

**Влияние тренировок с ЭМС и гипоксии на когнитивные функции,
функциональную связность ЭЭГ и показатели биохимии**

Научный руководитель – Соловьева Ксения Павловна

Реганова Елизавета Владиславовна

Студент (бакалавр)

Московский физико-технический институт, Москва, Россия

E-mail: reganova.ev@phystech.edu

Физические упражнения, особенно аэробные нагрузки, могут улучшать или ослаблять когнитивные функции человека. Ряд исследований показывает позитивное влияние гипоксических тренировок на когнитивные способности [3], другие статьи посвящены изменению уровня BDNF при таком воздействии [2]. Поскольку сокращение мышц опосредованно детектируется моторной корой головного мозга, а электромиостимуляция (ЭМС) непосредственно влияет на работу мускулатуры [1], ЭМС может оказать воздействие на когнитивные способности человека. Данное исследование ставит своей целью комплексное изучение гипоксических нагрузок и ЭМС на организм человека: показатели биохимии, когнитивные способности и функциональную связность ЭЭГ.

Материалы и методы.

Запись ЭЭГ производилась с помощью Neuroplay-8Cap с открытыми и с закрытыми глазами без задачи. Когнитивные способности измерялись с помощью теста на координацию (СAB-CO) на платформе Cognifit. Было измерено 27 показателей биохимии и нейротрофический фактор мозга (BDNF). Все измерения проводились до начала тренировок и через 1 месяц - после окончания эксперимента. Контрольная группа состояла из 14 мужчин (средний возраст 35,2 +- 3,8 лет), группа с гипоксическими тренировками - 15 мужчин (33,9 +- 3,9 лет), с ЭМС- 18 мужчин (33,3 +- 3,6 лет).

Результаты.

С помощью критерия Манна-Уитни были измерены значимые различия у групп "Гипоксия" и "ЭМС" относительно группы "Контроль" в показателях биохимии и когнитивных способностей. У группы "Гипоксия" наблюдалось повышение концентрации лактата, MCV, адреналина, у группы "ЭМС" - уменьшение норадреналина (подробнее - см. Табл.1). Значимые изменения в когнитивных способностях: "Гипоксия" - улучшение контекстуальной памяти, кратковременной памяти, у группы "ЭМС" - снижение внимания и увеличение скорости реакции. В результате ANOVA с последующим применением поправки Тьюки было показано значимое увеличение отдельных показателей функциональной связности у группы "Гипоксия" и уменьшение у группы "ЭМС" (подробнее - см. Табл. 3, 4 и Рис.5).

Источники и литература

- 1) Banerjee P. et al. Prolonged electrical muscle stimulation exercise improves strength and aerobic capacity in healthy sedentary adults //Journal of applied physiology. – 2005. – Т. 99. – №. 6. – С. 2307-2311
- 2) Becke A. et al. Daily intermittent normobaric hypoxia over 2 weeks reduces BDNF plasma levels in young adults—a randomized controlled feasibility study //Frontiers in Physiology. – 2018. – С. 1337
- 3) Jung M. et al. Does exercise have a protective effect on cognitive function under hypoxia? A systematic review with meta-analysis //Journal of Sport and Health Science. – 2020. – Т. 9. – №. 6. – С. 562-577

Иллюстрации

Таблица 1: Изменение показателей биохимии

Показатель	Группа	p-value	Тип изменения
Лактат	Гипоксия	0.010	Увеличение
Эритроциты	Гипоксия	0.042	Увеличение
МСV	Гипоксия	0.019	Уменьшение
Адреналин	Гипоксия	0.033	Уменьшение
Норадреналин	Гипоксия	0.022	Уменьшение
Серотонин	Гипоксия	0.033	Увеличение
Лимфоциты	ЭМС	0.040	Уменьшение
LYM	ЭМС	0.045	Уменьшение
Норадреналин	ЭМС	0.020	Уменьшение

Рис. 1. Таблица 1

Таблица 2: Изменение когнитивных способностей

Показатель	Группа	p-value	Тип изменения
Контекстуальная память	Гипоксия	0.008	Увеличение
Кратковременная память	Гипоксия	0.015	Увеличение
Внимание	ЭМС	0.012	Уменьшение
Скорость реакции	ЭМС	0.028	Увеличение

