Дата публикации: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_15
УДК 612.176.4

Publication date: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_15
UDC 612.176.4

ДИНАМИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА ЮНОШЕЙ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Р.Р. Хайруллин[1], Д.Е. Елистратов[2], О.С. Индейкина[3], Д.Р. Хайруллин[4]
[1]Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Казань, Россия
[2]Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия
[3]Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, г. Чебоксары, Россия
[4]Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Аннотация. В нашей работе мы рассматривали хронотропную и инотропную реакцию сердца юношей на возрастающую физическую нагрузку в зависимости от двигательной активности. Исходя от их физической активности испытуемых распределили на группы. В первую группу вошли студенты, которые занимаются физическими упражнениями на занятиях по элективным курсам по физической культуре, у которых низкий уровень двигательной активности. Студенты, обучающиеся по программе «Физическая культура», составили вторую группу со средней двигательной активностью. В третью группу, с высокой двигательной активностью, вошли студенты-спортсмены на постоянной основе занимающиеся легкой атлетикой и имеющие спортивные разряды. В качестве выполнения физических нагрузок нами применялся велоэргометр. Результаты нашей работы показали различный вклад хронотропной и инотропной реакции на деятельность сердца испытуемых, на это влияла двигательная активность студентов. В первой и во второй группах показатели минутного объема кровообращения увеличивались за счет частоты сердечных сокращений, а в третьей группе за счет роста ударного объема крови. Полученные данные в результате нашего исследования расширяют представления о реакции сердца на физическую нагрузку в зависимости от уровня двигательной активности.
Ключевые слова: хронотропная и инотропная реакция, уровень двигательной активности, физическая нагрузка.

DYNAMICS THE HEART ACTIVITY OF YOUNG MEN UNDER PHYSICAL LOADS, DEPENDING ON THE LEVEL OF MOTOR ACTIVITY

R.R. Khajrullin[1], D.E. Elistratov[2], O.S. Indejkina[3], D.R. Khajrullin[4]
[1]Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia
[2]Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
[3]Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, Russia
[4]Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Annotation. In our work, we examined the chronotropic and inotropic response of the heart of young men to increasing physical loads, depending on their physical activity. We divided subjects into groups, considering their physical activity. The first group included students, engaged in physical culture elective courses, with a low level of physical activity. Students with an average level of physical activity, enrolled in the “Physical Education” program, made up the second group. The third group involved student-athletes with a high level of physical activity, who are constantly involved in athletics and have sports categories. As a physical loads test, we used a bicycle ergometer. The results of our study demonstrated a different contribution of the chronotropic and inotropic response to the heart activity of the subjects. It was influenced by the motor activity of the students. In the first and second groups, the cardiac output parameters increased due to the heart rate, in the third group – due to the stroke volume increase. The data obtained has broadened our concept of the heart response to physical loads, depending on a physical activity level.
Keywords: chronotropic and inotropic response, level of physical activity, physical loads.

Введение. Одним из свойств живых организмов следует считать двигательную активность. В эволюции развития всего живого мира двигательная активность сыграла важную роль, являясь важнейшим двигателем развития. Она сыграла важную роль в эволюции развития животного мира и продолжает оставаться двигателем развития. В настоящее время человечество столкнулось с проблемой снижения двигательной активности населения в связи с широким внедрением в жизнь человека машин и оборудования, освобождая от физического труда. Однако, одновременно с этим наблюдается высокий рост сердечно-сосудистых заболеваний. Многие ученые справедливо указывают на тесную связь повышенного риска сердечно-сосудистых заболеваний именно с низким уровнем двигательной активности – с гипокинезией [1-2]. Мы можем предположить, что одной из причин роста числа заболеваний является снижение двигательной активности населения. Это связано с тем, что формирование человека и рационализация его систем в процессе эволюции проходило в тесной связи с активной мышечной деятельностью.

