

УДК 615.272:612.015.3:616.831-092.9

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПРИ ФИЗИЧЕСКОМ УТОМЛЕНИИ**Корнякова В.В., Конвай В.Д., Ашвиц И.В., Муратов В.А.***ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет», Омск, e-mail: bbk_2007@inbox.ru*

Утомление, развивающееся вследствие продолжительной интенсивной мышечной деятельности, сопровождается возникновением метаболических сдвигов в организме. В возникновении этого состояния значительная роль отводится функциональным изменениям со стороны нервной системы. Последнее может быть обусловлено снижением мощности системы антиоксидантной защиты. В данном исследовании физическое утомление у крыс моделировали методом принудительного плавания с грузом. Установлено, что развитие утомления сопровождается снижением активности ферментов антиоксидантной системы в ткани головного мозга. Значительно снижается в этих условиях активность селенсодержащего фермента глутатионпероксидазы. Учитывая повышенную необходимость организма в селене при интенсивной мышечной деятельности, предположено, что поступление этого микроэлемента при физическом утомлении будет повышать активность глутатионпероксидазы и способствовать более эффективному функционированию системы антиоксидантной защиты. Ежедневное введение крысам на фоне развившегося вследствие физических нагрузок утомления селенита натрия в дозе 30 мкг/кг массы тела в течение недели приводит к повышению в ткани головного мозга активности супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы и глутатионредуктазы.

Ключевые слова: антиоксидантная система, физические нагрузки, утомление, головной мозг, селенит натрия

INFLUENCE OF SODIUM SELENITE ON THE ANTIOXIDANT STATUS OF THE RATS BRAIN DURING AT PHYSICAL FATIGUE**Kornyakova V.V., Conway V.D., Ashvits I.V., Muratov V.A.***Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: bbk_2007@inbox.ru*

Fatigue, which develops as a result of prolonged intense muscular activity, is accompanied by the appearance of metabolic shifts in the body. In the emergence of this condition a significant role is assigned to functional changes in the nervous system. The latter may be due to a decrease in the power of the antioxidant defense system. In this study, physical fatigue in rats was modeled by forced swimming with a load. It was found that the development of fatigue is accompanied by a decrease in the activity of the enzymes of the antioxidant system in the brain tissue. The activity of the selenium-containing enzyme glutathione peroxidase decreases significantly under these conditions. Taking into account the increased need for the organism in selenium at intensive muscular activity, it is assumed that the intake of this trace element during physical fatigue will raise the activity of glutathione peroxidase and will render promote a more efficient functioning of the antioxidant system. Daily introduction to rats with physical fatigue of sodium selenite at a dose of 30 µg / kg of body weight during a week results in an increase in the activity of superoxide dismutase, glutathione peroxidase and glutathione reductase in the brain.

Keywords: antioxidant system, physical exercise, fatigue, brain, sodium selenite

Физическое утомление, развивающееся вследствие напряженной интенсивной мышечной деятельности у спортсменов, спасателей и лиц, задействованных на тяжелом производстве, приводит к снижению работоспособности. К возникновению данного состояния могут приводить функциональные изменения в нервной системе [8]. Установлено, что утомление, вызванное интенсивными физическими нагрузками, сопровождается снижением активности ферментов системы антиоксидантной защиты в головном мозге, что может являться одним из факторов, лимитирующих работоспособность [6]. Снижение активности одного из ключевых ферментов обмена глутатиона – глутатионпероксидазы при физическом утомлении может быть обусловлено дефицитом селена [5]. Необходимо отметить, что население не-

которых регионов России, в том числе районов Омской области, имеет низкую обеспеченность этим микроэлементом [3, 9]. В условиях интенсивных физических нагрузок потребность в нем особенно возрастает [1]. Это обуславливает необходимость проведения исследований, отражающих особенности влияния этого микроэлемента на систему антиоксидантной защиты при физическом утомлении.

Цель исследования – выявить влияние селенита натрия на активность ферментов системы антиоксидантной защиты в головном мозге крыс при утомлении, вызванном физическими нагрузками.

