

УДК 612.215.8:616-089.22-001.186-092.9

## ГЕМОДИНАМИКА В ЛЕГКИХ КРЫС ПРИ ГИПОТЕРМИИ НА ФОНЕ ИММОБИЛИЗАЦИИ

Хамчиев К.М.

*Медицинский университет Астана, Астана, e-mail: kureysh2562@gmail.com*

В опытах на белых беспородных крысах, с использованием специальной иммобилизационной камеры, было изучено влияние охлаждения и гипокинезии на показатели кровенаполнения и тонуса легочных сосудов. На тетраполярном реоплетизмографе регистрировались и анализировались качественные и количественные показатели реограммы, отражающие состояние легочного кровотока. Из временных показателей изучались период напряжения миокарда, время общего изгнания крови, а из амплитудных – вольтаж систолических и диастолических волн реопульмонограммы, систоло-диастолическое отношение. Обнаружены однонаправленные гемодинамические сдвиги в легких крыс, подвергавшихся шестичасовому переохлаждению на фоне ограничения двигательной активности путем иммобилизации. Эти изменения характеризовались повышением сосудистого тонуса на уровне прекапилляров, понижением кровенаполнения легочной ткани и развитием венозного застоя крови в малом круге кровообращения.

**Ключевые слова:** реопульмонограмма, легочная гемодинамика, иммобилизация, гипотермия, стресс

## THE HEMODYNAMICS IN THE RAT LUNG DURING HYPOTHERMIA ON THE BACKGROUND OF IMMOBILIZATION

Khamchiyev K.M.

*Astana Medical University, Astana, e-mail: kureysh2562@gmail.com*

The aim of the research was the study of pulmonary circulation dynamics during the complex effect of immobilization and hypothermia. Researches were conducted on 20 non-pedigreed, white rats. The complex effect of hypokinesia and hypothermia was simulated by the placing of experimental rats into the 80 cm<sup>3</sup> camera designed by us, which has connection with the ambient environment within 6 hours for 10 days at the temperature of + 3+4°C. Registration of pulmonary hemodynamics was carried out with the help of rheogram record. It is determined that on the immobilization background the six-hour hypothermic effect causes reduction of blood supply to the lung vessels, raise of pressure in pre-capillary bed and difficulty of venous blood return in the lungs.

**Keywords:** pulmonary circulation, immobilization, hypothermia, stress

Во все времена вопросы, связанные с воздействием экстремальных факторов на функции организма, его органов и систем привлекали пристальное внимание теоретиков и практиков медицины [2,3,6].

В повседневной жизни человек подвергается воздействию многих стрессорных факторов. Однако проблема сочетанного воздействия иммобилизации и гипотермии на организм животного, и в особенности на его кардиореспираторную систему, остается до сих пор недостаточно изученной.

**Цель исследования.** В данной работе была поставлена цель изучить состояние легочной гемодинамики при одновременном моделировании у экспериментальных животных гипотермии и гипокинезии.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводились на 20 (из них 10 контрольных) белых беспородных крысах массой от 160 до 250 г.

Комбинированное влияние гипокинезии и гипотермии моделировалось путем помещения испытуемых крыс в сконструированную нами камеру объемом 80 см<sup>3</sup>, имеющую сообщение с внешней средой в течение 6 часов, на протяжении 10 дней при температуре +3 +4°C [1].

Регистрация лёгочной гемодинамики проводилась с помощью записи реограммы (РГ) на приборе РПГ2 – 02 по модифицированной нами методике [4,5].

Анализировались артериальное давление (АД), качественные и количественные характеристики реографической кривой, позволявшие судить об особенностях легочного кровотока на разных участках сосудистого русла. Рассчитывались амплитудные показатели систолической (А<sub>с</sub>, мОм) волны реограммы, свидетельствовавшие об уровне кровенаполнения и тонусе сосудов. Временные показатели РГ – длительность пресистолической (Т, мс), систолической (А<sub>с</sub>, мс) и диастолической (А<sub>д</sub>, мс) волн отражали период напряжения миокарда, время изгнания крови и состояние венозного кровотока соответственно.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета статистических программ IBMSPSSStatistics 21.

### Результаты исследования и их обсуждение

РГ контрольных животных имела правильную конфигурацию и представляла собой повторяющиеся, идентичные по форме и амплитуде пульсовые волны. В первый час сочетанного воздействия иммобилизации и гипотермии амплитуда основной волны (А<sub>с</sub>) РГ снизилась на 18,2%, высота венозной волны уменьшилась на 7,6 %, период Т снизился на 9,8%. Все эти данные говорили об умеренном увеличении тонуса лёгочных сосудов, уменьшении кровенаполнения лёгочной ткани (таблица).

