

Бакалдина Елена Андреевна

тренер-преподаватель

МБУДО «СШ № 10»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

Борисова Ксения Александровна

тренер-преподаватель

МБУДО «СШ №10»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

Ксенофонтова Марина Анатольевна

тренер-преподаватель

МБУДО «СШ №10»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

Топляников Борис Анатольевич

тренер-преподаватель

АУДО СШ «Спартак»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ В ПОПУЛЯЦИИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

***Аннотация:** в статье рассматриваются вопросы оценки работоспособности организма учащейся молодёжи и спортсменов, которые неразрывно связаны с объёмом влияния соревновательных нагрузок на организм. В качестве оценочного критерия резервных функций системы внешнего дыхания и механизмов нейроциркуляторной регуляции центральной гемодинамики при соревновательной нагрузке выступает состояние тканевого дыхания. Отмечается, что нарушения транзитной (транспортной) функции доставки кислорода на клеточном уровне могут приводить к дисфункции альвеолярной вентиляции, гипоксемии и смещению анаэробного порога (АнП). В связи с этим изучение*

биохимических и гемодинамических реакций капиллярного русла в условиях стресса остаётся актуальной задачей спортивной физиологии.

Ключевые слова: сатурация, анаэробный порог, показатель лактата, ацидоз, трендовый механизм, гликолиз.

Введение. Дискуссионное обсуждение показателя работоспособности организма учащейся молодежи, коррелирует с объемом и интенсивностью соревновательной нагрузки, что повышает требование к медицинскому контролю и профилактике заболеваний подрастающего поколения. Это регламентировано Федеральным законом от 04.12.2007 №329-ФЗ «О физической культуре и спорте в РФ».

Валидация трендового регулятивного (нейроциркуляторного) механизма центральной гемодинамики при соревновательной нагрузке (СН), формирует дисфункции альвеолярной вентиляции и снижает транзитную (транспортную) функцию доставки кислорода на клеточном уровне обеспечивающий окислительную реакцию, диффузию в капиллярном русле.

Цель: Анализ значений нарушений окислительных процессов на клеточном уровне капиллярного русла в зависимости характера интенсивности соревновательной нагрузки (СН).

Материалы и методы.

Под наблюдением находилось 32 подростка в возрасте $18,1 \pm 0,1$ года.

В анализ морфофункционального состояния гемодинамики применяли следующие методы:

- электрокардиографию (ЭКГ) и эхокардиографию (ЭхоКГ);
- кардиопульмональное нагрузочное тестирование (КПНТ) на велоэргометре (ступенчатый протокол Ramp / модифицированный протокол Брюса) с непрерывным мониторингом ЧСС и АД;
- пульсовую оксиметрию (SpO₂);
- биохимический анализ концентрации молочной кислоты (лактата, La).

Верификация активности центральной гемодинамики проводилась в рамках плановой клинической диагностики с использованием оценочной клинической шкалы (ШОКС). По критерию соревновательной нагрузки были сформированы три группы:

- игровой модуль (n-11);
- циклический коридор (n-10);
- силовой тренинг (n-11).

Скрининг значения анаэробного порога (АнП) оценивали по концентрации лактата в крови (ммоль/л). Максимальное потребление кислорода ($VO_2 \max$) оценивали методом газоанализатора.

Физическую работоспособность и резистентность к физической нагрузке (ФН) оценивали методом КПНТ.

Статистическую обработка полученных результатов проводили с помощью ПО STATISTICA 8.0. Нормальность распределения оценивали критерием Шапиро-Уилка. Для сравнения количественных признаков использовали t-критерий Стьюдента или U-критерий Манна-Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Таблица

Интегральные показатели активности гемодинамики в популяции подростков занимающихся соревновательной нагрузкой на учебно-тренировочной площадке АУДО «СШ №10»

Показатель активности гемодинамики	По результату Ramp-теста (ступенчатый тест)		
	вариация «игровой» n-11(33,4%)	вариация «циклический» n-10 (33,2%)	вариация «силовой» n-11(33,4%)
ПАНО (%), от МПК, по методу V- slope	0,81± 0,1	4,04± 0,1	0,83± 0,1
МПК VO_2 (л/мин/кг)	4,9± 0,1	4, 09± 0,2	4,8± 0,4
$La \max$ (ммоль/л/кг) в капиллярной крови	3,8±0,1	3,9±0,1	3,7±0,1
DO_2 (л/мин/ м ²)	5,9± 0,1	6,1± 0,1	6,4± 0,1
Sat O ₂ (%)	98,9 ± 0,4	98,1 ± 0,4	99,1 ± 0,4

PaO ₂ /FiO ₂ мм/рт/ст	$\geq 494,5 \pm 0,3$	$\geq 486,2 \pm 0,1$	$\geq 498,1 \pm 0,6$
Среднее ЧСС (уд/мин)	$61,4 \pm 1,4$	$79,1 \pm 1,1$	$81,1 \pm 0,1$
Среднее АД (sis/мм/рт/ст)	$120,1 \pm 2,4$	$121,8 \pm 7,4$	$126,1 \pm 7,1$
Среднее АД (dias/мм/ртст)	$82,8 \pm 6,4$	$82,4 \pm 9,1$	$83,1 \pm 6,1$

Примечание. DO₂ (л/мин/ м²), PaO₂/FiO₂ и Sat O₂ (%) (мл/кг) – кардиологический маркер метаболических процессов при соревновательной нагрузке (СН).

