



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК664

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.012



ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ПИТАНИЯ НА РАЗВИТИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА

Людмила Николаевна Буракова¹, Марина Викторовна Николенко²,
Марина Николаевна Школьникова³, Евгений Дмитриевич Рожнов⁴,
Даниил Александрович Плотников⁵

¹ Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия, ¹burakovaln@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6135-1507>

² Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия

² novoraschinamv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1099-0656>

^{3,4,5} Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

³ shkolnikova.m.n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9146-6951>

⁴ red@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3982-9700>

⁵ plotnikovda@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4061-9436>

Аннотация. В представленном исследовании, основанном на обзоре литературы, изучена распространенность метаболического синдрома (МС) и роль питания в формировании данного заболевания. Цель работы заключается в оценке фактора питания на развитие метаболического синдрома. Научные публикации и повседневная клиническая практика свидетельствуют о том, что недостаточно проработаны маркеры индивидуальной предрасположенности человека, оптимизированные диетические рационы для пациентов с метаболическим синдромом. Выделение метаболического синдрома как самостоятельного симптомокомплекса имеет важное клиническое значение, так как при отсутствии своевременной адекватной коррекции его проявлений значительно повышается риск развития сердечно-сосудистой и эндокринной патологии, заболеваний органов пищеварения. Риск развития сахарного диабета 2-го типа у лиц с МС в среднем в 5-9 раз выше, чем при его отсутствии. В лечении МС патогенетически обоснованными являются мероприятия, направленные на нормализацию метаболических нарушений и снижение массы тела. Диета является одним из важнейших звеньев профилактики. Целенаправленное моделирование диеты позволяет снизить или нормализовать уровень глюкозы и липидов в крови, артериальное давление и массу тела у человека. Основное требование к построению рациона при МС - это ограничение его энергетической ценности, при полноценном наборе макро- и микронутриентов, функциональных пищевых продуктов. Оптимизация диеты и сбалансированного питания при МС является наиболее эффективной при учете результатов комплексной оценки пищевого статуса с использованием биохимических показателей липидного, углеводного, белкового обмена, а также гормонального и цитокинового статуса, биоимпедансометрии, непрямой калориметрии.

Ключевые слова: заболеваемость, метаболический синдром, питание, сахарный диабет, ожирение, население, пищевые волокна, клетчатка.

Благодарности: автор выражает признательность коллегам за помощь, благодарность за финансовую поддержку исследования.

Для цитирования: Влияние фактора питания на развитие метаболического синдрома / Л.Н. Буракова [и др.]. // Ползуновский вестник. 2024. № 3. С. 82 – 89. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.012, EDN: <https://elibrary.ru/GBSFAU>.

Original article

INFLUENCE OF NUTRITION FACTOR ON DEVELOPMENT OF METABOLIC SYNDROME

Lyudmila N. Burakova¹, Marina V. Nikolenko², Marina N. Shkolnikova³,
Evgeny D. Rozhnov⁴, Daniil A. Plotnikov⁵

¹Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

©Буракова Л. Н., Николенко М. В., Школьникова М. Н., Рожнов Е. Д., Плотников Д. А., 2024

¹ burakovaln@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6135-1507>

² Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

² novopaschinamv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1099-0656>

^{3,4,5} Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

³ shkolnikova.m.n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9146-6951>

⁴ red@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3982-9700>

⁵ plotnikovda@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4061-9436>

Abstract. *In the presented study, based on a literature review, the prevalence of metabolic syndrome (MS) and the role of nutrition in the formation of this disease were studied. The aim of the work is to assess the nutritional factor for the development of metabolic syndrome. Scientific publications and daily clinical practice indicate that markers of individual predisposition of a person, optimized dietary diets for patients with metabolic syndrome are not sufficiently developed. The isolation of metabolic syndrome as an independent symptom complex is of great clinical importance, since in the absence of timely adequate correction of its manifestations, the risk of developing cardiovascular and endocrine pathology, diseases of the digestive system significantly increases. The risk of developing type 2 diabetes in people with MS is on average 5-9 times higher than in its absence. In the isolation of metabolic syndrome as an independent symptom complex is of great clinical importance, since in the absence of timely adequate correction of its manifestations, the risk of developing cardiovascular and endocrine pathology, diseases of the digestive system significantly increases. The risk of developing type 2 diabetes in people with MS is on average 5-9 times higher than in its absence. In the treatment of MS, pathogenetically justified measures are aimed at normalizing metabolic disorders and reducing body weight. Diet is one of the most important links of prevention. Targeted modeling of the diet allows you to reduce or normalize the level of glucose and lipids in the blood, blood pressure and body weight in humans. The main requirement for the construction of a diet with MS is the restriction of its energy value, with a full set of macro- and micronutrients, functional foods. Optimization of diet and balanced nutrition in MS is the most effective when taking into account the results of a comprehensive assessment of nutritional status using biochemical indicators of lipid, carbohydrate, protein metabolism, as well as hormonal and cytokine status, bioimpedance, indirect calorimetry.*

Keywords: morbidity, metabolic syndrome, nutrition, diabetes mellitus, obesity, population, dietary fiber, fiber.

