

Хабарова Ольга Юрьевна

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

Митрофанова Татьяна Владимировна

заместитель директора по учебно-спортивной работе
АУДО СШ «Спартак»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

Николаева Наталия Валерьевна

старший инструктор-методист
АУДО СШ «Спартак»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

Федоров Атнер Петрович

тренер-преподаватель
АУДО СШ «Спартак»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

АНАЛИЗ ЛАТЕНТНОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ЭКВИВАЛЕНТА В СТУДЕНЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ С ИЗБЫТОЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА

Аннотация: в статье представлена компьютерная валидация показателей метаболического эквивалента (MET) и динамики артериальной активности методом кардиопульмонального нагрузочного теста у студентов с нарушениями индекса массы тела и углеводного обмена. Исследование проведено на базе ЧГИКиИ (44 юноши, 48 девушек, средний возраст $19,4 \pm 0,1$ года). Используются антропометрия, биоимпедансный анализ, степ-тест PWC170, шкалы MECKI и SCORE, t-критерий Стьюдента. Выявлена корреляция абдоминального ожирения с нарушением восстановления АД и ЧСС после нагрузки; показатели МПК $\dot{V}O_2$ – в зоне низких значений нормы. Обоснована информативность мониторинга жировых депо для ранней диагностики метаболических нарушений.

ний. Даны рекомендации: скрининг метаболического синдрома, аэробные нагрузки умеренной интенсивности, профилактические программы. Материал адресован специалистам спортивной медицины и физиологии.

Ключевые слова: кардиологический маркер, метаболический эквивалент, нагрузочный тест, верификационный скрининг, генезис, гипоксия.

Актуальность. Перспективным инструментом ранней диагностики метаболических нарушений выступает клинический мониторинг количественных и качественных параметров жировых депо, включая оценку локализации и объёма висцеральной жировой ткани в популяции студенческой молодёжи. Стоит отметить, что системный анализ фенотипических проявлений метаболических отклонений организма, их влияние на формирование адаптационного потенциала организма учащейся молодёжи играет важную практическую значимость для профилактики и коррекции здоровья.

Цель: компьютерная валидация показателей метаболического эквивалента (MET, metabolic equivalent of task) и динамики артериальной активности (АД sis/dias и ЧСС уд/мин) методом кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ) в студенческой популяции с нарушением показателя индекса массы тела и отклонениями углеводного обмена (НУО).

Дизайн. Скрининговую стратификацию показателей метаболического эквивалента центральной гемодинамики и регулятивной функции проводили на основе клинических рекомендаций Минздрава России на образовательной площадке БОУ ВО «Чувашский государственный институт культуры и искусств» Минкультуры ЧР в течение 2025/2026 учебного года.

Средний возраст составил $19,4 \pm 0,1$ года, в количестве 44 юноши и 48 девушек.

Метод диагностики включал:

- антропометрические измерения (масса тела, рост, объём талии);
- показатель окружности бёдер в см;
- измерение и соотношение жировой «ткани/клетки»;

– интерпретацию критериев соответствия массы тела определяли по уравнению:

$$\text{ИМТ} + 0,23 (\text{лет}) - 10,8 (\text{пол}) - 5,4.$$

Вариабельность метаболического эквивалента (MET) проводили согласно классификации кардиологических рекомендаций ЭССЕ РФ (Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в популяции студенческой молодёжи в РФ) как оценочный фактор генезиса развития гипоксии.

