

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЕ МАРКЕРЫ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ

Т.Я. Корчина, В.И. Корчин, К.А. Черепанова, А.Б. Богданович*

Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, г. Ханты-Мансийск, Россия

РЕЗЮМЕ. Целью данной работы явилось изучение обеспеченности больных сахарным диабетом (СД) 2-го типа, проживающих в северном регионе, биоэлементами, принимающими участие в регуляции углеводного обмена и в антиоксидантной защите организма, а именно кальцием (Ca), магнием (Mg), хромом (Cr), цинком (Zn) и селеном (Se). Обследовано 132 взрослых жителя г. Ханты-Мансийска: 78 (59,1%) – больные СД 2-го типа и 54 (40,9%) – волонтеры, не имеющие нарушений обмена веществ, в возрастном интервале 40–65 лет. Концентрацию биоэлементов в волосах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. У больных СД установлена недостаточность биоэлементов, способствующих переработке глюкозы в липиды: Ca – у 34,7% и Mg – более чем у четверти. Установлены достоверно более низкие показатели концентрации в волосах микроэлементов, принимающих участие в регуляции обмена глюкозы Cr ($p < 0,001$) и Zn ($p = 0,027$) и входящих в состав антиоксидантных ферментов Zn и Se ($p < 0,001$) у больных СД 2-го типа сравнительно с аналогичными показателями у больных без СД.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: больные сахарным диабетом 2-го типа, углеводный обмен, окислительный стресс, биоэлементы-антиоксиданты.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сахарный диабет (СД) является глобальной медико-социальной угрозой для здоровья человека и общества в целом. Темпы роста его распространенности приобрели масштаб мировой эпидемии (Дедов и др., 2018; Introduction: Standard of Medical Care in Diabetes, 2018). По расчетам ученых, распространенность СД 2-го типа возрастет с около 350 млн людей в настоящее время до 592 млн к 2035 г. (Wolide et al., 2017). Сопряженные с СД и его осложнениями медицинские, социальные и экономические проблемы диктуют необходимость поиска активных мер, направленных на снижение ущерба от данной патологии.

Доказано, что все важнейшие биохимические процессы в организме зависят от химических веществ, которые входят в состав многих биологически активных веществ, соединяясь с белками и углеводами, составляют структуру

ферментов, витаминов, гормонов и участвуют в регуляции обменных процессов, в том числе углеводно-липидном обмене и антиоксидантной защите организма (Корчина, 2013; Радьш и др., 2015; Корчина и др., 2018; Скальный, 2018). Если их недостаточно, то эти жизненно важные структуры организма «неправильно работают», вызывая нарушения, проявляющиеся в виде различных симптомов, заболеваний. Дисбаланс микроэлементов может приводить к нарушению обмена веществ и развитию многих заболеваний, в том числе и СД 2-го типа (Скальный, 2018). В последнее время накоплен значительный материал о взаимосвязи дефицита различных определенных микронутриентов с риском развития СД – прежде всего Cr, Mg, Zn, Ca и Se (Громова и др., 2017).

Исследованиями установлено, что избыточное накопление свободных радикалов в организме является одной из причин, вызывающих раз-

* Адрес для переписки:

Корчина Татьяна Яковлевна
E-mail: t.korchina@mail.ru

вите многих болезней человека, в том числе СД 2-го типа (Тимакова, 2018). В этой связи проблема распространенности и болезненности СД в северном регионе имеет исключительное значение: к традиционным факторам риска развития данного заболевания прибавляется и характерный для северных регионов хронический экологически обусловленный окислительный стресс (Корчина и др., 2018). Поэтому несомненный интерес вызвала оценка обеспеченности человека биоэлементами, участвующими в регуляции углеводно-липидного обмена и в то же время обладающими антиоксидантными свойствами.

Цель работы – изучить обеспеченность кальцием, магнием, хромом, цинком и селеном больных сахарным диабетом 2-го типа, проживающих в г. Ханты-Мансийске.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

У 132 представителей взрослого некоренного населения г. Ханты-Мансийска проведена оценка элементного статуса. Из них 78 (59,1%) – лица, страдающие СД 2-го типа и 54 (40,9%) – относительно здоровые добровольцы в возрастном интервале 40–65 лет. Гендерный состав основной группы (СД 2-го типа) – 31 (39,7%) мужчины и 47 (60,3%) женщин, контрольной группы – 22 (40,7%) мужчины и 32 (59,3%) женщины.