Acknowledgements: the author expresses gratitude to his / her colleagues for their help, thanks for the financial support of the research.

For citation: Burakova, L.N., Nikolenko, M.V., Shkolnikova, M.N., Rozhnov, E. D. & Plotnikov, D.A. (2024). Influence of nutrition factor on development of metabolic syndrome. *Polzunovskiy vestnik*. (3), 82-89. (InRuss). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.03.012. EDN: <https://elibrary.ru/GBSFAU>.

ВВЕДЕНИЕ

Метаболический синдромом (МС) представляет собой патологическое состояние, которое характеризуется резистентностью к инсулину, гипертонией, абдоминальным ожирением и является одной из главных опасностей для здоровья населения [1, 2, 3, 4, 5].

МС относится к группе метаболических нарушений, приводящих к риску развития сердечно-сосудистых патологий и сахарного диабета 2 типа [6].

Согласно современным интегральным исследованиям на формирование метаболического синдрома влияют генетические, физиологические и социально-экономические факторы [7].

Проведенный метаанализ данных показал, что МС и связанные с ним компоненты имеют широкое распространение в мире, а распространенность увеличивается вместе с уровнем дохода страны [8].

По степени этиологической обусловленности и управляемости существенно значимыми являются рацион и режим питания,

в частности:

- дефицит или избыток питательных веществ;

- негативное влияние на организм человека консервантов, используемых для увеличения сроков хранения продукции, и их взаимодействие с ферментами пищеварительного тракта;

- Ca^{2+} , белок и жир молочных продуктах, которые оказывают влияние на артериальное давление, липидный профиль, уровень холестерина в крови [1].

Стоит также отметить важную роль влияния витаминов на развитие МС, схема которого представлена на рисунке 1 [9].

Особое внимание уделяется определению наиболее восприимчивых групп населения, так как МС встречается как у городского, так и у сельского населения.

Заболеваемость городского населения обусловлена особенностями питания, так как рацион, как правило, включает продукты питания с высокой калорийностью и низким содержанием клетчатки и грубых волокон.

При этом, сельское население среди

сельского населения также наблюдается распространенность МС.

Полученные данные, основанные на изучении 38 208 человек, проживающих в провинции Хэнянь, в возрасте от 18 до 79 лет, позволили сделать вывод о том, что взрослое сельское население является подверженной к рассматриваемой заболеваемости, в

особенности, пожилые женщины, не соблюдающие здоровый образ жизни [10].

Рассматриваемые факторы указывают на значительное влияние питания на развития МС, что обосновывает цель проведения работы – оценка фактора питания на развитие метаболического синдрома.

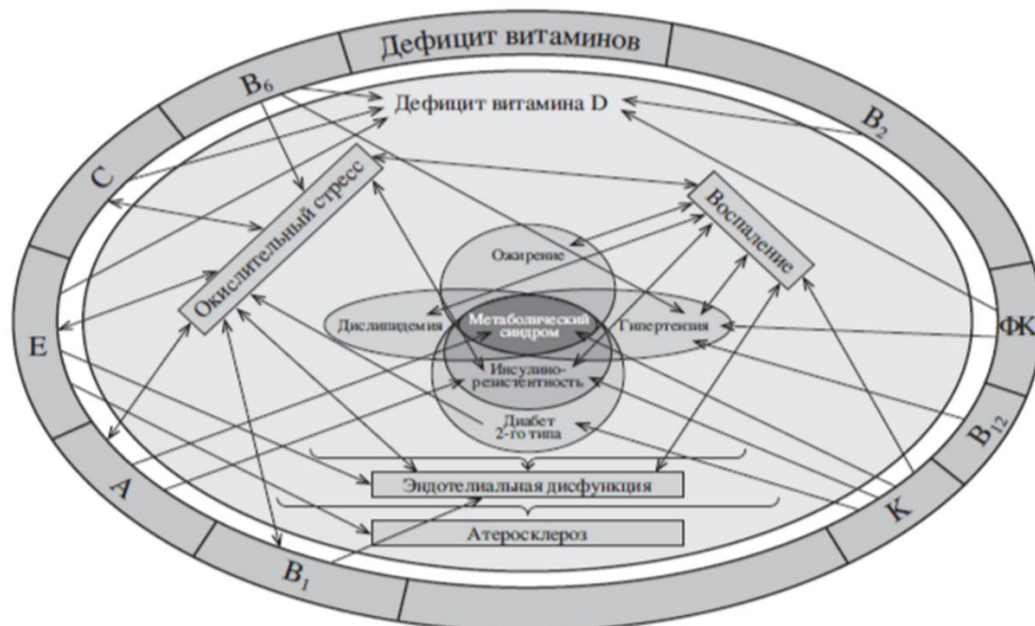


Рисунок 1 – Влияние витаминов на развитие метаболического синдрома

Figure 1 - The effect of vitamins on the development of metabolic syndrome

МЕТОДЫ

В данной статье представлены результаты теоретических исследований, полученных общепринятыми аналитическими методами: анализ, индукция, систематизация и обобщение.

