hematocrit to 0.281 ± 0.009 l / l, as well as signs of metabolic disorders - hypoproteinemia, decreased lipid concentration and hyperbilirubinemia.

REFERENCES

1. Kovalev, S. P. To the etiology of anemia in newborn calves / Kovalev S.P., Trushkin V.A., Kiselenko P.S., Nikitina A.A., Nikitin G.S. // In the collection: Veterinary and sanitary aspects of the quality and safety of agricultural products. Materials of the II International Conference on Veterinary and Sanitary Expertise. 2017.S. 132-136.
2. Nikitina, A.A. Prevalence and diagnosis of subclinical ketosis in dairy cows during the transit period / Nikitina A.A. // In the collection: Materials of the 75th anniversary international scientific conference of young scientists and

students of St. 2021.S. 159-161.

3. Nikulin, I.A. Potassium and sodium humates in cattle hepatitis / Nikulin I.A., Samotin A.M., Ratnykh O.A. // Voronezh, 2021.
4. Trebukhov, A.V. Ketosis of cows and calves / Trebukhov A.V., Elenshlager A.A., Kovalev S.P., Denisenko V.N., Shcherbakov G.G., Yashin A.V. // Saint Petersburg, 2019.
5. Shiryaev, G.V. Evaluation of the use of feed additives in subclinical ketosis in highly productive cows / Shiryaev G.V., Nikitin G.S. // Issues of legal regulation in veterinary medicine. 2020. No. 2. S. 45-50.

DOI: 10.52419/issn2072-6023.2021.4.158

УДК: 612.122.1:669.018.674:639.371.52

ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КАРПОВ ВСЛЕДСТВИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Карпенко Л.Ю., Полистовская П.А., Иванова К.П.

(ФГБОУ ВО «Санкт – Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»)

Ключевые слова: токсикоз, тяжелые металлы, свинец, кадмий, цинк, медь, карп, глюкоза.

РЕФЕРАТ

В статье рассматривается одна из актуальнейших проблем водной токсикологии - воздействие тяжелых металлов на организм рыб. Целью исследования являлся анализ показателей глюкозы у карпа после воздействия различных концентраций ацетата свинца, кадмия, цинка и меди. Эксперимент включал в себя 4 серии опытов, каждая из которых была посвящена определенному металлу (свинцу, кадмию, меди и цинку). В ходе исследований была сформирована 1 контрольная группа (10 рыб), и в каждой серии опытов по 3 подопытные группы (по 10 рыб). Подопытные группы рыб содержались в растворе ацетата тяжелых металлов с концентрациями, превышающими ПДК тяжелых металлов для рыбохозяйственных водоемов в 10, 100 и 1000 раз соответственно. Исследовали концентрацию глюкозы сыворотки крови. Установлено увеличение концентрации глюкозы вследствие отравления тяжелыми металлами. Однако воздействие 10 и 1000 ПДК цинка приводит к снижению концентрации глюкозы в крови.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем современности является антропогенное воздействие на окружающую среду, в том числе на гидросферу [8]. Среди всего спектра возможных токсикантов, тяжелые металлы являются объектом наиболее пристального внимания не только из-за своей высокой токсичности для водных организмов, но и из-за способности к аккумуляции и трансформации внутри биоценоза водоема [1, 2, 4].

Определение различных биохимических показателей крови как у животных [5], так и у рыб, является важным этапом диагностики заболеваний различной этиологии, в том числе и отравлений.

Согласно исследованиям Арбузовой Л.Л., «у рыб имеет место 2-фазовое изменение уровня сахара: первоначальное повышение (гипергликемия), затем возвращение к норме и относительная стабилизация и понижение в случае продолжающегося контакта рыб с ядом. Разные направления изменения концентрации гликогена в печени и сахара в крови отражают одно из проявлений реакции рыб на токсическое воздействие, которая связана с высоким расходом углеводов вследствие повы-

шения интенсивности окислительных процессов в тканях. Данная реакция является адаптивной, так как при повышении потребностей тканей организма в глюкозе происходит мобилизация гликогена для стабилизации процессов. [3, 6].

Показатели углеводного обмена, а также интенсивность и направленность обмена привлекают внимание исследователей при оценке реакции рыб на токсические вещества. Об этом свидетельствуют многочисленные экспериментальные данные, полученные в опытах на разных видах рыб, подвергнутых токсическому воздействию ядов органического и неорганического ряда.

Целью исследований являлся анализ показателей глюкозы у карпа после воздействия различных концентраций ацетата свинца, кадмия, цинка и меди.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено на кафедре биохимии и физиологии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».

Для исследования были подобраны рыбы (карп обыкновенный (*Cyprinus carpio carpio*)) по

методу пар-аналогов, группа контроля из 10 особей и подопытные группы по 10 особей массой 1250±136 г.

