

**Винокур Татьяна Юрьевна**

канд. мед. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

**Анисимов Николай Иванович**

заслуженный тренер РФ, заслуженный работник физической

культуры и спорта ЧР, канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

педагогический университет им. И.Я. Яковлева»

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 АНАЭРОБНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ**

### **ГЕМОДИНАМИКИ ОРГАНИЗМА УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ**

*Аннотация:* в статье представлена детализация базовых показателей центральной гемодинамики при физической нагрузке (ФН) методом кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ), с анализом экспоненциального роста физиологического значения анаэробного порога (АнП ммоль/л) как фактор функциональной верификации работоспособности организма учащейся молодежи.

*Ключевые слова:* анаэробный порог, кардиопульмональный нагрузочный тест, частота сердечных сокращений, лактат.

*Введение.* В разные годы Европейское общество кардиологов предпринимали попытки спектрального анализа количественной и качественной характеристики анаэробного порога обмена (АнП) гемодинамики при активной физической работе учащейся молодежи.

Министерство здравоохранения Российской Федерации инициировало проведение клинического мониторинга базовых показателей центральной гемодинамики с применением современных клинических средств диагностики, рекомендованной Европейским обществом кардиологов (ESC).

Физиологическая мозаика «анаэробного порога», выражает пороговое изменение компенсаторно-приспособительной реакции гемодинамики при физической нагрузке (ФН), формирующая устойчивое гликолитическое «утомление» организма в целом.

Показатель анаэробной утомляемости, как информативный маркер, отражает уровень энергетических запросов гемодинамики при физической нагрузке (ФН), лимитирующая высокими потребностями доставки кислорода (МПК л/мин/кг) и скорейшей утилизацией продуктов распада.

Возникновение метаболического ацидоза в системе крови, в результате высокой концентрации содержания лактата (*La max* ммоль/л), отражает энергетические возможности доставки кислорода к тканям и утилизацию продуктов распада, что значительно снижает уровень энергообеспечения организма в целом.

Мониторинг показателей центральной гемодинамики студентов, занимающихся в группе брэндового кроссфита с различным коридором оздоровительной физической активностью, студентов ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», в течение 2023/2024 учебного года.

*Цель.* Стратификация целевой артериальной активности по показателю значения «анаэробного порога» и степенью «верификации» резервных возможностей гемодинамики при оздоровительной физической нагрузке (ОФН);

– вариабельность лимитированного лактатного (*La* ммоль/л) значения гемодинамики при физической нагрузке, формирующий анаэробный порог энергообеспечения (АнП).

Стратификацию изменений центральной гемодинамики (ЧСС уд/мин, МОК мл/мин, УОК мл.) с различной физической активностью (ФА) по результатам кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ) определяли по формуле:

Анатомические и физиологические параметры центральной гемодинамики организма студента клинически стратифицировали с использованием специального оборудования методом прохождения клинического углубленного обследования, на экспериментальной площадке БУ «Диагностический Центр», МЗ ЧР.

У всех было получено информационное «согласие» на мониторинг и обработку персональных данных.

Скрининговый дизайн обследования базовых показателей центральной гемодинамики включало:

– тредмилметрию проводили с использованием многофункционального аппарата «*SHILLER CARDIOFIT CS – 200 Standard*» (Швейцария), для определения индивидуального плато «анаэробного порога» ступенчатой мощности;

– суточный мониторинг артериального давления (СМАД sis/dias) на аппарате «*МИОКАРД ХОЛТЕР*» (Россия) с оценкой качества артериальной активности (ЧСС уд/мин);

– велоэргометрию (ВЭМ) с оценкой концентрации лактата (ммоль/л) и максимального потребления кислорода (МПК л/кг).

Мозаику стратификации ранних кардиологических признаков методом логистической регрессии, с пошаговым алгоритмом предикторов (от. лат. *Predictio* – предсказать) проводилось с использованием стандартизированных коэффициентов регрессии и статистики Вальда (Wald).

Верификацию показателя потолка анаэробного порога (АнП) при физической нагрузке (ФН) определялась кардиопульмональным нагрузочным тестом (КПНТ), на основе *показателя качества реакции (ПКР)* гемодинамики с применением биофункционального аппарата (*Pulse Ox 7500 SPO Medical, Израиль*).

Анаэробный порог (*La max* ммоль/л) определяется по концентрации содержания лактата (пиковое значение  $\geq 4$  ммоль/л) и максимального потребления кислорода (МПК л/мин/кг) на уровне  $\geq 65\%$  и выше от максимального значения.

При анализе параметров описательной статистики выделяли значимость коэффициента вариации (CV) в зависимости от распределения однородности

выборки значений изучаемых параметров параметрической и непараметрической статистики (критерий Стьюдента, Вилкоксона, Манна-Уитни) [2].

Полученные результаты параметров математической значений детализировали методом коэффициента вариации (CV), в зависимости от распределения однородности выборки значений изучаемых параметров параметрической и непараметрической статистики с помощью таблиц индивидуальных значений (критическое значение критерия Фридмана).