Информационный поиск проводился в базах данных Sciencedirect, PubMed, Google scholar, eLIBRARY и, в частности, медицинских журналах «Ожирение и метаболизм», «Сахарный диабет» и др. Анализ включал в себя изучение научных статей за последние 14 лет, включающие такие ключевые слова как МС, диабет, ожирение.

ОБСУЖДЕНИЕ

Метаболический синдром. В основе этиологии МС лежит ожирение, недостаточная физическая активность, генетическая предрасположенность, курение и употребление алкоголя. Влияние МС на организм заключается в накоплении жировой ткани и дисфункции тканей, что приводит к инсулинорезистентности [4, 11, 12, 13, 14].

Исследования доказывают, что развитие МС напрямую коррелирует с сахарным диабетом и ожирением. В 2015 году распространенность ожирения среди взрослого

населения составляла 604 млн., в 2016 году данный показатель составил 650 млн., что говорит о возрастании данной проблематики [6].

К основным заболеваниям и изменениям метаболизма, к которым приводит рассматриваемый синдром, относят ишемическую болезнь сердца, инсульт, диабет второго типа, ожирение, артериальную гипертонию, увеличение риска развития неинфекционных заболеваний (НИЗ) [15, 16, 17].

Главными предпосылками исследования распространенности МС среди взрослого населения в Азиатско-Тихоокеанском регионе послужил стремительный рост распространенности таких заболеваний как ожирение, диабета 2 типа и сердечно-сосудистые среди населения данного региона. Результаты показали, что самый низкий уровень распространенности МС наблюдались в 2003 году на Филиппинах и составили 11,9%, а самая высокая статистика была зарегистрирована по итогам исследования в городах Пакистана в 2004 году и составила 49% [18].

Было установлено, что среди населения большинства стран Азиатско-Тихоокеанского региона практически 1/5 населения страдает МС и данный показатель постоянно увеличивается [6].

Распространенность МС в значительной

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ПИТАНИЯ НА РАЗВИТИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА

степени зависит от пола, возраста, социального статуса и этнического происхождения. Клинические исследования показали, что начало МС происходит от ожирения, так как за последние 30 лет наблюдается прямая зависимость [19, 20].

Ожирение. Ожирение представляет собой «ненормальное или чрезмерное скопление жира, которое может негативно повлиять на здоровье», основной причиной которого является нарушение энергетического баланса между поступающей и расходуемой энергией за счет несбалансированности питания, малоподвижный образ жизни, стрессовых

нагрузок [21, 22, 23].

Исследования, направленные на определение распространенности ожирения, МС и сахарного диабета показали, что заболеваемость ожирением/избыточным весом у взрослого населения США увеличилась с 133,9 млн. человек в 2003-2004 гг. до 160,1 млн. в 2013-2014 гг [24].

В 2018 году 40,1% (45,8 млн.) россиян имели проблему избыточной массы тела и 21,6% страдали ожирением (24,5 млн.) [25].

Данные по количеству человек с ожирением, состоящих на учете у врача представлены на рисунке 2 [26, 27].

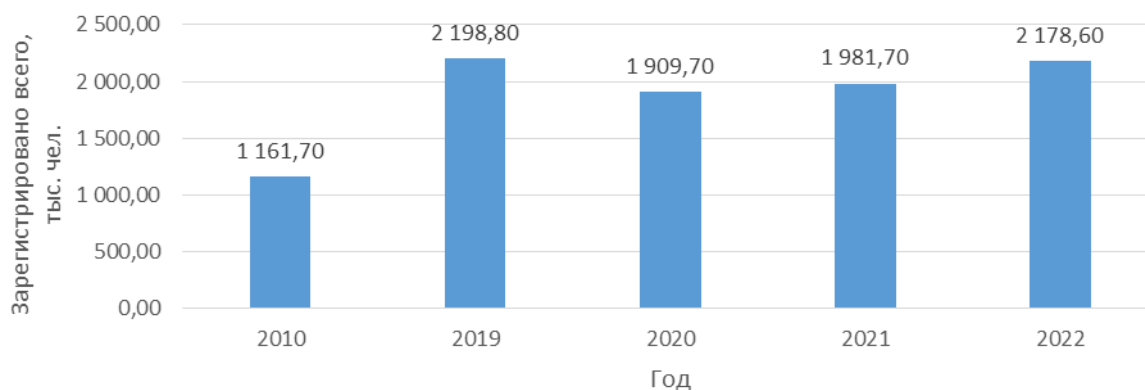


Рисунок 2 – Количество человек с ожирением, наблюдающиеся у врача, 2010-2022 гг.

Figure 2 - Number of obese people seen by a doctor, 2010-2022

Пищевое поведение представляет собой комплекс реакций организма, направленный на поиск, выбор и потребление пищи для запаса энергии, психологического удовольствия и «строительного» материала организма. Наиболее встречаемые нарушения в пищевом поведении преобладает эмоциогенный и экстернальный тип, характеризующиеся реакцией на стрессовые состояния и внешние стимулы (вид, запах) соответственно [28].