Исследования проводили с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС).

Многочисленными исследованиями установлено, что человеческие волосы являются удобным биоматериалом для оценки обеспеченности организма биоэлементами (Радыш и др., 2015; Скальный, 2018; Motciloc, 2018), они отражают поступление химических элементов в прошлом и, в отличие от других биоматериалов, не подвержены суточным колебаниям (Гресь и др., 2013). В волосах обследованных лиц методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (АЭС) и масс-спектрометрии (МС) (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03) определяли концентрацию кальция (Ca), магния (Mg), хрома (Cr), цинка (Zn) и селена (Se) – биоэлементов, принимающих активное участие в регуляции обмена углеводов и в антиоксидантной защите организма человека (Корчина и др., 2018; Скальный, 2018). Использовали атомно-эмиссионный спектрометр Opti-

maDV 2000 («Perkin Elmer Corp.», США) и масс-спектрометр ELAN 9000 («Perkin Elmer-Sciex», Канада), а также систему микроволнового разложения Multiwave 3000 («Perkin Elmer-A. Paag», Австрия). Полученные результаты сравнивали с референтными значениями (Скальный, 2003; Skalny et al., 2015).

Статистическую обработку проводили на персональном компьютере с использованием пакета программ «Statistica 10.0» и MSExcel 2010 (анализ данных). Вычисляли среднюю арифметическую вариационную величину ряда (M), среднеквадратическое отклонение (σ), медиану (Me); в качестве мер рассеивания параметров с ненормальным распределением использовали 25-й и 75-й перцентили. Достоверность различий между сравниваемыми группами оценивали по значимости средних показателей с использованием *t*-критерия Стьюдента. Критическая величина уровня значимости принята равной $p < 0,05$. В качестве референтных величин концентраций элементов использованы среднероссийские показатели (Скальный, 2003).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Город Ханты-Мансийск – столица расположенного на севере Тюменской области Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО), относится к регионам, приравненным к Крайнему Северу. Достаточно длительный зимний период, преобладание низких температур окружающей среды, частые и сильные ветры, резкие перепады атмосферного давления определяют суровость климатических условий, проживание в которых влияет как на уровень здоровья, так и на качество и продолжительность жизни населения. Зависимость состояния здоровья человека от климатических и экологических особенностей места проживания доказана и не вызывает сомнений, так как они требуют от организма человека «биосоциальной платы» за достижение адаптированности, что сопровождается значительной перестройкой метаболических процессов. В последние годы установлена роль процессов свободнорадикального окисления в развитии адаптационных процессов: в механизме воздействия на организм условий жизнедеятельности и факторов среды обитания есть общее патогенетическое звено – избыточная продукция свободных радикалов. Показано, что окислительный стресс, имеющий место при истощении запасов антиок-

сидантов в организме человека, адаптирующего к экстремальным условиям северного региона, участвует в патогенезе более чем 100 заболеваний, в первую очередь сердечно-сосудистых, онкологических, сахарного диабета и пр. (Корчина, 2013).

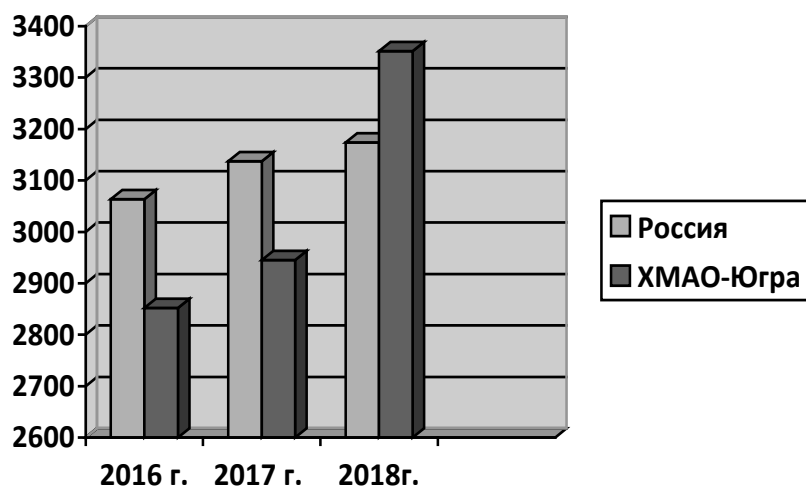
Этот факт наглядно демонстрируют показатели распространенности СД 2-го типа по ХМАО (рис. 1) в сравнении с российскими показателями (Анализ состояния помощи больным сахарным диабетом в ХМАО..., 2018).

