

**Хабарова Ольга Юрьевна**

канд. мед. наук, старший преподаватель  
ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»  
г. Санкт-Петербург

**Винокур Татьяна Юрьевна**

канд. мед. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет им. И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Чувашская Республика

**Кожанов Виктор Иванович**

канд. пед. наук, доцент  
Чебоксарский филиал ФГБОУ ВО «Российская академия  
народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации»  
г. Чебоксары, Чувашская Республика

## **ВЕРИФИКАЦИОННЫЙ КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ГЕМОДИНАМИКИ В ПОПУЛЯЦИИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ**

***Аннотация:** кардиологическим маркером активности гемодинамики студентов, занимающихся оздоровительной физической нагрузкой (ОФН), является динамика морфофункциональных сдвигов на функциональную нагрузочную пробу, характеризующая состояние отдельных различных систем организма в студенческой популяции.*

*Функциональная особенность структурных изменений гемодинамики методом кардиопульмонального нагрузочного тестирования (КПНТ) по оценочной шкале МЕСКИ, с верификацией (от лат «истинный + делать») вариабельности показателей активности в студенческой популяции студентов, занимающихся функциональным «BOSU-тренингом» (от англ. Both sides up), позволяют с высокой точностью стандартизировать «средние» показатели физического развития.*

**Ключевые слова:** функциональная проба, кардиопульмональный нагрузочный тест, нагрузочное тестирование, тренинг, визуальный скрининг, эргометрический показатель.

**Актуальность.** Приоритетной кардиологической задачей Российского здравоохранения в редакции оздоровительной Программы «Здоровье–2020» заключается в создании условий для сохранения и укрепления здоровья и качественного снижения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в популяции учащейся молодежи.

**Цель:** детализировать многофакторность информативных показателей активности функциональных сдвигов базовых показателей центральной гемодинамики (*характер*) при рекреативной интервальной тренировке в популяции студенческой молодежи в образовательном процессе.

*Дизайн исследования.*

Комплексный мониторинг и апробация результатов активности базовых показателей гемодинамики студентов, занимающихся тренингом «*BOSU-тренингом*», проводился на образовательной площадке ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», в течение 2023/2024 учебного года, г. Чебоксар, ЧР.

Для стратификации системы дыхания при физической нагрузке (ФН) в мониторинговых группах применяли неинвазивный визуальный скрининг.

Обследуемые группы в количестве 31 юноша и 37 девушек, средний возраст составил  $19,4 \pm 0,1$  лет.

Кластерный анализ, на основе многомерной оценки функционирования центральной гемодинамики (ЧСС уд/мин, МОК мл/мин, УОК мл.) с различным уровнем физической активностью (ФА) формировался по результату кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ).

Стратификацию показателя насыщения гемоглобина кислородом ( $Sp\ O_2\%$ ) определяли по формуле:

$$Sp\ O_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + Hb} \%;$$

Показатель качества реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) на функциональную пробу рассчитывали по формуле Кушелевского -Зискина:

$$ПКР = \frac{PA2-PA1}{P2-P1};$$

По характеру ответной реакции на функциональную пробу, и степень выраженности гемодинамических показателей центральной гемодинамики (ЧСС уд/мин; АД sis/dias) были сформированы мониторинговые группы:

«*гиотонический*» характер – n-19 (27,9%);

«*нормотонический*» характер – n-24 (36,4%);

«*гипертонический*» характер – n- 25 (33,4%)

Многомерный анализ оценки активности центральной гемодинамики проводили методом кардиопульмональным нагрузочным тестированием (КПНТ), с регистрацией вариабельности изменений сердечно-сосудистой системы и показателя кислородного пульса (ЧСС уд/мин и АД sis/dias, O<sub>2</sub> пульса) по динамике нагрузочного тестирования.

Анализ полученных результатов детализировали методом непараметрического теста (*критерий Фридмана*), с помощью специальной индивидуальных измерений по шкале интервалов.

Нарушения функций дыхательной системы, сатурацию гемодинамики (*Sat O<sub>2</sub> max*), отражающая качественный баланс окислительных процессов, оценивали по динамике маркера «физиологическое утомление» (*symptom-limited maximum exercise test*), формирующая гипоксемию при физической нагрузке (ФН).

Статистическую обработку прогностических средних результатов проводилось с использованием «U тест Манна – Уитни», методом «t- критерий Фишера», с поправкой Холма-Бонферрони (*Bonferroni correction*) с учетом факторного снижения сопряженности.

