

УДК 612.217.1+574.24

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ ЖИВОТНЫХ И ГИПОКСИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ В РАЗЛИЧНЫЕ СРОКИ РЕАДАПТАЦИИ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

В.П. ИЛЬИЧЕВ, К.М.Н.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кыргызско-Российский Славянский университет

В статье приведены данные исследований, выполненных на лабораторных животных (крысах) в различные периоды реадaptации после длительного пребывания в условиях высокогорья. Впервые выявлены закономерности распределения биоэлектрической активности дыхательной мускулатуры, а также описана её спектральная картина у животных в различные сроки реадaptации.

Ключевые слова: реадaptация, дыхательные мышцы, биоэлектрическая активность

The article presents the data of the researches conducted on laboratory animals (rats) in different periods of readaptation after a long-term stay under high-mountain conditions. The regularities of bioelectric activity distribution of the respiratory musculature have been detected for the first time, and also its spectral picture in animals in different terms of readaptation has been described.

Key words: readaptation, respiratory muscles, bioelectric activity.

Ранее нами были рассмотрены особенности электрофизиологических характеристик дыхательных мышц у крыс в низкогорье и в различные сроки пребывания в условиях высокогорья. Установлена закономерность включения в акт дыхания диафрагмы и межреберной мускулатуры краниальных и каудальных отделов грудной клетки. Проведен спектральный анализ ЭМГ дыхательной мускулатуры крысы в условиях барокамерных нагрузок [2]. До настоящего времени в литературе отсутствуют сведения об электрофизиологических характеристиках дыхательных мышц животных и их соотношении при барокамерных нагрузках в процессе реадaptации после длительного пребывания в условиях высокогорья.

Исходя из малоизученности вышеперечисленных научно-теоретических и методических вопросов горной физиологии, были сформулированы цель и задачи настоящего исследования.

Цель исследования. Выявление особенностей биоэлектрических характеристик дыхательных мышц и динамики гипоксической устойчивости у лабораторных животных в процессе реадaptации после длительного пребывания в условиях высокогорья.

Задачи исследования.

1. Изучить динамику и провести сравнение электрофизиологических характеристик мышц 2-го, 7-го межреберий и диафрагмы крыс в покое и при остром воздействии гипобарической гипоксии на 2-3, 14-15 и 28-29 сутки реадaptации.

2. Соотнести биоэлектрические характеристики дыхательных мышц с показателями гипоксической устойчивости.

Материалы и методы

Работа выполнена на белых лабораторных крысах-самцах (массой 180-200 г) после спуска их с высоты 3200 м над уровнем моря (перевал Туя-Ашу, центральный Тянь-Шань) в условия низкогорья.

В процессе решения задач исследования были поставлены следующие серии экспериментов:

1. Запись и анализ ЭМГ в покое и на высотах «барокамерного» подъема с определением высотного потолка на 2-3 сутки реадaptации;

2. Проведение вышеуказанных процедур на 14-15 сутки реадaptации.

3. Осуществление вышеуказанных обследований на 28-29 сутки реадaptации.

В качестве параметра, характеризующего переносимость острого кислородного голодания, был выбран «высотный потолок», использовавшийся ранее рядом авторов для выяснения устойчивости животных к острой гипоксии путем «подъема» в барокамере со скоростью 25 м/с [1, 3, 5].

В наших опытах высотный потолок определялся по началу агонального дыхания, регистрируемого с помощью электромиограммы дыхательной мускулатуры у наркотизированных крыс (уретан 1000 мг/кг).

У животных различных групп до определения высотной устойчивости и при барокамерном подъеме регистрировали электрическую активность дыхательной мускулатуры (диафрагмы, мышц 2-го и 7-го межреберий).

Результаты исследования и обсуждение

Анализ показателя высотной устойчивости показал значительное падение высотного потолка на 14-15 сутки реадaptации (табл. 1).

Таблица 1 – Высотная устойчивость крыс в различные сроки реадaptации

	2-3 сутки реадaptации	14-15 сутки реадaptации	28 сутки реадaptации
M	14,3	11,1	13,7
±m	0,2	0,9	0,5
P		<0,05	

По данным таблицы можно судить о значительном снижении компенсаторных возможностей дыхательного центра на 2-й неделе реадaptационного периода.