Итак, распространенность СД 2-го типа в ХМАО не только на порядок выше показателей

по России, но имеет тенденцию к неуклонному росту (рис. 1).

В табл. 1 представлены результаты исследования концентрации изучаемых химических элементов в волосах обследованных лиц северного региона.

Средние величины концентрации Ca, Mg, Cr, Zn и Se в обеих группах обследованных лиц г. Ханты-Мансийска находились в диапазоне физиологически оптимальных значений для лиц соответствующего возраста (Скальный, 2003). Однако были выявлены существенные межгрупповые и индивидуальные различия.



Распространенность сахарного диабета 2-го типа на 100 тыс. населения

Таблица 1. Содержание кальция, магния, хрома, цинка и селена в волосах взрослого некоренного населения г. Ханты-Мансийска (мкг/г)

| Химический элемент | Группа обследованных лиц (n=132) | | | | | | p |
|--------------------|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|------|-----------|--------|
| | С сахарным диабетом 2-го типа (n=78) | | | Контрольная (n=54) | | | |
| | M±σ | Me | 25↔75 | M±σ | Me | 25↔75 | |
| Ca | 478±66,3 | 375 | 287↔765 | 626±71,9 | 584 | 421↔865 | 0,140 |
| Mg | 97,2±19,9 | 66,5 | 38,7↔129 | 128,9±18,6 | 120 | 93,7↔287 | 0,268 |
| Cr | 0,15±0,02 | 0,096 | 0,08↔0,35 | 0,38±0,03 | 0,37 | 0,24↔0,6 | <0,001 |
| Zn | 149,9±9,8 | 153 | 67,5↔182 | 182,6±10,4 | 179 | 75↔296 | 0,027 |
| Se | 0,34±0,02 | 0,28 | 0,02↔0,81 | 0,55±0,03 | 0,51 | 0,12↔0,96 | <0,001 |

Содержание Са в волосах у обследованных лиц контрольной группы оказалось выше в 1,3 раза по значению среднего арифметического (М) и в 1,5 раза – по величине медианы (Ме) аналогичного показателя в группе лиц с СД при отсутствии статистически значимых различий. Сходная картина наблюдалась и в отношении эссенциального химического элемента Mg (табл. 1). Кальций – повсеместно распространенный катион, участвующий в разнообразных физиологических процессах. Нормальная обеспеченность Са важна для профилактики аритмий, устранения судорог и других спастических реакций, нормализации артериального давления, для профилактики атеросклероза, ожирения, сахарного диабета и пр. (Murphy, 2009; Громова и др., 2014). Ионы кальция (Ca^{2+}) играют ключевую роль в физиологии клетки и всего организма. Кальций необходим для функционирования многочисленных мембранных и внутриядерных белков, принимает значительное участие в процессах межклеточной адгезии и формирования структуры костной и соединительной ткани и др. Кальций-зависимые ферменты также принципиально необходимы для переработки углеводов и липидов; дефицит Са в эксперименте способствовал развитию глюкозотолерантности. Низкая обеспеченность Са часто сочетается с другими нарушениями элементного баланса, в частности Mg.

Важно подчеркнуть, что рецептор инсулина – магнийзависимый трансмембранный рецептор с тирозинкиназной активностью. Сигнальная активность этого каскада приводит к увеличению экспрессии транспортера глюкозы (что увеличи-

вает поступление глюкозы в клетки), стимулирует метаболизм углеводов и жиров. Передача сигнала по каскаду очевидным образом зависит, в первую очередь, от содержания в организме Mg и Са (Громова и др., 2017).