Таблица 1

*Интегральные показатели эргометрических значений центральной гемодинамики с различным уровнем физической активности студентов*

*ЧГПУ им. И.Я. Яковлева в 2023/2024 уч. году (классификация средних значений  
кластерного анализа артериальной активности (ESH) в 2003 г)*

<i>Функциональный коридор артериальной активности</i>	<i>характер «гипотонический» n -19 (27,9%)</i>	<i>характер «нормотонический» n -24 (35,4%)</i>	<i>характер «гипертонический» n -25 (36, 7%)</i>
<b>Функциональный кардиопульмональный нагрузочный тест (КПНТ)</b>			
<i>Время восстановления ЧСС (уд/мин), сек</i>	176,05±0,06	163,03±0,11	151,11±0,09
<i>Время восстановления AD ( sis/dias /сек)</i>	193,08± 0,81	168,54 ±0,01	198,47±0,04
<i>ПКР усл/ед (в модификации Кушельского/Зискина)</i>	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,4	0,7 ± 0,2
<i>RQ (усл/ед)</i>	0,88 ± 0,1	0,89 ± 0,2	0,87 ± 0,4
<i>La (ммоль/л)</i>	2,7 ± 0,1	2,9 ± 0,1	2,8 ± 0,1
<i>VO<sup>2</sup> peak(л/мин/кг)</i>	3,6 ± 0,1	3,7 ± 0,2	3,5 ± 0,4
<i>*ПАНО (%) от МПК, по методу V- slope</i>	0,88± 0,1	0,84± 0,1	0,86± 0,1
<i>Sat O<sup>2</sup> (%)</i>	95,1 ± 0,3	95,9 ± 0,4	95,2± 0,1

*Примечание. \*ПАНО(%) от МПК, по методу V-slope – эргометрический показатель результатов кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ), отражающий характер ответной реакции центральной гемодинамики студентов.*

*Результаты.*

Полученные результаты активности респираторного/дыхательного коэффициента (*RQ усл/ед*) методом нагрузочного кардиопульмонального тестирования (КПНТ), выражают синусовую ритмичность пульса (*pulsis regularis*), цикличность кардиоритмов в коридоре физиологической нормы, детализируя функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в контрольных группах, см. табл.1

*«гипотонический» характер – n-19 (27,9%) – RQ 0,88 ± 0,1 усл. ед.;*

*«нормотонический» характер – n-24 (36,4%) – RQ 0,89 ± 0,2 усл. ед.;*

*«гипертонический» характер – n- 25 (33,4%) – RQ 0,87 ± 0,4 усл. ед.*

Результаты показателя артериальной активности в мониторинговых группах, компенсируется вариабельностью устойчивого состояния (steady state) респираторного коэффициента ( $RQ$  усл. ед) соответствует стабильному кислородному ( $O_2$ ) запросу и утилизации концентрации избытка молочной кислоты ( $C_3H_6O_3/lactic\ acid$ ) системы крови в пределах «физиологической нормы», см. табл. 1

Скрининг показателя максимального потребления кислорода ( $VO_2\ max/л/кг$ ) по результату нагрузочной функциональной пробы, отражают характер «значительного напряжения» в контрольных группах –  $3,6 \pm 0,1$ ;  $3,7 \pm 0,2$  и  $3,5 \pm 0,4$ .

Артериальная активность гемодинамики ( $AD\ sis/dias$  и ЧСС уд/мин) имеют тесную кардиологическую взаимосвязь с показателем анаэробного порога (ПАНО V-slope), формирующая «толерантность» сердечно-сосудистой системы (ССС) к физической нагрузке (ФН), и находятся в контрольных группах «ниже» физиологической нормы- $0,88 \pm 0,1$ ;  $0,88 \pm 0,1$  и  $0,88 \pm 0,1$ .

Мозаика полученных результатов границ резистентности регулятивной эргометрической «дисфункции», на основе функциональной нагрузочной пробы, позволяет диагностировать уровень «отклонений/нарушений» ритмичности сердечных сокращений (от лат. vegetation/ возбуждение), отражающая феномен «гиперкапния», отвечающая за легочную вентиляцию системы дыхания при физической нагрузке (ФН).

Состояние «гиперкапнии» является результатом избытка концентрации продукта углекислого газа ( $CO_2$ ) в артериальной системы крови, формируя качественное снижение функции альвеолярной вентиляции легких, понижая показатель обмена веществ системы крови при физической нагрузке (ФН), что формирует «утомление» и снижает работоспособность организма.

В настоящее время нет единых кардиологических оценочных маркеров показателей центральной гемодинамики, методом функциональной нагрузочной пробы, определяющая механизм формирования дисфункции (от. лат. «dys» – затрудненный) ) альвеолярной вентиляции легких.

Прогностическая ценность полученные результаты являются дальнейшая разработка индивидуальных оздоровительных программ мониторинга за состоянием здоровьем учащейся молодежи, занимающихся оздоровительной физической нагрузкой (ОФН).

### ***Список литературы***

1. Спортивная медицина. Национальное руководство/ под ред. акад. РАН и РАМН С.П. Миронова, проф. Б.А. Поляева, проф. Г.А. Макарова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.
2. Российский кардиологический журнал. – 2017. – №4 (144). – С. 44–48.
3. Кардиологический вестник. – 2022. – Т. 17. №1. – С. 58–60.
4. Артериальная гипертензия при занятиях физкультурой и спортом у лиц среднего и пожилого возраста // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2020. – №1. – С. 5–10. DOI 10.15829/1728-8800-2019-2213. EDN TDUSSX