



## «ИНТЕРВАЛЬНАЯ ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА: МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ»

Республиканский научно-практический центр спорта, Минск, Беларусь

ahulich@gmail.com

Акулч Н. В.

### ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫЕ ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ТРЕНИРОВКИ АССОЦИИРОВАНЫ СО СНИЖЕНИЕМ СМЕРТНОСТИ



Обследовано 25,241 человек (средний возраст 61,8 лет, 14,178 женщин/11,063 мужчины)

Stamatelis, E., Ahmadi, M.N., Gil, J.M.R. et al. Association of wearable device-measured vigorous intermittent lifestyle physical activity with mortality. *Nat Med* 28, 2521–2529 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41591-022-02100-x>

### ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫЕ ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ТРЕНИРОВКИ АССОЦИИРОВАНЫ СО СНИЖЕНИЕМ СМЕРТНОСТИ

	Количество эпизодов интервальных нагрузок (ИИТ)				
	0	1-2	3-4	>4	В целом
ИИТ	29,6 (6,9)	28,4 (6,3)	27,3 (4,7)	26,3 (4,3)	27,6 (6,1)
Возраст	64,7 (6,8)	62,9 (7,4)	61,3 (7,6)	59,7 (7,7)	61,8 (7,6)
Умеренная активность (мин/день), Мед [25-75]	22,8 [8,4-24,3]	20,0 [11,4-33,9]	27,9 [17,3-44,1]	39,7 [26,0-60,0]	26,9 [14,6-43,2]
Высокая активность (мин/день), Мед [25-75]	-	1,6 [0,9-2,3]	4,7 [2,6-8,9]	8,1 [7,3-9,3]	4,0 [1,3-9,1]
Частота ИИТ, 1 мин., Мед [25-75]	-	1 [1,2]	3 [4]	7 [9]	3 [2,4]
Частота ИИТ, 2 мин., Мед [25-75]	-	1 [1,2]	3 [3,4]	8 [8,10]	3 [2,4]
Уровень смертности (на 1000)					
Смертность	10,4	6,2	4,2	2,6	4,9
Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний	3,1	1,8	1,3	0,5	1,6
Смертность от онкологических заболеваний	7,3	3,4	2,8	1,6	3,2

### Материалы и методы:

Для оценки L-аргинин-NO-системы использовали мольсидин (PASCHEM) и, для оценки NO использовали диалцитильное производное 4-амино-5-метиламино-2,7-дифторфлуоресцина (DAF-FM DA) (Molecular Probe). Уровень внутриклеточного содержания NO коррелирует с флуоресценцией DAF-FM.



Для подготовки проб при проведении исследований на проточном цитометре использовали фосфатный буфер FACS Flow (BD Biosciences). Анализировали в каждой пробе не менее 40 000 клеток.



В последнее время при оценке адаптации к гипоксии/реоксигенации изучается роль газотрансмиттера монооксида азота, который, обладая уникальными физико-химическими свойствами, благодаря которым гемоглобин участвует в модуляции потока кислорода в клетки.

Поскольку возможным эффектом интервальной гипоксической тренировки является изменение уровня гемоглобина к кислороду, то **целью исследования** состояла в оценке роли монооксида азота в кислородотранспортной функции крови при гипоксии/реоксигенации.



<https://doi.org/10.1259/br.20130016>

### Материалы и методы:

Исследования проводились на суспензии эритроцитов добровольцев мужского пола (n=14). Забор венозной крови проводили в вакуумированные пробирки, антикоагулянт – ЭДТА К<sub>2</sub>. Для оценки механизма влияния гипоксии/реоксигенации использовали акселерометры iFit в условиях 5% CO<sub>2</sub> и 4% O<sub>2</sub> (гипоксия) и 5% CO<sub>2</sub> и 14% O<sub>2</sub> (реоксигенация), 37°С, которые были созданы в перчаточном боксе. Определение фракций гемоглобина суспензии эритроцитов производили на планшетном спектрофлуориметре (Biotek, Synergy H1).



### Материалы и методы:

Расчет фракции гемоглобина суспензии эритроцитов производили по формуле:

$$[HbO_2] = 29,8 \cdot A577 - 0,8 \cdot A630 - 22,2 \cdot A560$$

$$[Hb] = -1,6 \cdot A577 + 2,5 \cdot A630 - 0,33 \cdot A560$$

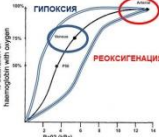
$$[MetHb] = 0,2 \cdot A577 - 0,4 \cdot A630 + 0,33 \cdot A560$$

где, [HbO<sub>2</sub>], [Hb] и [MetHb] – окс-, деокс- и метгемоглобин, соответственно; A577, A630 и A560 – значения поглощения при соответствующих длинах волн. Проверку правильности проведенных измерений и подсчета осуществляли при параллельном измерении спектров поглощения и оценки фракций гемоглобина на газоанализаторе ABL 800 Flex (Radiometer).

Определение внутриклеточного NO проводили методом проточной цитометрии (FACS ARIA) и спектрофлуориметрии (Biotek, Synergy H1). Инкубирование проб осуществляли при температуре 37°С и постоянном автоматическом перемешивании. Для нейтринирования эритроцитов пробы крови сархивали монональными антителами к линейному маркеру эритроцитов (гликофору А, CD 235 α).



## УЧАСТИЕ МОНООКСИДА АЗОТА В АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ/РЕОКСИГЕНАЦИИ



<https://www.facs.org/astarticle.aspx?articleid=180796>

## ИНТЕРВАЛЬНАЯ ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА



## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ

Сердечно-сосудистые заболевания	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ишемическая болезнь сердца</li> <li>Хроническая сердечная недостаточность</li> <li>Ревматизм</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Повышение толерантности к физической нагрузке</li> <li>Нормализация АД и гемодинамики при гипертонической болезни</li> </ul>
Болезни органов дыхания	<ul style="list-style-type: none"> <li>Бронхиальная астма</li> <li>Хронический обструктивный бронхит</li> <li>Ревматизм после пневмонии</li> <li>Частые ОРЗ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Улучшение показателей функции внешнего дыхания</li> <li>Уменьшение частоты при физической нагрузке</li> <li>Снижение частоты приступов удушья, кашля</li> <li>Снижение дозировки и частоты приема лекарственных средств</li> </ul>
Патологическая избыточная масса тела	<ul style="list-style-type: none"> <li>Алкогольная зависимость</li> <li>Сахарный диабет II типа</li> <li>Метаболический синдром</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение массы тела за счет уменьшения жировой массы</li> <li>Повышение физической выносливости</li> <li>Уменьшение общего холестерина и ЛПНП</li> <li>Уменьшение уровня глюкозы в крови</li> <li>Улучшение чувствительности к инсулину</li> </ul>

## Выводы

- Нормобарическая гипоксия сопровождается снижением фракции оксигемоглобина, а процесс реоксигенации приводит к росту фракции оксигемоглобина, превышающему исходное значение фракции гемоглобина.
- В адаптации к интервальной гипоксии принимает участие монооксид азота, концентрация которого вырастает при снижении давления кислорода в экспериментальной газовой смеси.
- Выявленные особенности участия L-аргинин-NO- системы эритроцитов в адаптации к гипоксии могут обеспечить оздоровительный эффект интервальных нагрузок, выполненных с высокой интенсивностью.