При анализе обеспеченности этими щелочноземельными металлами населения г. Ханты-Мансийска отмечены три характерные особенности: 1) отсутствие достоверных межгрупповых различий в концентрациях Са и Mg между больными СД 2-го типа и группой контроля; 2) средние значения концентраций Са и Mg в волосах обследованных лиц обеих групп находились ближе к нижней границе референтных величин (Са – 250–4000 мкг/г, Mg – 25–500 мкг/г); 3) дисбаланс обеспеченности данными биоэлементами хотя и был более выражен в группе больных СД 2-го типа, но встречался также и в контрольной группе.

Результаты изучения индивидуальных показателей обеспеченности изучаемыми биоэлементами показаны в табл. 2.

Итак, столь схожая картина элементного статуса обеих обследованных групп в отношении Са и Mg позволяет предположить единую причину его формирования у населения ХМАО.

Известный факт, что поступление химических элементов в организм человека связано с приемом пищи и воды. Питательная вода – неперенный источник жизненно важных химических элементов. Находящиеся в воде элементы, представлены в виде легко всасываемых и биологически доступных двухвалентных ионов. Кроме того, вода, наряду с пищей, выступает одним из

Таблица 2. Распределение обследованных лиц г. Ханты-Мансийска по степени обеспеченности кальцием, магнием, хромом, цинком и селеном (%)

| Химический элемент | Обследованные лица n=78/54 | | | |
|--------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Норма | Дефицит 1–2-й степени | Дефицит 3–4-й степени | Избыток 1–2-й степени |
| Ca | $\frac{61,5}{68,5}$ | $\frac{32,1}{22,2}$ | $\frac{2,6}{-}$ | $\frac{3,8}{9,3}$ |
| Mg | $\frac{74,4}{81,5}$ | $\frac{23,1}{14,8}$ | – | $\frac{2,5}{3,7}$ |
| Cr | $\frac{59,0}{81,5}$ | $\frac{39,7}{18,5}$ | $\frac{1,3}{-}$ | – |
| Zn | $\frac{70,5}{83,3}$ | $\frac{29,5}{16,7}$ | | |
| Se | $\frac{57,7}{74,0}$ | $\frac{39,7}{24,1}$ | $\frac{2,6}{-}$ | $\frac{-}{1,9}$ |

Примечание: над чертой – пациенты с СД; под чертой – пациенты контрольной группы (без СД).

звеньев пищевой цепи, по которой химические элементы поступают в организм человека. В связи с этим элементный состав природной питьевой воды считается уникальным для определенной территории проживания и может явиться одним из определяющих факторов макро- и микроэлементного статуса организма человека. Ранее нами было доказано, что элементный статус жителей ХМАО характеризуется недостатком эссенциальных химических элементов Ca, Mg, Se и др. Помимо несбалансированности пищевых рационов, это, несомненно, связано с дефицитом данных биоэлементов в питьевой воде, так как их поступление в организм человека именно из питьевой воды происходит практически в полном объеме (СанПин 2.1.4.1074–01). В результате собственных исследований было установлено, что во всех пробах питьевой воды, взятой на территории ХМАО зарегистрирован физиологически несбалансированный минеральный состав питьевой воды – низкий уровень содержания Ca ($10,9 \pm 0,45$ мг/л – при рекомендуемых нормах 50–70 мг/л) и Mg ($9,1 \pm 0,26$ мг/л – при рекомендуемых 25–35 мг/л) (Корчин и др., 2018).

Постоянное употребление ультрапресной с малым содержанием Ca и Mg питьевой воды закономерно отразилось на элементном статусе проживающих на данной территории жителей.

Были установлены достоверно более низкие показатели обеспеченности микроэлементами, принимающими участие в регуляции углеводного обмена: Cr ($p < 0,001$) и Zn ($p = 0,027$) в группе больных, страдающих сахарным диабетом 2-го типа сравнительно с группой контроля (табл. 1 и 2).

