

Винокур Татьяна Юрьевна

канд. мед. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

Павлова Юлия Сергеевна

преподаватель

ГАПОУ ЧР «Чувашский педагогический колледж

им. Н.В. Никольского» Минобразования Чувашии

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

АНАЛИЗ АРТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ГЕМОДИНАМИКИ

УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Аннотация: авторы статьи подчеркивают, что комплексный скрининг показателей гемодинамики на основе верификации значения сердечного индекса системы крови является приоритетным направлением оценочной детализации критериев состояния тканевого обмена капиллярного русла методом кардиопульмонального нагрузочного тестирования (КПНТ). В статье представлены результаты проспективного контролируемого исследования по стратификации кардиологического индекса методом ЛДФ, УЗДГ, эхокардиографии и степ-теста. Выявлены вариации ИФМ, АД, МОК, SatO₂. По шкале SCORE и Reynolds Risk Score диагностированы дисбалансы микроциркуляции, гипоксия, снижение

перфузии, что актуально для профилактики ССЗ по ФЗ МЗ РФ №12 (ред. 2025/2026).

Ключевые слова: коридор физической нагрузки, доплерография, артериальная активность, сердечный индекс, капиллярное русло.

Актуальность. Проект исследования определялся комплексной задачей Центра плановой профилактики и диагностики в популяции учащейся молодежи и регламентируется Федеральным нормативным действующим законом МЗ РФ ст. 12 в ред. от 23.07.2025 «Приоритет профилактики в сфере охраны здоровья» с изм. и доп. от 01.01.2026.

Цель. Провести сравнительный анализ (Non-Interventional Studies) функциональной артериальной активности (АД *sis/dias*) центральной гемодинамики с различным показателем кардиологического индекса (СИ л/мин/кг) методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) активности тканевой перфузии и детализация циркуляции русла капиллярного кровотока в студенческой популяции.

На основе стратификации доказательной медицины полученных результатов применяли стандартизированный диагностический тест ультразвуковой доплерографии с определением функционального класса сердечной функции (протокол Брюса) и характера значений соответствия метаболическим потребностям системы крови (СИ л/мин/кг) центральной гемодинамики.

Материал исследования.

В рамках открытого перспективного контролируемого исследования (Controlled study), методом стратификации были обследованы студенты на экспериментальной площадке Московского гуманитарно-экономического университета (АНО ВО МГЭУ) филиал г. Чебоксары, ЧР.

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

По детализации критерия индекса флуксуций (ИФМ) качества объема кровотока, капиллярной микроциркуляции ультразвуковой волны (ИФМ), методом

ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) были сформированы мониторинговые группы:

- СИ $\leq -2,5$ л/мин/м² – 21 (30,3%);
- СИ от $\geq -2,6$ – 4,2 л/мин/м² – 26 (32,2%);
- СИ $\geq -4,3$ л/мин/м² – 24 (37,5%) «высокий» уровень.

Валидация функционального состояния показателя центральной гемодинамики учащейся молодежи проводилась методом перфузионной компьютерной томографии (ПКТ) с мониторингом активности тканевой перфузии/оксиметрии (SpO₂) на экспериментальной площадке БУ ЧР «Республиканский кардиологический диспансер» в условиях плановой профилактической медицинской диспансеризации и диагностики.

Показатель сердечного индекса (IndexSD л/мин/м²), как основной маркер «качества состояния» гемодинамики при физической нагрузке, формирующий сердечный выброс (CO) из левого желудочка за одну минуту, относительно поверхности тела (BSA), методом эхокардиографии (МРТ), определяли по формуле: Cardiac index л/мин/кг² = CO / BSA = SV x HR / BSA;

Оценку поверхности тела (ППТ, от англ. BSA) проводили по формуле Дюбуа и Дюбуа с применением стандартного коэффициента: ППТ м² = (вес/кг x 0,425) x (рост/см x 0,725) x 0,007184;

Оценку максимальных значений индекса тканевой микроциркуляции (ИФМ) тканевого кровотока в капиллярном русле по следующему алгоритму: Индекс флаксмоций (ИФМ) = ALF / ALF + ACF усл/ед

Значение работоспособности проводилось методом степ-теста (PWC170 Physical Working Capacity), по формуле: PWC 170 = W1 + (W2 - W1) x (170 - f0) / (f2 - f1) = кгм/мин/кг;

Относительные и абсолютные значения вариабельности «отклонений» функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС), с оценкой показателя значений сердечного индекса (СИ л/мин/кг), отражающая дисбаланс регуляции микроциркуляции в тканевом русле прогнозирования отклонений в состоянии

обменных метаболических процессов, проводили по международной Шкале «SCORE» (Coronary Risk Evaluation).

