

Возможности цифровой платформы «ЭкоМедик» в диагностике функциональных нарушений

В.В. Оноприев, Е.В. Болотова[✉], bolotowa_e@mail.ru, А.В. Дудникова, Л.В. Батракова, А.Г. Абраменко, Д.А. Губарева

Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4

Резюме

Введение. Изучение влияния химической чувствительности на функциональные нарушения путем цифровых технологий диагностики является значимой медико-социальной проблемой.

Цель. Изучить возможности цифровой платформы «ЭкоМедик» в диагностике функциональных нарушений при множественной химической чувствительности (МХЧ).

Материалы и методы. Анкетирование при помощи опросника QEESI 468 амбулаторных пациентов, проходивших профилактический медицинский осмотр (232 мужчины, средний возраст $34,2 \pm 9,3$ года и 236 женщин, средний возраст $42,9 \pm 13,8$ года). Сбор данных при помощи разработанной цифровой платформы «ЭкоМедик». Статистическая обработка проведена с использованием статистической программы MedCalc.

Результаты. Доля пациентов с МХЧ составила 45,1%. Самыми частыми жалобами при МХЧ были жалобы со стороны желудочно-кишечного тракта ($n = 174, 82,4\%$); на втором месте – когнитивные симптомы ($n = 158, 75,1\%$); на третьем – неврологические симптомы ($n = 149, 71,1\%$); со стороны опорно-двигательного аппарата – $68,5\%$ ($n = 144$); нервно-мышечные – $66,4\%$ ($n = 139$); респираторные симптомы – $62,1\%$ ($n = 130$); кожные – $59,1\%$ ($n = 124$); аффективные – $56,4\%$ ($n = 118$); со стороны сердца/грудной клетки – $47,5\%$ ($n = 99$); со стороны мочеполовой системы – $47,5\%$ ($n = 99$). При МХЧ частота симптомов по всем 10 группам симптомов была достоверно выше, чем в контрольной группе ($p < 0,0001$). При МХЧ частота симптомов по всем 10 группам симптомов была достоверно выше, чем у пациентов без МХЧ ($p < 0,0001$). Частота перекрытия одновременно 3 областей шкал МХЧ в группе пациентов с МХЧ была выше, чем без МХЧ ($60,2\%$ vs $3,1\%$, $\chi^2 = 186,065$, $p = 0,000$). Доля лиц с пороговыми значениями по тяжести симптомов или влиянию на повседневную жизнь только по одной из шкал в группе пациентов с МХЧ была достоверно ниже (9% vs $32,6\%$, $\chi^2 = 37,853$, $p = 0,001$).

Выводы. Цифровая платформа «ЭкоМедик» обладает перспективами масштабирования технологий с целью диагностики пациентов с МХЧ и проведения научно-практических исследований функциональных симптомов.

Ключевые слова: множественная химическая чувствительность, диагностика, цифровые медицинские приложения, опросник QEESI, химическое воздействие

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта №НИП-20.1/67.

Для цитирования: Оноприев ВВ, Болотова ЕВ, Дудникова АВ, Батракова ЛВ, Абраменко АГ, Губарева ДА. Возможности цифровой платформы «ЭкоМедик» в диагностике функциональных нарушений. *Медицинский совет*. 2024;18(20):210–217. <https://doi.org/10.21518/ms2024-392>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Possibilities of the EcoMedic digital platform in diagnostics functional disorders

Vladimir V. Onopriev, Elena V. Bolotova[✉], bolotowa_e@mail.ru, Anna V. Dudnikova, Lubov V. Batrakova, Arina G. Abramenko, Diana A. Gubareva

Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia

Abstract

Introduction. Studying the influence of chemical sensitivity on functional disorders by means of digital diagnostic technologies is a significant medical and social problem.

Aim. To study the possibility of the EcoMedic digital platform in the diagnosis of functional disorders with multiple chemical sensitivity (MCH).

