

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА НА ОДНОКРАТНУЮ ИСТОЩАЮЩУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

Э.С. Питкевич, Г.Б. Шацкий, В.Г. Шпак, С.А. Прохожий
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

В статье представлены материалы, полученные при изучении индивидуальной реакции организма не занимающихся спортом студентов на однократную физическую нагрузку в виде приседаний до отказа с невозможностью продолжить физическую работу в связи с развившимся состоянием не преодолеваемого в настоящий момент времени утомления.

Цель исследования – на базе объективных и документированных данных о функциональном состоянии организма испытуемого изучить индивидуальную реакцию на нагрузку, динамику и скорость восстановления организма после нагрузки.

Материал и методы. *В исследовании приведены данные о реакции на истощающую физическую нагрузку 13 студентов, не занимающихся спортом. Интегральные показатели функционального состояния организма анализировались в соответствии с программой комплекса «Омега». После оценки исходного состояния организма и выполнения работы следовали повторные 10 обследований. Для сравнительного анализа показателей применялся режим динамического наблюдения с экспортом полученных данных в табличный процессор Excel, где и происходила статистическая обработка данных. Результаты выражены медианой и средней статистической ошибкой.*

Результаты и их обсуждение. *Функциональное состояние организма до нагрузки у 12 студентов превышает 60%, что трактуется как нормальный уровень тренированности и хорошие функциональные резервы организма. При оценке исходного функционального состояния организма до нагрузки выявлена испытываемая с показателем 23,1%, что в соответствии с программой комплекса «Омега» характеризуется как «низкий уровень тренированности, функциональные резервы низкие, адаптация в стадии истощения с преобладанием не специфических изменений». В аналогичном состоянии находятся все испытуемые в первые 12 мин после физической нагрузки. Интенсивность восстановления носит индивидуальный характер и через 32 мин достигает у отдельных испытуемых 41–60%, что программой трактуется как «функциональное состояние организма ниже нормы. Состояние перенапряжения. Недостаточность адапционно-приспособительных механизмов и неспособность обеспечить оптимальную адекватную реакцию организма на воздействие факторов внешней среды», а у 5 испытуемых – выше 60%. Исходный до нагрузки уровень функционального состояния за 32 мин постнагрузочного периода достигнут только отдельными испытуемыми.*

Заключение. *Количественный, прогностический подход к оценке состояния организма позволяет в текущий момент времени определить степень адаптации организма к предъявляемым ему нагрузкам.*

Ключевые слова: *вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние организма, физическая нагрузка и работа до отказа, динамика восстановления организма после нагрузки.*

INDIVIDUAL BODY REACTION TO A SINGLE EXHAUSTING PHYSICAL ACTIVITY

E.S. Pitkevich, G.B. Shatski, V.G. Shpak, S.A. Prokhozhi
Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

The article presents the materials obtained in the study of the individual body reaction of non-sports students to a single physical activity. The forms of the activity are squats to failure with the inability to continue physical work due to fatigue that cannot be overcome.

The purpose of the study is to carry out admission to perform exhausting physical work to failure, to study the individual reaction to the load, the dynamics and speed of recovery of the body after the load. The results are based on objective and documented data on the functional state of the subject's body.

Material and methods. *The study presents reaction data to exhausting physical activity of 13 second-year students of VSMU who do not do any sports. Integral indicators of the functional state of the organism were recorded in accordance with the program of Omega complex. After the initial state assessment and performance of the work, repeated 10 examinations followed. Dynamic*

observation mode was used for a comparative analysis of the indicators. Obtained data were exported to Excel and processed. The results are represented by median and average statistical error.

Findings and their discussion. The 12 students' body functional state before the load is over 60%, which is interpreted as a normal level and good functionality. When assessing the initial body functional state before the load, a female student was identified with 23,1% health-index, which is "a low level of fitness, functional reserves are low, adaptation is in the stage of exhaustion". Almost all students are in a similar state in the first 12 minutes after physical activity. The intensity of recovery is very individual and after 32 minutes for most students reaches 41–60%, which is interpreted as "the functional state of the organism is below normal. Overvoltage status. Insufficiency of adaptive mechanisms and inability to provide optimal response to environmental factors". 5 students reach 60% and higher level. The initial pre-load level of functional state in 32 minutes of the post-loading period was achieved only by some students.

Conclusion. A quantitative and prognostic approach to assessing the current state of the organism makes it possible at the current time to determine the degree of organism adaptation to the conditions imposed.