Обсуждение

В нашем исследовании во всех группах зафиксированы значения ниже референсных границ нормы («ниже физиологической нормы», как указано в резюме). Наиболее низкие значения отмечены в Группе 2 ($286,2 \pm 0,1$), что свидетельствует о нарушении диффузионной способности легких или наличии вентилиционно-перфузионного дисбаланса даже при умеренной физической нагрузке. Это может указывать на наличие субклинической альвеолярной гипоксии.

Наиболее низкие значения ЧСС в покое ($61,4 \pm 1,1$ уд/мин) и оптимальные показатели сатурации (Sat O₂ max $98,9 \pm 0,4\%$) зафиксированы в группе «тренинг игровой», что свидетельствует о высокой экономичности работы сердечно-сосудистой системы в следствие влияния блуждающего нерва на регуляторную функцию.

В группе «тренинг циклический» продемонстрировали наиболее высокие значения анаэробного порога ($4,04 \pm 0,1$ ммоль/л) и максимального потребления кислорода ($4,09 \pm 0,4$ л/мин), что указывает на развитую аэробную производительность и высокую толерантность к гипоксическим воздействиям, повышая уровень устойчивости сердечнососудистой системы при соревновательной нагрузке (СН).

В группе «тренинг силовой», отмечена тенденция незначительного повышения артериального давления (ADsis), формирующий накопление лактата

(Ламмоль/л) молочной кислоты, что характерно для анаэробного гликолиза в условиях пирувата, формирующий феномен «утомления» при пиковых силовых нагрузках.

Показатели альвеолярной вентиляции легких и утилизации углекислого газа (CO_2) во всех группах находились в пределах физиологической нормы, однако латентное нарушение баланса углекислого газа (тенденция к гиперкапнии при пиковых нагрузках) отражает формирование «кислородного долга» на клеточном уровне, вследствие функционального утомления.

Однако стабильность этих показателей указывает на то, что лимитирующим фактором производительности является не мышечная выносливость, а именно система транспорта и утилизации кислорода.

Выводы.

Высокие значения биохимических сдвигов гемодинамики, формирует регулятивные изменения активности различных ферментов, экономичную перестройку метаболизма, низкие значения показателя пульсовой активности (ЧСС уд/мин) при стрессе, обеспечивающий баланс значений сатурации, что повышает аэробную производительность (высокое значение МПКл/мин/кг и АНП).

Значение показателя колебаний метаболической активности в группе силовой тренинг характеризуется более ранним наступлением анаэробного порога и выраженным накоплением лактата (La max), что требует тщательного планирования, дозирования соревновательной нагрузки, для контроля показателя гипоксемия (колебания уровня кислорода в крови).

В условиях стандартной физической нагрузки кислородтранспортная система (легкие $\rightarrow$ кровь $\rightarrow$ ткани) по индексу окигенации ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), что составило в группах – $494,5 \pm 0,3$; $486,2 \pm 0,1$; $498,1 \pm 0,6$ мм/рт/ст.

Показатели газообмена (потребление кислорода – VO_2 , выделение углекислого газа – VCO_2), вентиляция и перфузия сбалансированы.

Ткани получают достаточное количество кислорода, концентрация значения «лактат» не накапливается критически, гомеостаз сохраняет относительную устойчивость кислотно-щелочного равновесия.

Таким образом, мониторинг индекса оксигенации (PaO_2/FiO_2) в сочетании с определением SpO_2 является информативным инструментом для верификации регулятивной функции метаболизма и профилактики хронической гипоксии в популяции детей и подростков.

Список литературы

1. Шарыкин, А. С. Спортивная кардиология : руководство для кардиологов, педиатров, врачей функциональной диагностики и спортивной медицины тренеров / А. С. Шарыкин, В. А. Бадтиева, В. И. Павлов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : ИКАР, 2025. – 339 с. – ISBN 978-5-7974-0555-9.
2. Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках : сб. статей / Ставроп. гос. пед. ин-т ; редкол.: Н.А. Панова (отв. ред.) [и др.]. – Ставрополь : Ставроп. ГПИ, 1979. – 161 с.