

Шашкова Анна Александровна

преподаватель

ГАПОУ ЧР «Чувашский педагогический колледж
им. Н.В. Никольского» Минобразования Чувашии

г. Чебоксары, Чувашская Республика

Иванова Светлана Ивановна

тренер-преподаватель

МБУДО «СШ №1»

г. Новочебоксарск, Чувашская Республика

Цаплин Никита Владимирович

тренер-преподаватель

МБУДО «СШ №1»

г. Новочебоксарск, Чувашская Республика

Емельянова Лариса Дмитриевна

тренер-преподаватель

БУ ДО «СШОР №8 им. олимпийской чемпионки Е. Николаевой»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

ВЕРИФИКАЦИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПРИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ

Аннотация: в статье представлены результаты исследования центральной гемодинамики у детей и подростков при соревновательной физической нагрузке. Цель – изучение морфофункциональных сдвигов гемодинамики. Исследование проведено на базе ЧПК им. Н.В. Никольского (71 человек, средний возраст $18,4 \pm 0,1$ года). Результаты стратифицированы по трём типам тренинга («AMRAP», «For Time», «Chipper»). Выявлена регулятивная дисфункция пульсовой активности и кислородный долг на клеточном уровне. Результаты необходимы для разработки цифровой платформы индивидуальных тренировочных программ.

Ключевые слова: гемодинамика, физическая нагрузка, дети, подростки, МПК, параметры выносливости, двигательная активность, соматическое развитие.

Актуальность. В разные годы Европейское общество кардиологов предпринимало попытки спектрального анализа количественной и качественной оценки морфофункциональных сдвигов базовых показателей гемодинамики при соревновательной нагрузке в популяции детей и подростков.

В рамках Всероссийской профилактической программы, организованной кардиологическим исследовательским центром «ФГБУ НМИЦК им. Е. И. Чазова» МЗ РФ, связанной с внедрением современных методов профилактики, было инициировано проведение клинического мониторинга показателей центральной гемодинамики учащейся молодёжи, активно занимающейся спортивным тренингом в популяции детей и подростков.

Для решения комплекса кардиологических задач по профилактике был проведён скрининг активности окислительных метаболических процессов с использованием вариационной абсолютной шкалы (ШОКС) по следующим оценочным критериям:

- состояние оксигенации (PaO_2 , SaO_2);
- кислотно-щелочной баланс (pH);
- пульсовая оксиметрия (SaO_2);
- порог анаэробного обмена (ПАНО) (PaO_2/FiO_2);
- показатель ацидоза ($C_3H_6O_3$, lactic acid).

Лабораторный скрининг гликолитической дисфункции анаэробных (бескислородных) гликолитических процессов, формирующий повышенное содержание молочной кислоты ($C_3H_6O_3$, lactic acid) в крови, оценивался по вариативности ацидоза (La ммоль/л), характеризующему дисфункцию энергообеспечения при возрастающей нагрузке.

Качественное повышение статуса качества здоровья школьников является диагностическим коридором государственной политики и закреплено ФЗ «Об образовании в РФ» от 29.12.2012, ст. 41, в сфере образования.

Цель работы – изучение параметров морфофункциональных сдвигов центральной гемодинамики с повышенным уровнем кардиологической соревновательной физической нагрузки (ФН).

Материал исследования.

В рамках открытого перспективного контролируемого исследования (Controlled study) методом капилляроскопии гемодинамики была проведена визуализация артериальной активности занимающихся соревновательной нагрузкой на образовательной площадке ЧПК им. Н.В. Никольского МО ЧР.

Средний возраст составил $18,4 \pm 0,1$ года, в количестве: 37 девочек и 34 мальчика.

Для оценки активности показателей гемодинамики применяли следующие методы:

- электрокардиография (ЭКГ);
- велоэргометрия (ВЭМ);
- пульсовая оксиметрия – $SaO_2 = 95-99\%$;
- сатурационный показатель максимального потребления кислорода (МПК л/мин/кг) является маркером аэробной мощности и проводился классическим методом по уравнению Д. Фика.

В ходе клинической верификации/тестирования были стратифицированы следующие антропометрические критерии, характеризующие физическое развитие:

- соматометрические показатели (антропометрия);
- вариабельность артериальной активности (ЧСС уд/мин; AD sis/dias).

Интегральный показатель физического развития детей и подростков, полученный методом функциональной нагрузочной пробы, верифицировали в классификации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Анализ полученных результатов проводился с помощью универсального статистического пакета программы SPSS (Maxima).

Стандартную интерпретацию показателей вентиляции лёгких насыщения системы крови кислородом ($Sat O_2 \max$), отражающую баланс окислительных

процессов, определяли по феномену «физиологическое утомление» (symptom-limited maximum exercise test) базовых показателей сердечно-сосудистой системы.

