
КОРРИГИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕННОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ЖИВОТНЫХ ПОСЛЕ КАРОТИДНОЙ ГЛОМЭКТОМИИ

В.И. Торшин, Е.Ю. Калашникова, Л.В. Шевченко,
А.И. Елфимов

Кафедра нормальной физиологии
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8, Москва, Россия, 117198

Каротидная гломэктомия является адекватным методом изучения функциональной роли периферических хеморецепторов в регуляции функций организма. После гломэктомии у животных увеличивается содержание глюкозы в крови, снижается дыхательный коэффициент, потребление кислорода и выделение углекислого газа, развиваются явления анемизации. Полученные результаты свидетельствуют о возможности физиологической коррекции уровня гликемии и показателей газообмена у животных при периодическом воздействии гипоксии, гипо- или гипертермии после гломэктомии.

Ключевые слова: каротидная гломэктомия, кровь, газообмен, гипоксия, гипо- и гипертермия.

Артериальные хеморецепторы играют важную роль в регуляции функций организма в норме и при патологии [1, 11], а после денервации синокаротидных рефлексогенных зон и билатеральной каротидной гломэктомии у животных возникают достоверные изменения гематологических и газоэнергообменных показателей [1, 4, 6].

С целью изучения корригирующего влияния измененной газовой среды и температуры на основные показатели красной крови и газообмена у крыс нами проведено 4 серии экспериментов. Животные после операции [3] находились в виварии в условиях обычной атмосферы и температуры (+22 °С, 1-я серия) и при периодическом (ежедневно 4 ч в течение трех недель) воздействии гипоксии ($PiO_2 = 85 \text{ mm Hg}$ в барокамере объемом 110 л на «высоте» 5000 м, 2-я серия), гипо- и гипертермии (3-я и 4-я серии в термокамерах объемом 100 и 150 л, соответственно, при температуре $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ и $+32 \text{ }^\circ\text{C}$).

Опыты проводились на белых беспородных крысах-самцах массой 200—220 г, у которых через 2 недели после гломэктомии определялось: количество эритроцитов (Эр, млн/мкл) на счетчике микрочастиц «Целлоскоп», концентрация гемоглобина (Hb, г%) на гемоглобинометре фирмы «Линсон-инструмент», показатель гематокрита (Ht, %) на микроцентрифуге СМ-70, потребление O_2 (VO_2 , мл) и выделение CO_2 (VCO_2 , мл) в пересчете на 100 г массы тела с помощью газоанализаторов АК-1 и ГАУ-3 в закрытой системе емкостью 3 л, дыхательный коэффициент (ДК) и содержание глюкозы в крови (ммоль/л) на приборе «Эксан-Г». В каждой серии эксперименты проводились на 12 ложнопериоперированных (Лю)

и 12 гломэктомированных (Гл) животных. Все исследования проводились в дневное время (14—16 ч). Функциональные показатели у животных определялись до начала воздействия измененной газовой среды и температуры. Результаты исследований обработаны с использованием программы Microsoft Excel и представлены на рис. 1.

