

**Работа поддержана грантом Российского фонда  
фундаментальных исследований № 08-04-13544 - офи\_ц.**

УДК 636.028:591.43.436:591.8:636.087.72

**МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ ВНУТРИМЫШЕЧНОМ  
СПОСОБЕ ВВЕДЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ ТИПА Cu10x**

**Е.А. Сизова, кандидат биологических наук, доцент  
ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»**

[Sizova.L78@yandex.ru](mailto:Sizova.L78@yandex.ru)

**Ключевые слова:** наночастицы меди, скелетная мышечная ткань, химические элементы, атомно-эмиссионная и масс-спектрометрия.

*Работа посвящена определению концентрации 25 химических элементов в скелетной мышечной ткани крыс при однократной и многократных внутримышечных инъекциях наночастиц меди. Установлена вариабельность амплитуды колебания концентрации химических элементов и отсутствие их избирательного накопления в изучаемом субстрате.*

**Введение.** Воздействие наноматериалов на биосистемы в том числе обмен веществ, рост и развитие организма может проявляться в селективной ингибиции или, напротив, усилением интенсивности обменных процессов, что может вызвать дисбиотические нарушения, приводящие к развитию разнообразных негативных последствий для организма [1]. В связи с этим, определение элементного состава различных органов и тканей, накопление знаний о нарушениях минерального обмена и физиологических отклонениях в организме животных при введении композиций наночастиц металлов является целесообразным и актуальным.

Проведение такого исследования связано с необходимостью проверки факта накопления элементов, которые могут вызывать токсическое действие, и характера влияния наночастиц на изменения ритма естественных колебаний элементов и взаимоотношение между ними. Использование наноразмерных элементов невозможно без изучения фундаментальных закономерностей проявления их биологических эффектов, без оценки токсических эффектов, без исследования риска влияния наночастиц на здоровье человека и животных [2, 3].

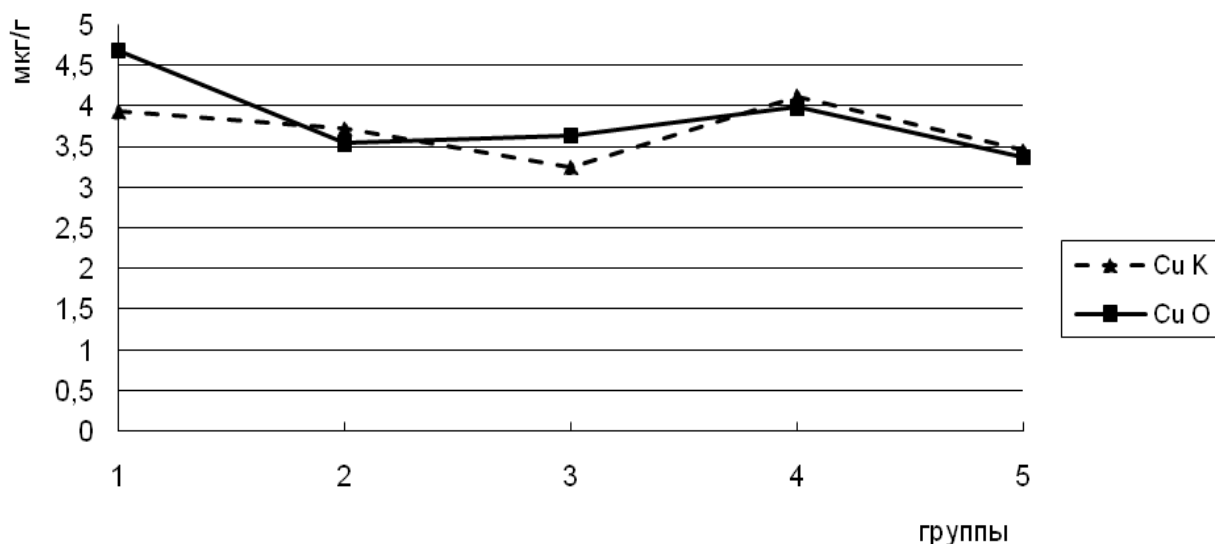
**Материалы и методы исследований.** Исследования выполнены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Оренбургского государственного университета на 60-ти белых крысах самцах линии Вистар массой 150-180 г, которым 1 раз в неделю на протяжении 12 недель вводили в бедренную группу мышц суспензию наночастиц меди типа Cu10x в дозе 2,0 мг/кг массы животного. Наночастицы меди типа Cu10x представляют собой сферические частицы размером 103,0±2,0 нм с оксидной пленкой толщиной 6 нм. Методом рентгенофазового анализа определен их состав: меди кристаллической 96%, меди оксида 4% [4]. Забой животных проводили путем декапитации под нембуталовым наркозом по следующей схеме: через сутки после первой инъекции - I группа, через 7 суток после первой инъекции - II группа, через 7 суток после второй инъекции - III группа, через 7 суток после третьей инъекции - IV группа, через 7 суток после 12 инъекции - V группа. Животным контрольной группы вводили дистиллированную воду и убой проводили в те же сроки

