

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-3-21

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ МЕДИ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРЫС ЛИНИИ SHR ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОКАЛОРИЙНОЙ ДИЕТЫ

М.К. Молчанов¹, С.В. Нотова², О.В. Маршинская², Т.В. Казакова²

¹ Стоматологическая клиника ООО «Максидент»,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург,

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13

РЕЗЮМЕ. До недавнего времени элементный гомеостаз оценивали по общему содержанию химических элементов в различных биосубстратах, однако исследования последних лет показали, что изменения уровня микроэлементов даже в диапазоне нормальных значений сопровождается их перераспределением по различным белковым фракциям. В связи с этим целью данного исследования явилось изучение влияния высококалорийной диеты на особенности обмена меди в сыворотке крови. Животные были разделены на две группы: I группа (контрольная) получала общий рацион, II группа (опытная) получала высококалорийную диету. Общий рацион имел калорийность 270 ккал/100 г. Высококалорийная диета основана на добавлении к общему рациону свиного сала, кокосового и подсолнечного масел, в воду добавлялась фруктоза. На протяжении 12 недель калорийность ступенчато увеличивалась на 30, 60 и 90% от калорийности общего рациона. Анализ форм меди выполнен посредством разделения сыворотки крови на фракции с последующим определением содержания металла в каждой фракции методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Разделение проводили с помощью системы для высокоэффективной жидкостной хроматографии. В опытной группе выявлено увеличение уровня транскупруиновой фракции меди с 8 до 24%, низкомолекулярных форм меди с 5 до 15% на фоне снижения церулоплазминовой фракции меди с 65 до 43% и альбуминовой фракции меди с 22 до 18%. Оценка медных фракций в сыворотке крови позволила выявить наличие нарушений метаболизма данного металла при высококалорийной диете на этапе, предшествующем достоверным изменениям общей концентрации элемента в сыворотке крови.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы, высококалорийная диета, крысы, медь.

Для цитирования: Молчанов М.К., Нотова С.В., Маршинская О.В., Казакова Т.В. Оценка химических форм меди в сыворотке крови крыс линии SHR при воздействии высококалорийной диеты. Микроэлементы в медицине. 2024;25(3):49–51. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-3-21.

ВВЕДЕНИЕ

Основной путь поступления химических элементов в организм – алиментарный, поэтому полноценное и сбалансированное питание является главным фактором адекватной обеспеченности организма макро- и микроэлементами (Драпкина и др., 2021). Однако питание современного человека характеризуется беспрецедентно избыточным уровнем потребления высококалорийной пищи (Батурин и др., 2020). До недавнего времени элементный гомеостаз оценивали по общему содержанию химических элементов в различных биосубстратах, однако исследования последних лет показали, что изменения уровня микроэлементов даже в диапазоне нормальных значений сопровождается их перераспределением по различным белковым фракциям (Maass et al., 2020). Анализ химических форм элементов является современным подходом в изучении элементного статуса организма. Данный вид анализа обеспечивает информацию, необходимую для описания эффектов химических форм элементов, которая недоступна при определении валового содержания элементов.

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – изучение влияния высококалорийной диеты на особенности обмена меди в сыворотке крови.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на крысах-самцах линии SHR ($n=30$) с исходной массой тела 160–180 г. Животные были разделены на две группы: I группа (контрольная) получала общий рацион, II группа (опытная) получала высококалорийную диету. Общий рацион имел калорийность 270 ккал/100 г. Высококалорийная диета основана на добавлении к общему рациону свиного сала, кокосового и подсолнечного масел, в воду добавлялась фруктоза. На протяжении 12 недель калорийность ступенчато уве-

личивалась на 30, 60 и 90% от калорийности общего рациона. Определение содержания индивидуальных соединений меди с высоко- и низкомолекулярными биологическими лигандами проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой на комбинации хроматографа PerkinElmer S200 (США) и масс-спектрометра NexION 300D (PerkinElmer, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследований показали, что при ступенчатом увеличении калорийности рациона увеличивалась масса тела лабораторных животных опытной группы относительно контрольной группы. В среднем к 12-й недели превышение идеальной массы тела (контрольной) у животных опытной групп составляло около 60%, что указывает на развитие ожирения. Общая концентрация меди в сыворотке крови у животных опытной группы не претерпела значительных изменений относительно контрольной группы. Однако произошло изменение соотношения медных фракций на фоне высококалорийной диеты. В сыворотке крови выявлено четыре медьсодержащих фракций: транскупреин, церулоплазмин, альбумин и низкомолекулярные формы меди.