Доказано, что эссенциальный микроэлемент Cr входит в состав ряда ферментов и является фактором, определяющим инсулиночувствительность тканей. Механизм гипогликемического действия Cr связан с увеличением числа инсулиновых рецепторов в тканях, повышением их чувствительности к действию инсулина, активацией ферментов, метаболизирующих инсулин, а также с повышением чувствительности β -клеток поджелудочной железы к изменению концентрации глюкозы в крови. Установлено, что назначение Cr больным СД 2-го типа, как правило, приводит к стабилизации уровня глюкозы в крови (Панченко и др., 2004).

Для нормального метаболизма глюкозы Zn имеет особое значение. Синтезируемый в β -клетках поджелудочной железы инсулин накаплива-

ется в них в виде тетрамера. В пространственной организации последнего и принимает участие Zn. Высвобождение инсулина из тетрамера и поступление в кровь наблюдается только при стимуляции глюкозой. При дефиците Zn отмечается нарушение процесса формирования тетрамера инсулина, вследствие чего нарушается депонирование и высвобождение этого гормона из β -клеток: происходит непрерывное выделение инсулина в кровь, вне зависимости от стимуляции глюкозой. Следовательно, нагрузка глюкозой вызывает существенное повышение ее содержания в крови (гипергликемию) (Hiroyuki, 2004; Котегов и др., 2012).

Помимо влияния на регуляцию углеводного обмена, Zn является сильным антиоксидантом, поскольку он входит в состав фермента цинкзависимой супероксиддисмутазы (Радыш и др., 2015). Адекватная обеспеченность биоэлементами, входящими в состав антиоксидантных ферментов, является исключительно важной для больных СД 2-го типа, так как биохимические изменения, возникающие в органах и тканях при данном заболевании, трактуются как окислительный стресс (Буланова и др., 2017).

Кроме Zn мощным антиоксидантным действием обладает Se, концентрация которого в волосах обследуемых лиц группы с СД 2-го типа оказалась статистически значимо ниже соответствующего показателя в группе контроля (табл. 1, $p < 0,001$). Одной из важнейших функций Se является его участие в антиоксидантной системе организма человека за счет вхождения в состав глутатионпероксидазы, глицинредуктазы, цитохрома C (Радыш и др., 2015; Michlska-Mosiej et al., 2016).

Важно отметить, что показатели обеспеченности главным микроэлементом антиоксидантной системы Se в обеих группах обследованных взрослых лиц северного региона располагались ближе к нижней границе референтных значений, однако были достоверно выше у лиц контрольной группы ($p < 0,001$) (табл. 1).

Обращает на себя внимание тот факт, что в обеих группах взрослых жителей г. Ханты-Мансийска зарегистрировано значительное количество лиц с отклонениями от физиологической нормы большей частью в сторону дефицита концентрации изучаемых биоэлементов в волосах. При этом в группе больных с СД 2-го типа таких отклонений было существенно больше (см.

табл. 2). Так, наиболее выраженные отклонения в группе больных с СД 2-го типа были обнаружены в отношении Сг и Се, а именно: только более 50% из них были оптимально обеспечены данными биоэлементами, а у более, чем 40% был отмечен дефицит их концентрации в волосах различной степени выраженности (см. табл. 2).

Следует отметить, что обследованным лицам обеих групп были свойственны низкие показатели концентрации Се в волосах: средние значения его содержания (М, Ме) находились в диапазоне минимальных референтных величин, особенно в группе больных СД 2-го типа (Скальный, 2003) (табл. 1). Кроме того, отмечен дефицит данного эссенциального микроэлемента у более 40% больных СД 2-го типа (табл. 2).

Доказано, что поступление жизненно важного микроэлемента Се в организм человека зависит от содержания его в почвах (Sobiecki et al., 2016). Исследованиями, проведенными ранее, было установлено, что ХМАО является регионом с умеренным дефицитом Се в почвах, воде и в местных продуктах питания (Голубкина и др., 2004).

Таким образом, с одной стороны, широко распространенная недостаточность биоэлементов, принимающих участие в углеводном обмене (Са, Mg, Сг и Zn) приводит к торможению утилизации глюкозы, росту инсулинорезистентности ухудшению состояния больного СД 2-го типа. С другой стороны, недостаточная обеспеченность микроэлементами, входящими в состав антиоксидантных ферментов, избыточному накоплению продуктов свободнорадикального окисления и, как следствие, к прогрессированию сахарного диабета и развитию его осложнений.