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

Таблица 1

Мониторинг вариабельности кардиологического индекса (СИ л/мин/кг) с оценкой артериальной активности студентов по специальности «Программирование» АНО ВО МГЭУ в 2024/2025ч/году (в модификации шкалы Рейнольдса/Reynolds Risk Score)

| Показатель | | N-21 (30, 3%) (низкий уровень) | N-26 (32, 2%) (нормогенез) | N-24 (37, 5%) (выше среднего) |
|---|-------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 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, ±1,5 | 83,1±0,4 |
| | ночь | 74,8±2,7 | 71,1±2,1 | 73,8±1,4 |
| ЧСС уд/мин после 20 приседаний уд. за /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 |
| AD (sis/dias) после 20 приседаний | до нагр. | 121,08±0,81 | 118,04±0,01 | 117,08±0,81 |
| | после нагр. | 81,01±0,04 | 79,41±0,01 | 83,01±0,23 |
| | до нагр. | 151,08±0,41 | 153,11±0,01 | 151,08±0,61 |
| | после нагр. | 69,41±0,04 | 71,23±0,11 | 70,01±0,01 |
| МПК VO2 (л/кг) | | 3,7±0,1 | 4,1±0,2 | 3,9±0,4 |
| *Sat O2 (%) | | 96,9±0,3 | 98,9±0,4 | 97,2±0,1 |

*Примечание. ** Сердечный индекс (л/мин/кг) – интегральная оценка показателя тканевой перфузии/оксиметрии центральной гемодинамики в тканевом русле гемодинамике.*

Резюме.

Персонализированная оценка средних значений показателя сердечного индекса (Cardiac Index л/мин/кг) позволяет диагностировать активность

микроциркуляции и нарушения центральной гемодинамики в контрольных группах, см. табл. 1.

Отсутствие единых нормативов и подходов в качественной оценке функционального состояния перераспределения пульсовой волны объема кровотока в магистральных сосудах капиллярного русла отражает снижение метаболических обменных процессов и декомпенсированное тканевое состояние кровотока.

Определение биохимических маркеров тканевой «перфузии/диффузии» важны для оценки степени сердечно-сосудистой недостаточности (СН), что детализирует дисбаланс регуляции микроциркуляции, может служить дополнительным диагностическим критерием для детализации и уточнения нарушений механизмов регуляции.

Стандартизация транскапиллярной перфузии кровотока в тканях капиллярного русла и унификация активности тканевого метаболического обмена является актуальной проблемой, отражающей интеграционные процессы активности клеток и промежуточного тканевого дыхания.

Верификация эпизодового феномена «гипоксия» ($C_3H_6O_3$ lactic acid), формирующая колебания активности регулятивной функции в группах, носит кумулятивный характер компенсаторных возможностей, направленных на повышение функции «адаптационных» возможностей системы дыхания (ЖЕЛ л/мин/кг) при соревновательной нагрузке.

Клиническая интерпретация показателя сатурации насыщения гемоглобина кислородом ($SpO_2\%$) системы крови коррелирует с респираторным индексом и свидетельствует о «напряжении» и снижении резервных механизмов и составило: $96,9 \pm 0,3$; $98,9 \pm 0,4$ и $97,2 \pm 0,1$.

Модель полученных результатов тканевого обмена в капиллярном русле позволяет верифицировать феномен «перфузия/оксиметрия» с высоким уровнем активности протекания процессов энергетического метаболизма, что расширяет качество оздоровительных программ, направленных на коррекцию, укрепление и повышение здоровья детей и подростков.

Список литературы

1. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – С. 331–336.
2. Российский кардиологический журнал: науч.-практ. рецензируемый журн. – 2022. – №4(144). – С. 44–48.
3. Кардиологический вестник: науч.-практ. журн. – 2024. – Т. 7. №1. – С. 18–20.