

## КУМУЛЯЦИЯ СУРЬМЫ В БИОСРЕДАХ ОВЕЦ, СОДЕРЖАЩИХСЯ ВБЛИЗИ СУРЬМАКОМБИНАТА

Т.С. Кубатбеков<sup>1</sup>, М.Б. Айтматов<sup>2</sup>,  
М. Ибраимакунов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра морфологии животных и ветсанэкспертизы  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Кафедра анатомии  
Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина  
ул. Медерова, 68/а, Бишкек, Кыргызстан, 720000

В статье приведены результаты многолетних исследований процесса биогенной миграции, трансформации, кумуляции сурьмы в организме овец в Кадамжайской первичной и вторичной сурьмяных биогеохимических субпровинциях (Кыргызстан).

**Ключевые слова:** сурьма, вода, почва, растения, животные.

Сведения о поступлении, содержании и накоплении сурьмы в биосредах организма животных в Кадамжайских биогеохимической провинции представляют высокий интерес. Доказано, что пастбищные и ландшафтные растения данного региона аккумулируют исключительно высокие концентрации сурьмы — в 1,2—16 раза превышающие ПДК для воды (0,05 мг/л). Избыточное содержание сурьмы в окружающей среде обуславливает высокую степень кумуляции ее в организме овец.

Наибольшим содержанием сурьмы отличается селезенка (3,6—13,2 мг/кг), сердце (3,66—12,7 мг/кг), легкие (4,0—12,16 мг/кг), почки (2,6—10,2 мг/кг) и мышцы (3,6—10,0 мг/кг).

В первичной сурьмяной субпровинции среднее содержание исследуемого элемента в биосредах организма овец (за исключением шерсти) составило от 3,3 мг/кг до 12,6 мг/кг, тогда как у животных во вторичной субпровинции концентрация сурьмы составила от 2,6 мг/кг до 7,2 мг/кг, т.е. была в 1,2—1,6 раза ниже.

Интенсивность поглощения отдельных элементов организмами из почвы, воды оценивается коэффициентом поглощения, или градиентом концентрирования. Несмотря на сравнительно низкое содержание сурьмы в почвах вторичной биогеохимической субпровинции (0,36—0,28 мг/кг), наблюдается интенсивное аккумулярование этого элемента растениями (1,2—3,9 мг/кг) и овцами. Концентрация сурьмы в селезенке овец составляет 2,4—8,6 мг/кг, в печени — 1,4—2,1 мг/кг, в сердце — 2,4—9,4 мг/кг, в мышцах — 1,9—7,6 мг/кг и в легких — 1,8—6,6 мг/кг при градиенте концентрирования от 2,0 до 2,4.

При высоком содержании элемента в окружающей среде в условиях первичной сурьмяной биогеохимической субпровинции, несмотря на то, что уровень содержания этого металла в воде, почвах в 1,2—20,8 раз превышает аналогичные показатели во вторичной субпровинции, градиент концентрирования элемента организмами снижается и составляет 1,4—1,9.

Таким образом, в естественных условиях организм животных по-разному аккумулирует сурьму: при высоком уровне содержания элемента в среде градиент концентрирования его организмом снижается, что согласуется также с данными литературы. Особый интерес представляют данные о содержании сурьмы в иммунокомпетентных органах. Так, в биогеохимических субпровинциях накопление и кумуляция изучаемого элемента в селезенке находится в прямой зависимости от возраста и условий содержания. В селезенке у 7-месячных ягнят, содержащихся вблизи комбината, концентрация сурьмы составляет от 2,6 до 3,6 мг/кг; у 5—6-летних овец она увеличивается в 3,0—3,5 раз. Такая же тенденция наблюдается у животных во вторичной субпровинции.

Концентрация сурьмы и ее соединений в венозной крови обследованных животных в зависимости от возраста и от расстояния комбината варьировала в широких пределах. При этом максимальный уровень содержания сурьмы у 5—6-летних овец превышал таковой у ягнят в 3 раза, а у овец вторичной субпровинции — в 1,2—2,7 раза. Определение концентрации сурьмы в крови овец показало, что у 34% обследованных животных она была в интервале от 2,1 мг/л до 2,65 мг/л, у 28% — от 3,8 мг/л до 6,3 мг/л, у 21% — от 4,5 мг/л до 7,63 мг/л, у 11% — от 6,6 до 10,2 мг/л, а у 7% — от 9,7 мг/л до 12 мг/л.

Можно заключить, что сурьма и ее соединения избирательно кумулируются в организме овец. Наибольшим содержанием сурьмы отличаются селезенка, печень, легкие, почки, мышцы и сердечно-сосудистая система.

Сравнительная характеристика гормонального статуса овцематок в раннем послеродовом периоде, содержащихся в сурьмяной биогеохимической провинции. Выпадения частиц сурьмы из плавильных печей и хвостохранилищ в непосредственной близости к району рудного комбината привели к загрязнению окружающей среды соединениями сурьмы, которые, включившись в биогеоценозы по пищевым цепочкам, поступают в организмы растений, микрофлоры, животных и людей, избирательно накапливаясь в органах и тканях.