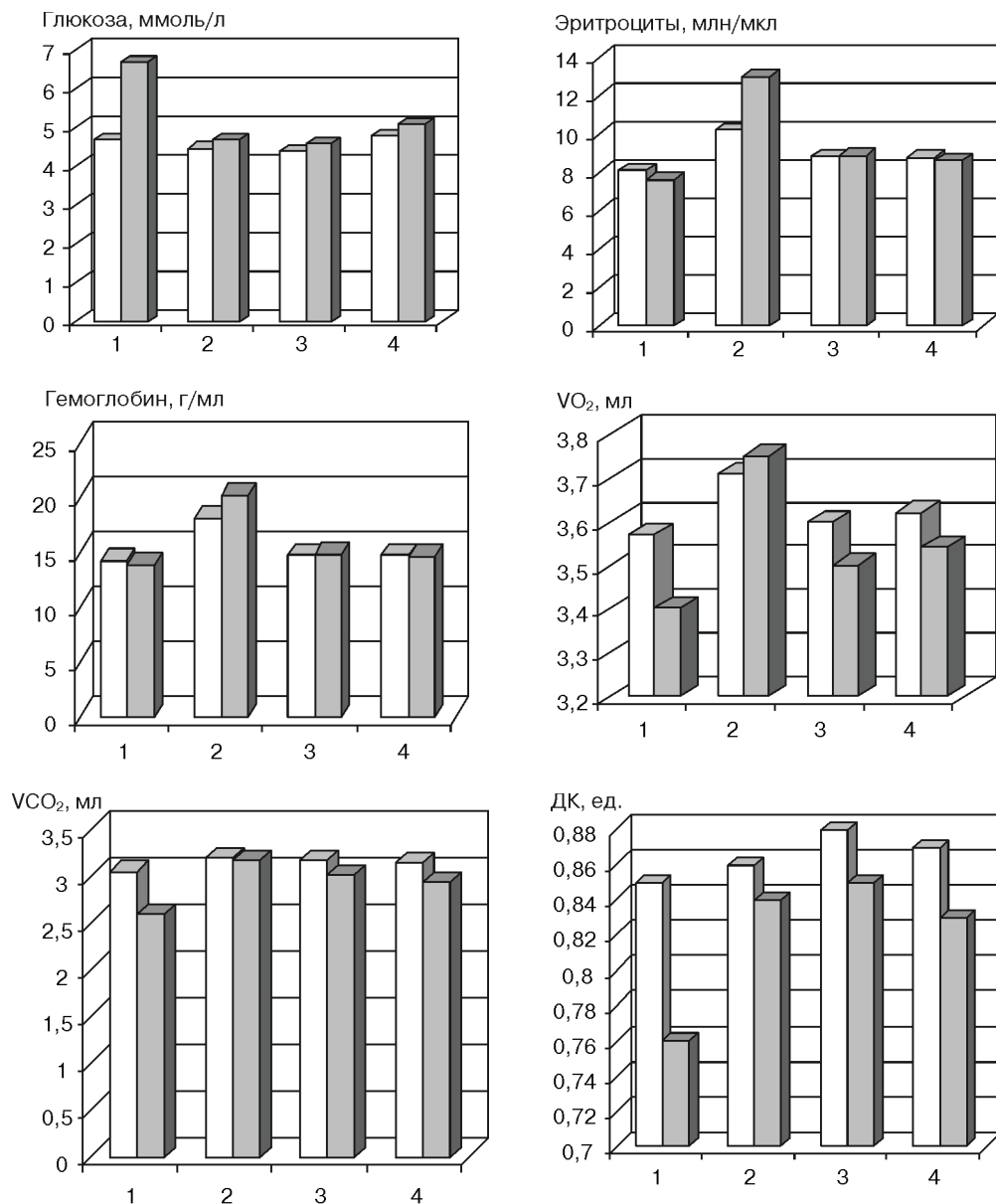


Рис. 1. Содержание глюкозы в крови, показатели красной крови и газообмена у крыс в условиях нормоксии (1), гипоксии (2), гипо- (3) и гипертермии (3).

Примечание: светлые столбики — ложнооперированные животные (Ло), темные — гломэктомированные (Гл).

Представленные на рисунке данные свидетельствуют о том, что в 1-й серии (нормоксия) после каротидной гломэктомии достоверно ($P < 0,05$) увеличивается содержание глюкозы в крови, уменьшается количество Эр, снижается ДК и VCO_2 , отмечается тенденция к снижению VO_2 , Hb и Ht. Дополнительный расчет морфометрических показателей красной крови (среднее содержание и средняя концентрация гемоглобина в эритроците, средний объем эритроцита) свидетельствует о том, что указанные показатели существенно не изменяются после гломэктомии. Небольшое, но достоверное снижение количества Эр, тенденция к снижению Hb и Ht у Гл животных свидетельствуют о явлениях анемизации, которые не сопровождаются нарушением синтеза гемоглобина, поскольку среднее содержание и концентрация гемоглобина в эритроците не изменились.

Следует отметить, что в возникновении рефлекторных реакций со стороны инсулярного аппарата поджелудочной железы при изменении уровня глюкозы в крови важная роль принадлежит каротидным рецепторам [5, 7, 8]. Поэтому нам представляется закономерным повышение содержания глюкозы в крови у гломэктомированных животных в связи с инактивацией инициального звена рефлекторной регуляции уровня гликемии.

В результате периодического воздействия гипоксии отмечается тенденция к снижению глюкозы в крови Ло животных и достоверное снижение ее у Гл крыс. У Гл животных также более выраженным было увеличение числа эритроцитов, уровня гемоглобина и показателя гематокрита. По сравнению с показателями, полученными в условиях нормоксии, у этих животных повысилось потребление кислорода и выделение углекислого газа, а ДК повысился и приблизился к значениям его у ложнооперированных животных. У Ло крыс ДК остался практически неизменным. В результате гломэктомии устраняется главное периферическое звено чувствительности к снижению pO_2 . В этой ситуации, очевидно, эту роль начинают выполнять центральные хемочувствительные структуры, для возбуждения которых требуются более выраженные гипоксические воздействия, что и происходит при периодическом воздействии гипоксии.