Соответственно наблюдались и изменения в биоэлектрической активности дыхательных мышц.

Соотношение биоэлектрической активности исследуемых групп дыхательной мускулатуры крыс в различные сроки реадaptационного периода представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели биоэлектрической активности дыхательных мышц крыс в различные сроки реадaptационного периода

		Исследуемые мышцы					
		Диафрагма		2 межреберье		7 межреберье	
		A (мкВ)	P (мкВ)	A (мкВ)	P (мкВ)	A (мкВ)	P (мкВ)
Рeadaptация 2-3-сутки (n=8)	M±m	57,2±9	5,5±1,1	60,9±10	8,7±2,8	88,5±41	15±9
Рeadaptация 14-15 суток (n=9)	M±m	69±10	50,8±15	60,7±9	53,7±23	65,4±18	63,4±29
Рeadaptация 28-29 суток (n=10)	M±m	44,9±7	16,5±7	37,5±8	14,8±3	57,5±6	19,4±7

Распределение биотоков дыхательных мышц у животных в равнинных условиях проявляется таким образом, что наибольшая активность принадлежит диафрагме, затем – мышцам краниальных межреберий, и самая низкая активность отмечается в мышцах каудальных межреберий [1, 4, 5]. Ранее в наших исследованиях было показано, что такое распределение биоэлектрической активности дыхательных мышц существенно меняется при пребывании животных в условиях высокогорья, особенно на 30-й день адаптации [2]. Как видно из показателей таблицы, в процессе реадaptации также наблюдается существенное перераспределение активности между группами дыхательных мышц: на 2-3 и 28-29 сутки после спуска преобладает активность мышц каудальных межреберий. Спектрографическое обследование обнаружило значительное увеличение показателей мощности спектра ЭМГ всех групп дыхательных мышц на 14-15 сутки реадaptации. Необходимо отметить, что в различные сроки после спуска у части крыс в покое регистрировалась в мышцах межреберных промежутков так называемая поздняя активность, причем, в большей степени это было выражено на 14-15 сутки реадaptации (рис. 1).

При подъеме в барокамере происходило снижение амплитуды и мощности спектра ЭМГ дыхательных мышц у крыс на 2-3 и 14-15 сутки после

спуска, на 28-29 сутки такой тенденции выявлено не было (рис. 2, 3, 4).

Спектральный анализ электромиограммы дыхательных мышц выявил следующие закономерности. В ситуации покоя и в диафрагме, и в мышцах межреберных промежутков регистрировалось большое количество пиков (более 7). Необходимо отметить, что в проведенных ранее исследованиях на крысах в условиях высокогорья было выявлено наличие меньшего количества пиков в спектре ЭМГ диафрагмы [2]. По-видимому, большое количество пиков связано с десинхронизацией в работе мотонейронов диафрагмы. По мере подъема в барокамере во все сроки наблюдения происходило смещение низкочастотного пика в сторону более высоких частот, уменьшение количества пиков в спектре ЭМГ дыхательных мышц на 14-15 и 28-29 сутки после спуска и, наоборот, увеличение – на 2-3 сутки. Средняя частота спектра мощности сдвигалась в сторону более низких частот на 28-29 сутки и в ещё большей степени на 14-15 сутки после спуска. На 2-3 сутки реадaptации существенного сдвига средней частоты выявлено не было. Сдвиг средней частоты спектра в сторону более низких частот является критерием развития утомления в мышцах, причем, в большей степени утомление дыхательных мышц наблюдается на 14-15 сутки реадaptационного периода.

Выводы

1. Динамика амплитудных значений, частоты следования волн и характеристик спектра мощности ЭМГ у крыс после спуска с высоты 3200 м на высоту 760 м над уровнем моря отражают сдвиги регуляции, формирующие новые режимы работы дыхательной мускулатуры. Процесс формирования новых режимов протекает на всем протяжении исследований, но наибольшие изменения наблюдаются на 14-15 сутки реадaptации, когда регистрируются биотоки поздней активности в мышцах межреберных промежутков.