Вместе с тем следует отметить, что сведения о характере изменений в нейроэндокринной системе млекопитающих при длительном воздействии малых доз сурьмы и ее соединений в естественных условиях крайне ограничены. В связи с этим целью нашего исследования явилось изучение динамики гормонов гипофизарно-тиреоидно-адреналиновой системы в послеродовом периоде у овец, содержащихся в первичной и вторичной биогеохимических субпровинциях.

Было обследовано 12 голов овец 3—4-й суягности из физиологического послеродового периода, составивших 2 группы в зависимости от удаленности от Кадамжайского сурьмяного комбината (КСК). Первую группу составили овцематки, содержащиеся в первичной субпровинции, т.е. в 5—10 км от комбината, вторую — животные, находившиеся в 80—100 км от КСК.

Проведенные исследования позволили выявить, что в первые сутки после родов содержание кортизола (К) было минимальным у овцематок 1-й группы, наиболее приближенной к источнику техногенного выброса сурьмы, тогда как у овец второй опытной группы уровень «К» оказался на 35% выше. Полученные данные свидетельствуют о различной реакции коры надпочечников у животных различного удаленности от комбината местностей. Небольшое повышение в содержании К

во второй группе овец-матерей можно объяснить реакцией изучаемой системы, весьма чувствительной к сурьме, на хроническое действие этого металла в малых дозах. Таким образом, у овец-матерей 2-й группы реакция коры надпочечников более выражена, чем в первой, что свидетельствует в пользу гиперфункции.

На 3-и сутки после родов было отмечено достоверное ( $P$  меньше 0,001) снижение уровня К в сыворотке крови овец-матерей 2-й группы. В это же время у животных из 1-й группы уровень К в сыворотке крови увеличился на 9%, при этом произошла активация функции коры надпочечников, однако несколько запоздалая. По-видимому, это связано с функциональными сдвигами в деятельности коркового вещества надпочечников, индуцированных сурьмой и ее соединениями и имеющими фазовый характер.

Содержание К заметно уменьшилось на 7-й день после родов во всех исследуемых группах овец-матерей. Однако в обеих группах показатели достигли верхней границы физиологической нормы. Следовательно, у животных, содержащихся ближе к КСК, функциональная активность коры надпочечников оставалась несколько завышенной и на 7-е сутки после родов, что позволяет думать о наличии воздействующих на организм овец-матерей дополнительных напряжений, помимо родового стресса.

Таким образом, в условиях хронического воздействия малых доз сурьмы и ее соединений характерные для здорового организма функциональные ритмы и секреторная цикличность эндокринных желез нарушаются, однако они не всегда проявляются, т. к. носят скрытый характер. Они проявляются лишь на 4—5-й суягности или при хронической сурьмяной интоксикации организма.

Гормон передней доли гипофиза пролактин (ПРЛ) имеет важное значение в раннем послеродовом периоде, участвуя в развитии и становлении лактации у овец-матерей. Определение содержания ПРЛ у животных позволило выявить следующие особенности.

В первые сутки после родов уровень ПРЛ у овец-матерей из первичной сурьмяной субпровинции был превышен на 6—18% по сравнению с животными из вторичной сурьмяной субпровинции (1350 мМЕ/л и 1240 мМЕ/л соответственно).

На третьи сутки содержание ПРЛ увеличилось во всех группах, однако по сравнению с данными второй группы в первой уровень ПРЛ был выше на 19%. К седьмому дню содержание ПРЛ в крови овец первой группы уменьшилось, в то время как во второй оставалось выше на 7%.

Таким образом, качество молока и объем выделения, несомненно, будут зависеть от концентрации сурьмы в организме животных.

Для поддержания высокой гормональной активности необходим соответствующий уровень интенсивности обмена веществ, который может быть достигнут только при определенной концентрации тиреоидных гормонов (ТТГ) в организме. Содержание ТТГ в первые сутки у животных из первой группы было несколько выше физиологического уровня, на 3-и сутки достигло максимума, на 7-й день снизилось до уровня первых суток. Динамика изменений в содержании гормона трийодтиронина (ТЗ) имела аналогичный вид: повышение уровня на 3-и сутки и снижение до нормальной величины к 7-у дню. Содержание гормона тироксина

(Т4) постепенно увеличилось с 1-го по 7-й день, однако не превысило нормы. У овец-матерей из 2-й группы содержание ТТГ и Т4 в динамике после родов больше, чем у овец из 1-й группы. У всех исследованных животных сохраняется характерная динамика повышения уровня гормонов щитовидной железы с 1-го по 7-й день.

Таким образом, полученные результаты показывают, что по мере приближения к комбинату уровень ТТГ у животных все больше повышается к 7-м суткам, что свидетельствует о гиперфункции щитовидной железы.

Характер влияний глюкокортикоидов на функцию щитовидной железы четко не установлен. Отмечают, что активизация функции щитовидной железы — это ответ на стресс, если наоборот — торможение. Для выяснения характера зависимости между уровнями К и тиреоидными гормонами мы провели корреляционный анализ. Тесная корреляционная взаимосвязь выявлена между К и Т3 во всех группах в первые и третьи сутки после родов. Между К и Т4 тесная корреляционная связь обнаружена только в 1-й группе.