ВЫВОДЫ

У больных сахарным диабетом, проживающих в северном регионе, установлена недостаточность биоэлементов, способствующих переработке глюкозы в липиды: кальция у 34,7% и магния у 23,1% – более чем у четверти обследованных лиц.

Выявлены достоверно более низкие показатели концентрации в волосах микроэлементов, принимающих участие в регуляции обмена глюкозы, – хрома ($p < 0,001$) и цинка ($p = 0,027$), сравнительно с таковыми показателями у лиц контрольной группы.

Установлены статистически значимые различия содержания микроэлементов, входящих в

состав антиоксидантных ферментов: больные СД 2-го типа были достоверно хуже обеспечены цинком ($p = 0,027$) и селеном ($p < 0,001$) по сравнению с группой контроля.

С целью оптимизации лечения и улучшения качества жизни больных СД 2-го типа необходимо, помимо диетотерапии и медикаментозного лечения (после элементного анализа волос), точно корректировать микронутриентный статус с помощью специальных монопрепаратов, содержащих соответствующие биоэлементы, и обогащенных ими продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

Анализ состояния помощи больным сахарным диабетом в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2017 году. Ханты-Мансийск: Медицинский информационно-аналитический центр, 2018. 104 с.

Буланова О.И., Егоркина С.Б. Система «перекисное окисление и антиоксидантная активность» у экспериментальных животных при стрессе различной модальности. Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова. 18–22.09 2017. Воронеж. С. 427–429.

Голубкина Н.А., Корчина Т.Я., Меркулова Н.Н., Песин С.А. Обеспеченность селеном жителей г. Сургута Тюменской области. Экологические системы и приборы. 2004; 3: 48–51.

Гресь Н.А., Юрага Т.М., Романюк А.Г., Хамад Саид, Сокол В.П. Информативность спектроскопии волос при изучении микроэлементных нарушений в организме человека. Медицинские новости. 2013; 4:77–80.

Громова О.А., Торшин И.Ю. Витамин D – смена парадигмы / под ред. акад. РАН Е.И. Гусева, проф. И.Н. Захаровой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 576 с.

Громова О.А., Торшин И.Ю., Лиманова О.А., Гришина Т.Р., Громов А.Н. Обеспеченность витамином D и метаболические нарушения: системный анализ фундаментальных и доказательных исследований по проблемам избыточной массы тела и сахарного диабета. Фарматека. 2014; 20:27–38.

Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А. Сахарный диабет в Российской Федерации: распространенность, заболеваемость, смертность, параметры углеводного обмена и структура сахароснижающей терапии по данным Федерального регистра сахарного диабета, статус 2017 г. Сахарный диабет. 2018; 21 (3):144–159.

Корчин В.И., Миняйло Л.А., Корчина Т.Я. Содержание химических элементов в водопроводной воде городов Ханты-Мансийского автономного округа с различной очисткой питьевой воды. Журнал медико-биологических исследований. 2018; 6(2):188–197.

Корчина Т.Я. Донозологическая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы у населения северного региона. Экология человека. 2013; 5:8–13.

Корчина Т.Я., Корчин В.И. Корреляционные связи между показателями про- и антиоксидантной активности у

трудящихся северного региона с различным уровнем техногенной нагрузки. Гигиена и санитария. 2018; 97(9):831–834.

Котегов В.П., Скальный А.В., Брудастов Ю.А., Сульдин А.В., Малкова Я.Г. Экспериментальное изучение влияния цинка сульфата на углеводную толерантность, гипогликемический эффект инсулина и токсичность этанола. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012; 6:63–67.

Панченко Л.Ф., Маев И.В., Гуревич К.Г. Клиническая биохимия микроэлементов. М.: ГОУВУНМЦМЗРФ, 2004. 368 с.

Радыш И.В., Скальный А.В. Введение в медицинскую элементологию. М.: РУДН, 2015. 200 с.