2. На 14-15 сутки реадaptационного периода отмечается наибольшее снижение гипоксической устойчивости крыс, что происходит одновременно с неадекватными сдвигами амплитуды биотоков и характеристик спектра мощности ЭМГ дыхательных мышц.

Заключение

Таким образом, проведенные нами исследования существенно дополняют картину изменений электрофизиологических характеристик дыхательных мышц животных в горных условиях, что в дальнейшем будет способствовать выяснению причин, лежащих в основе патологических изменений дыхательной системы у человека и животных при пребывании в условиях высокогорья, а также что немаловажно, в различные периоды реадaptации после длительного пребывания в горах.

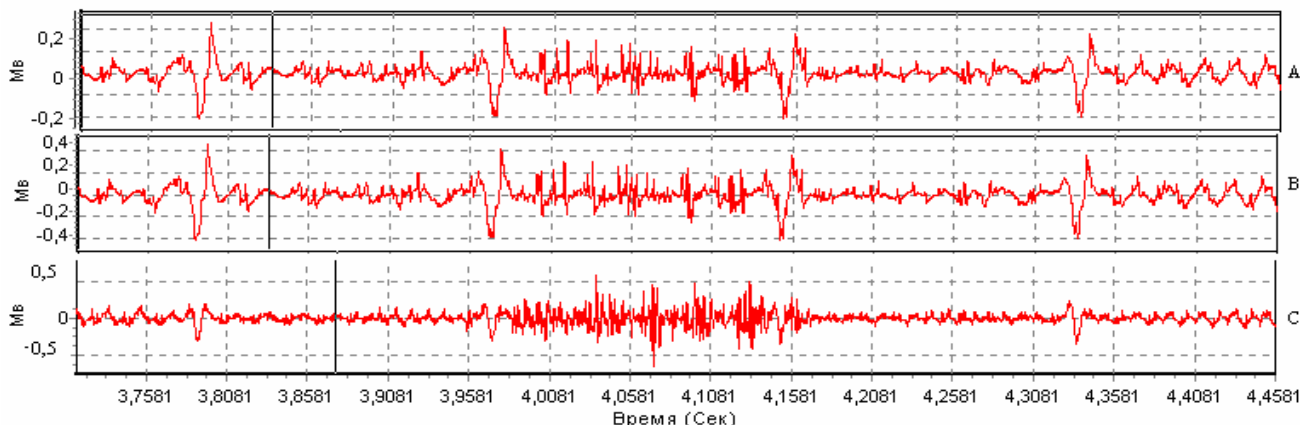


Рисунок 1 – Интерференционная ЭМГ дыхательных мышц крысы на 14-15 сутки реадaptации. А – ЭМГ мышц 2-го межреберья, В – ЭМГ мышц 7-го межреберья, С – ЭМГ диафрагмы

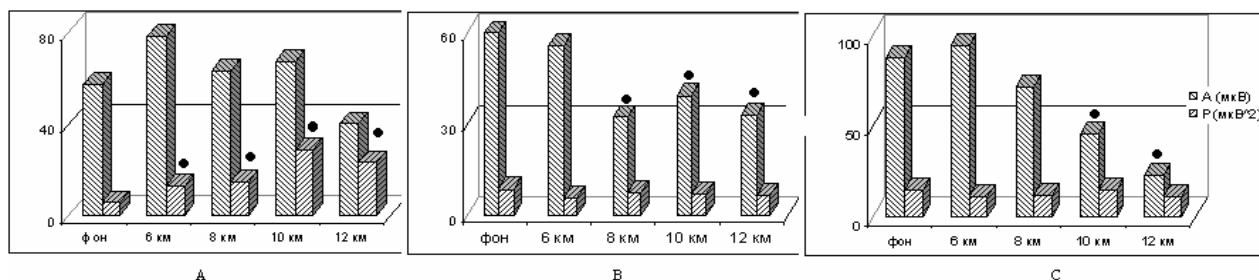


Рисунок 2 – Динамика амплитуды и мощности спектра ЭМГ дыхательных мышц по мере подъема в барокамере (реадaptация 2-3 сутки). А – диафрагма, В – мышцы 2-го межреберья, С – мышцы 7-го межреберья
* – Различия достоверны по отношению к показателям в покое ($P < 0,05$)