Определение содержания химических элементов проводили в лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU. 0001.513118 от 29 мая 2003г.). Основные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием программ Excel, Statistica 5.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Одним из наиболее информативных методов исследования минерального обмена является изучение концентрации минеральных веществ. Рассматривая влияние внутримышечного введения наночастиц меди можно сказать, что изменяется амплитуда колебания концентрации всех химических элементов, но с разным характером и степенью интенсивности. Реактивным периодом на протяжении всего эксперимента следует назвать седьмые сутки после первой и второй инъекции (II и III группы), так как всплеск концентрации происходит именно в этот период.

Введение экзогенной наноразмерной меди не однозначно сказывается на минеральном составе мышечной ткани. Рассматривая концентрацию Cu в контроле видно, что с возрастом она практически не изменяется и не обладает выраженной амплитудой колебания. Концентрация меди в опытных группах увеличивается по сравнению с контролем на первые сутки эксперимента (I группа) и на седьмые сутки после второй инъекции (III группа) на 19,08 и 11,69% соответственно. В последующие периоды эксперимента показатели концентрации опытных групп совпадают с контролем. Таким образом, инъекции меди не вносят дисбаланс в обмен меди в мышечной ткани (рис.1).

Рис.1. Концентрация меди в мышечной ткани, мкг/г



Для описания минерального состава органов и тканей использовали термин «минеральный профиль» [5], он представляет собой соотношение минеральных элементов, где в числителе элементы, концентрация которых достоверно увеличивается, а в знаменателе – достоверно снижается относительно контрольной группы. Минеральный профиль (МП) мышечной ткани представлен для каждой группы и выглядит следующим образом:

$$МП(I) = \frac{I, Se, Si, Cu, Ni, Mg \uparrow}{Cd, Pb, Ca, Co, Cr, Al \downarrow}$$

$$МП(II) = \frac{Se, Fe, Ni, Hg, Ca, K, Al \uparrow}{As, B, Cd, Li, V, Zn, Pb, J \downarrow}$$

$$МП(III) = \frac{B, Ca, Sr, Mn, Zn, Mg, P, Na, Cu \uparrow}{Cd, Pb, Cr, J \downarrow}$$

$$МП(IV) = \frac{Se, As, Cr, Fe, Mn, Co \uparrow}{K, Pb, Hg, J \downarrow}$$

$$МП(V) = \frac{Ca, Sr, Ni, Pb, Co, K, Al \uparrow}{Cd, J, Cr, V \downarrow}$$

Анализ разницы концентрации химических элементов через сутки после первой инъекции (I группа) свидетельствует о том, что среди эссенциальных элементов повышается концентрация I, Se, Si, Cu, Ni, на 50, 43,7, 22,9, 19, 17,6, % соответственно на фоне снижения Cd, Pb, Ca, Co, Al, на 76,9, 75,8, 48,2, 43,7, 31,4% соответственно. Суммарная концентрация токсичных элементов снижается на 34,9%. Через 7 суток после первой инъекции снижается концентрация I, Cd, Pb на фоне накопления в Se, Fe, Ca, K. На следующем этапе эксперимента через 7 суток после второй инъекции возрастает концентрация B, Cu, Zn, Ca при снижении Cd, Pb, I. Анализируя полученные данные через 7 суток после третьей инъекции положительной динамикой к накоплению обладают Se, As, Mn, Co при снижении K, Pb, I. На многократные инъекции наночастиц меди мышечная ткань отвечает накоплением Ca, Sr, Ni, Co.

**Заключение.** Таким образом, в течение периода эксперимента происходит перераспределение химических элементов и не отмечается критического накопления их в изучаемом субстрате.