Key words: heart rate variability, body functional state, physical activity and work to failure, dynamics of recovery after exercise.

Спортивный результат команды зависит от совокупных возможностей отдельных представителей коллектива. Поэтому в спорте вопросы функционального состояния организма спортсмена, определения его спортивной готовности, возможности достижения прогнозируемого спортивного результата, динамика и скорость восстановления физического состояния организма после нагрузки являются приоритетными. С 1960-х годов [1; 2] были разработаны методы оценки физиологического потенциала организма, основанные на распознавании и измерении временных отрезков между RR-интервалами электрокардиограммы с построением динамических рядов кардиоинтервалов, получивших название «вариабельность сердечного ритма (ВСР)», который нашел широкое применение во многих областях клинической, экстремальной, космической медицины, в том числе и спортивной [3]. Показатели вариабельности сердечного ритма позволяют оценить и прогнозировать физические возможности спортсменов, решать вопросы отбора для занятий спортом, более рационально строить режим тренировок и осуществлять контроль за функциональным состоянием спортсменов. Программно-аппаратный комплекс «Омега-М», разработанный и производимый фирмой «Динамика», в котором реализована программа ВСР, достаточно активно использующийся в настоящее время в спортивной медицине, предназначен для контроля показателей функционального состояния организма: уровня готовности, анаболизма, катаболизма, энергетического обеспечения, тонуса вегетативной нервной системы, вегетативной реактивности.

Цель исследования – на базе объективных и документированных данных о функциональном состоянии организма испытуемого осуществить допуск к выполнению истощающей физической работы до отказа, изучить индивидуальную реакцию на нагрузку, динамику и скорость восстановления организма после нагрузки.

Материал и методы. Выполнено 143 обследования не занимающихся спортом 13 студентов второго курса ВГМУ – с физической нагрузкой исключительно на занятиях физкультуры. Характеристика группы: 11 девушек, 2 юноши; возраст $19,8 \pm 1,1$ года; рост $162,8 \pm 10,8$ см; вес $58,7 \pm 8,7$ кг; продолжительность периода физической работы в виде глубоких приседаний $86,8 \pm 18,8$ с; количество приседаний $55,2 \pm 10,4$; частота сердечных сокращений до нагрузки $78,2 \pm 6,2$ в минуту, в момент прекращения нагрузки $95,7 \pm 22,1$; мощность выполненной работы $180,5 \pm 57,7$ Вт. Обследование проводили в период с 14 до 17 часов в условиях, исключающих отвлечение внимания испытуемых. ЭКГ записывались в положении сидя в условиях покоя во втором стандартном отведении. Регистрировались интегральные показатели функционального состояния организма в соответствии с программой комплекса «Омега» [4], позволяющего в течение 5 мин получить информацию по 52 показателям состояния организма спортсмена со стандартизированным компьютерным заключением и интерпретацией (табл. 1).

Общая продолжительность обследования после нагрузки составила 1922 с (32 мин). Электроды после наложения не снимались с рук в течение всего времени обследования. После выполнения работы в виде приседаний до отказа в исходном состоянии организма проходили повторные 10 обследований. Для сравнительного анализа показателей применялся режим динамического наблюдения с экспортом полученных данных в табличный процессор Excel, где и осуществлялась статистическая обработка данных. Результаты выражены медианой и средней статистической ошибкой.

Результаты и их обсуждение. Изменения показателей функционального состояния организма по данным интегрального показателя представлены в табл. 2.

Заключение и интерпретация данных об уровне тренированности спортсмена по результатам обследования по программе аппаратно-компьютерного комплекса «Омега-М»

Значение уровня тренированности	Компьютерное заключение	Интерпретация
81–100%	Высокий уровень тренированности. Функциональные резервы организма высокие	Состояние минимального или оптимального напряжения систем регуляции, характерное для удовлетворительной адаптации организма к условиям среды
61–80%	Тренированность организма в норме. Функциональные резервы организма в норме	Состояние функционального напряжения, проявляющееся мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышение активности симпатoadреналовой системы, системы гипофиз–надпочечники
41–60%	Тренированность организма снижена. Функциональные резервы организма ниже нормы	Состояние перенапряжения, для которого характерны недостаточность адаптационных защитно-приспособительных механизмов и их неспособность обеспечить оптимальную адекватную реакцию организма на воздействие факторов внешней среды
21–40%	Низкий уровень тренированности. Функциональные резервы низкие	Состояние срыва механизмов адаптации в стадии истощения регуляторных механизмов с преобладанием неспецифических изменений
До 20%	Тренированность организма минимальна. Функциональные резервы истощены	Преморбидное состояние с преобладанием специфических изменений