Полученные результаты позволяют сделать заключение о том, что у животных, содержащихся в первичной сурьмяной субпровинции, в результате постоянного (хронического) воздействия малой дозы сурьмы отмечен стимулирующий эффект на эндокринные железы. Однако у животных первой группы не только изменяются функциональные ритмы, но и утрачивается чувствительность к специфическим раздражителям. В отдельные сроки эти нарушения не всегда проявляются и могут быть обнаружены под влиянием повышенных нагрузок.

У овец 1-й группы содержание пролактина после родов резко увеличивается и своего максимума достигает на 3-й сутки, затем наблюдается плавное снижение, тогда как у животных 2-й группы оно равномерно повышается и на 7-й день составляет 1500 мМЕ/л, образуя, как и в системе иммунитета, «синдром ножниц». Таким образом, гормональные изменения передней доли гипофиза, несомненно, будут влиять на поведение Т-супрессоров и Т-хелперов.

При этом повышение уровня кортизола у овец, содержащихся во вторичной сурьмяной субпровинции, можно воспринимать и объяснять как ответную реакцию надпочечника на хроническое действие малых доз сурьмы.

Необходимо отметить, что при хроническом воздействии малых доз сурьмы и ее соединений на здоровый молодой организм функциональные ритмы и секреторная цикличность эндокринных желез нарушаются, но не всегда проявляются, т.е. носят скрытый характер. Они могут быть обнаружены на 4—5-й суягности или при дополнительных повышениях нагрузок.

Данные [2] о содержании сурьмы в молоке и других биосредах организма овец свидетельствуют о значительном поступлении ее в организм ягнят с первых дней жизни, особенно в зоне сурьмяного комбината. Это представляет определенный риск и для людей, проживающих в данном регионе. Как известно, для поддержания высокой гормональной активности необходим соответствующий уровень интенсивности обмена веществ, который может быть достигнут только при определенной концентрации тиреоидных гормонов в организме. Ввиду этого следует отметить, что уровень ТТГ у овец к 7-м суткам тем больше, чем ближе к комбинату, что свидетельствует о гиперфункции щитовидной железы.

Данные результаты, выявленные на значительном фактическом материале, позволяют нам сделать заключение о том, что у овец, содержащихся в первичной сурьмяной субпровинции, в результате постоянного (хронического) воздействия малых доз сурьмы отмечен стимулирующий эффект эндокринных желез. Однако у данной группы животных не только изменяются функциональные ритмы, но и утрачивается чувствительность к специфическим раздражителям.

Важным вопросом экологической иммунологии является изучение трех звеньев клеточного иммунитета. Научно-практический поиск в этом направлении имеет большое значение в определении вклада экологических факторов в адаптацию организма в аридных зонах [1].

Результаты проведенных исследований позволили нам получить новые данные о содержании, кумуляции, трансформации сурьмы по пищевым цепям: вода → почва → растения → организм животных.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] *Айтматов М.Б., Кожеков Д.Н., Асамидинов А.* Содержание и трансформация сурьмы и ртути в звене почва — растения в сурьмяно-ртутной биогеохимической провинции юга республик. — Совершенствование мер борьбы с болезнями с.-х. животных. — Ч. 1. — Бишкек, 1994. — С. 54—63.
- [2] *Малгаждаров М.С. Борбиев Б.И., Айтматов М.Б.* Состояние циркулирующих иммунных комплексов сыворотки крови у овец в зоне минимального радиационного риска // Вестник Кырг. Аграрн. ун-та. — 2009. — С. 45.

### **ACCUMULATION OF ANTIMONY IN BIOENVIRONMENT OF SHEEPS CONTAINED IN THE VICINITY OF ANTIMONY COMBINE**

**T.S. Kubatbekov<sup>1</sup>, M.B. Aitmatov<sup>2</sup>,  
M. Ibraimakunov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of morphology and veterinary sanitary inspection  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Department of anatomy  
Kyrgyz national agrarian University K.I. Skryabin  
*Mederova str., 68/a, Bishkek, Kyrgyzstan 720000*

This article shows the results of multiyear studies of the process of biogenic migration, transformation, accumulation of antimony in the body of sheep in the Kadamjai primary and secondary antimony biogeochemical subprovince (Kyrgyzstan).

**Key words:** antimony, water, soil, plants, animals.

## REFERENCES

- [1] *Ajmatov M.B., Kozhekov D.N., Asamidinov A.* Soderzhanie i transformacija sur'my i rtuti v zvene pochva — rastenija v sur'mjano-rtutnoj biogeohimicheskoj provincii juga respublik. — So-vershenstvovanie mer bor'by s boleznjami s.-h. zhivotnyh. — Ch. 1. — Bishkek, 1994. — S. 54—63.
- [2] *Malgazhdarov M.S. Borbiev B.I., Ajmatov M.B.* Sostojanie cirkulirujushhijh immunnyh kompleksov syvorotki krovi u ovec v zone minimal'nogo radiacionnogo riska // Vestnik Kyrg. Agrarn. un-ta. — 2009. — S. 45.