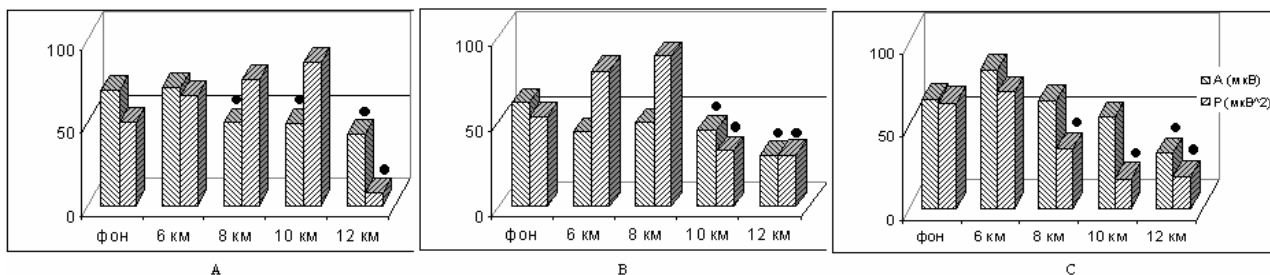


Рисунок 3 – Динамика амплитуды и мощности спектра ЭМГ дыхательных мышц по мере подъема в барокамере (реадaptация 14-15 сутки). А – диафрагма, В – мышцы 2-го межреберья, С – мышцы 7-го межреберья
* – Различия достоверны по отношению к показателям в покое ($P < 0,05$)

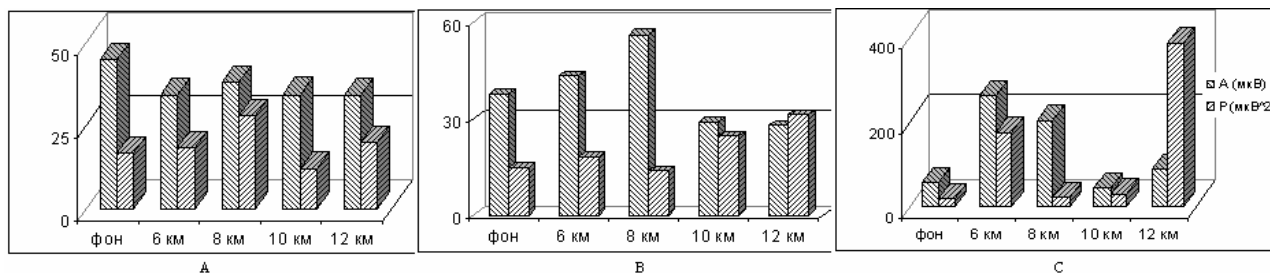


Рисунок 4 – Динамика амплитуды и мощности спектра ЭМГ дыхательных мышц по мере подъема в барокамере (реадaptация 28-29 сутки). А – диафрагма, В – мышцы 2-го межреберья, С – мышцы 7-го межреберья

Литература

1. Бебинов Е.М. Особенности регуляции внешнего дыхания и устойчивость к гипоксии низкогорных и высокогорных животных, подвергнутых околокаротидной гломэктомии в условиях горного климата / Дисс. ... канд. мед. наук.- Фрунзе, 1979. – 170 с.
2. Ильичев В.П. Влияние частичной десимпатизации каротидных тел на биоэлектрические характеристики дыхательной мускулатуры животных в горных условиях / Дисс. ... канд. мед. наук.- Бишкек, 2007. – 142 с.
3. Кононец И.Е. Адаптивные сдвиги центральной и органной гемодинамики при интактном и измененном кровоснабжении голов-

- ного мозга животных в горных условиях / И.Е. Кононец: Автореф. дисс. ... док. мед. наук. – Бишкек, 1999. – 40 с.
4. Пелевинов В.А. Электрическая активность дыхательных мышц при изменении содержания кислорода во вдыхаемом воздухе / В.А. Пелевинов: Автореф. дисс...канд. мед. наук. – Оренбург, 1971. – 40 с.
5. Степанова Р.А. Электрофизиологические и вентиляторные показатели дыхания животных при воздействии на симпатические образования в горных условиях / Р.А. Степанова: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Фрунзе, 1990. – 19 с.

Поступила 09.04.09