Динамика основных показателей РГ в ходе шестичасовой гипотермии на фоне иммобилизации

Показатель	Контроль	1 час	2 час	3 час	4 час	5 час	6 час
Ас, мОм	69,0±0,8	56,3±2,4*	49,8±2,0*°	43,4±1,6*°	51,6±1,8*°	58,4±1,7*°	63,2±2,5*
А <sub>с</sub> , мс	80,7±0,5	76,3±1,8	74,1±1,0*	72,2±0,9*	73,9±1,5*	75,2±1,3*	78,8±2,0
А <sub>д</sub> , мс	194,7±1,0	178,1±3,0*	162,2±2,7*°	158,7±1,5*	167,5±2,3*	189,8±2,1*°	194,3±2,6
Т, мс	285,7±1,0	255,5±3,3*	244,8±3,5*	243,2±5,9*	247,1±5,4*	272,3±4,7	285,1±7,5

Примечание. \* – достоверность различия показателей с исходным уровнем  $p < 0,01$ ; ° – достоверность различия показателей с предыдущим измерением  $p < 0,01$ .

В течение следующего часа Ас продолжала снижаться на 27,6% относительно первоначальных показателей, а систолическая фаза на 8,5%. Диастолическая фаза и период Т укорачивались на 15,9% и 13,6%. Сохранялась тенденция к повышению показателя тонуса сосудов. К исходу второго часа исследований он увеличился на 13,3%.

К концу третьего часа Ас снижалась на 12,9% в сравнении с уровнем данного показателя через два часа. Продолжительность систолической фазы уменьшилась на 10,9%, а диастолической – на 17,7%. Период Т оставался без изменений.

В последующие часы эксперимента наблюдалась картина компенсации нарушений легочного кровообращения, о чем свидетельствовало повышение Ас: после четвертого часа – на 18,9%, на пятом – 13,2%, на шестом часе – на 8,2%. А<sub>с</sub> во время иммобилизации на четвертый-шестой часы имела тенденцию к удлинению и в течение трех последних часов исследования увеличилась на 6,6 мс. Диастолический период во второй половине исследований удлинился на 16,0%. Уровень данного показателя во время последнего определения оказался практически равным исходному. Период Т удлинялся в течение всей второй половины эксперимента, что обеспечило к его завершению полную нормализацию данного показателя. Тонус сосудов на четвертом часу комбинированного стресса также имел тенденцию к снижению, сохранявшуюся на пятом и шестом часу исследований.

Следует отметить, что после шестого часа уровень практически всех показателей приближался к исходным значениям. Полное восстановление основной волны РГ,

продолжительности систолической и диастолической фаз, тонуса сосудов наблюдалось в период от 30 минут до одного часа после снятия иммобилизации и начала согревания животных.

В первые три часа у подопытных животных наблюдалось повышение уровня АД, наиболее резкое в течение первого часа (на 8,6%,  $p < 0,01$ ) и менее резкое на втором и третьем часу. Уровень максимального повышения АД достиг  $118,0 \pm 1,3$  мм рт. ст. и составил 14,0%. Далее во второй половине шестичасового иммобилизационного стресса на фоне гипотермии зарегистрировано постепенное понижение АД, составившее 4,6% после четвертого часа, 4,5% – после пятого и 2,1% после шестого.

Частота сердечных сокращений достигала своего максимума на 3 часу сочетанного стресса (увеличение на 16,5%,  $p < 0,01$ ), а в дальнейшем сменялась тенденцией к понижению и к концу шестого часа приближалась к показателям контрольных крыс.

Результаты проведенного нами корреляционного анализа свидетельствуют о наличии достоверных взаимосвязей между показателями легочной и системной гемодинамики в ходе иммобилизационного стресса на фоне гипотермии. Наиболее достоверный уровень коэффициентов корреляции наблюдается во время развития максимальных нарушений в обеих подсистемах гемодинамики (во второй и третий часы исследований).

**Выводы**

Изменения легочного кровообращения при комбинированном стрессе, обусловленном гипотермией на фоне иммобилиза-

ции, выявили следующие закономерности: уменьшение кровенаполнения, повышение тонуса сосудов прекапиллярного русла легких и венозный застой крови в малом круге кровообращения. Легочная гемодинамика изменяется однонаправленно у всех животных (лишь в 10% опытов отмечается недостоверное снижение тонуса легочных сосудов с увеличением локального кровенаполнения легочной ткани).

#### Список литературы

1. Абсатинова В.К., Хамчиев К.М., Останин А.А., Шмидт К.В. Влияние гипотермии и иммобилизации на основные функции организма человека // Астана Медициналык журналы. – Астана, 2014. – №1. – С.7 – 11.
2. Аршавский И.А. Особенности стресса и адаптации в разные возрастные периоды в свете данных негэнтропийной теории онтогенеза // Нервные и нейроэндокринные механизмы стресса. – Кишинев, 1980. – С. 3-24.
3. Горизонтов П.Д., Белоусова О.И., Федотова М.И. Стресс и система крови. – М., 1983. – 239 с.
4. Досмагамбетова Ж.О., Хамчиев К.М. Способ регистрации регионарного кровообращения у новорожденных крысят. Удостоверение № 386/99 от 04.07.99. АкмолГМА.
5. Хамчиев К.М. Гемодинамика малого круга у здоровых морских свинок // Физиология и патология органов дыхания: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1988. – С. 11 – 13.
6. Henry J., Cassel J. Psychosocial factors in essential hypertension: recent epidemiological and animal experimental evidence // Am. J. Epid. – 1969. – 90. – P. 171 – 200.