Детализацию метаболического эквивалента (MET) проводили по оценочной прогностической шкале «*MECKI*» по критериям:

- транзитной функции кислорода (*МПК peakVO₂*);
- показатель эффективности вентиляции лёгких (VE/VCO_2 л/мин/кг);
- значение порога анаэробного обмена (ПАНО) определяли по трендовому пересечению баланса доставки кислорода и утилизации углекислого газа (O_2/CO_2);
- показатель сатурации определяли по формуле:

$$\text{SpO}_2 = \text{HbO}_2 / (\text{HbO}_2 + \text{Hb}) \ \%.$$

Качество физической активности (ФА) и оценку функциональной особенности гемодинамики определяли методом «Показатель аэробного (кислородного) механизма энергообеспечения при функциональной работе», определяли информативным степ-тестом (*PWC170*) (Physical Working Capacity) по формуле:

$$\text{PWC170} = L + 60 \times (170 - f) / (A) = \text{кгм/мин/кг},$$

где L – мощность нагрузки (Вт);

f – пульсовой коридор (уд/мин);

A – регрессия «пульса» и «мощности» выполняемой нагрузки.

Прогнозирование суммарного риска развития сердечно-сосудистых отклонений и детализации качества здоровья проводилось на основе рекомендаций Международной шкалы SCORE (*Systematic Coronary Risk Evaluation*).

Сравнительная точность оценки критериев и достоверность полученных средних результатов проводилась на основе статистического анализа методом «t-критерия Стьюдента».

Показатели метаболического эквивалента (МЕТ)
с различным показателем индекса массы тела
в популяции студентов «ЧГИКиИ» в 2025/2026 уч. году

Показатель активности гемодинамики	ИМТ $\leq 18,4$ 23,9% (n = 31)	ИМТ 18,5–25,0 36,9% (n = 27)	ИМТ $\geq 25,1$ 39,2% (n = 34)
Рост, см	170,61 $\pm$ 0,01	172,09 $\pm$ 0,11	173,01 $\pm$ 0,53
Масса тела, кг	69,6 $\pm$ 0,5	70,8 $\pm$ 0,5	73,6 $\pm$ 0,5
Метаболический эквивалент (МЕ)	8,56 $\pm$ 0,07	8,86 $\pm$ 0,11	8,61 $\pm$ 0,22
Показатель вентиляции лёгких (VE/VCO ₂ л/мин/кг)	23,8 $\pm$ 1,4	26,9 $\pm$ 1,1	24,1 $\pm$ 1,6
ПАНО (%), от МПК, по методу V-slope	0,88 $\pm$ 0,1	0,84 $\pm$ 0,1	0,86 $\pm$ 0,1
Среднее ЧСС (уд/мин)	83,1 $\pm$ 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	136,1 $\pm$ 7,1
Среднее АД (dias/мм рт. ст.)	82,8 $\pm$ 6,4	84,4 $\pm$ 9,1	83,1 $\pm$ 6,1
МПК VO ₂ (л/мин/кг)	3,9 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,2	3,8 $\pm$ 0,4
Sat O ₂ (%)	98,9 $\pm$ 0,3	99,1 $\pm$ 0,4	97,2 $\pm$ 0,1

Результаты. Выявлена корреляция между увеличением показателей абдоминального ожирения и нарушением восстановления артериального давления (АД мм рт. ст.), частоты сердечных сокращений (ЧСС уд/мин) после дозированной физической нагрузки. Значения гемодинамики в группе с избыточной массой тела и жировой клеткой отражают хронотропную нестабильность при физической нагрузке (ФН).

Биоимпедансный анализ и оценка антропометрических индексов являются валидными неинвазивными оценочными маркерами скрытых метаболических нарушений. Выявленные отклонения гемодинамики служат прогностическим критерием верификации развития сердечно-сосудистых заболеваний для детализации индивидуальных оздоровительных программ по профилактике метаболического синдрома.

Проведённый скрининг показателя метаболического эквивалента (МЕТ) в контрольных группах по значению максимального потребления кислорода (МПК VO₂) находится в коридоре «низких» значений физиологической нормы: 3,9 л/мин/кг $\pm$ 0,1 (23,9%); 4,1 л/мин/кг $\pm$ 0,2 (36,9%) и 3,8 л/мин/кг $\pm$ 0,4 (39,2%), см. табл. 1.

