из восьми УФС групп.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. Новиков В.С. Дезадаптационные состояния человека при экстремальных воздействиях и их коррекция / В.С. Новиков, С.И. Сороко, Е.Б. Шустов // СПб.: Политехника-принт. – 2018. – 548 с.

2. Пустовойт В.И. Вариабельность сердечного ритма, как основной метод оценки функционального состояния организма спортсменов, принимающих участие в экстремальных видах спорта. / В.И. Пустовойт, М.С. Ключников, С.Е. Назарян, И.А. Ероян, А.С. Самойлов // Современные вопросы биомедицины. – 2021 – № 5(2). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_02_19

3. Пустовойт В.И. Метод раннего выявления срыва адаптации организма у спортсменов-альпинистов с эукинетическим типом кровообращения / В.И. Пустовойт, А.С. Самойлов, М.С. Ключников, С.Е. Назарян // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2020. – № 155(1). – С. 42-49.

4. Самойлов А.С. Медицинский скрининг в массовом спорте / А.С. Самойлов, М.С. Ключников, А.Б. Федин, С.Е. Назарян, В.И. Пустовойт // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2019. – № 149(1). – С. 21-26.

5. Ландырь А.П. Тесты с дозируемой нагрузкой в спортивной медицине / А.П. Ландырь, Е.Е. Ачкасов, И.Б. Медведев // М.: Спорт. – 2019. – 256 с.

6. Пустовойт В.И. Разработка основных критериев для оценки степени адаптации организма спортсменов-альпинистов в условиях горного климата. / В.И. Пустовойт, А.С. Самойлов // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2019. – №3. – С. 42-48.

7. Электронная книга по аппаратно-программному комплексу неинвазивного исследования центральной гемодинамики методом объемной компрессионной осциллометрии – «Глобус» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ktopoverit.ru/prof/opisanie/45179-10.pdf> (Дата обращения 29.06.2021).

8. Specialized package of applications "KNIME" [Electronic resource]. Access mode: <https://www.knime.com/knime-software/knime-analytics-platform> (Accessed on 29.06.2021).

References

1. Novikov V.S. Maladaptive states of a person under extreme influences and their correction / V.S. Novikov, S.I. Soroko, E.B. Shustov // SP.: Polytechnic-print. – 2018. – 548 p.

2. Pustovojt V.I. Heart rate variability as the main method of assessing the functional state of the body of athletes participating in extreme sports / V.I. Pustovojt, M.S. Klyuchnikov, S.E. Nazaryan, I.A. Yeroyan, A.S. Samoilov // Modern Issues of Biomedicine. – 2021. – No. 5(2). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_02_19

3. Pustovojt V.I. Method of early detection failure of organism adaptation in climbing athletes with eukinetic type of blood circulation / V.I. Pustovojt, A.S. Samojlov, M.S. Klyuchnikov, S.E. Nazaryan // Therapeutic Physical Culture and Sports Medicine. – 2020. – No. 155(1). – P. 42-49.

4. Samojlov A.S. Medical screening in mass sports / A.S. Samojlov, M.S. Klyuchnikov, A.B. Fedin, S.E. Nazaryan, V.I. Pustovojt // Therapeutic Physical Culture and Sports Medicine. – 2019. – No. 149(1). – P. 21-26.

5. Landyr' A.P. Tests with a dosed load in sports medicine / A.P. Landyr', E.E., Achkasov, I.B. Medvedev // М.: Спорт. – 2019. – 256 p.

6. Pustovojt V.I. Development of basic criteria for assessing the degree of adaptation of the organism of athletes-climbers in mountain climates / V.I. Pustovojt, A.S. Samojlov // Bulletin of Physiology and Pathology of Respiration. – 2019. – No. 3 – P. 42-48.

7. Hardware and software complex of non-invasive studies of Central hemodynamics by the method of volumetric compression oscillometry – "Globus"

[Electronic resource]. Access mode: <https://www.ktopoverit.ru/prof/opisanie/45179-10.pdf> (Accessed on 26.05.2020).

8. Specialized application package "KNIME" [Electronic resource]. Access mode: <https://www.knime.com/knime-software/knime-analytics-platform> (Accessed on 25.05.2020).

Spisok literatury

1. Novikov V.S. Dezadaptatsionnye sostoyaniya cheloveka pri ekstremal'nykh vozdeystviyakh i ikh korrektsiya / V.S. Novikov, S.I. Soroko, E.B. Shustov // SPb.: Politekhnik-a-print. – 2018. – 548 s.

2. Pustovoyt V.I. Variabel'nost' serdechnogo ritma, kak osnovnoj metod otsenki funktsional'nogo sostoyaniya organizma sportsmenov, primimayushchikh uchastie v ekstremal'nykh vidakh sporta / V.I. Pustovoyt, M.S. Klyuchnikov, S.E. Nazaryan, I.A. Eroyan, A.S. Samojlov // *Sovremennye voprosy biomeditsiny*. – 2021. – № 5(2). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_02_19

3. Pustovoyt V.I. Metod rannego vyyavleniya sryva adaptatsii organizma u sportsmenov-al'pinistov s eukineticheskim tipom krovoobrashcheniya / V.I. Pustovoyt, A.S. Samojlov, M.S. Klyuchnikov, S.E. Nazaryan // *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*. – 2020. – № 155(1). – S. 42-49.

4. Samojlov A.S. Meditsinskij skrining v massovom sporte/ A.S. Samoylov, M.S. Klyuchnikov, A.B. Fedin, S.E. Nazaryan, V.I. Pustovoyt // *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*. – 2019. – № 149(1). – S. 21-26.

5. Landyr' A.P. Testy s doziruemoj nagruzkoj v sportivnoj meditsine / A.P. Landyr', E.E. Achkasov, I.B. Medvedev // M.: Sport. – 2019. – 256 s.

6. Pustovoyt V.I. Development of basic criteria for assessing the degree of adaptation of the organism of athletes-climbers in mountain climates / V.I. Pustovoyt, A.S. Samojlov // *Bulletin of Physiology and Pathology of Respiration*. – 2019. – No. 3 – P. 42-48.

7. Elektronnaya kniga po apparatno-programmnomu kompleksu nein vazivnogo issledovaniya tsentral'noj gemodinamiki metodom ob'emnoj kompressionnoj ostsillometrii – «Globus» [Elektronnyj resyurs]. Rezhim dostupa: <https://www.ktopoverit.ru/prof/opisanie/45179-10.pdf> (Data obrashcheniya 29.06.2021).

8. Specialized package of applications "KNIME" [Electronic resource]. Access mode: <https://www.knime.com/knime-software/knime-analytics-platform> (Accessed on 29.06.2021).

Сведения об авторах: **Василий Игоревич Пустовойт** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной спортивной медицины, ФГБУ «Государственный научный

центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, e-mail: vipust@yandex.ru.

Information about the authors: Vasilij Igorevich Pustovojt – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Big Data and Precision Sports Medicine of the FSBI “State Research Center of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan” of the FMBA of Russia, Moscow, e-mail: vipust@yandex.ru.