Перед началом опыта осуществлялся период карантинного содержания рыб в течение 14 дней для адаптации к новым условиям содержания. Гидрохимический режим поддерживали на уровне нормативных значений для карповых рыб.

Аэрацию воды осуществляли при помощи воздушного компрессора компрессора SERA air 110 R plus, производительностью 110л/ч.

Для поддержания температурного режима в аквариумах использовали нагреватель электронный ЕНЕИМ e150 мощностью 150 Вт, обеспечивающий поддержание температуры воды на 18-20°C. При содержании контрольной группы и рыб до начала опыта использовали внешний фильтр Atman DF-1300 производительностью 1250 л/ч и мощностью 19W.

Эксперимент включал в себя 4 серии опытов, каждая из которых была посвящена определенному металлу.

Серия 1. В ходе эксперимента было сформировано 4 группы рыб- 1 контрольная группа (10 рыб), 3 подопытные группы – по 10 рыб. Все группы рыб содержались в течение 4 часов при постоянной аэрации аквариумов, объемом 150 литров. Контрольная группа рыб содержалась в воде без токсического агента; подопытные группы рыб содержались в растворе ацетата свинца ($Pb(CH_3COO)_2$) с концентрациями 0,06 мг/л, 0,6 мг/л, 6 мг/л (превышение ПДК свинца для рыбохозяйственных водоемов в 10, 100 и 1000 раз соответственно).

Серия 2. В ходе эксперимента было сформировано 3 подопытные группы – по 10 рыб. Контрольная группа из предыдущей серии опытов. Все группы рыб содержались в течение 4 часов при постоянной аэрации аквариумов, объемом 150 литров. Подопытные группы рыб содержались в растворе ацетата кадмия ($Cd(CH_3COO)_2$) с концентрациями 0,05 мг/л, 0,5 мг/л, 5 мг/л (превышение ПДК кадмия для рыбохозяйственных водоемов в 10, 100 и 1000 раз соответственно).

Серия 3. В ходе эксперимента было сформировано 3 подопытные группы – по 10 рыб. Контрольная группа из предыдущей серии опытов. Все группы рыб содержались в течение 4 часов при постоянной аэрации аквариумов, объемом 150 литров. Подопытные группы рыб содержались в растворе ацетата цинка ($Zn(CH_3COO)_2$) с концентрациями 0,1 мг/л, 1 мг/л, 10 мг/л (превышение ПДК цинка для рыбохозяйственных водоемов в 10, 100 и 1000 раз соответственно).

Серия 4. В ходе эксперимента было сформировано 3 подопытные группы – по 10 рыб. Контрольная группа из предыдущей серии опытов. Все группы рыб содержались в течение 4 часов при постоянной аэрации аквариумов, объемом 150 литров. Подопытные группы рыб содержались в растворе ацетата меди ($Cu(CH_3COO)_2$) с

концентрациями 0,01 мг/л, 0,1 мг/л, 1 мг/л (превышение ПДК меди для рыбохозяйственных водоемов в 10, 100 и 1000 раз соответственно).

Кровь для исследования отбирали из сердца. Уровень глюкозы в сыворотке крови определяли фотоколориметрическим методом. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с помощью программного пакета Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования концентрации глюкозы в сыворотке крови карпов представлены в таблице 1.

Исследование концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа после воздействия ацетата цинка показало что, при воздействии 10 ПДК цинка на организм карпа наблюдается тенденция к понижению концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 3,86 % по сравнению с показателем контрольной группы. При действии на организм карпа 100 ПДК цинка наблюдается также тенденция к понижению концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 3,9 % по сравнению с показателем контрольной группы и на 0,04 % по сравнению с первой группой. Действие на организм карпа 1000 ПДК цинка показало тенденцию к повышению концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 6,14 % по сравнению с показателем контрольной группы и на 10,44 % по сравнению со второй группой.

При воздействии 10 ПДК меди на организм карпа наблюдается тенденция к повышению концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 8,54 % по сравнению с показателем контрольной группы. 100 ПДК меди вызывало достоверное повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 20,28 % по сравнению с показателем контрольной группы и на 10,82 % по сравнению с первой группой. Действие на организм карпа 1000 ПДК меди показало достоверное повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 29,7 % по сравнению с показателем контрольной группы и на 7,83% по сравнению со второй группой [2].

Анализ концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа после воздействия 10 ПДК свинца на организм карпа показал достоверное повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 15,66 % по сравнению с показателем контрольной группы. При действии на организм карпа 100 ПДК свинца наблюдается достоверное повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 19,75 % по сравнению с показателем контрольной группы и снижение на 3,5 % по сравнению с первой группой. Действие на организм карпа 1000 ПДК свинца показало достоверное повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 27,14 % по сравнению с показателем контрольной группы и на 6,17 % по

Таблица 1.