Выявлена достоверная корреляция между увеличением показателей абдоминального ожирения и нарушением восстановления артериального давления и частоты сердечных сокращений после дозированной физической нагрузки. Студенты с избыточной массой тела и ожирением демонстрировали снижение толерантности к физической нагрузке и нестабильность гемодинамических показателей.

Показатель метаболического энергетического обмена гликолитического характера в студенческой популяции по результатам комплексного измерения показателя анаэробного обмена (*ПАНО л/мин/кг / La max ммоль/л*) по результату кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ) отражает дисфункцию обменных процессов в контрольных группах: $0,88 \pm 0,1$; $0,84 \pm 0,1$ и $0,86 \pm 0,1$.

Стандартизация значения показателя вентиляции лёгких (VE/VCO_2) и пороговое значение концентрации лактата (*La ммоль/л*) как информативный показатель транзитной зоны отражает «дезадаптацию» и нарушение элиминации молочной кислоты ($C_3H_6O_3$, *lactic acid*), что подтверждает вариативность значения показателя в мониторинговых группах: $23,1 \pm 1,4$; $26,1 \pm 1,1$ и $25,1 \pm 1,6$.

Многомерный анализ показателя метаболического эквивалента (*MET*) позволяет диагностировать латентную гипоксию, что является приоритетным нозологическим направлением мониторинга оценки качества здоровья в студенческой популяции.

Влияние ожирения на гемодинамику: абдоминальное и висцеральное ожирение достоверно снижают толерантность сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке, что проявляется в замедлении восстановления ЧСС и артериального давления в постнагрузочном периоде.

Выявлена связь между характеристиками жировых депо (особенно висцерального жира) и степенью снижения адаптационного потенциала организма при дозированной физической нагрузке.

Клинический мониторинг параметров жировых депо является высокоинформативным и доступным методом ранней диагностики метаболических нарушений и оценки кардиометаболического риска у учащейся молодёжи.

Практические рекомендации.

Внедрить в программы ежегодной диспансеризации студенческой молодежи обязательный скрининг компонентов метаболического синдрома с использованием методов биоимпедансометрии для точной количественной оценки объема висцеральной жировой ткани.

Рекомендуется исключать нагрузки максимальной интенсивности, делая акцент на аэробные тренировки умеренной интенсивности (ходьба, плавание, cycling) для безопасного улучшения углеводно-липидного обмена.

Организовать профилактические медико-педагогические программы, направленные на коррекцию пищевого поведения и модифицированного фактора и физической активности в популяции учащейся молодежи с абдоминальным типом ожирения.

Использовать показатели толерантности к физическим нагрузкам (в частности, время восстановления ЧСС и PWC170) в качестве объективного функционального критерия при динамическом наблюдении за эффективностью диетотерапии и модификации образа жизни (lifestyle-вмешательств) у студентов с метаболическим синдромом.

Список литературы

1. Верификационный кластерный анализ активности гемодинамики в популяции студенческой молодежи / О. Ю. Хабарова, Т. Ю. Винокур, В. И. Кожанов [и др.] // Актуальные вопросы гуманитарных и социальных наук: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. (Чебоксары, 28 янв. 2025 г.) / редкол.: Ж.В. Мурзина [и др.]. – Чебоксары : Среда, 2025. – С. 224–226.

2. Логачева, И. В. Особенности ремоделирования сердца и распределения эпикардального жира у пациентов с коморбидной кардиальной патологией / И. В. Логачева, Т. А. Рязанова, В. Р. Макарова // Российский кардиологический журнал. – 2017. – № 4 (144). – С. 40–46.

3. Прогнозирование риска субклинического атеросклероза брахиоцефальных артерий у женщин с ожирением / Н. Н. Шенкова, Н. Г. Веселовская,

Г. А. Чумакова [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2017. – № 4. – С. 54–60.

4. Кардиология: учебник / под ред. Е.И. Чазова, И.Е. Чазовой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. – 960 с.