Стрессовые ситуации, депрессивные расстройства и тревожность способствуют возникновению пищевой зависимости и повышению уровня кортизола. В свою очередь происходит накопление висцеральных жировых отложений. Микрофлора кишечника регулирует синтез холестерина и триглицеридов, окисление жирных кислот, аккумуляцию некоторыми представителями большого количества энергии из пищи, поглощение глюкозы, выработка инсулина приводят к ожирению [29].

Важную роль в формировании инсулинорезистентности играет висцеральная жировая ткань, так как абдоминальный жир синтезирует провоспалительные цитокины и гормоны, которые участвуют в формировании резистентности – адипокины [30].

Сахарный диабет. Сахарный диабет представляет собой заболевание, которое характеризуется неадекватно повышенным уровнем глюкозы, основными подтипами

которого является 1 (СД1) и 2 (СД2) [31]. Среди значимых причин развития сахарного диабета выделяют наследственность, ожирение, вирусные инфекции, стресс, возраст и ряд заболеваний, например, болезни внутренней секреции, панкреатит и другие [32].

Данные показывают, что в период с 1980 года по 2014 год количество населения, страдающего сахарным диабетом, увеличилось с 108 до 422 млн. человек. [33].

Было установлено, что в 2015 году количество случаев заболевания диабетом у населения в возрасте от 20 до 79 лет составило 415 млн., 75% из которых проживали преимущественно в странах с низким или средним уровнем дохода. Согласно прогнозу, к 2040 году количество случаев заболевания должно возрасти до 642 млн.чел.[34].

Проведенные исследования показали, что в 2021 году количество людей с сахарным диабетом в мире достигло 537 млн. (в возрасте 20-79 лет), что опережает предыдущие прогнозируемые данные. Было установлено, что к 2030 году данный показатель составит 643 млн., а к 2045 году количество пациентов с сахарным диабетом увеличиться до 783 млн [35, 36].

В Российской Федерации также наблюдается увеличение пациентов с сахарным диабетом. По данным статистики, в 2021 году на учете у врачей состоит 5 млн. 168,8 тыс.

человек, в 2022 году данный показатель составил 5 млн. 277,6 тыс. человек. Статистика человек с сахарным диабетом, наблюдающиеся у врача, в период с 2010 по 2022 год представлена на рисунке 3. [26, 27, 35].

Среди основных методов в профилактике сахарного диабета выделяют диетотерапию, позволяющую достигнуть индивидуальных значений гликированного гемоглобина [37].

Среди продуктов питания, которые рекомендуется употреблять, выделяют овощи, фрукты, зерновые бобовые и молочные

продукты. Доказана важность в профилактике сахарного диабета моно- и полиненасыщенных жирных кислот. При этом ограничиваются в потреблении насыщенные жирные кислоты, трансизомеры жирных кислот, сахар и натрий. Стоит отметить важное значение витаминов-антиоксидантов, таких как А, Е, С и б-каротин, поэтому перспективным направлением является разработка специализированных продуктов питания, содержащие перечисленные нутриенты [38].

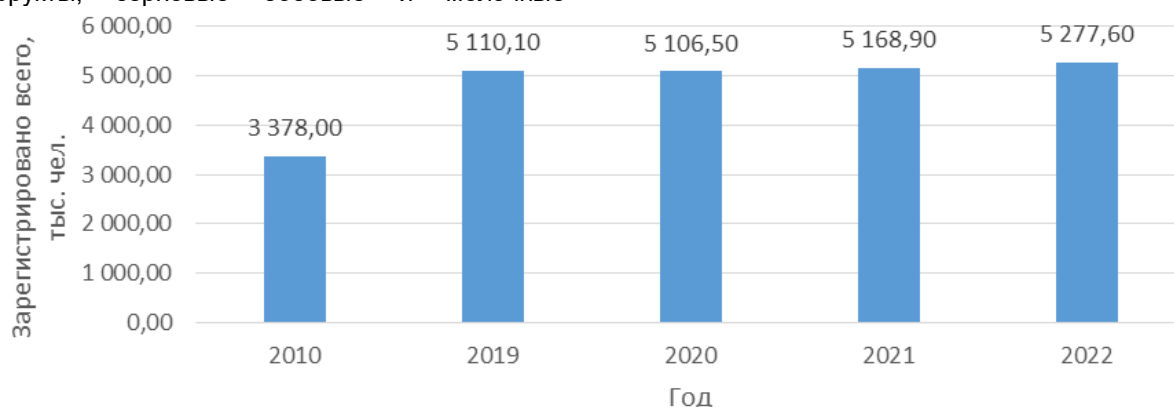


Рисунок 3 – Количество человек с сахарным диабетом, наблюдающиеся у врача, 2010-2022 гг.

Figure 3 - Number of people with diabetes seen by a doctor, 2010-2022

Способы профилактики ожирения и сахара рного диабета. Особенное влияние на формирование здоровья и профилактику заболеваемости влияет характер питания, поэтому перспективным направлением является использование в рационах питания продукции функционального назначения. Например, одним из таких направлений является Food for Specified Health Use (FOSHU), то есть такой пищевой продукт, у которого был изучен функциональный компонент, подтверждена функция биологической регуляции и разрешен в использовании Министерством здравоохранения [39].