В опытной группе SHR наблюдалось увеличение уровня транскупреиновой фракции меди с 8 до 24%, низкомолекулярных форм меди с 5 до 15% на фоне снижения церулоплазминовой фракции меди с 65 до 43% и альбуминовой фракции меди с 22 до 18%. Снижение церулоплазминовой фракции меди может свидетельствовать о повышении пула свободной каталитически активной меди, обладающей выраженными прооксидантными и провоспалительными свойствами. Оценка медных фракций в сыворотке крови позволила выявить наличие нарушений метаболизма данного металла при высококалорийной диете на этапе, предшествующем достоверным изменениям общей концентрации в сыворотке крови.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленные в ходе исследования изменения металло-лигандных фракций меди свидетельствует о высоком потенциале оценки форм химических элементов в сыворотке крови, что позволит прогнозировать и проводить коррекцию обмена химических элементов значительно раньше изменения их валовой сывороточной концентрации и развития клинических проявлений дисэлементозов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Драпкина О. М., Карамнова Н. С., Концевая А. В. и др. Алиментарно-зависимые факторы риска хронических неинфекционных заболеваний и привычки питания: диетологическая коррекция в рамках профилактического консультирования. Методические рекомендации. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021; 20(5): 2952. [Drapkina O. M., Karamnova N. S., Kontseva A. V. I dr. Alimentary-dependent risk factors for chronic non-communicable diseases and eating habits: dietary correction within the framework of preventive counseling. Methodological recommendations. Cardiovascular therapy and prevention. 2021; 20(5): 2952. (In Russ.)].

Батурин А.К., Мартинчик А.Н., Камбаров А.О. Структура питания населения России на рубеже XX и XXI столетий. Вопросы питания. 2020; 89(4): 60–70. [Baturin A.K., Martinchik A.N., Kambarov A.O. The structure of nutrition of the Russian population at the turn of the XX and XXI centuries. Nutrition issues. 2020; 89(4): 60–70. (In Russ.)].

Maass F., Michalke B., Willkommen D., et al. Selenium speciation analysis in the cerebrospinal fluid of patients with Parkinson's disease. J Trace Elem Med Biol. 2020; 57: 126412.

EVALUATION OF THE CHEMICAL FORMS OF COPPER IN THE BLOOD SERUM OF SHR RATS EXPOSED TO A HIGH-CALORIE DIET

M.K. Molchanov¹, S.V. Notova², O.V. Marshinskaia², T.V. Kazakova²

¹ Dental clinic «Maxident»,
Orenburg, 460000, Russian Federation

² Orenburg State University,
13 Pobedy Ave, Orenburg, 460018, Russian Federation

ABSTRACT. Until recently, elemental homeostasis was assessed by the total content of chemical elements in various bi-substrates, however, recent studies have shown that changes in the level of trace elements, even in the range of normal values, are accompanied by their redistribution to various protein fractions. In this regard, the purpose of this study was to study

the effect of a high-calorie diet on the metabolism of trace elements, taking into account the study of chemical forms of copper in blood serum. The animals were divided into two groups: group I (control) received a general diet, group II (experimental) received a high-calorie diet. The total diet had a calorie content of 270 kcal/ 100 g. A high-calorie diet is based on the addition of lard, coconut and sunflower oils to the general diet, fructose was added to the water. Over the course of 12 weeks, the caloric content increased stepwise by 30%, 60% and 90% of the caloric content of the total diet. The analysis of copper forms was performed by dividing blood serum into fractions, followed by determination of the metal content in each fraction by inductively coupled plasma mass spectrometry. The separation was carried out using a system for high-performance liquid chromatography. In the experimental group, an increase in the level of the transcuprein fraction of copper from 8% to 24%, low molecular forms of copper from 5% to 15% was revealed against the background of a decrease in the ceruloplasmin fraction of copper from 65% to 43% and the albumin fraction of copper from 22% to 18%. Evaluation of copper fractions in blood serum revealed the presence of metabolic disorders of this metal with a high-calorie diet at the stage preceding significant changes in the total concentration in blood serum.

KEYWORDS: trace elements, high-calorie diet, rats, copper.