Рис. 2. Таблица 2

Таблица 3: Изменение FC в состоянии с открытыми глазами

Тип каналов	Диапазон, Hz	Группа	метод	p-value	Тип изменения
F3-C3	4-8	ЭМС	pli	0.031	Уменьшение
P4-O1	4-8	Гипоксия	pli	0.036	Увеличение
F4-P3	12-18	ЭМС	pli	0.042	Уменьшение
C4-P3	12-18	ЭМС	pli	0.044	Уменьшение
O2-P3	18-30	ЭМС	pli	0.016	Уменьшение
O2-O1	30-48	Гипоксия	pli	0.011	Увеличение
C3-O1	0.5-48	Гипоксия	pli	0.014	Увеличение
F4-P3	12-18	ЭМС	coh	0.034	Уменьшение
C4-O1	12-18	ЭМС	coh	0.049	Уменьшение
O2-F3	12-18	ЭМС	coh	0.010	Уменьшение
O2-F4	12-18	ЭМС	coh	0.010	Уменьшение

Рис. 3. Таблица 3

Таблица 4: Изменение FC в состоянии с закрытыми глазами

Тип каналов	Диапазон, Hz	Группа	метод	p-value	Тип изменения
AVG	0.5-4	ЭМС	pli	0.001	Уменьшение
FO	4-8	ЭМС	pli	0.021	Уменьшение
Left	4-8	ЭМС	pli	0.019	Уменьшение
O2-C3	0.5-4	ЭМС	pli	0.016	Уменьшение
O2-F4	0.5-4	ЭМС	pli	0.010	Уменьшение
Right	8-12	Гипоксия	pli	0.041	Уменьшение
Frontal	12-18	Гипоксия	pli	0.008	Увеличение
F4-F3	12-18	ЭМС	pli	0.041	Увеличение
F4-F3	30-48	ЭМС	pli	0.005	Уменьшение
F3-O1	0.5-48	ЭМС	pli	0.045	Уменьшение
O2-F4	30-48	Гипоксия	coh	0.032	Уменьшение

Рис. 4. Таблица 4

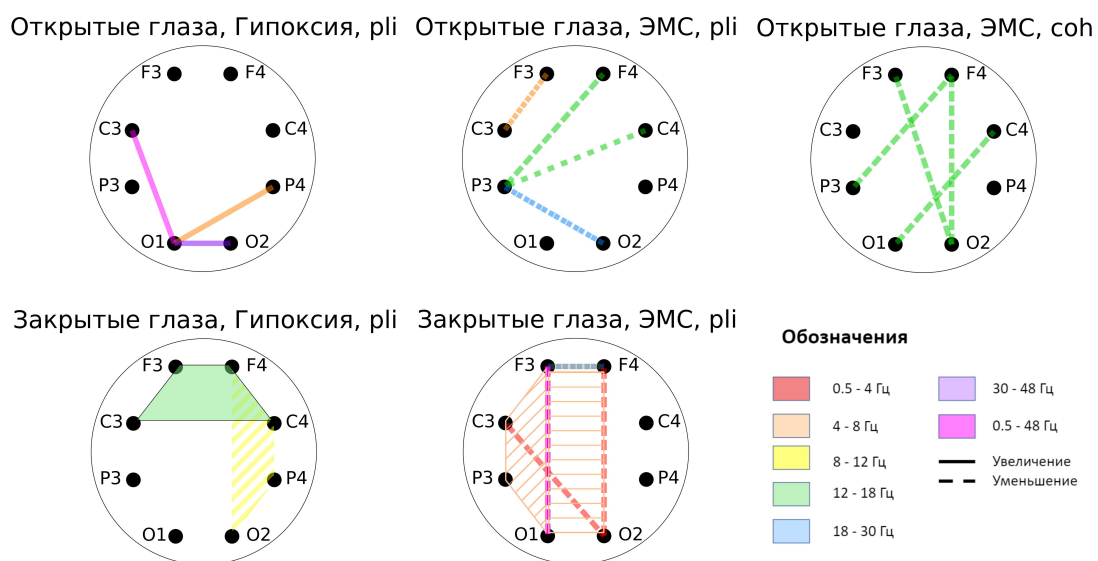


Рис. 5. Изменение функциональной связности