Поддержание контроля массы тела является одним из способов профилактики МС. Употребление продуктов с большим содержанием клетчатки и низкой концентрацией жиров оказывает положительное влияние при снижении индекса массы тела [1].

Особую роль в профилактике ожирения и нарушения метаболического обмена оказывает употребление продуктов из зернового сырья грубого помола, богатых пищевыми волокнами [40].

Доказана зависимость состояния иммунной системы от МС. Проведенные исследования особенностей иммунного статуса у больных с метаболическим синдромом показали, что влияние МС происходит путем угнетения Т-клеточного звена иммунной системы. В 88,5% случаев было установлено

повышение иммуноглобулина Ig G при проведении внутригруппового анализа гуморального звена иммунной системы. Данный фактор косвенно свидетельствует о наличии аутоиммунного синдрома [41].

Активация дисфункции лейкоцитов в метаболических тканях (жировая ткань, печень, поджелудочная железа) свидетельствует о том, что клетки иммунной системы оказывают значительное влияние в патогенезе хронических заболеваний, которые связаны с МС и ожирением.

Данные нарушения оказывают непосредственное влияние на целостность лимфоидных тканей распределение фенотипов и субпопуляции лейкоцитов, что в свою очередь оказывает влияние на развитие хронических заболеваний и иммунитет [42].

Установлено, что у пациентов с МС противоспалительная среда способствует опосредованной COVID-19 ухудшению иммунной системы, включающее гипервоспаление, тромбоз и микрососудистую дисфункцию [43].

Особое внимание уделяется нутрицевтическим соединениям, которые можно использовать в качестве добавок, например, полифенолы, омега-3 жирные кислоты, макроэлементы и витамины. Использование в рационе питания натуральных продуктов способно оказывать профилактическое воздействие на МС и непереносимость

статинов, используемых для снижения холестерина.

Использование пищевых добавок профилактике метаболического синдрома приводит к стабилизации кровяного давления, уровня глюкозы в крови и липидов. Так, содержащиеся в ягодах черники инулин, полифенолы и антоцианы оказывают положительное влияние на снижение концентрации в плазме крови пептидного гормона грелина и улучшают перенос глюкозы в крови [44].

Микробиота кишечника является одним из ключевых факторов, влияющих на формирование МС и компонентов. Было доказано, что употребление в рационе питания фруктов и овощей оказывает положительное влияние на формирование микробиоты кишечника за счет поступающих полифенольных соединений. Помимо этого, особую роль играют про-/пребиотики и синбиотики. В частности, употребление продуктов, которые содержат *Akkermansia muciniphila* способны оказывать положительное влияние на ожирение [45].

Корректировка рациона питания, разработки популяционных программ для профилактики ожирения, использование диет, улучшение качества продуктов питания, регулярные физические нагрузки можно охарактеризовать как одними из эффективных способов профилактики МС и связанных компонентов [5, 46, 47, 48].

Диетотерапия – одна из концепций профилактики МС. Например, средиземноморская диета (MedDiet), рекомендации которой заключаются в употреблении большого количества продуктов растительного происхождения, цельнозерновых продуктов, ежедневное употребление молочных и еженедельное потребление рыбных и мясных. Данный рацион богат витаминами-антиоксидантами, пищевыми волокнами, ПНЖК и НЖК. Строгое соблюдение рассматриваемой диеты позволяет снизить артериальное давление, улучшить липидный профиль и метаболизм глюкозы [49].

Доказано, что бобовые продукты являются низкокалорийными и богатыми питательными веществами пища с низким гликемическим индексом оказывают положительное влияние на гликемический контроль и ожирение, поэтому частое употребление их в контексте средиземноморской диеты у пожилых людей способно оказать профилактический эффект диабета 2 типа [50].

ВЫВОД

По результатам проведенного анализа научных источников можно сделать вывод, что изучение метаболического синдрома остается актуальным направлением

исследований российских и зарубежных ученых.