Материалы и методы исследования

Исследование проводили на 55 белых крысах-самцах массой тела 220–260 г. Физическое утомление моделировали методом принудительного пла-

вания с грузом [4]. Исследуемые животные были разделены на пять групп. В первую группу вошли интактные животные ($n = 10$), которые не подвергались плаванию. Вторую группу (без утомления) составили контрольные крысы ($n = 15$), подвергавшиеся принудительному плаванию без груза в течение трех-семи минут через день в течение пяти недель эксперимента. Крыс третьей группы (с утомлением, $n = 15$) подвергали плаванию с грузом 10 % от массы тела в течение первых трех недель эксперимента через день, а последние две недели – ежедневно. Крыс четвертой группы (с утомлением + селенит натрия, $n = 15$) подвергали плаванию по схеме с утомлением, а на заключительной неделе эксперимента они получали селенит натрия внутрь в дозе 30 мкг/кг массы тела перед погружением в воду. Время плавания крыс третьей и четвертой групп ограничивали моментом опускания животного на дно бассейна. Для проведения эксперимента использовали бассейн с температурой воды 28–30 °C, глубиной 60 см, диаметром 45 см.

По окончании эксперимента проводили забор крови и головного мозга крыс. В плазме крови определяли концентрацию молочной и мочевой кислот и содержание глюкозы с использованием стандартных наборов реактивов фирм «Hospitex Diagnostics» и «Ольвекс Диагностикум». Из головного мозга крыс готовили 20 % гомогенаты с использованием 0,15 М раствора хлорида калия в стеклянном гомогенизаторе Поттера. В полученном супернатанте определяли содержание общего белка биуретовым методом, активность супероксиддисмутазы (СОД) по Т.В. Сирота [10], глутатионредуктазы (ГР) и глутатионпероксидазы (ГПО) по С.Н. Власовой с соавт. [2].

Результаты исследования обработаны статистически с помощью программы SPSS 13.0 for Windows. Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи непараметрического *U*-критерия Манна-Уитни. Результаты представлены в виде медианы (Me) и межквартильных интервалов (Q1 и Q3).

Исследования проводили с соблюдением требований Европейской конвенции по защите позвоночных животных, применяемых для экспериментальных и других научных целей 86/609 ЕЕС.

Результаты исследования и их обсуждение

Из представленных в табл. 1 данных следует, что в условиях развившегося утомления у крыс развивается гиперлактатемия и гипогликемия. Должно быть, возникший лактоацидоз усиливает процессы катаболизма пуриновых мононуклеотидов до мочевой кислоты [4]. Содержание последней в крови крыс с утомлением в 1,85 и 1,83 раза и превышает аналогичный показатель у интактных и контрольных животных соответственно ($P < 0,0001$). Развившийся катаболизм пуринов сопряжен с активацией ксантиноксидазы, следствием чего, как известно, является избыточное генерирование активных форм кислорода и интенсификация процессов свободнорадикального окисления [7]. Это приводит

к снижению активности ферментов антиоксидантной защиты в ткани головного мозга. В частности, у крыс третьей серии активность СОД снижена в 1,37 и 1,24 раза по сравнению с данным показателем в интактной и контрольной группах соответственно ($P < 0,009$). В условиях развившегося утомления в ткани головного мозга снижается активность ферментов катаболизма глутатиона: ГР и ГПО. Активность ГР снижена в 1,22 раза по сравнению с интактными животными ($P = 0,025$). Более выражено при утомлении снижение активности ГПО – в 1,74 и 2,19 раза по сравнению с аналогичным показателем в группах интактных и контрольных крыс соответственно ($P = 0,003$).

Введение крысам на фоне развившегося утомления селенита натрия ограничивает степень лакцидемии в 1,49 раза ($P = 0,001$) и гипогликемии в 1,33 раза ($P = 0,003$) по сравнению с животными третьей группы. По-видимому, это способствует ограничению урикемии. У крыс, получавших селенит натрия, содержание мочевой кислоты в крови в 1,38 раза ниже, чем аналогичный показатель в группе животных с утомлением без введения этого микроэлемента. Снижение концентрации мочевой кислоты свидетельствует о снижении катаболизма пуриновых мононуклеотидов и, соответственно, угнетении интенсивности ксантиноксидантной реакции, что ограничивает процессы свободнорадикального окисления. Последнее способствует увеличению активности СОД в ткани головного мозга крыс четвертой группы в 1,15 ($P = 0,03$) и 1,42 ($P = 0,006$) раза по сравнению с аналогичным параметром в данном органе животных второй и третьей групп. Поступление селенита натрия способствует повышению активности ГПО в ткани головного мозга крыс в 1,16 раза, а ГР – в 1,19 раза ($P = 0,039$) по сравнению с аналогичным показателем у крыс третьей группы (табл. 2).

Заключение

Утомление, возникающее вследствие интенсивных физических нагрузок, сопровождается снижением активности в ткани головного мозга ферментов антиоксидантной системы: супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы и глутатионредуктазы. Введение крысам с развившимся физическим утомлением селенита натрия нормализует активность вышеперечисленных энзимов в головном мозге, способствуя сглаживанию возникших при этом состоянии неблагоприятных для организма метаболических сдвигов.