В связи с этим существенно возрастает роль и значение регулярных занятий физическими упражнениями и спортом. Между тем, доля физической культуры и спорта в балансе свободного времени у работающего населения остается недостаточной. Исходя из этого, многие люди ведут малоподвижный образ жизни, находясь в сфере негативного влияния гипокинезии. Все же сохраняются профессии, связанные со значительными физическими нагрузками и высоким уровнем двигательной активности. К таким профессиям мы можем отнести строителей, работников агропромышленного комплекса и др.

Правительство нашей страны создает программы развития физической культуры и спорта, основной задачей которых является формирование условий для благосостояния населения России, привлечение граждан, прежде всего – детей и молодежи к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом. В связи с этим создаются определенные условия: свободный доступ к занятиям физической культурой и спортом, строительство спортивных объектов, в парках и скверах устанавливаются спортивные снаряды. Ведется пропаганда здорового образа жизни, и развивается массовый спорт.

Диапазон двигательной активности может быть довольно широким – от малых, щадящих, до весьма значительных, чрезмерных физических нагрузок. По этой причине степень вызываемых изменений в деятельности сердца и в работоспособности организма в целом может иметь заметные различия [3].

Количество движений у разных людей даже при сходных условиях труда, быта и занятий физическими упражнениями и спортом бывают различными. Следовательно, не только уменьшение, но и повышение двигательной активности может быть относительно умеренным, значительным и чрезмерным. Следовательно, разделение двигательных режимов или уровней двигательной активности едва ли может быть очень основательным. Мы считаем, что в экспериментальных исследованиях имеет место быть дифференцирование уровня двигательной активности, а именно – разделение на низкую, среднюю и высокую.

Все эти уровни двигательной активности мы относим к режиму умеренных физических нагрузок. Уровень двигательной активности при умеренных физических нагрузках мы считаем оптимальным для занятий спортом в целях оздоровления и повышения функциональности организма. По нашему мнению, спорт высших достижений относится к выраженной форме чрезмерных физических нагрузок. Значительное, чрезмерное повышение объема и интенсивности тренировочных нагрузок ведет к перенапряжению сердца.

В спортивной медицине и физиологии спорта прочно закрепилось понятие «спортивное сердце» [4].

Занятия по физической культуре в учебных заведениях подразумевает выполнение занимающимися умеренных по объему физических нагрузок. По мнению ученых, данного объема недостаточно для полной компенсации у обучающихся естественной потребности в двигательной активности [5]. Полная компенсация возможна при условии выполнения 10-11 часовых занятий физическими упражнениями в неделю. Данный уровень двигательной активности выполняют спортсмены массовых разрядов. Физические нагрузки спортсменов во многих случаях, по-видимому, не выходят за пределы оптимальных и способствуют значительному расширению функциональных резервов организма. Таким образом, по нашему мнению, оптимальный режим физических нагрузок предполагает выполнение умеренных физических нагрузок. Влияние двигательной деятельности на сердце человека интересует многих современных ученых [6]. Поэтому изучение сердечно-сосудистой системы является основой для развития и изучения физиологии спорта [7].

Здоровье человека, его физическая работоспособность, функциональное состояние, а также резервные возможности организма напрямую зависят от деятельности сердечно-сосудистой системы. В связи с этим, особый интерес для нас вызвало изучение реакции сердца на физическую нагрузку с учетом уровня физической активности испытуемых.

Исходя из этого, выявление реакции сердца юношей на физическую нагрузку повышающейся мощности в зависимости от уровня двигательной активности является целью нашего исследования.