СанПин 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Введ. 2002–01–01. М., 2002.

Скальный А.В. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. М.: Фабрика блокнотов, 2018. 295 с.

Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ). Микроэлементы в медицине. 2003; 4(1):55–56.

Тимакова Р.Т. Оценка антиоксидантной активности свежих яблок разных помологических сортов после обработки ионизирующим излучением. Вопросы питания. 2018; 87(3):66–71.

Hiroyuki Yanagisawa. Zinc deficiency and clinical practice. Journal of the Japan Medical association. 2004; 47(8):359–364.

Introduction: Standards of Medical Care in Diabetes. Diabetes Care. 2018; 41(1):1–2.

Michlska-Mosiej M., Socha K., Soroczynska J., Karpinska E., Lazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. Biological trace element research. 2016: 1–5.

Motcilovic B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism. Микроэлементы в медицине. 2018; 18(2): 54–55.

Murphy E. Williams D. Hypocalcaemia. Medicine. 2009; 37(9):465–468.

Skalny A.V., Skalnaya M.G., Tinkov A.A. et al. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. Environmental monitoring and assessment. 2015; 187(11):1–8.

Sobiecki J.G., Appleby P.N., Bradbury K.E., Key T.J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. Nutr. Res. 2016; 36(5):464–477.

Wolide A.D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of trace metal elements with lipid profiles in type 2 diabetes mellitus patients: a cross sectional study. BMC Endocr. Disord. 2017; 17(1):64.

ELEMENTAL MARKERS IN PATIENTS WITH DIABETES TYPE 2 DIABETES MELLITUS LIVING IN THE NORTHERN REGION

*T.Ya. Korchina, V.I. Korchin, K.A. Cherepanova,
A.B. Bogdanovich*

Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Mira str. 40, Khanty-Mansiysk, 628011, Russia

ABSTRACT. Chemical elements are part of the body tissues, enzymes, hormones, biologically active substances. Therefore, deviations in their content caused by various factors or diseases lead to a wide range of health problems. The aim of this work was to study the provision of patients with type 2 diabetes living in the Northern region with trace elements involved in the regulation of carbohydrate metabolism and antioxidant protection of the body, namely calcium (Ca), magnesium (Mg), chromium (Cr), zinc (Zn) and selenium (Se). 132 adult residents of the city were examined. Khanty-Mansiysk: 78 (59,1%) – patients with type 2 diabetes mellitus (DM) and 54(40,9%) – relatively healthy volunteers in the age range of 40-65 years. The concentration of trace elements in the hair was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry. In patients with diabetes insufficiency of trace elements contributing to the processing of glucose into lipids was established: Ca in 34,7% and Mg in more than a quarter. Significantly lower concentrations of trace elements involved in the regulation of glucose metabolism – Cr ($p<0,001$) and Zn ($p=0,027$) and included in the antioxidant enzymes were established in the hair: Zn and Se ($p<0,001$) in patients with type 2 DM compared with similar indicators in patients without DM. In order to optimize the treatment and improve the quality of life of patients with type 2 DM, it is necessary, in addition to diet therapy and drug treatment, to correct the micronutrient status with the help of special monopreparations containing appropriate Bioelements and enriched food products after elemental analysis of hair.

KEYWORDS: patients with type 2 diabetes mellitus, carbohydrate metabolism, oxidative stress, trace elements-antioxidants.