При воздействии холода, как и в условиях гипоксии, у гломэктомированных животных повышения уровня глюкозы не наблюдалось. Данные о числе эритроцитов, концентрации гемоглобина и показателя гематокрита в условиях гипотермии были ближе к таковым у животных, пребывающих в условиях нормоксии и нормобарии. Похожая картина в показателях красной крови и газоэнергообмена наблюдалась и при гипертермическом воздействии на группы Ло и Гл животных. Таким образом, наблюдается сходная картина в реакциях показателей красной крови и газообмена в ответ на воздействие гипо- и гипертермии как у Ло, так и у Гл животных. Гипоксические влияния имели аналогичное, но более выраженное воздействие. Вместе с тем при тренировке в условиях пониженной температуры, как и при гипоксических воздействиях, сохранились достоверные различия в показателях красной крови, характеризующих процессы синтеза гемоглобина, между Ло и Гл животными.

В результате проведенных нами исследований выявлена достоверная возможность физиологической коррекции уровня гликемии и показателей газообмена у животных при периодическом воздействии гипоксии, гипо- или гипертермии после гломэктомии (2, 3 и 4 серии). Полученные экспериментальные данные позволяют предположить сходство физиологических механизмов формирования адаптивных реакций на периодическое воздействие измененной газовой среды и температуры для коррекции функциональных изменений у животных после инактивации синокаротидных рефлексов. Уместно отметить, например, тот факт, что холодное воздействие вызывает инсулиноподобное действие на захват глюкозы тканями, причем происходит это по инсулиннезависимому механизму. Примечательным является и тот факт, что это явление наблюдалось в инсулинчувствительных тканях крыс, адаптированных как к теплу, так и к холоду [10]. Известны также данные о функциональной гомологии в реакции газотранспортной системы человека на тестирующее воздействие измененной газовой среды при адаптации к условиям горного, холодного и жаркого климата [2]. Практическим применением результатов проведенной нами экспериментальной работы может быть использование измененной газовой среды и температуры с целью коррекции физиологических механизмов регуляции функций и повышения резистентности организма.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Агаджанян Н.А., Елфимов А.И. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. — М.: Медицина, 1986. — 272 с.
- [2] Елфимов А.И., Агаджанян Н.А. О функциональной гомологии в реакции кардиореспираторной системы человека на воздействие гипоксии в различных условиях среды обитания // Медицина труда и пром. экология. — 1999. — № 1. — С. 28—36.
- [3] Елфимов А.И. Методика гломусэктомии у белых крыс // Актуальные вопросы космической биологии и медицины. — 1971. — С. 109—110.
- [4] Torshin V.I., Elfimov A.I., Shevchenko L.V., Serova O.N. Carotid body receptors and animal adaptive reactions // Proceedings of the 6th International Conference "Hypoxia in Medicine". — Milan, Italy, 2006. — P. 12.
- [5] Тычинин В.А. Физиологический анализ гипогликемической функции инсулина. — Киев: Наукова думка, 1980. — 236 с.
- [6] Шевченко Л.В., Елфимов А.И. Суточная динамика показателей красной крови у крыс после каротидной гломэктомии // Бюлл. экспер. биол. и мед. — 1992. — Т. 113. — № 3. — С. 232—233.
- [7] Alvarez-Buylla R., Alvarez-Buylla E.R. Carotid sinus receptors participate in glucose homeostasis // Respir. Physiol. — 1988. — V. 72. — P. 347—360.
- [8] Alvarez-Buylla R., Alvarez-Buylla E.R. Changes in blood glucose concentration in the carotid-body sinus modify brain glucose retention // Brain Res. — 1994. — V. 654. — P. 167—170.
- [9] Prabhakar N.R., Peng Y.J. Peripheral chemoreceptors in health and disease // J Appl Physiol. — 2004. — V. 96. — P. 359—366.
- [10] Vallerand A.L., Pürusse F., Bukowiecki L.J. Cold exposure potentiates the effect of insulin on in vivo glucose uptake // Am J Physiol. — 1987. — V. 253. — P. 179—86.

**CORRECTIVE EFFECT OF MODIFIED GAS MEDIUM
AND TEMPERATURE ON FUNCTIONAL STATUS
IN ANIMALS AFTER CAROTID GLOMECTOMY**

**V.I. Torshin, E.Y. Kalashnikova, L.V. Shevchenko,
A.I. Elfimov**

Human physiology dep.
Peoples' Friendship University of Russia
Mikluho-Maklaya str., 8, Moscow, Russia, 117198

Carotid glomectomy is an adequate method for studying the functional role of peripheral chemoreceptors in the regulation of body functions. After glomectomy in animals the blood glucose level increases, respiratory rate decreases, oxygen consumption and carbon footprint signs of anaemia develops. The results suggest the possibility of physiological correction of the level of glycemia and gas exchange in animals during periodic action of hypoxia, hypo- or hyperthermia after glomectomy.

Key words: carotid glomectomy, blood, gas exchange, hypoxia, hypothermia.