В соответствии с целью исследования нами были поставлены следующие задачи:

1. разделить юношей на группы в зависимости от уровня двигательной активности;

2. определить показатели насосной функции сердца у юношей с различным уровнем двигательной активностью, в состоянии покоя и при физической нагрузки повышающейся мощности;

3. в группах испытуемых изучить хронотропную и инотропную реакцию сердца на нагрузки.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие юноши 18-21 года. Отталкиваясь от стандартов по исследовательской этике и Хельсинкской декларации 1964 года, все процедуры соответствовали этическим нормам. Каждый участник, проходивший исследование, дал добровольное согласие. Всего было обследовано 100 человек. Юноши были разделены на группы в зависимости от их физической активности. Первая группа испытуемых (юноши с низкой двигательной активностью (n=43)) – это студенты, которые занимаются физическими упражнениями по программе физического воспитания ВУЗа и не более того. Вторую группу испытуемых составили юноши со средней двигательной активностью (n=27) – это студенты факультета физического воспитания. В третью группу испытуемых вошли юноши-спортсмены массовых разрядов, с высокой двигательной активностью, занимающиеся легкой атлетикой (n=30).

В наших исследованиях для определения показателей деятельности сердца мы использовали тетраполярную грудную реограмму. Запись дифференциальной реограммы осуществлялась автоматически при помощи аналого-цифрового преобразователя АД-128. В качестве выполнения физических нагрузок мы применяли велоэргометр ЭРГ-3 («Медфизприбор», Казань). Запись дифференцированной реограммы велась в состоянии покоя сидя на велоэргометре, а также за 30 секунд до завершения каждой ступени физической нагрузки. Физическая нагрузка дозировалась из расчета 0,5 Вт/кг, 1,0 Вт/кг, 1,5 Вт/кг, юноши выполняли физическую нагрузку постепенно увеличивающейся мощности.

Интенсивность выполняемой физической нагрузки повышающейся мощности составляла 60 об/мин, а продолжительность выполняемой ступени равнялась 3 минуты.

Для обработки полученных экспериментальных данных мы применили офисную программу Microsoft Office Excel 2007. Для определения достоверности различий между числовыми значениями нами использовалась методика t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. Частота сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем крови (УОК), минутный объем крови (МОК) – это все величины показателей деятельности сердца, которые являются индикаторами функционального состояния организма. Частота сокращений сердца является одной из главных показательных характеристик функционирования сердца и всего аппарата кровообращения в целом. Она является наиболее доступным, быстрым и эффективным способом для определения общего состояния организма и функционирования сердца. Показатели данной величины нашли широкие практические применения в медицине, физиологии, в практике физического воспитания и врачебного контроля над спортсменами.

Особенности функционирования сердца, обусловленные регулярными физическими нагрузками, которые ученые стали изучать в конце 19-го столетия. Интерес вызвал такой факт, что у лиц, занимающихся физическими упражнениями и спортом, то есть у тренированных спортсменов выявляли урежение сокращений сердца за одну минуту в условиях абсолютного покоя. Данное явление называется брадикардия тренированности. Было выявлено, что у спортсменов высокой квалификации особенно в видах спорта связанные с выносливостью наблюдалось значительное урежение сердцебиения и могла составить 40-45 ударов в минуту. Если основываться литературным данным брадикардия тренированности присуща тренированному организма и при выполнении физической нагрузки, в том числе и той, которая вызывает максимально возможную ЧСС. Другими словами, максимальное значение ЧСС при интенсивных физических нагрузках у тренированных людей ниже, чем у нетренированных. В таблице 1 мы представили полученные величины ЧСС.

Таблица 1

Показатели ЧСС (уд/мин) в группах испытуемых (I – низкая, II – средняя, III – высокая двигательная активность)

Условия сбора показателей	Группы испытуемых		
	I n=43	II n=27	III n=30
Состояние покоя	75,67±1,76	71,43±1,89	65,23±1,81+^
0,5 Вт	95,14±1,70	90,26±2,55	84,08±2,27+
1,0 Вт	116,11±1,70	109,84±2,31*	99,59±1,71+^
1,5 Вт	126,60±1,74	124,84±2,77	114,40±1,87+^