Концентрация глюкозы сыворотки крови карпов вследствие воздействия тяжелых металлов, моль/л
($M \pm m$, $n=130$)

Токсикант	10 ПДК	100 ПДК	100 ПДК	Контроль
$Zn(CH_3COO)_2$	$5,4 \pm 0,41$	$5,4 \pm 0,16$	$5,96 \pm 0,24$	$5,62 \pm 0,2$
$Cu(CH_3COO)_2$	$6,1 \pm 0,2$	$6,76 \pm 0,11^{**}$	$7,29 \pm 0,16^{**}$	
$Pb(CH_3COO)_2$	$6,5 \pm 0,29^{**}$	$6,73 \pm 0,29^*$	$7,15 \pm 0,19^{**}$	
$Cd(CH_3COO)_2$	$6,09 \pm 0,18$	$5,9 \pm 0,13$	$6,29 \pm 0,2^*$	

* $p \leq 0,05$, при сравнении группы опыта с группой контроля

** $p \leq 0,01$, при сравнении группы опыта с группой контроля

Рисунок 1. Динамика концентрации глюкозы (моль/л) в сыворотке крови карпов при воздействии тяжелых металлов

сравнению со второй группой [1, 4].

При воздействии 10 ПДК кадмия на организм карпа наблюдается тенденция к повышению концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 8,36 % по сравнению с показателем контрольной группы. При действии на организм карпа 100 ПДК кадмия наблюдается достоверное повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 4,98 % по сравнению с показателем контрольной группы и снижение на 3,12 % по сравнению с первой группой. Действие на организм карпа 1000 ПДК кадмия показало достоверное повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови карпа на 11,39 % по сравнению с показателем контрольной группы и на 6,61 % по сравнению со второй группой.

Полученные нами данные динамики концентрации глюкозы в сыворотке крови карпов свидетельствуют о том, что наиболее сильное воздействие на повышение концентрации глюкозы оказывает медь в концентрациях 100 и 1000 ПДК и свинец в концентрации 10 ПДК (Рисунок 1).

Данные, полученные нами, соотносятся с исследованиями Лукьяненко Т.И. и Арбузовой Л.Л., согласно которым, повышение уровня глюкозы в крови вследствие отравления тяжелыми металлами, сопровождается повышенным расходом углеводов, и обуславливается интенсификацией окислительных процессов в тканях.

Вышеуказанные ученые объясняют этот процесс активацией гипофиза и выбросом в кровяное русло адренокортикотропного гормона, который в свою очередь усиливает секрецию кортикостероидов интерренальной железой. Совместное действие этих гормонов приводит к снижению интенсивности использования глюкозы тканями и повы-

шению темпов превращения продуктов расщепления белков в глюкозу, т. е. усиливает гликолиз. В результате при хроническом отравлении рыб происходит увеличение запасов гликогена в печени и содержания сахара в крови. [3, 6, 7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, экспозиция карпов в токсических растворах тяжелых металлов приводит к повышению концентрации глюкозы в крови рыб. При остром отравлении, развивающемся под влиянием больших концентраций токсикантов, может происходить снижение концентрации кортизола в крови и повышение концентрации катехоламинов, в частности адреналина, что может приводить к снижению запасов гликогена в печени и кратковременному повышению содержания сахара в крови.

Однако воздействие 10 и 1000 ПДК цинка на организм рыб, вероятно, было не достаточным для того, чтобы запустить данную цепочку реакций и привести к повышению концентрации глюкозы в крови. Напротив, указанные концентрации вызвали более высокое потребление организмом глюкозы и привели к снижению ее концентрации в крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ влияния меди на углеводный обмен у карпа/ П.А. Полистовская, А.И. Енукашвили, Л.Ю. Карпенко, А.Б. Балыкина // Международный вестник ветеринарии. - 2020. № 2. - С. 162-165.
2. Анализ кратковременного воздействия тяжелых металлов на белковый обмен у карпа/ П.А. Полистовская, Карпенко Л.Ю., Енукашвили А.И., Иванова К.П.// Международный вестник ветеринарии. - 2020. № 4. - С. 145-149.

3. Арбузова, Л.Л. Ихтиотоксикология. Уч. пос. / Л.Л. Арбузова – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – 92 с.
4. Влияние свинца на изменение показателей углеводного обмена у карпа / П.А. Полистовская, Л.Ю., Карпенко, К.П. Иванова, А.Б. Балыкина // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2019. №4. – С. 100-102.
5. Динамика некоторых биохимических показателей крови телят, больных субклиническим рахитом / В. А. Трушкин, И. В. Никишина, С. П. Ковалев [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 1. – С. 70-72.
6. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. –

М., 1983, – С. 20-21.