Таблица 1

Влияние селенита натрия на биохимические показатели в крови крыс при утомлении, Ме [Q1;Q3]

Показатели	Группы крыс			
	Интактные	Контрольные	С утомлением	С утомлением + селенит натрия
Лактат, ммоль/л	5,75 (5,00;6,85)	7,45 (6,85;7,83)	10,9 *^ (9,80;11,77)	7,30*# (6,50;9,75)
Глюкоза, ммоль/л	7,60 (7,00;9,30)	7,40 (6,80;9,20)	6,60 *^ (5,70;7,10)	8,80# (8,40;9,15)
Мочевая кислота, мкмоль/л	77,00 (62,05;91,25)	77,55 (60,55;100,4)	142*^ (107;172)	103*^# (95,8;122)

Примечание. * – $p < 0,05$ по сравнению с интактной группой; ^ – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой; # – $p < 0,05$ по сравнению с группой крыс с утомлением.

Таблица 2

Влияние селенита натрия на активность антиоксидантных ферментов в головном мозге крыс при утомлении, Ме [Q1;Q3]

Показатели	Группы крыс			
	Интактные	Контрольные	С утомлением	С утомлением + селенит натрия
Супероксиддисмутаза, Ед/мг белка	10,83 (10,20;11,72)	9,75 (9,49;10,31)	7,88*^ (6,87;8,28)	11,19^# (9,89;11,90)
Глутатионпероксидаза, МЕ/мг белка	147 (139;178)	185 (155;193)	84,73*^ (62,44;94,72)	98,04 (75,80;155)
Глутатионредуктаза, МЕ/мг белка	96,91 (83,14;110,4)	83,63 (75,87;103,7)	79,20* (74,70;84,59)	94,10# (80,41;100,4)

Примечание. * – $p < 0,05$ по сравнению с интактной группой; ^ – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой; # – $p < 0,05$ по сравнению с группой крыс с утомлением.

Список литературы

- Агаджанян Н.А. Сравнительный анализ концентрации химических элементов в цельной крови и сыворотке крови у девушек, подвергшихся профессиональной физической нагрузке различного уровня / Н.А. Агаджанян, И.П. Зайцева, А.В. Скальный // Вестник восстановительной медицины. – 2014. – № 5. – С. 63–67.
- Власова С.Н. Активность глутатионзависимых ферментов эритроцитов при хронических заболеваниях печени у детей / С.Н. Власова, Е.И. Шабунина, И.А. Переслегина // Лабораторное дело. – 1990. – № 8. – С. 19–21.
- Голубкина Н.А. Внутрорегиональная вариабельность селенового статуса населения / Н.А. Голубкина, А.В. Синдирева, В.Ф. Зайцев // Юг России: экология, развитие. – 2017. – Т. 12. – № 1. – С. 107–127.
- Корнякова В.В. Роль нарушения метаболизма пуринов в развитии повреждений эритроцитов, вызванных чрезмерными физическими нагрузками / В.В. Корнякова, В.Д. Конвай, Г.Н. Величко // Проблема сохранения здоровья в Сибири и в условиях Крайнего Севера: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. – Омск: СибГУФК, 2007. – С. 315 – 320.
- Корнякова В.В. Антиоксидантный статус гепатоцитов при физических нагрузках и его коррекция селенитом натрия / В.В. Корнякова, В.Д. Конвай // Естественные и технические науки. – 2011. – № 4(54). – С. 115 – 118.
- Корнякова В.В. Состояние системы антиоксидантной защиты в головном мозге крыс при разных режимах физических нагрузок / В.В. Корнякова // Омский научный вестник. – 2012. – № 1 (108). – С. 132–135.
- Маюрова Т.В. Особенности оксидативных процессов у спортсменов-конькобежцев / Т.В. Маюрова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. – № 28. – С.126–128.
- Роженцов В.В. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования / В.В. Роженцов, М.М. Полевщиков. – М.: Советский спорт, 2006. – 280 с.
- Синдирева А.В. Оценка селенового статуса территории Омской области / А.В. Синдирева, Н.А. Голубкина // Омский научный вестник. – 2011. – № 1 (104). – С. 192–196.
- Сирота Т.В. Новый подход в исследовании процесса аутоокисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы // Вопросы медицинской химии. – 1999. – Т. 45, № 3. – С. 263–272.