Примечание. * – достоверность значения $p<0,05$ между величинами I и II групп испытуемых; + – достоверность значения $p<0,05$ между величинами I и III групп испытуемых; ^ – достоверность значения $p<0,05$ между величинами II и III групп испытуемых

По данным, представленным в таблице, видно, что величина ЧСС в состоянии покоя у юношей-спортсменов на достоверную величину оказались ниже, чем в группах испытуемых с низким и средним уровнем двигательной активности. Полученные результаты ЧСС при физической нагрузке подтверждают данные, представленные из литературных источников. Действительно, в группе юношей-спортсменов с высоким уровнем двигательной активности на всех ступенях выполняемой физической нагрузки показатели ЧСС на достоверную величину оказались меньше, чем в других

группах испытуемых. Это свидетельствует об экономной работе сердца.

Одними из важнейших показателей сократительной функции сердца (СФС) являются величины ударного объема крови и минутного объема крови. Очевидно, что данные показатели деятельности сердца следует рассматривать как дополнительную информацию об адаптации сердца к физическим нагрузкам. Однако, данные о величинах УОК и МОК при различных уровнях двигательной активности представляют значительный научный интерес, поскольку имеющиеся в литературе сведения по данному вопросу достаточно противоречивы. Поэтому данная проблема вызвала у нас особый интерес и явилась следствием к ее изучению.

Полученные нами величины УОК в группах испытуемых юношей в состоянии покоя и при физической нагрузке повышающейся мощности представлены в таблице 2.

Рассматривая числовые значения в таблице 2, показатели УОК в группе юношей с высокой двигательной активностью на достоверную величину большие по сравнению с другими группами. В группах юношей с низкой и средней двигательной активностью при нагрузке 1,0 Вт/кг наблюдается порог адекватной гемодинамической реакции [8]. Это обусловлено тем, что показатели УОК перестают возрастать, и в этих группах деятельность сердца носит хронотропный характер. Как результат, увеличение МОК происходило за счет ЧСС. У юношей с высокой двигательной активностью увеличение УОК происходило на всех ступенях выполнения физической нагрузки. Это говорит о том, что деятельность сердца носит инотропный характер.

В таблице 3 мы представили показатели МОК в группах юношей с различным уровнем двигательной активности.

Таблица 2

Показатели УОК (мл) в группах испытуемых (I – низкая, II – средняя, III – высокая двигательная активность)

Условия сбора показателей	Группы испытуемых		
	I n=43	II n=27	III n=30
Состояние покоя	66,19±1,63	71,86±1,79*	82,80±2,52+^
0,5 Вт	**90,53±2,68**	**95,15±3,85**	107,15±3,96+^
1,0 Вт	87,48±2,81	94,75±4,08	117,56±3,35+^
1,5 Вт	81,72±2,52	91,79±3,95*	**129,38±4,06+^**

Примечание. * – достоверность значения $p<0,05$ между величинами I и II групп испытуемых; + – достоверность значения $p<0,05$ между величинами I и III групп испытуемых; ^ – достоверность значения $p<0,05$ между величинами II и III групп испытуемых; _____ – порог адекватной гемодинамической реакции

Таблица 3

Показатели МОК (л) в группах испытуемых (I – низкая, II – средняя, III – высокая двигательная активность)

Условия сбора показателей	Группы испытуемых		
	I n=43	II n=27	III n=30
Состояние покоя	5,01±0,14	5,14±0,15	5,40±0,21
0,5 Вт	8,67±0,24	8,58±0,39	9,18±0,54
1,0 Вт	9,90±0,43	10,43±0,49	11,79±0,45+
1,5 Вт	10,3±0,32	11,51±0,59	14,89±0,49+^

Примечание. + – достоверность значения $p<0,05$ между величинами I и III групп испытуемых; ^ – достоверность значения $p<0,05$ между величинами II и III групп испытуемых

Полученные нами данные МОК в группах юношей с различным уровнем двигательной активности показали, что в состоянии покоя числовые значения были примерно одинаковые. А вот при физической нагрузке повышающейся мощности в 0,5 Вт/кг, 1,0 Вт/кг и 1,5 Вт/кг у юношей-спортсменов с высокой двигательной активностью наблюдались наибольшие показатели МОК.

