

2. Мужское здоровье: взгляд экспертов на проблему / Т. А. Соколовская, А. В. Зубко, Е. А. Варавикова, В. С. Ступак // Профилактическая медицина. – 2025. – Т. 28, № 6. – С. 92-98.
3. Каменева, Т. Н. Гендерные различия в отношении к здоровью: региональный аспект / Т. Н. Каменева, И. В. Лескова, Е. В. Чанкова // Мир науки. Социология, филология, культурология. – 2022. – Т. 13, № 1. – С. 1-9.
4. Паутова, Н. И. Гендерные особенности самооценки здоровья и его восприятия как социокультурной ценности (По данным 21-й волны RLMS-HSE) / Н. И. Паутова, И. С. Паутов // Женщина в российском обществе. – 2015. – Т. 2, № 75. – С. 60-75.
5. Женщины и мужчины России. 2024 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2024. – 176с.
6. Тихонова, Г. И. Проблемы здоровья населения трудоспособного возраста и его информационного обеспечения / Г. И. Тихонова, Т. Ю. Горчакова // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 228-245.
7. Brown, R. Individual characteristics associated with perceptions of control over mortality risk and determinants of health effort / R. Brown, E. Silience, G. Pepper // Risk Anal. – 2024. – Vol. 44, № 6. – P. 1339–1356.
8. Комбинированное поведение в отношении здоровья среди взрослого населения России / Т. И. Родионова, Е. А. Александрова, А. П. Давитадзе [и др.] // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2025. – Т. 69, № 3. – С. 262-269.
9. Hospital utilization among urban poor in Indonesia in 2018: is government-run insurance effective / R. D. Wulandari, A. D. Laksono, R. Mubasyiroh [et al.] // BMC Public Health. – 2023. – Vol. 23, № 1. – P. 92.

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ ВОЛОС У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ

Швец Ю. Ю.

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Метаболические нарушения при ожирении тесно связаны с недостатком жизненно важных микроэлементов. Чтобы выяснить, как экономические условия отражаются на элементном составе волос, мы исследовали 400 взрослых пациентов с ожирением, проживающих в промышленном регионе России, и сопоставили полученные данные с динамикой региональных индикаторов (валовой продукт, доходы, инвестиции, цены). Масс-спектрометрический анализ 26 элементов в 2019–2022 гг. позволил оценить средние концентрации, отклонения от норматива (Z-значения) и частоту дефицитов, а также построить корреляционные и регрессионные модели.

Ключевые слова: ожирение, микроэлементы, социальные детерминанты, экономические индикаторы, анализ дефицитов.

INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON THE MICROELEMENT PROFILE OF HAIR IN PATIENTS WITH OBESITY

Shvets Yu. Yu.

Peoples' Friendship University of Russian Federation named after Patrice Lumumba,
Moscow, Russian Federation

Abstract. Metabolic disorders in obesity are closely associated with a deficiency of vital microelements. To find out how economic conditions affect the elemental composition of hair, we examined 400 adult obese patients living in an industrial region of Russian Federation and compared the obtained data with the dynamics of regional indicators (gross product, income, investment, prices). Mass spectrometric analysis of 26 elements in 2019–2022 made it possible to estimate average concentrations, deviations from the norm (Z-values), and the frequency of deficiencies, as well as to build correlation and regression models.

Keywords: obesity, micronutrients, social determinants, economic indicators, gap analysis.

Актуальность. Растущая распространённость ожирения сопровождается сложной трансформацией обмена веществ. По современным данным, у людей с избытком массы тела чаще обнаруживаются дефициты железа, магния, селена, цинка и избыток меди [1]. К слову, подобные нарушения видны не только в крови, но и в волосах: у женщин с ожирением уровни железа и магния в волосах были на 35–41% ниже, чем у стройных сверстниц. Накладываются и внешние факторы. Интенсивное сельское хозяйство часто делает продукты калорийными, но бедными микроэлементами [2], а промышленное загрязнение приводит к накоплению тяжёлых металлов, как показали исследования волос жителей Сургута и Омска [3] и детей из неблагополучных районов Краснодарского края [4].

В таком контексте становится очевидным, что микроэлементный баланс – результат взаимодействия биологии и социально-экономической среды.

Цель работы: проследить эти связи на примере крупного индустриального региона, рассматривая волосы как долговременный регистратор поступления элементов и сопоставляя полученные данные с региональной статистикой.