Materials and methods. Questionnaires were administered using the QEESI questionnaire to 468 outpatients undergoing preventive medical examination (232 men, mean age 34.2 ± 9.3 years and 236 women mean age 42.9 ± 13.8 years). Data were collected using the developed digital platform EcoMedic. Statistical processing was performed using MedCalc statistical programme.

Results. The frequency of MCH was 211 patients (45.1%). The most frequent complaints in MCH were gastrointestinal ($n = 174, 82.4\%$); second were cognitive symptoms ($n = 158, 75.1\%$); dall neurological ($n = 149, 71.1\%$); musculoskeletal ($n = 144, 68.5\%$); neuromuscular ($n = 139, 66.4\%$); respiratory and mucosal ($n = 130, 62.1\%$); cutaneous ($n = 124, 59.1\%$); affective ($n = 118, 56.4\%$).

In MCH, symptom frequency across all 10 symptom groups was significantly higher than in controls ($p < 0.0001$). In MCH, the frequency of symptoms in all 10 groups of symptoms was significantly higher than in patients without MCH ($p < 0.0001$). The frequency of overlapping of 3 regions of the MCH scales simultaneously in the group of patients with MCH was higher than without MCH (60.2% vs 3.1%, $\chi^2 = 186.065$, $p = 0.000$). The proportion of people with thresholds for severity of symptoms or impact on daily life according to only one of the scales in the group of patients with HCV was significantly lower (9% vs 32.6%, $\chi^2 = 37.853$, $p = 0.001$).

Conclusions. The EcoMedic digital platform has prospects for scaling technologies to diagnose patients with HCV and conduct scientific and practical studies of functional symptoms.

Acknowledgements. The research is carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation within the framework of the scientific-innovation project No. NIP-20.1/67.

Keywords: multiple chemical sensitivity, diagnostics, digital medical applications, QEESI questionnaire, chemical exposure

For citation: Onopriev VV, Bolotova EV, Dudnikova AV, Batrakova LV, Abramenko AG, Gubareva DA. Possibilities of the EcoMedic digital platform in diagnostics functional disorders. *Meditsinskiy Sovet*. 2024;18(20):210–217. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-392>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровые медицинские приложения представляют доступные, эффективные, экономически выгодные и масштабируемые решения, позволяющие ускорить обработку информации, улучшить скрининг, диагностику, профилактику и лечение заболеваний. В области функциональных нарушений эти перспективы остаются за рамками междисциплинарного подхода вследствие их мультисистемного характера.

Функциональными заболеваниями называют расстройства, при которых даже тщательное обследование больного не выявляет морфологических изменений, которыми можно было бы объяснить имеющиеся симптомы. Практически в каждой медицинской специальности существуют такие больные. Функциональные симптомы встречаются на приеме у врачей разных специальностей: в гастроэнтерологии – функциональная диспепсия; ревматологии – фибромиалгия; кардиологии – некардиальные боли в грудной клетке; пульмонологии – гипервентиляционный синдром; неврологии – головная боль напряжения, боли в спине, функциональное головокружение, психогенные припадки, парезы, дисбазия, атипичные лицевые боли; отоларингологии – ощущение «кома в горле»; аллергологии – множественная химическая чувствительность (псевдоаллергия); урогинекологии – хронические тазовые боли, предменструальный синдром [1]. В настоящее время биопсихосоциальная модель патогенеза рассматривает функциональный симптом как фиксированный произвольный патологический паттерн [2]. Вместе с этим большое внимание уделяется сбоям в отдельных звеньях патологического процесса, таких как модуляция боли, генетические факторы, изменения в иммунной, эндокринной, пищеварительной, сердечно-сосудистой и нервной системах [3].