**Библиографический список:**

1. Cappuis P., Aral B., Ceballos-Picot I. Copper related diseases // Metal Ions in Biology and Medicine/ Eds Ph Collery, P. Bratter, V. Negretti de Bratter, L. Khassanova, J. C. Etienne. Paris: John Libbey Eurotex. 1998. Vol. 5. P. 729-736.

2. Арсентьева И.П., Зотова Е.С., Арсентьев А.А., Глуценко Н.Н., Байтукалов Т.А., Фолманис Г.Э. Использование биологически активных нанопорошков на основе магния и железа в сельском хозяйстве и медицине // Материалы VIII Всероссийской конференции «Физикохимия ультрадисперсных (нано) систем». (10-14 ноября 2008 г. Белгород). М.МИФИ, с.258-260.

3. Байтукалов Т.А., Глуценко Н.Н., Богословская О.А., Ольховская И.П. Изучение воздействия наночастиц железа на содержание гидропироксидов в липидах печени в процессе регенерации кожи после нанесения экспериментальных полнослойных ран // Сборник научных трудов II Всероссийской научной конференции "Физико-химические и прикладные проблемы магнитных дисперсных наносистем". - Ставрополь, 2009 г. - С. 276.

4. Богословская О.А., Сизова Е.А., Полякова В.С., Мирошников С.А., Лейпунский И.О., Ольховская И.П., Глуценко Н.Н. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных // Вестник ОГУ, 2009, №2, с 124-128.

5. Мирошников, С.А. Диапазон концентраций (референтные значения) химических элементов в теле животных / С.А. Мирошников, С.В. Лебедев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. - № 6. – С.241 – 243.

---

УДК 619: 615.9

## **ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» ПРИ ОСТРОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ПРЕПАРАТОМ АВЕРСЕКТ-2**

**А.А. Вовк, аспирантка  
ФГОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет»  
vovk\_1987@mail.ru**

**Ключевые слова:** *Аверсект-2, интоксикация, крысы, «Открытое поле».*

*Исследованы особенности поведения лабораторных крыс в тесте «Открытое поле» через 48 часов после введения им токсических доз Аверсекта-2. Установлено, что интоксикация вызывает выраженные симптомы угнетения и снижения ориентировочно-исследовательского поведения.*

**Введение.** С момента своего открытия в конце 70-х гг. 20-го столетия авермектины как класс биотоксинов остаются одними из самых эффективных средств борьбы с эндо- и эктопаразитами растений и животных. Препараты этой группы в наши дни несколько не устарели и широко используются в современной агрохимии и животноводстве [1,2]. В результате их повсеместного применения возможен тесный и продолжительный контакт этих препаратов с человеком и животными [3]. В этой связи необходимо помнить, что авермектинсодержащие лекарственные средства относятся к списку Б и являются сильнодействующими веществами, обладающими нервно-паралитическим действием. Отмечено, что к их передозировке чувствительны все виды животных. Так, по данным зарубежных исследователей, наиболее часто проявляющимися клиническими признаками отравления авермектинами у продуктивных и мелких домашних животных являются атаксия, депрессия, ступор, дрожание, мидриаз, рвота, гиперсаливация, кома с летальным исходом [4,5].

Клиническая картина отравлений авермектинами в нашей стране описана на моделях лабораторных животных в опытах с острой токсичностью [6]. При этом сведения о поведении и неврологическом состоянии отравленных животных изложены очень кратко, нет данных об использовании интегративных поведенческих тестов, результаты которых должны учитываться при изучении нейротоксичности [7]. Наиболее распространенным и информативным тестом в определении влияния лекарственных веществ на эмоциональное состояние и двигательную активность животных является тест «Открытое поле». При тестировании в «Открытом поле» воспроизводятся стрессовые условия среды с определением реакции животных. При этом наблюдается взаимосвязь между поведенческими особенностями и реакцией систем, обеспечивающих гомеостаз [8].

Целью данной работы была оценка поведенческих реакций, характера двигательной активности и эмоционального состояния крыс при интоксикации авермектинсодержащим препаратом Аверсект-2 в тесте «Открытое поле».

**Материалы и методы исследования.** В эксперименте использовали препарат Аверсект-2 (Аверсектин С), серия №81901498, форма выпуска 0,01л, произведен ООО НБЦ Фармбиомед (Москва, Россия). Опыт проводили на беспородных крысах-самцах массой 260-290г, содержащихся в стандартных условиях вивария на обычном рационе.