

## Свободнорадикальные процессы в мозге сусликов в динамике пробуждения от зимней спячки

Н.К. КЛИЧХАНОВ, Ж.Г. ИСМАИЛОВА, М.Д. АСТАЕВА, З.М. ШИХАМИРОВА  
Дагестанский государственный университет, г. Махачкала, Россия

## Free Radical Processes in Brain of Ground Squirrels in Dynamics of Arousal from Winter Hibernation

N.K. KLICHKHANOV, Zh.G. ISMAILOVA, M.D. ASTAEVA, Z.M. SHIKHAMIROVA  
Dagestan State University, Makhachkala, Russia

Зимняя спячка млекопитающих является адаптацией к бескормице и низким температурам среды обитания. Зимняя спячка мелких грызунов – сложный процесс, состоящий из чередующихся периодов (баутов) глубокого оцепенения и пробуждений. По данным литературы в ходе периодических пробуждений, в результате резкого увеличения скорости перфузии тканей и ускорения метаболических процессов может увеличиться продукция активных форм кислорода. Изменение степени окислительной модификации биомолекул клеток, с одной стороны, и активности антиоксидантной защиты, с другой стороны, на разных этапах пробуждения сусликов от зимней спячки остается мало изученным.

В данной работе изучена интенсивность свободнорадикальных процессов (СРП) в синапсосомах из коры головного мозга сусликов в динамике индуцированного пробуждения от зимней спячки.

Эксперименты проводили на малых сусликах *Spermophilus pigmaeus* Pall. После 2-месячной спячки животных с температурой тела 2°C для индукции пробуждения переносили в помещение с температурой 25°C и использовали в опыте по достижении температуры тела 10, 20, 25, 30 и 37°C. В синапсосомах определяли продукты окислительной модификации липидов и белков, содержание восстановленного глутатиона, а также активность супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы.

При глубокой зимней спячке процессы окислительной модификации липидов и белков мембран синаптических окончаний нейронов находятся на низком уровне. Об этом свидетельствует снижение содержания малонового диальдегида и карбонильных групп по сравнению с контролем (активные летом животные). Исследование содержания восстановленного глутатиона показало, что в состоянии спячки его уровень в синапсосомах превышает контроль в 2,8 раза. При глубокой спячке в синапсосомах активность СОД возрастает в 4,5 раза, а каталазы – в 2,8 раза. Следовательно, в состоянии спячки нейроны мозга имеют сильную антиоксидантную защиту.

В ходе пробуждения сусликов интенсивность окислительной модификации мембранных липидов и белков синапсосом существенно ускоряется при температуре тела 25°C, что свидетельствует о развитии окислительного стресса на этом этапе согревания. Последующее согревание животного приводит к постепенному снижению интенсивности СРП в мозге. В ходе пробуждения в синапсосомах максимум интенсивности СРП совпадал с минимумом содержания глутатиона, активности СОД и каталазы. Это свидетельствует о важной роли антиоксидантной системы в защите синаптических окончаний нейронов от окислительного повреждения при периодических пробуждениях сусликов от зимней спячки, когда резко изменяются физиологическое состояние и интенсивность метаболизма.

Mammalian winter hibernation is an adaptation to the lack of fodder and low temperatures of habitat. Hibernation of small rodents is a complicated process consisting of alternating periods (bouts) of deep torpor and arousal. According to the scientific literature during the periodic arousals as the result of sharp increase in tissue perfusion rate and acceleration of metabolic processes may increase the production of reactive oxygen species. Changes in the degree of oxidative modification of all biomolecules, on the one hand, and the activity of antioxidant protection, on another hand, at different stages of arousal from hibernation in ground squirrels have been poorly understood.

In this research we have studied the intensity of free radical processes (FRPs) in synaptosomes in cerebral cortex of ground squirrels in the dynamics of induced arousal from hibernation.

The experiments were performed in small ground squirrels *Spermophilus pigmaeus* Pall. After 2 months of hibernation to induce the arousal the animals with body temperature of 2°C were placed into a room with temperature of 25°C and used in the experiment until the body temperature became 10, 20, 25, 30 and 37°C. In synaptosomes we determined the products of oxidative modification of lipids and proteins, the content of reduced glutathione and the activity of superoxide dismutase (SOD) and catalase.

During deep hibernation the oxidative modifications of lipids and membrane proteins of neuronal synaptic endings are at a low level. This is evidenced by the decrease of malondialdehyde and carbonyl groups content compared to the control (animals active in summer). The study of reduced glutathione content has shown that during hibernation its level in synaptosomes 2.8 times exceeds the control. During deep hibernation in synaptosomes SOD activity 4.5 times increases, and catalase 2.8 times does. Consequently, during hibernation brain neurons have a strong antioxidant protection.

During arousal of ground squirrels the intensity of oxidative modifications of membrane lipids and proteins of synaptosomes significantly accelerates at body temperature of 25°C testifying to the development of oxidative stress at this thawing stage. The following thawing of the animal results in gradual decrease of FRP intensity in the brain. During arousal in synaptosomes maximum FRP intensity coincides with the minimum of glutathione, SOD and catalase contents. This demonstrates the importance of antioxidant system in protecting synaptic endings of neurons from oxidative damage during periodic arousals of ground squirrels from hibernation when physiological state and metabolism intensity change rapidly.