Материалы и методы. Исследование охватило 400 пациентов с ожирением (253 женщины и 147 мужчин), отобранных в 2019–2022 гг. по 100 человек каждый год. Исключали лиц с острыми инфекциями,

сопутствующими эндокринными патологиями и тех, кто принимал минеральные добавки либо окрашивал волосы. Пряди длиной 1,5–2 см срезали в затылочной области, промывали ацетоном и деионизованной водой, сушили и подвергали кислотному разложению. Концентрации 26 элементов (Ag, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, I, K, La, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Tl, V, W) определяли на ICP-MS Agilent 7700x, калибруя прибор по референсному стандарту NIST SRM 1643f.

Экономические данные (валовой региональный продукт на душу населения, индекс реальных доходов, инвестиции в основной капитал, индекс физического объёма ВРП и потребительские цены) получали из официальных отчётов статистики и рассчитывали в процентах к 2019 г [5].

Средние значения, стандартные отклонения и диапазоны концентраций вычислялись для каждого элемента по годам. Отклонение от норматива оценивали по Z-формуле, принимая за норму среднее и стандартное отклонение из референсного интервала. $Z < -2$ трактовали как дефицит, $Z > 2$ – как избыток. Достоверность различий между годами проверяли критерием Крускала–Уоллиса с поправкой Бонферрони. Для выявления связей с экономическими индикаторами использовали коэффициент Спирмена и множественные линейные регрессии (log-преобразование зависимых переменных обеспечивало нормальность распределения).

Результаты. Средние концентрации элементов в волосах пациентов отличались высокой вариабельностью. Так, медианное содержание меди в 2019 г. составляло 15,3 мкг/г, железа – 22,3 мкг/г, натрия – 476,7 мкг/г, при этом диапазон для натрия достигал 12 000 мкг/г. К 2022 г. медианные значения изменились: Cu – 16,7 мкг/г, Fe – 17,4 мкг/г, Na – 702,1 мкг/г.

На рис. 1 представлена тепловая карта средних Z-отклонений, где видна общая тенденция к отрицательным значениям по большинству элементов. Наиболее выраженные дефициты наблюдались для кобальта (43% пациентов имели $Z < -2$), йода (38 %) и натрия (30 %). Четверть пациентов испытывала дефицит железа и цинка, что созвучно литературным данным [6]. Избытки встречались редко и касались главным образом ванадия и никеля.

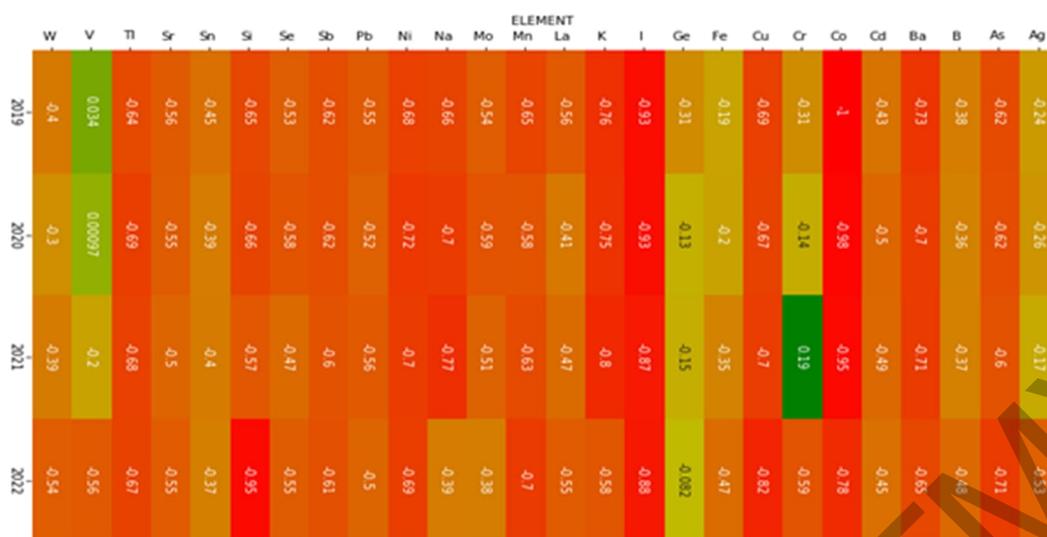


Рисунок 1 – Средние Z-отклонения от нормальных значений по элементам

За четырёхлетний период выявлены разнонаправленные изменения. Медианное содержание натрия увеличилось почти вдвое (с 384 до 702 мкг/г), что, вероятно, отражает рост потребления соли и полуфабрикатов. Напротив, содержание железа снизилось с 22,3 до 17,4 мкг/г, а ванадия – с 0,055 до 0,028 мкг/г. Для меди и молибдена изменения оказались незначительными. Распределение пациентов по степеням дефицита различных элементов и по годам схематично представлено на рис. 2. Динамика подчёркивает нестабильность микроэлементного баланса у людей с ожирением, что особенно важно учитывать при разработке лечебных программ.