REFERENCES

- Analysis of the state of care for patients with diabetes in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra in 2017. Khanty-Mansiysk: Medical information and analytical center, 2018. 104 s. (in Russ.).
- Bulanova O.I., Egorikina S.B. System «lipid peroxidation and antioxidant activity» in the experimental animals in different stress modalities. Materialy XXIII Congress of Physiology. society them. I.P. Pavlova, 18–22.09.2017, Voronezh. S. 427–429 (in Russ.).
- Golubkina N.Ah., Korchina T.Ya., Merkulova N.N., Pesin S.A. Supply of selenium to residents of Surgut, Tyumen region. Environmental systems and devices. 2004; 3:48–51 (in Russ.).
- Gres' N.A., Uruga T.M., Romaniuk A.G., Hamad Saeed, Sokol V.P. Informativeness spectroscopy of hair in the study of microelement disorders in the human body. Medicalnews. 2013; 4:77–80 (in Russ.).
- Gromova O.A., Torshin I.Yu., Limanova O.A., Grishina T.R., Gromov A.N. Vitamin D supplementation and metabolic disorders: a systematic analysis of fundamental and evidence-based studies on overweight and diabetes. Pharmateca. 2014; 20:27–38 (in Russ.).
- Gromova O.A., Torshin I.Yu. Vitamin D – paradigm shift / ed. Acad. RAS E.I. Guseva, Professor I.N. Zakharova. Moscow: GEOTAR-Media, 2017. 576 s. (in Russ.).
- Dedov I.I., Shestakova M.V., Vikulova O.K., Zheleznyakova A.V., Isakov M.A. Diabetes mellitus in the Russian Federation: prevalence, morbidity, mortality, parameters of carbohydrate metabolism and structure of hypoglycemic therapy according to the Federal register of diabetes mellitus, status 2017. Diabetes mellitus. 2018; 21(3):144–159 (in Russ.).
- Korchina T.Ya. Prenosological diagnosis of diseases of the cardiovascular system in the population of the Northern region. Humanecology. 2013; 5:8–13 (in Russ.).
- Korchina T.Ya., Korchin V.I. Correlation links between Pro – and antioxidant activity indices in workers of the Northern region with different levels of technogenic load. Hygiene and sanitation. 2018; 97(9):831–834 (in Russ.).
- Korchin V.I., Minyaylo L.A., Korchina T.Ya. the Content of chemical elements in tap water of the cities of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug with different purification of drinking water. Journal of biomedical research. 2018; 6(2):188–197 (in Russ.).
- Kotegov V.P., Rocky A.V., Brudastov Y.A., Sul'din, A.V., Malkova I.G. Experimental research of the influence of zinc sulfate on carbohydrate tolerance, hypoglycemic effect of insulin and toxicity of ethanol. Issues of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2012; 6:63–67 (in Russ.).
- Panchenko L.F., Maev I.V., Gurevich, K.G. Clinical biochemistry of trace elements. Moscow: GOUVUNMTSMOH, 2004: 368 s. (in Russ.).
- Radysh I.V., Skalny A.V. Introduction to medical elementology. Moscow: RUDN, 2015. 200 s. (in Russ.).
- SanPin 2.1.4.1074-01. Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. Hygienic requirements for ensuring the safety of hot water systems. Enter 2002–01–01. M., 2002 (in Russ.).
- Skalny A.V. Reference values of the concentration of chemical elements in the hair obtained by the ISP-AES (ANO CBM). Trace elements in medicine. 2003; 4(1):55–56 (in Russ.).
- Skalny A.V. Trace Elements. Ed. 4, revised. M.: Notebook Factory, 2018. 295 s. (in Russ.).
- Timakova R.T. Evaluation of antioxidant activity of fresh apples of different pomological varieties after treatment with ionizing radiation. Nutrition issues. 2018; 87(3):66–71 (in Russ.).
- Hiroyuki Yanagisawa. Zinc deficiency and clinical practice. Journal of the Japan Medical association. 2004; 47(8):359–364.
- Introduction:Standards of Medical Care in Diabetes. Diabetes Care. 2018; 41(1):1–2.
- Michlska-Mosiej M., Socha K., Soroczynska J., Karpinska E., Lazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zink, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. Biological trace element research. 2016: 1-5.
- Motcilovic B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism. Микроэлементы в медицине. 2018; 18(2): 54–55.
- Murphy E., Williams D. Hypocalcaemia. Medicine. 2009; 37(9):465–468.
- Skalny A.V., Skalnaya M.G., Tinkov A.A. et al. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. Environmental monitoring and assessment. 2015; 187(11):1–8.
- Sobiecki J.G., Appleby P.N., Bradbury K.E., Key T.J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. Nutr. Res. 2016; 36(5):464–477.
- Wolide A.D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of trace metal elements with lipid profiles in type 2 diabetes mellitus patients: a cross sectional study. BMC Endocr. Disord. 2017; 17(1):64.