Таблица 2

Индивидуальная динамика снижения и восстановления по данным интегрального показателя функционального состояния организма после физической нагрузки

ФИО	Исходное состояние в % (до 100%)	Динамика восстановления интегрального показателя после нагрузки, с									
		175	342	537	729	922	1117	1315	1515	1715	1922
Р.Д.Н.	66,40 +	30,58 –	33,8 –	27,91 –	31,25 –	45,68 ±	54,29 ±	48,29 ±	45,57 ±	51,45 ±	59,57 +
Ш.М.В.	23,10 –	6,15 –	5,25 –	1,49 –	3,66 –	6,13 –	16,43 –	18,38 –	20,40 –	39,19 –	39,74 –
Ш.А.Н.	60,49 +	46,04 ±	49,07 ±	64,49 ±	44,40 ±	57,58 ±	70,16 +	59,95 +	54,09 ±	51,59 ±	63,37 +
С.А.В.	69,41 +	28,66 –	30,53 –	36,02 –	23,41 –	22,15 –	46,60 ±	36,73 –	45,90 ±	40,89 ±	46,81 ±
Я.И.С.	87,60 +	4,33 –	10,95 –	9,42 –	10,84 –	52,58 ±	45,43 ±	77,02 +	63,35 +	63,25 +	66,22 +
Я.Т.М.	80,38 +	30,84 –	26,92 –	45,91 ±	44,34 ±	63,46 +	66,06 +	79,86 +	84,46 +	72,18 +	78,31 +
С.К.А.	77,58 +	11,82 –	20,35 –	18,78 –	30,38 –	36,39 –	50,95 ±	56,65 ±	54,29 ±	57,64 ±	53,04 ±
В.В.Н.	66,69 +	23,62 –	7,96 –	44,50 ±	38,69 ±	49,47 ±	47,67 ±	73,42 +	64,97 +	44,71 ±	59,40 ±
П.Н.А.	65,47 +	54,07 ±	31,49 –	33,77 –	20,44 –	40,58 ±	68,71 +	43,73 ±	63,92 +	53,46 +	39,92 –
Л.М.А.	58,39 +	28,25 –	21,88 –	27,96 –	32,85 –	41,91 ±	57,96 ±	40,18 ±	38,89 –	47,87 ±	50,16 ±
М.Д.О.	65,61 +	26,70 –	6,53 –	47,75 ±	47,58 ±	34,84 ±	58,29 ±	60,06 +	47,62 ±	53,93 ±	54,40 ±
Ш.А.В.	77,14 +	75,32 +	30,16 –	39,75 ±	44,94 ±	66,22 +	59,84 ±	58,70 ±	62,13 +	69,41 +	81,31 +
Н.А.С.	87,86 +	25,61 –	20,07 –	21,47 –	19,73 –	43,82 ±	41,74 ±	48,03 ±	72,22 +	56,09 ±	69,74 +
Медиана	68,16 +	30,15 –	22,69 –	32,25 –	30,19 –	43,14 ±	52,63 ±	53,92 ±	55,22 ±	53,97 ±	58,61 +
Станд. отклонение	16,56	19,42	12,80	17,06	13,94	16,39	14,16	17,34	16,20	10,00	13,15
Сдвиг абс.		-38,01	-45,47	-35,92	-37,97	-25,02	-15,54	-14,24	-12,95	-14,19	-9,55
Сдвиг, %		-55,8	-66,7	-52,7	-55,7	-36,7	-22,8	-20,9	-19,0	-20,8	-14,0

В зависимости от значения интегрального показателя функционального состояния организма в табл. 2 вместе с числовыми показателями использованы следующие обозначения:

+ : отличное и хорошее функциональное состояние; ± : удовлетворительное функциональное состояние; – : низкое функциональное состояние.