Установлено, что основными факторами, которые отвечают за развитие метаболического синдрома являются: генетическая предрасположенность, гиподинамия, гормональный дисбаланс у женщин репродуктивного возраста, андрогенный дефицит у мужчин и избыточное питание. Авторы придерживаются мнения, что именно корректировка питания, в том числе, персонализация пищевых рационов, способны снизить развитие метаболического синдрома и сопутствующих заболеваний.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку функционального пищевого продукта, имеющего в своем составе необходимые нутриенты для оказания профилактического эффекта на метаболический синдром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патракеева В.П., Штаборов В.А. Роль питания и состояния микрофлоры кишечника в формировании метаболического синдрома // Ожирение и метаболизм. 2022;19(3). С. 292-299. <https://doi.org/10.14341/omet12893>.
2. Moore JX, Chaudhary N, Akinyemiju T. Metabolic Syndrome Prevalence by Race/Ethnicity and Sex in the United States, National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-2012. *Prev Chronic Dis.* 2017 Mar 16;14:E24. doi: 10.5888/pcd14.160287.
3. do Vale Moreira NC, Hussain A, Bhowmik B, Mdala I, Siddiquee T, Fernandes VO, Montenegro Júnior RM, Meyer HE. Prevalence of Metabolic Syndrome by different definitions, and its association with type 2 diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular disease risk in Brazil. *Diabetes Metab Syndr.* 2020 Sep-Oct;14(5):1217-1224. doi: 10.1016/j.dsx.2020.05.043.
4. Hernández-Rubio, A., Sanvisens, A., Bolao, F. et al. Prevalence and associations of metabolic syndrome in patients with alcohol use disorder. *Sci Rep* 12, 2625 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06010-3>
5. Brandão AD, da Silva JH, Mariane Oliveira Lima S, Lima L, Loize B, de Castro AAM, Kumpel C, Porto EF. Short and long term effect of treatment non-pharmacological and lifestyle in patients with metabolic syndrome. *DiabetolMetabSyndr.* 2020 Feb 14;12:16. doi: 10.1186/s13098-020-0522-y.
6. Распространенность и биомаркеры метаболического синдрома / О.Ю. Кытикова [и др.]. // Ожирение и метаболизм. 2021;18(3). С. 302-312. <https://doi.org/10.14341/omet12704>.
7. Бокова Т.А. Метаболический синдром у детей: особенности формирования и клинического течения, подходы к диагностике, профилактике и лечению: автореф. дисс.... д-ра. мед. наук. Москва, 2014, 48 с.
8. NoubiapJJ, NansseuJR, Lontchi-YimagouE, NkeckJR, NyagaUF, NgouoAT, TounougaDN, TianyiFL, FokaAJ, NdoadoumguéAL, BignaJJ. Geographic distribution of metabolic syndrome and its components in the general adult population: A meta-analysis of global data from 28 million individuals. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022 Jun;188:109924. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109924.
9. Коденцова В.М., Рисник Д.В., Шарафетдинов Х.Х., Никитюк Д.Б.