По проведенным нами исследованиям мы можем сказать, что в группах испытуемых при нагрузке повышающейся мощности увеличение МОК происходило за счет как ЧСС, так и УОК. В группе юношей с высокой двигательной активностью рост показателя МОК осуществлялся за счет УОК, что свидетельствует о высоком функциональном состоянии сердца.

Заключение. По результатам нашей работы, на сердечную деятельность юношей при повышающейся нагрузке оказывает различный вклад хронотропной и инотропной реакции сердца (рис.). Увеличение МОК в группах юношей с низкой и средней двигательной активностью достигалось за счет повышения ЧСС, а за счет высоких показателей УОК – в группе юношей с высокой двигательной активностью. Это свидетельствует о наиболее эффективном механизме срочной адаптации сердца к физической нагрузке. Исходя из этого, можно сделать вывод, что уровень двигательной активности в адаптации сердца к физической нагрузке имеет свои особенности. У юношей с высоким уровнем двигательной активности мы наблюдали высокое функциональное состояние сердца.

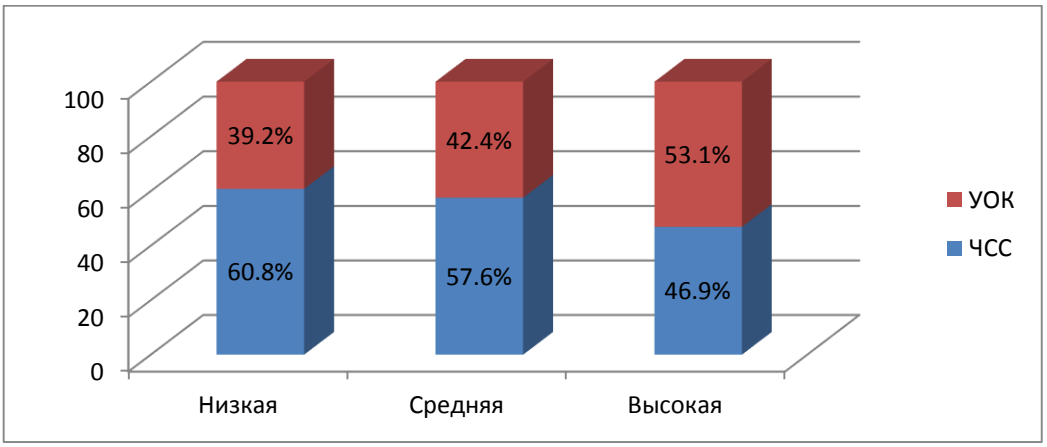


Рис. Процентное соотношение вклада ЧСС и УОК в величину МОК

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ванюшин, Ю. С. Кардиореспираторная система как индикатор функционального состояния организма спортсменов / Ю. С. Ванюшин, Р. Р. Хайруллин // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 7. – С. 11-14
2. Чинкин, А. С. Двигательная активность и сердце / А. С. Чинкин. – К: КГУ – пресс. – 192 с.
3. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к двигательной деятельности / Ванюшин Ю. С., Хайруллин Р. Р., Елистратов Д. Е. [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 2. – С. 30-32.
4. Абзалов, Р.А. Насосная функция сердца развивающегося организма и двигательный режим / Р.А. Абзалов. – Казань, 2005. – 277 с.
5. Абзалов, Н. И. Подвижность насосной функции сердца при различных двигательных режимах / Н. И. Абзалов, Р. А. Абзалов, Р. Р. Абзалов // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 3. – С. 17-19.
6. Semchenko, A. A. Assessment of the functional capacity of the heart in hurdlers within the system of training-competitive conditioning / A. A. Semchenko, A. V. Nenasheva // Minerva Ortopedica e Traumatologica. – 2018. – Vol. 69(3). – pp. 7-10.
7. Ванюшин, Ю. С. Насосная функция сердца юношей с различной двигательной активностью при нагрузке повышающейся мощности / Ю. С. Ванюшин, Д. Е. Елистратов // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 10. – С. 29-31.

