(cc) BY

Александрова Светлана Александровна
тренер-преподаватель
Белобородов Евгений Геннадьевич
тренер-преподаватель
Якимов Виктор Николаевич
тренер-преподаватель
Гашкова Светлана Николаевна
тренер-преподаватель

МБУДО «СШ №1»
г. Новочебоксарск, Чувашская Республика

РЕФЕРЕНСНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ АКТИВНОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ГЕМОДИНАМИКИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Аннотация: *в статье представлены результаты пилотного исследования оценки регулятивной функции показателей гемодинамики у детей и подростков при соревновательной физической нагрузке. Актуальность исследования обусловлена необходимостью плановой профилактики и диагностики функционирования капиллярного кровотока в контексте охраны здоровья учащейся молодёжи (в ред. ФЗ РФ от 01.01.2026). Цель – верификация микроциркуляции капиллярного русла и процессов перфузии/диффузии методом лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ). Исследование проведено на базе МБУ ДО «СШ №1» г. Новочебоксарска ЧР с участием 34 человек (16 юношей и 18 девушек, средний возраст – 18,4 ± 0,1 года). Выявлена вариабельность процессов перфузии/оксиметрии, фрагментарное снижение активности энергетического метаболизма, дисфункция вазомоторной регуляции и дисбаланс доставки кислорода к тканям.*

Ключевые слова: *тканевая перфузия, капиляроскопия, артериальная активность, индекс флаксмоций, абсорбция.*

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Актуальность. Актуальность пилотного проекта исследования заключается в оценке эффективности регулятивной функции показателей гемодинамики, что рассматривается в контексте плановой профилактики и диагностики функционирования капиллярного кровотока по профилактике и диагностике здоровья детей и подростков в ред. ФЗ РФ «Охраны здоровья учащейся молодежи» в ред. от 01.01.2026.

Валидация состояния внутриклеточной перфузии/диффузии с оценкой абсорбации транзитарной функции крови в единицу времени капиллярного русла методом витальной компьютерной томографии (ПКТ) позволяет визуализировать механизмы регуляции сосудисто-тканевого баланса при возрастающей физической нагрузке (ФН) соревновательного характера.

Цель. Верификация микроциркуляции капиллярного русла, процессов перфузии/диффузии методом лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ) и детализация особенностей микроциркуляции капиллярного русла в популяции детей и подростков.

Задача. Верификация гликолитической активности как стандартизированного маркера «пикового значения» сердечно-сосудистой системы и корреляции максимального потребления кислорода (O_2) системы крови методом функциональной нагрузочной пробы (Load Testing).

На основе стратификации доказательной медицины для верификации полученных результатов применяли стандартизированный диагностический тест ультразвуковой допплерографии с определением функционального класса сердечной функции (протокол Брюса) и характера функционирования капиллярного русла при интенсивной соревновательной физической нагрузке (ФН).

Материал исследования.

В рамках открытого перспективного контролируемого исследования (Controlled study) методом визуализации циркуляции капиллярного русла с оценкой количественных и качественных показателей гемодинамики детей и подростков при соревновательной нагрузке на учебно-тренировочной площадке МБУ ДО «СШ №1» г. Новочебоксарска ЧР.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Средний возраст составил 18,4 ± 0,1 года, в количестве: 16 юношей и 18 девушек.

По детализации активности микроциркуляции капиллярного русла были стратифицированы показатели перфузии/диффузии по следующим критериям:

− качество активности функции кровотока (перфузия/диффузия);

− по значению транзитарной функции сатурации (SO_2).

Детализацию индекса микроциркуляции (ИФМ) тканевого кровотока в капиллярном русле оценивали по следующему алгоритму:

Индекс флаксмоций (ИФМ) = ALF/(ALF+ACF) усл/ед.

Абсолютные колебания «отклонений» функционирования микроциркуляции системы крови с оценкой показателя значений, отражающего дисбаланс регуляции в тканевом русле прогнозирования нарушения тканевого обмена, проводили по международной шкале «SCORE» (Coronary Risk Evaluation).

Сравнительная точность оценки критериев и достоверность полученных статистических результатов проводилась методом анализа факторной сопряжённости (хи-квадрат Пирсона).