- Витамины в питании пациентов с метаболическим синдромом // *Терапевтический архив*. 2019. Т. 91. №2. С. 118-125. doi: 10.26442/00403660.2019.02.000097
10. Associations of unhealthy lifestyles with metabolic syndrome in Chinese rural aged females .. Wang Y, Tu R, Yuan H, Shen L, Hou J, Liu X, Niu M, Zhai Z, Pan M, Wang C. *Sci Rep*. 2020 Feb 17;10(1):2718. doi: 10.1038/s41598-020-59607-x.
11. Swarup S, Goyal A, Grigorova Y, et al. Metabolic Syndrome. [Updated 2022 Oct 24]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459248/>
12. Catharina AS, Modolo R, Ritter AMV, Sabbatini AR, Lopes HF, Moreno Junior H, Faria AP. Metabolic Syndrome-Related Features in Controlled and Resistant Hypertensive Subjects. *Arq Bras Cardiol*. 2018 Jun;110(6):514-521. doi: 10.5935/abc.20180076.
13. Cozma, A., Sitar-Taut, A., Orășan, O., Leucuta, D., Alexescu, T., Stan, A., Negrean, V., Sampelean, D., Pop, D., Zdrenghea, D., Vulturar, R., & Fodor, A. (2018). Determining Factors of Arterial Stiffness in Subjects with Metabolic Syndrome. *Metabolic syndrome and related disorders*, 16(9), 490–496. <https://doi.org/10.1089/met.2018.0057>
14. Yao, F.; Bo, Y.; Zhao, L.; Li, Y.; Ju, L.; Fang, H.; Piao, W.; Yu, D.; Lao, X. Prevalence and Influencing Factors of Metabolic Syndrome among Adults in China from 2015 to 2017. *Nutrients* 2021, 13, 4475. <https://doi.org/10.3390/nu13124475>.
15. Saklayen, M.G. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome // *Curr Hypertens Rep* 20, 12 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11906-018-0812-z>.
16. Богданова О.Г., Мильникова И.В. Метаболический синдром: ситуация в мире, клинико-диагностические критерии и факторы риска (обзор литературы) // *Гигиена и санитария*. 2020; 99 (10) С. 1165-1169. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1165-1169>.
17. Гриневич В. Б., Радченко В. Г. Микробиота кишечника и метаболический синдром // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2020;183(11). С. 11–19. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-183-11-11-19.
18. Prevalence and trends of metabolic syndrome among adults in the asia-pacific region: a systematic review // *Ranasinghe P, Mathangasinghe Y, Jayawardena R, Hills AP, Misra A.. BMC Public Health*. 2017 Jan 21;17(1):101. doi: 10.1186/s12889-017-4041-1.
19. Wang HH, Lee DK, Liu M, Portincasa P, Wang DQ. Novel Insights into the Pathogenesis and Management of the Metabolic Syndrome. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr*. 2020 May;23(3):189-230. doi: 10.5223/pghn.2020.23.3.189.
20. Sigit, F.S., Tahapary, D.L., Trompet, S. et al. The prevalence of metabolic syndrome and its association with body fat distribution in middle-aged individuals from Indonesia and the Netherlands: a cross-sectional analysis of two population-based studies. *DiabetolMetabSyndr* 12, 2 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13098-019-0503-1>.
21. Разина А.О., Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д. Ожирение: современный взгляд на проблему. Ожирение и метаболизм. 2016;13(1):3-8. <https://doi.org/10.14341/omet201613-8>.
22. Лескова И.В., Ершова Е.В., Никитина Е.А., Красниковский В.Я., Ершова Ю.А., Адамская Л.В. Ожирение в России: современный взгляд под углом социальных проблем. Ожирение и метаболизм. 2019;16(1):20-26. <https://doi.org/10.14341/omet9988>
23. Лескова И.В., Ермаков Д.Н., Матушевская Е.Г., Нишнианидзе О.О. Социально-медицинские аспекты нормализации массы тела. Ожирение и метаболизм. 2016;13(4):49-52.
24. Palmer, M.K. and Toth, P.P. (2019), Trends in Lipids, Obesity, Metabolic Syndrome, and Diabetes Mellitus in the United States: An NHANES Analysis (2003-2004 to 2013-2014). *Obesity*, 27: 309-314. <https://doi.org/10.1002/oby.22370>
25. Сколько россиян страдает от ожирения и чем лишний вес опасен для здоровья. – URL : <https://journal.tinkoff.ru/stat-oh-my-weight/> (дата обращения: 01.09.2023).
26. Здравоохранение в России. 2021: Стат.сб./Росстат. - М., 2021. – 171 с.
27. Здравоохранение в России. 2023: Стат.сб./Росстат. - М., 2023. – 179 с.
28. От индивидуальных особенностей пищевого поведения и хронотипа к формированию абдоминального ожирения / Л. В. Квиткова, С. А. Смакотина, Ю. М. Сотникова, С. Ф. Зинчук // *Эндокринология. Новости. Мнения. Обучение*. – 2019. – Т. 8, № 3(28). – С. 22-29. – DOI 10.24411/2304-9529-2019-13002.
29. Амлаев К.Р., Блинкова Л.Н., Дахильгова Х.Т. Ожирение: современный взгляд на проблему // *Врач*. 2020; 31 (3): 3–10. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-03-01>
30. Вербовой А.Ф., Вербовая Н.И., Долгих Ю.А. Ожирение — основа метаболического синдрома. Ожирение и метаболизм. 2021;18(2):142-149. <https://doi.org/10.14341/omet12707>
31. Михлиев, Ш. Ш., А. У. у. Сафарав, А. Х. у. Аминов, and Н. С. Курбанова. “Сахарный диабет”. *Science and Education*, vol. 4, no. 5, June 2023, pp. 544-5. <https://openscience.uz/index.php/sciedu/article/view/5755>.
32. Эпидемиология сахарного диабета / Г. У. Нурдинова, Г. С. Авезова, Д. Б. Бердиева, Г. Ф. Шеркузиева // *International Scientific Review*. – 2016. – № 7(17). – С. 93-95.
33. Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. –URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes> (дата обращения: 01.09.2023).
34. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040 // *Ogurtsova K, da Rocha Fernandes JD, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho NH, Cavan D, Shaw JE, Makaroff LE. Diabetes Res Clin Pract*. 2017 Jun;128:40-50. doi: 10.1016/j.diabres.2017.03.024. Epub 2017 Mar 31. PMID: 28437734.
35. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А., Сазонова Д.В., Мокрышева Н.Г. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра сахарного диабета за период 2010 – 2022 гг. *Сахарный диабет*. 2023;26(2):104-123. <https://doi.org/10.14341/DM13035>
36. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas, 10th edn*. Brussels, Belgium; 2021 [cited 21.01.2024]. Available from: <https://www.diabetesatlas.org>.
37. Евсеев, А. Б. Лечебнопитание при сахарном диабете 2-го типа / А. Б. Евсеев // *Бюллетень науки и практики*. 2019. Т. 5, № 10. С. 77-83. DOI 10.33619/2414-2948/47/11.
38. Оксидативный стресс и повышение

антиоксидантной защиты при сахарном диабете 2-го типа / Х. Х. Шарафетдинов, О. А. Плотникова, В. В. Пилипенко, Д. Б. Никитюк // Клиническое питание и метаболизм. 2020. Т. 1, № 3. С. 127-136. DOI 10.17816/clinutr50340.

39. Uenishi K. [Nutrition and bone health. Food for specified health use (FOSHU) and bone health]. Clin Calcium. 2010 Jan;20(1):116-20. Japanese. PMID: 20048444.

40. Кунцевич А. К. Риск метаболического синдрома и питание населения // Ожирение и метаболизм. 2015. Т. 12, № 1. С. 3-10. DOI 10.14341/OMET201513-10.

41. Танченко О.А., Нарышкина С.В., Решетникова Л.К. Особенности иммунного статуса у больных с метаболическим синдромом // Дальневосточный медицинский журнал. – 2014; С. 20-23.