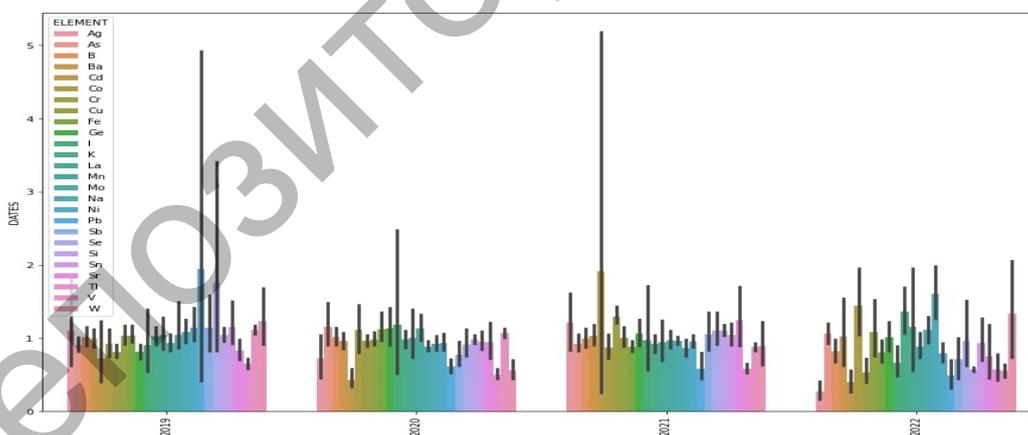


Рисунок 2 – Распределение числа пациентов с различными степенями дефицита элементов по годам

Корреляционный анализ выявил интересные закономерности. ВРП на душу населения положительно коррелировал с содержанием бария ($\rho = 0,42$) и меди ($\rho = 0,35$) и отрицательно – с бором, железом, никелем, свинцом, сурьмой и ванадием (ρ от $-0,30$ до $-0,45$). Иначе говоря, рост благосостояния сопровождался улучшением снабжения меди и бария и одновременным

снижением накопления токсичных элементов. Индекс реальных доходов ассоциировался с повышением уровней Ва, Си и Мо, но снижением В, I, Мп и V. Индекс физического объёма ВРП положительно коррелировал с Ag, Cd, Cr, Ni, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Tl. Эти связи наглядно отражены на тепловой карте Спирмена (рис. 3).

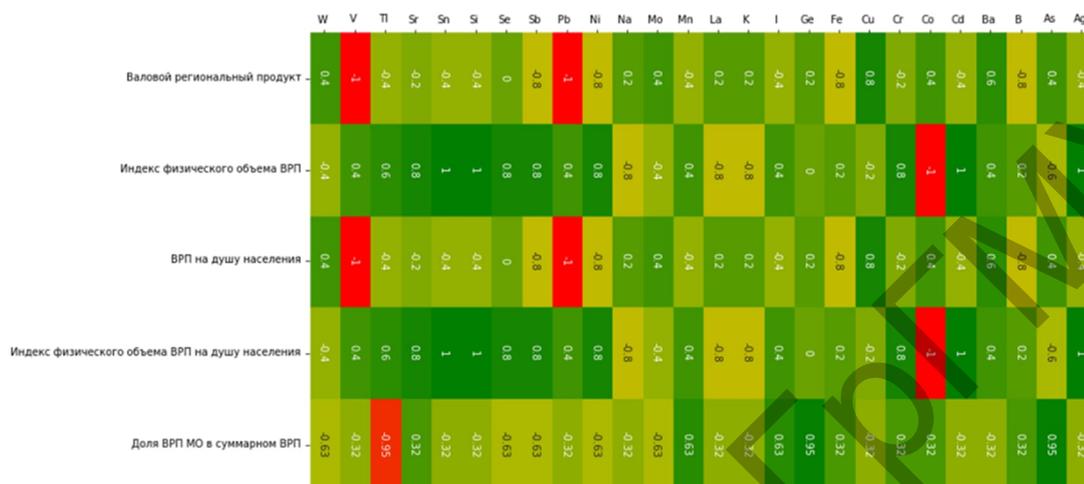


Рисунок 3 – Коэффициенты корреляции Спирмена между концентрациями элементов и экономическими показателями (ВРП, индекс физического объёма ВРП, ВРП на душу, индекс физического объёма ВРП на душу и доля ВРП по суммарном ВРП)