Анализ состояния организма испытуемых до нагрузки в соответствии с программой аппаратного компьютерного комплекса «Омега» оценивается в 68,16%. Основную группу с интегральным показателем 60–80% программа комплекса «Омега» характеризует как имеющие хорошие уровни функционального резерва и тренированности. У 3-х испытуемых функциональное состояние превышает 80%, что соответствует заключению: «отличное с высоким уровнем тренированности и высокими функциональными резервами организма». Особое внимание следует обратить на состояние испытуемой (Ш.М.В.), исходное состояние организма которой 23,1% в соответствии с программой комплекса «Омега» характеризуется как «низкий уровень тренированности, функциональные резервы низкие, состояние срыва адаптации в стадии истощения с преобладанием неспецифических изменений». Следует отметить, что данная испытуемая в течение рабочего дня наравне с остальными студентами выполняла учебную нагрузку, внешне не демонстрировала более низкие функциональные возможности организма, активно наравне со всеми выполняла программу испытания, но в дальнейшем должна быть отстранена от интенсивных нагрузок и находится под медицинским наблюдением врачей спортивной медицины. Снижение интегрального показателя физического состояния организма за период работы при окончании первого цикла измерений через 175 с составило 55,8% от исходного. К окончанию второго цикла обследования (342 с) после нагрузки произошло дальнейшее снижение состояния организма на 7,46%. Состояние первой астенической фазы организма, вызванной истощающей физической нагрузкой, продолжалось 729 с (примерно 12 мин). Восстановление начинается не в момент прекращения работы, в пределах 4 циклов регистрации сохраняется уровень астенического состояния организма. Вторая фаза – быстрого восстановления начинается спустя 922 с после прекращения истощающей нагрузки, третья фаза – медленного восстановления начинается спустя 1118 с. В периоде астении после нагрузки в первые 175 с и только у двоих испытуемых П.Н.А. и Ш.А.В. зарегистрирован удовлетворительный и хороший уровни состояния организма. Одна испытуемая в течение 25 минут оставалась в состоянии, не позволяющем выполнить физическую работу повторно.

Динамика процесса восстановления имеет абсолютно индивидуальный характер. Обследование завершено после 10 последовательно выполненных регистраций состояния организма. В среднем через 1922 с (32 мин) после нагрузки восстановление организма до уровня «хорошее» зарегистрировано у двоих, все остальные остаются на уровне 50–60%. Состояние организма в диапазоне 40–60% 8 испытуемых программой комплекса «Омега» обозначается как «функциональное состояние организма ниже нормы. Состояние перенапряжения, недостаточность адаптационно-приспособительных механизмов и неспособность обеспечить оптимальную, адекватную реакцию организма на воздействие факторов внешней среды». Индивидуального уровня функционального состояния организма за 32 мин после нагрузки достигла только одна испытуемая – Ш.А.В.

Заключение. Использование ПАК «Омега» позволило объективно оценить степень индивидуальной реакции при выполнении нагрузки, которая регламентируется самооценкой невозможности продолжить работу в заданном темпе. Динамика восстановления исходной работоспособности не имеет линейной характеристики и занимает более продолжительное время, чем следует субъективное представление о возможности продолжить физическую работу в прежнем темпе и мощности. Практическое значение применения результатов исследования – определение допуска спортсмена к последующим повторным попыткам в текущем соревновательном периоде. Возможно прогнозирование ожидаемого спортивного результата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парин, В.В. Космическая кардиология / В.В. Парин, Р.М. Баевский, Ю.Н. Волков, О.Г. Газенко. – Л.: Медицина, 1967. – 206 с.
2. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 250 с.
3. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – СПб., 2014. – 164 с.
4. Научно-производственная фирма «ДИНАМИКА». Система комплексного компьютерного исследования функционального состояния организма человека «Омега-М». Документация пользователя. – СПб., 2006.

REFERENCES

1. Parin V.V., Bayevski R.M., Volkov Yu.N., Gazenko O.G. *Kosmicheskaya kardiologiya* [Space Cardiology], Leningrad: Meditsina, 1967, 206 p.
2. Bayevski R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical Analysis of Changes in Heart Rate under Stress], Moskva: Nauka, 1984, 250 p.
3. Gavrilova E.A. *Ritmokardiografiya v sporte: monografiya* [Rhythmocardiography in Sports: Monograph], SPb., 2014, 164 p.
4. Nauchno-proizvodstvennaya firma "DINAMIKA". *Sistema kompleksnogo kompyuternogo issledovaniya funktsionalnogo sostoyaniya organizma cheloveka "Omega-M"* [The system of complex computer research of the functional state of human body "Omega-M"], User documentation, St. Petersburg, 2006.

Поступила в редакцию 13.02.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: ProkhozhiySA@vsu.by – Прохожий С.А.