Таблица 1

Интегральные и временные показатели анаэробного порога (АнП ммоль/л) с различным уровнем физической активности по результатам тредмил-тестирования, студентов ЧГПУ им. И. Я. Яковлева в 2023/2024 уч/году (классификации экспертов Европейского общества изучения гипертонии ESH 2003 г)

Показатели / Parameter	По результату нагрузочного теста (КПНТ)						
	вариация нагрузки «силовая» n-16 (30,6,%)		вариация нагрузки «циклическая» n-24 (46,2%)		вариация нагрузки «анаэробная» n-12 (23,2%)		
	В покое	После нагрузки	В покое	После нагрузки	В покое	После нагрузки	
САД, мм рт.ст.	118,36±0,21	127,53±0,27	119,70±0,16	131,53±0,16	119,85±0,47	131,73±0,31	
ДАД, мм рт.ст.)	74,50±1,31	85,63±0,33	73,35±2,48	86,43±0,02	75,05±0,21	87,73±1,19	
*Метод D – тах ЧСС, уд/мин	148,01±0,67		149,61±1,57		151,85±0,76		
**La тах (ммоль/л)	≥ 2,3 ± 0,1		≥ 2,5 ± 0,2		≥ 2,4 ± 0,1		
***ПАНО (%), от МПК, по методу V- slope	0,81± 0,2		0,83± 0,4		0,82± 0,5		
Средне суточное/пиковое VO2 тах (л/мин/кг)	≥ 4,6± 0,1		≥ 4,4± 0,1		≥ 4,5 ± 0,1		
Sat O <sub>2</sub> (%)	≥ 97, 9 ± 0,1		≥ 97,8 ± 0,1		≥ 98,2 ± 0,1		
Время восстановления (после 3-й мин), с	САД	148,09±0,08		146,57±0,11		147,03±1,12	
	ДАД	74,63±0,13		75,21±0,07		77,13±0,07	
	ЧСС	94,61±1,02		81,89±0,64		98,16±0,59	

*Примечание\*\*\* – интерпретация интенсивности/величины нагрузки, отражающая характер пикового значения анаэробного порога ( $La_{max}$  ммоль/л) по результату кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ).*

*Результаты.*

Оценочный анализ показателей variability анаэробного порога (АнП  $La_{max}$  ммоль/л) по мониторингу концентрации лактата (ммоль/л) капиллярного русла системы крови, с разным модулем физической нагрузки (ФН), по результату кардиопульмонального нагрузочного теста (КПНТ), представлен см. табл. 1.

Динамика физиологического коридора артериальной активности по результату нагрузочного тестирования, формирующий пиковое значение содержания лактата ( $La_{max}$  ммоль/л) в капиллярной венозной крови, лимитировано вследствие нарушения показателя сатурации ( $SpO_2$ ) крови кислородом при физической нагрузке, и составило –  $2,3 \pm 0,1$ ;  $2,5 \pm 0,2$ . и  $2,4 \pm 0,1$ .

Интерпретация результатов анаэробного порога (АнП  $La_{max}$  ммоль/л) имеет выраженную гипоксию и как следствие увеличение концентрации лактата ( $La \geq 2.0 - 4.0$  ммоль/л) при физической нагрузке.

Сатурация крови кислородом ( $SpO_2$ ) капиллярного русла на уровне «анаэробного порога» ( $La \geq 2.0 - 4.0$  ммоль/л) оценивается интенсивностью физической нагрузки и коррелирует с максимальным потреблением кислорода (МПК л/мин/кг) и скоростью утилизацией образующихся продуктов распада.

Кардиологическая мозаика пиковых значений variability частоты сердечных сокращений (ЧСС уд/мин) методом D-max, с содержанием концентрации лактата ( $La$  ммоль/л), превышающий физиологическую норму приводит к нарушению баланса энергетического равновесия при физической нагрузке (ФН), что формирует феномен «утомления».

Физиологическим индикатором классификации показателя анаэробного порога (АнП ммоль/л) является метаболическая нормализация концентрации лактата ( $La_{max}$  ммоль) при оздоровительной физической нагрузке (ОФН) на «истощение», формирующая регенерацию восстановительных процессов гемодинамики.

Следовательно, анализ значения анаэробного порога (АнП ммоль/л) является прогностическим маркером оценки коэффициента максимальной артериальной мощности (ЧСС уд/мин и AD sis/dias), что позволяет детализировать лимитированные возможности аэробного метаболизма при активной физической нагрузки (ФН).

Физиологическая значимость и интерпретация пикового значения анаэробного порога (АнП ммоль/л) являются значимым фактором коррекции и прогнозирования показателей центральной гемодинамики, обеспечивающих уровень физического здоровья учащейся молодежи средствами физической нагрузки.

### *Список литературы*

1. Спортивная медицина: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – С. 325–326.
2. Медико-биологические проблемы физического воспитания учащейся молодежи: сборник материалов статей. – Челябинск: ГПИ, 1981. – С. 99–101.
3. Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках: сборник материалов статей. – Ставрополь: Ставроп. ГПИ, 1979. – С. 142–144.