Множественные регрессионные модели подтвердили влияние макроэкономики на уровень микроэлементов. Для меди общий коэффициент детерминации R^2 составил 0,33: рост ВРП и инвестиций увеличивал её концентрацию ($\beta = 0,27$ и $0,21$), тогда как рост реальных доходов, напротив, снижал ($\beta = -0,18$). Для железа наблюдался обратный тренд: ВРП уменьшал его уровень ($\beta = -0,24$), а инфляция, измеряемая индексом потребительских цен, повышала ($\beta = 0,22$). Интегральный индекс дисбаланса (сумма абсолютных Z-отклонений) усиливался с ростом бедности и снижался при увеличении инвестиций. Эти модели позволяют количественно оценить вклад каждого фактора в вариацию элементного профиля и могут быть использованы для прогнозирования.

Обсуждение. Полученные результаты подтверждают концепцию «двойного бремени»: пациенты с ожирением одновременно испытывают избыток калорий и дефицит микроэлементов. Высокая частота дефицитов кобальта, йода и натрия коррелирует с наблюдениями зарубежных исследователей [3]. Что особенно важно, эти дефициты усиливаются в периоды экономического спада, когда падают доходы и сокращаются инвестиции. Одновременно в благополучные годы растут уровни меди и бария, что может отражать более высокое потребление мяса и молочных продуктов, богатых этими элементами, или улучшение экологической обстановки. Интересно отметить и обратную корреляцию ВРП с железом и никелем:

предположительно, сокращение тяжёлой индустрии и улучшение чистоты воздуха приводит к снижению попадания этих элементов в организм.

Связь индекса потребительских цен с уровнем железа выглядит на первый взгляд парадоксальной. Мы предполагаем, что в условиях инфляции пациенты предпочитают более доступные, но железо-содержащие субпродукты, что временно повышает его в волосах. Наконец, стоит подчеркнуть, что наши результаты ограничены анализом одного биологического субстрата. Волосы интегрируют поступление элементов за несколько месяцев, но не отражают краткосрочных изменений. В будущем следует исследовать сыворотку, мочу, а также учитывать генетические и гормональные особенности пациентов.

Заключение. Наше исследование демонстрирует, что микроэлементный статус волос у пациентов с ожирением чувствителен к социально-экономическим колебаниям. Дефициты кобальта, йода, натрия и железа сочетаются с экономическими спадами, тогда как высокие уровни меди и бария отмечаются при экономическом росте. Выявленные корреляции и регрессионные зависимости показывают, что элементы волос можно использовать как биосенсор макроэкономической среды. Результаты подчёркивают необходимость комплексного подхода к профилактике ожирения, учитывающего как питание, так и социально-экономические факторы. Последующие работы должны расширить набор биосубстратов, углубить анализ диетических привычек и оценить влияние экологических программ на элементный баланс.

Список литературы

1. Trace Element and Mineral Levels in Serum, Hair, and Urine of Obese Women in Relation to Body Composition, Blood Pressure, Lipid Profile, and Insulin Resistance / A. A. Tinkov, P. Bogdański, D. Skrypnik, K. Skrypnik // *Biomolecules*. – 2021. – Vol. 11(5). – P. 689.
2. Fighting Obesity-Related Micronutrient Deficiencies through Biofortification of Agri-Food Crops with Sustainable Fertilization Practices / C. E. Guardiola-Márquez, M. T. Santos-Ramírez, M. E. Segura-Jiménez [et al.] // *Plants (Basel)*. – 2022. – Vol. 11(24). – Art. 3477.
3. Сравнительный анализ микроэлементного состава волос городских жителей Западной Сибири / Е. А. Вильмс, Н. В. Гогодзе, Д. В. Турчанинов, Т. Я. Корчина // *Гигиена и санитария*. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 99-103.
4. Шашель, В. А. Микроэлементный состав волос как маркер коморбидных состояний у детей с желчнокаменной болезнью, проживающих в экологически неблагоприятных территориях Краснодарского края / В. А. Шашель, С. Ю. Маталаева // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. – 2020. – № 1(173). – С. 76-83.
5. Биоэлементы: роль в развитии болезней цивилизации / О. П. Шатова, С. А. Зуйков, А. А. Заболотнева [и др.] // *Восточно-Европейский научный журнал*. – 2021. – № 11-4(75). – С. 45-58.
6. Клинико-серологическая характеристика женщин с неразвивающейся беременностью при ожирении / Е. А. Кузьмина, А. А. Оразмурадов, Ж. Ж. Сулейманова [и др.] // *Акушерство и гинекология. Новости. Мнения. Обучение*. – 2025. – Т. 13, № 5. – С. 44-48.