7. Лукьяненко В.И. Физиолого–биохимические аспекты экологического мониторинга: Тез докл. Второй Всес. конф. по рыбовод. токсикологии, посвящ. 100-летию проблем качества воды в России, г. Санкт–Петербург, ноябрь 1991 г. – СПб, 1991 – С. 18-20.
8. Уровни радиоактивного загрязнения воды открытых водоёмов и источников питьевого водоснабжения Волго-Вятского региона Российской Федерации / В. Н. Гапонова, Е. И. Трошин, Р. О. Васильев [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2019. – № 3. – С. 60-66.

CHANGES IN GLUCOSE CONCENTRATION IN THE BLOOD SERUM OF CARP DUE TO EXPOSURE TO HEAVY METALS

*L.Yu. Karpenko, P.A. Polistovskaya, K.P. Ivanova
(St. Petersburg state University of veterinary medicine)*

Key words: toxicosis, heavy metals, lead, cadmium, zinc, copper, carp, glucose.

The article deals with one of the most urgent problems of aquatic toxicology - the impact of heavy metals on the body of fish. The aim of the study was to analyze glucose indicators in carp after exposure to various concentrations of lead acetate, cadmium, zinc and copper. The experiment included 4 series of experiments, each of which was dedicated to a specific metal (lead, cadmium, zinc, copper). During the research, 1 control group (10 fish) was formed, and in each series of experiments, 3 experimental groups (10 fish) were formed. Experimental groups of fish were contained in a solution of heavy metal acetate with concentrations exceeding the MPC of heavy metals for fishery reservoirs by 10, 100 and 1000 times, respectively. The concentration of serum glucose was studied. An increase in glucose concentration due to heavy metal poisoning was found. However, exposure to 10 and 1000 MPC of zinc leads to a decrease in the concentration of glucose in the blood.

REFERENCES

1. Analysis of the influence of copper on carbohydrate metabolism in carp / P.A. Polistovskaya, A.I. Enukashvili, L.Yu. Karpenko, A.B. Balykina // International Bulletin of Veterinary Medicine. - 2020. No. 2. - S. 162-165.
2. Analysis of the short-term impact of heavy metals on protein metabolism in carp / P.A. Polistovskaya, Karpenko L.Yu., Enukashvili A.I., Ivanova K.P. // International Veterinary Bulletin. - 2020. No. 4. - S. 145-149.
3. Arbuzova L.L. Ichthyotoxicology. Uch. pos. / L.L. Arbuzova - Vladivostok: Dalrybvtuz, 2015. - 92 p.
4. Influence of lead on changes in carbohydrate metabolism indices in carp / P.A. Polistovskaya, L.Yu., Karpenko, K.P. Ivanova, A.B. Balykina // Questions of legal regulation in veterinary medicine. - 2019. No. 4. - S. 100-102.
5. Dynamics of some biochemical parameters of the blood

- of calves with subclinical rickets / V. A. Trushkin, I. V. Nikishina, S. P. Kovalev [and others] // Questions of legal regulation in veterinary medicine. - 2018. - No. 1. - P. 70-72.
6. Lukyanenko V.I. General ichthyotoxicology. - M., 1983, - S. 20-21.
7. Lukyanenko V.I. Physiological and biochemical aspects of environmental monitoring: Abstracts of the report. Second Vses. conf. for fish farming. toxicology, dedicated. 100th anniversary of water quality problems in Russia, St. Petersburg, November 1991 - SPb, 1991 - pp. 18-20.
8. Levels of radioactive contamination of water in open water bodies and sources of drinking water supply in the Volga-Vyatka region of the Russian Federation / VN Gaponova, EI Troshin, RO Vasiliev [and others] // International veterinary bulletin. - 2019. - No. 3. - P. 60-66.

DOI: 10.52419/issn2072-6023.2021.4.161

УДК: 611.833.6:636.74

АНАТОМО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЛОКТЕВОГО НЕРВА БЕЛОЙ ШВЕЙЦАРСКОЙ ОВЧАРКИ

*Хватов В.А., Щипакин М.В., Былинская Д.С., Стратонов А.С.
(ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»)*

Ключевые слова: локтевой нерв, собака, овчарка, анатомия, неврология.

РЕФЕРАТ

В настоящее время в ветеринарной морфологии уделяется особое внимание изучению периферической нервной системы у животных компаньонов в видовом и породном аспектах. Собаки породы белая швейцарская овчарка особо ценятся в разведении за свои экстерьерные и сторожевые качества, и по сей день являются породой собак, об анатомии которых нет достаточного объема информации. Цель нашего исследования – изучить анатомо-топографические особенности строения локтевого нерва бе-