Точность полученных переменных средних результатов использовали U-тест Манна – Уитни, для точности классификации статистических данных – методом «t-критерий Фишера» с поправкой Холма-Бонферрони.

Таблица 1

Показатель вариабельности гемодинамики учащихся 2-го курса по специальности «педагог начальных классов» ЧПК им. Н.В. Никольского в 2025/2026 уч. году МО ЧР (в модификации шкалы Risk Score 2-OP)

| Показатель гемодинамики | Тренинг «AMRAP» N-24 (33,4%) | Коридор нагрузки «For Timey» N-23 (33,2%) | Тренинг «Chipper» N-24(33, 4%) |
|---|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| PaO ₂ /FiO ₂ (усл/ед) | 420,1 ± 2,4 | 438,8 ± 7,4 | 459,01 ± 0,11 |
| PWC170 кгм/мин/кг | 14,04 ± 0,41 | 14,95 ± 0,11 | 14,15 ± 0,42 |
| ЧСС уд/мин | 74,6 ± 1,4 | 61,4 ± 1,1 | 83,1 ± 0,1 |
| Метод D – max ЧСС, уд/мин (RAMP тест) | 148,01 ± 0,07 | 152,01 ± 0,67 | 149,01 ± 0,11 |
| Среднее АД (sis) | 120,1 ± 2,4 | 118,8 ± 7,4 | 136,1 ± 7,1 |
| Среднее АД (dias) | 76,8 ± 6,4 | 72,4 ± 9,1 | 69,1 ± 6,1 |
| La max (ммоль/л) | ≥ 2,3 ± 0,1 | ≥ 2,8 ± 0,1 | ≥ 2,7 ± 0,1 |
| МПК VO ₂ (л/кг) | 3,84 ± 0,5 | 4,01 ± 0,2 | 4,09 ± 0,4 |
| Пиковое значение VO ₂ max (%) | 6,4 ± 0,2 | 6,1 ± 0,4 | 6,2 ± 0,1 |
| *Sat O ₂ (%) | ≤ 96,9 ± 0,3 | ≤ 98,9 ± 0,4 | ≤ 97,2 ± 0,1 |
| Ан П (ммоль/л/кг) | 3,04 ± 0,2 | 3,14 ± 0,4 | 4,04 ± 0,1 |

Обсуждение.

Полученные результаты активности центральной гемодинамики отражают дыхательную синусовую ритмичность пульса (pulsus regularis) и цикличность кардиоритмов. Значения «респираторного/дыхательного индекса PaO₂/FiO₂» в контрольных группах находятся в пределах физиологической нормы (см. табл. 1):

- тренинг «AMRAP» – 420,1 ± 2,4;
- тренинг «For Time» – 438,8 ± 7,4;

– тренинг «Chipper» – $459,01 \pm 0,11$.

Пороговое значение коэффициента утилизации кислорода, регулятивный маркер феномена «вазодилатации/вазоконстрикции» и показателя анаэробной энергетической мощности носит кумулятивный характер работы гемодинамики, связанный с относительным временным напряжением, в контрольных группах составило:

$6,4 \pm 0,2$; $6,1 \pm 0,4$; $6,2 \pm 0,1$.

Кардиологическая мозаика полученных результатов отражает устойчивую регулятивную «дисфункцию» пульсовой активности, что позволяет валидизировать интенсивность физической нагрузки различной мощности по характеру, формирующему «гиперкапнию/утомление», и формировать резервную гемодинамическую резистентность при соревновательной нагрузке (СН).

Латентный показатель «гипокапния/гиперкапния» – значение концентрации баланса углекислого газа (CO_2) в артериальной системе крови – выражает возникновение «кислородного долга» на клеточном уровне, что стратифицирует линейную зависимость пульсовой активности (ЧСС уд/мин) и концентрацию лактата (La ммоль/л) в периферической системе крови.

Полученные результаты в ходе референсных лабораторных исследований необходимы для разработки и внедрения цифровой платформы и приложения индивидуальных тренировочных программ с учётом качества функциональных возможностей детей и подростков, занимающихся соревновательной нагрузкой (ОФН).

Список литературы

1. Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках: сборник материалов статей. – М., 2005. – С. 144.

2. Прогностические факторы, определяющие изменения сердечно-сосудистой системы в зависимости от типа и интенсивности физической нагрузки у квалифицированных спортсменов // Российский кардиологический журнал. – М., 2021. – С. 107–110.

3. Анализ кислородотранспортной функции гемодинамики учащейся молодежи с различным типом физической нагрузки / Е.Г. Эткерова, Т.Ю. Винокур, И.Н. Капитова, Т.З. Андреева. – URL: <https://phsreda.com/e-articles/10674/Action10674-115322.pdf> (дата обращения: 06.04.2026).