Таблица 1

Типологические особенности реактивности гемодинамики
в популяции детей МБУ ДО «СШ №1» г. Новочебоксарска ЧР
(в классификации резистентности Леандра Пурселота)

Показатель		Тренинг «игровой» N-11 (33,1%)	Тренинг «силовой» N-12 (33, 8%)	Тренинг «шорт-трек» N-11 (33,1%)
Индекс флаксмоций (ИФМ) усл/ед		2,41 ± 0,02	2,44 ± 0,01	2,31 ± 0,02
Cardic index (СИ л/мин/кг)		≤ 2,5 ± 0,1	≥ 2,5 – 4,0 ± 0,2	≥ 4,1 ± 0,1
PWC 170 (кгм/мин/кг		15,09 ± 0,11	16,49 ± 0,09	15,41 ± 0,02
МОК л/мин		4,59 ± 0,02	4,69 ± 0,11	4,44 ± 0,54
ОПСС дин/сек/см		1041,08 ± 0,11	1071,08 ± 0,01	1081,08 ± 0,22
Среднее ЧСС (уд/мин)	день	81,1 ± 1,1	79,1 ± 1,5	83,1 ± 0,4
	ночь	74,8 ± 2,7	71,1 ± 2,1	73,8 ± 1,4
ЧСС уд/мин после 20 приседаний уд./10 сек	до нагр.	14,49 ± 0,12	14,58 ± 0,11	14,51 ± 0,03
	после нагр.	22,12 ± 0,15	29,02 ± 0,15	27,10 ± 0,11
МПК VO2 (л/кг)		3,7 ± 0,1	4,1 ± 0,2	3,9 ± 0,4

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

*Sat O2 (%)	96,9 ± 0,3	98,9 ± 0,4	97,2 ± 0,1

*Примечание. *Индекс флаксмоций – интегральный показатель микроциркуляции регулятивного механизма при физической нагрузке.*

Резюме.

Динамика тканевого кровоснабжения микроциркуляции в контрольных группах представлена (см. табл. 1).

Показатель реактивности тканевого обмена и перераспределения напряжения пульсовой волны объёма кровотока в магистральных сосудах капиллярного русла по индексу флаксмоций (ИФМ) составил: 2,41 ± 0,02; 2,44 ± 0,01; 2,31 ± 0,02 (усл/ед) (см. табл. 1).

Определение биохимических маркеров тканевой «перфузии/диффузии» значений степени нарушений микроциркуляторного обмена и детализация дисбаланса регуляции служат дополнительным диагностическим показателем характера дисфункции механизмов регуляции.

Стандартизация транскапиллярной «перфузии/абсорбации» тканевого энергообмена кровотока в капиллярном русле и унификация активности энергетических процессов при функциональной нагрузке является приоритетной проблемой, отражающей интеграционное взаимодействие активности клеток и промежуточного тканевого дыхания метаболического характера.

Верификация эпизодического феномена «гипоксия» ($C_3H_6O_3$, lactic acid), формирующего колебания активности регулятивной функции в группах, носит кумулятивный характер компенсаторных возможностей, направленных на повышение функции «резервных» возможностей при соревновательной нагрузке (СН).

Клиническая интерпретация показателя сатурации насыщения гемоглобина кислородом (Sat O_2%) системы крови коррелирует с респираторным индексом и свидетельствует о «напряжении» и снижении резервных механизмов, что составило: 96,9 ± 0,3; 98,9 ± 0,4 и 97,2 ± 0,1.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Полученная модель результатов тканевого обмена в капиллярном русле свидетельствует о вариабельности процессов «перфузии/оксиметрии», что носит фрагментарный характер снижения активности энергетического метаболизма, отражает дисфункцию вазомоторной регуляции и дисбаланс снижения транзитарной функции доставки кислорода к тканям, что снижает характер диффузионных метаболических процессов.

Список литературы

1. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 336 с.

2. Российский кардиологический журнал. – 2022. – №4(144). – С. 44–48.

3. Кардиологический вестник. – 2024. – Т. 7. №1. – С. 18–20.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)