42. Catherine J Andersen, Kelsey E Murphy, Maria Luz Fernandez, Impact of Obesity and Metabolic Syndrome on Immunity, Advances in Nutrition, Volume 7, Issue 1, January 2016, Pages 66–75, <https://doi.org/10.3945/an.115.010207>.

43. Rashika Bansal, Sriram Gubbi, Ranganath Muniyappa, Metabolic Syndrome and COVID 19: Endocrine-Immune-Vascular Interactions Shapes Clinical Course, Endocrinology, Volume 161, Issue 10, October 2020, bqaa112, <https://doi.org/10.1210/endo/bqaa112>.

44. Patti AM, Al-Rasadi K, Giglio RV, Nikolic D, Mannina C, Castellino G, Chianetta R, Banach M, Cicero AFG, Lippi G, Montalto G, Rizzo M, Toth PP. Natural approaches in metabolic syndrome management. Arch Med Sci. 2018 Mar;14(2):422-441. doi: 10.5114/aoms.2017.68717. Epub 2017 Jul 19. PMID: 29593818; PMCID: PMC5868676.

45. Corb Aron, R.A.; Abid, A.; Vesa, C.M.; Nechifor, A.C.; Behl, T.; Ghitea, T.C.; Munteanu, M.A.; Fratila, O.; Andronie-Cioara, F.L.; Toma, M.M.; et al. Recognizing the Benefits of Pre-/Probiotics in Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes Mellitus Considering the Influence of Akkermansia muciniphila as a Key Gut Bacterium. Microorganisms 2021, 9, 618. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030618>.

46. Castro-Barquero, S.; Ruiz-León, A.M.; Sierra-Pérez, M.; Estruch, R.; Casas, R. Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review. Nutrients 2020, 12, 2983. <https://doi.org/10.3390/nu12102983>

47. Метаболический синдром. Учебное пособие / Ю.П. Успенский, Ю.В. Петренко, З.Х. Гулунов, Н.Л. Шапорова, Ю.А. Фоминых, Р.М. Ниязов. СПб., 2017. 60 с.

48. Карамнова Н.С., Шальнова С.А., Рытова А.И., Швабская О.Б., Макарова Ю.К., Баланова Ю.А., Евстифеева С.Е., Имаева А.Э., Капустина А.В., Муромцева Г.А., Максимов С.А., Яровая Е.Б., Драпкина О.М.

Ассоциация характера питания и абдоминального ожирения в взрослой популяции. Результаты российского эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ. Российский кардиологический журнал. 2021;26(5):4363. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4363>.

49. Cubas-Basterrechea, G.; Elío, I.; Alonso, G.; Otero, L.; Gutiérrez-Bardeci, L.; Puente, J.; Muñoz-

Cacho, P. Adherence to the Mediterranean Diet Is Inversely Associated with the Prevalence of Metabolic Syndrome in Older People from the North of Spain. Nutrients 2022, 14, 4536. <https://doi.org/10.3390/nu14214536>.

50. Julibert, A.; Bibiloni, M.d.M.; Bouzas, C.; Martínez-González, M.Á.; Salas-Salvadó, J.; Corella, D.; Zomeño, M.D.; Romaguera, D.; Vioque, J.; Alonso-Gómez, Á.M.; et al. Total and Subtypes of Dietary Fat Intake and Its Association with Components of the Metabolic Syndrome in a Mediterranean Population at High Cardiovascular Risk. Nutrients 2019, 11, 1493. <https://doi.org/10.3390/nu11071493>.

Информация об авторах

Л.Н. Буракова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Общая и физическая химия» Тюменского индустриального университета.

М.В. Николенко – доктор биологических наук, профессор кафедры «Микробиологии», заведующая лабораторией микробиома, регенеративной медицины и клеточных технологий Тюменского государственного медицинского университета.

М.Н. Школьникова - доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии питания» Уральского государственного экономического университета.

Е.Д. Рожнов – доктор технических наук, профессор кафедры «Биотехнологии и инженерии» Уральского государственного экономического университета.

Д.А. Плотников – аспирант кафедры «Технологии питания» Уральского государственного экономического университета.

Information about the authors

L. N. Burakova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General and Physical Chemistry of the Industrial University of Tyumen.

M. V. Nikolenko – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Microbiology, Head of the Laboratory of Microbiome, Regenerative Medicine and Cell Technologies of Tyumen State Medical University.

M. N. Shkolnikova, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department Nutrition Technology of the Ural State University of Economics.

E. D. Rozhnov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department Biotechnology and engineering of the Ural State University of Economics.

D. A. Plotnikov, Postgraduate Student of the Department Nutrition Technology of the Ural State University of Economics.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 06 февраля 2024; одобрена после рецензирования 20 сентября 2024; принята к публикации 04 октября 2024.

Л. Н. БУРАКОВА, М. В. НИКОЛЕНКО, Е. Д. РОЖНОВ, М. Н. ШКОЛЬНИКОВА, Д. А. ПЛОТНИКОВ

The article was received by the editorial board on 06Feb 2024; approved after editing on 20 Sep 2024; accepted for publication on 04 Oct 2024.