8. Углов, Ф. Г. Оценка гемодинамической реакции при возрастающей физической нагрузке / Ф. Г. Углов, В. И. Гавриленков, В. В. Гриценко // Медицинский реф. Журнал. – 1982. – № 1. – С. 244.

REFERENCES

1. Vanyushin, Yu.S., Khajrullin R.R. Cardiorespiratory system as an indicator of the functional state of the body of athletes. Theory and Practice of Physical Culture, 2015, no. 7, pp. 11-14. (in Russ.)
2. Chinkin, A.S. Motor activity and heart. Kazan: KGU – press. 192 p.
3. Vanyushin Yu.S. Khajrullin R.R., Elistratov D.E., Fedorov N.A., Ishmukhametova N.F. Adaptation of the cardiorespiratory system of athletes to motor activity. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 2, pp. 30-32. (in Russ.)
4. Abzalov R.A. Pumping function of the heart of a developing organism and motor mode. Kazan, 2005. 277 p. (in Russ.)
5. Abzalov N.I., Abzalov R.A., Abzalov R.R. Mobility of the pumping function of the heart in various motor modes. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2014, no. 3, pp. 17-19. (in Russ.)
6. Semchenko, A.A. Nenasheva A.V. Assessment of the functional capacity of the heart in hurdlers within the system of training-competitive conditioning. *Minerva Ortopedica e Traumatologica*, 2018, vol. 69(3), pp. 7-10. (in Russ.)
7. Vanyushin, Yu.S. Elistratov D.E. Pumping function of the heart of young men with different motor activity under increasing power loads. *Theory and practice of Physical Culture*, 2013, no. 10, pp. 29-31. (in Russ.)
8. Uglov, F.G. Gavrilenkov V.I., Gritsenko V.V. Evaluation of the hemodynamic response with increasing physical activity. *Medical Ref. Journal*, 1982, no. 1, pp. 244. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ранис Рафакатович Хайруллин – кандидат биологических наук, доцент кафедры теории и методики волейбола и баскетбола, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, e-mail: hai_ranis81@mail.ru.
Дмитрий Евгеньевич Елистратов – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Физическое воспитание», Казанский государственный аграрный университет, Казань, e-mail: Dima-e-87@mail.ru**.**
Ольга Сергеевна Индейкина – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и основ медицинских знаний ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева» Чебоксары, e-mail: indeykinaolga@mail.ru.
Данис Рафакатович Хайруллин – преподаватель общеуниверситетской кафедры физического воспитания и спорта, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, e-mail: hai_danis@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ranis Rafakatovich Khairullin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Volleyball and Basketball, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: hai_ranis81@mail.ru**.**
Dmitrij Evgen'evich Elistratov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Kazan State Agrarian University, Kazan, e-mail: Dima-e-87@mail.ru**.**
Ol'ga Sergeevna Indejkina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Fundamentals of Medical Knowledge, Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, e-mail: indeykinaolga@mail.ru**.**
Danis Rafakatovich Khajrullin – Lecturer, Department of Physical Education and Sports, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, e-mail: hai_danis@mail.ru**.**

Для цитирования: Динамика деятельности сердца юношей при физической нагрузке в зависимости от уровня двигательной активности / Р.Р. Хайруллин, Д.Е. Елистратов, О.С. Индейкина, Д.Р. Хайруллин // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_15
For citation: Khajrullin R.R., Elistratov D.E., Indejkina O.S., Khajrullin D.R. Dynamics of the heart activity of young men under physical loads, depending on the level of motor activity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_15