ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАБОЛИЗМА У КРЫС В ДИНАМИКЕ ПОСЛЕ ИММУННОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ФОНЕ ОДНОКРАТНОГО ДЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Алексеева И.В., Абрамова А.Ю., Козлов А.Ю., Коплик Е.В., Лядов Д.А.,
Перцов А.С., Никенина Е.В., Перцов С.С.

ФГНБУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им.
П.К. Анохина», Москва, Россия
kiv24irina@mail.ru

Одними из наиболее объективных критериев для оценки влияния экзогенных и эндогенных факторов на состояние гомеостаза являются колебания интенсивности обмена веществ у млекопитающих. Высокоинформативными показателями для изучения метаболических процессов являются объем поглощаемого кислорода и выдыхаемого углекислого газа, а также интенсивность теплообмена. Это связано с тем, что поддержание данных параметров на оптимальном уровне возможно лишь в условиях интеграции и координации деятельности различных функциональных систем организма. В доступной научной литературе имеются немногочисленные и зачастую противоречивые данные о взаимосвязи иммунных и метаболических процессов. Целью нашей работы явилось изучение изменений метаболических показателей у крыс в разные временные периоды после отрицательной эмоциогенной нагрузки на фоне введения липополисахарида (ЛПС).

Эксперименты выполнены на 56 крысах-самцах Вистар с массой тела $330,6 \pm 5$ г. При проведении опытов руководствовались «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», утвержденными на заседании этической комиссии НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина (протокол №1 от 3.09.2005), требованиями Всемирного общества защиты животных (WSPA) и Европейской конвенции по защите экспериментальных животных. Было сформировано 7 групп по 8 особей в каждой. Интактные животные, не подвергавшиеся каким-либо воздействиям, служили контролем. Других крыс подвергали острой стрессорной нагрузке на модели 24-ч иммобилизации. Сразу после стрессорного воздействия животные получали однократную внутрибрюшинную инъекцию физиологического раствора (ФР, 1 мл; 3 группы) или ЛПС (Пирогенал, 100 мкг/кг; 3 группы). Показатели интенсивности обменных процессов – объем потребления O_2 , выделения CO_2 и интенсивность тепловыделения – оценивали у интактных особей, а также у стрессированных крыс – через 3 часа, 1 сутки или 8 суток после эмоциогенного воздействия. Параметры метаболизма у животных определяли с помощью автоматизированной модульной установки PhenoMaster (TSE Systems GmbH, Германия). Достоверность межгрупповых различий выявляли с помощью непараметрического теста Вилкоксона (уровень статистической значимости – $p < 0,05$).

Объем потребления O_2 у крыс, получавших ФР, возрастал в 1-е сутки после стресса на 14,4% по сравнению с контролем ($p < 0,05$). Увеличение уровня выделяемого CO_2 выявлено на 1-е и 8-е сутки после 24-ч иммобилизации (на 10,6 и 13,3% соответственно; $p < 0,05$). Повышение интенсивности теплообмена у этих особей наблюдалось в те же самые временные периоды – на 1-е и 8-е сутки наблюдений (на 14,2 и 11,8% соответственно; $p < 0,05$ по сравнению с интактными животными).

Имобилизация с последующим введением ЛПС сопровождалась увеличением объем потребляемого крысами O_2 и выдыхаемого CO_2 , а также интенсивности тепловыделения только на 1-е сутки постстрессорного периода – на 27,3%, 17,6% и 26,7% – соответственно; $p < 0,001$). К окончанию наблюдений на 8-е сутки после стресса и инъекции ЛПС показатели напряженности обменных процессов у крыс уменьшались и не отличались от таковых у интактных животных. Таким образом, иммунная стимуляция ЛПС способствует нормализации параметров, характеризующих интенсивность метаболизма, в поздние сроки после однократной длительной стрессорной нагрузки.

METABOLIC PARAMETERS IN RATS AT VARIOUS STAGES AFTER ACUTE STRESS UNDER CONDITIONS OF LIPOPOLYSACCHARIDE TREATMENT

Alekseeva I.V., Abramova A.Yu., Kozlov A.Yu., Koplik E.V., Lyadov D.A., Pertsov A.S., Nikenina E.V., Pertsov S.S.

**P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia
kiv24irina@mail.ru**

Variations in the intensity of metabolism in mammals serve as one of the most reliable criteria in evaluating the effect of exogenous and endogenous factors on homeostasis. The volume of O_2 consumption and CO_2 release, as well as the intensity of heat exchange are the highly informative indices to study metabolic processes. These parameters can be maintained at the optimal level only under integration and coordination of activity of various functional systems in the body. In available literature, there are few and contradictory data on the relationship between immune and metabolic processes. This work was designed to study changes in metabolic parameters of rats in various periods after negative emotigenic exposure and administration of lipopolysaccharide (LPS).

Experiments were performed 56 male Wistar rats weighing 330.6 ± 5 g. The experiment was conducted in accordance with the “Rules of Studies on Experimental Animals” (approved by the Ethics Committee of the P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology; protocol No. 1, 3.09.2005), requirements of the World Society for the Protection of Animals (WSPA), and European Convention for the Protection of Experimental Animals. The animals were divided into 7 groups of 8 specimens each. Intact animals were not exposed to any treatment and served as the control. Other rats were subjected to acute stress on the model of 24-h immobilization. Immediately after stress, the animals received a single intraperitoneal injection of physiological saline (PS, 1 ml; 3 groups) or LPS (Pyrogenal, $100 \mu\text{g/kg}$; 3 groups). Metabolic parameters (volume of O_2 consumption, CO_2 release, and heat emission) were recorded in intact specimens, as well as in stressed rats (3 h, 1 day, and 8 days after emotigenic exposure). Metabolic parameters in animals were recorded on a PhenoMaster automated module device (TSE Systems GmbH, Germany). The significance of between-group differences was evaluated by nonparametric Wilcoxon test (level of statistical significance, $p < 0.05$).

The volume of O₂ consumption in PS-receiving rats was elevated on day 1 after stress (by 14.4% compared to the control, $p<0.05$). An increase in the level of CO₂ release was observed on days 1 and 8 after 24-h immobilization (by 10.6 and 13.3%, respectively; $p<0.05$). An increase in the intensity of heat exchange in these specimens was revealed in the same periods, on days 1 and 8 of the study (by 14.2 and 11.8%, respectively; $p<0.05$ compared to intact animals). Immobilization with the subsequent administration of LPS was accompanied by an increase in the volume of O₂ consumption, CO₂ release, and intensity of heat emission only on day 1 of the poststress period (by 27.3, 17.6, and 26.7%, respectively; $p<0.001$). By the end of observations (day 8 after stress and LPS injection), study parameters for the intensity of metabolic processes in rats decreased and did not differ from those in intact animals. Therefore, immune stimulation with LPS contributes to the normalization of metabolic parameters in the late stage after single prolonged stress.