Функциональные симптомы при множественной химической чувствительности (МХЧ) развиваются на различные химические триггеры, включая токсиканты и индифферентные вещества. Согласно современным теориям патогенеза, химические воздействия в момент инициации могут формировать патологическую сеть молекулярных

взаимодействий, приводящих к стойкому повышению уровня пероксинитрита в нервных и иммунных клетках, что вызывает глобальные внутриклеточные изменения: дисрегуляцию рецепторов, деактивацию транскрипционного фактора Nrf2 с последующим повышением уровня цитокинов, что определяют длительное поддержание гиперчувствительности [4]. Высказываются суждения о том, что в зависимости от локализации измененных клеток, а именно от того, какая мозаика складывается из этих перепрограммированных клеток, формируется в той или иной степени комплекс вовлечения различных органов, что клинически проявляется развитием множества функциональных симптомов [3]. Однако для перехода к новым представлениям об этиопатогенезе функциональных нарушений требуется накопление доказательной базы. Вопрос о представленности функциональных симптомов на различных этапах формирования и манифестации МХЧ в связи с недостаточной изученностью данной проблемы является актуальным.

Цель исследования – изучение возможности цифровой платформы «ЭкоМедик» в диагностике функциональных нарушений при множественной химической чувствительности (МХЧ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При грантовой поддержке Кубанского научного фонда (проект НИП 20.1/67) нами разработана цифровая платформа «ЭкоМедик»¹. Информационная технология предназначена для сбора, хранения, обработки и обмена данными между пользователями, прежде всего, в научных целях. В дизайне системы предусмотрен интерфейс для сбора данных от пациентов, направленных на выявление множественной химической чувствительности и наблюдение за функциональными симптомами. Пациенты регистрировались в приложении². Им предоставлялась возможность пройти тестирование на множественную химическую чувствительность.

В основу выявления множественной химической чувствительности положен русифицированный опросник

¹ <https://ecokubmed.ru/>.

² Там же.

QEESI [5]. Лингвистическая валидация опросника QEESI проведена экспертами КубГМУ (кафедра лингвистики). На выборке 37 человек произведен расчет коэффициента α -Кронбаха соответственно для шкалы QEESI (0,78–0,81). Полученная величина коэффициента α -Кронбаха сопоставима с данными, полученными для официальных версий опросников, и характеризует высокое внутреннее постоянство его русской версии, т. е. высокую точность получаемых результатов.

Опросник QEESI имеет 5 шкал, которые охватывают различные категории явлений: химическую непереносимость, бытовую непереносимость, тяжесть симптомов, индекс маскировки и влияние на повседневную жизнь. Для диагностики МХЧ оценивают и сопоставляют значения трех шкал, в т.ч. и шкалы симптомов. По шкале симптомов возможно оценить суммарно интенсивность кластеров жалоб со стороны опорно-двигательного аппарата, дыхательных путей/слизистых оболочек, сердца/грудной клетки, желудочно-кишечного тракта, когнитивные, аффективные, нервно-мышечные, кожные, мочеполовые и другие функциональные симптомы (табл. 1).

Авторами шкалы QEESI были определены критерии для трех уровней оценки симптомов: низкий (0–19 баллов), средний (20–39 баллов) и высокий (40–100 баллов) [5].

В рамках исследования были протестированы 468 пациентов (232 мужчины, средний возраст $34,2 \pm 9,3$ года и 236 женщин, средний возраст $42,9 \pm 13,8$ года), проходивших профилактический медицинский осмотр в Клинике ФГБОУ ВО «КубГМУ» МЗ РФ с февраля по апрель 2023 г. При наличии сопутствующих заболеваний пациенты были направлены на консультацию к профильным специалистам. Посредством разработанной нами программы данные собирались телеметрически через смартфоны, а затем экспортировались в электронную таблицу Excel.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. До включения в исследование у всех пациентов получено письменное информированное добровольное согласие на обработку персональных данных, участие в исследовании, медицинское вмешательство. На заседании независимого этического комитета ФГБОУ ВО «КубГМУ» Минздрава России №126 от 05.10.2023 одобрен протокол исследования.

Статистическая обработка проведена с использованием пакета статистической программы MedCalc. Оценку статистической значимости различий двух или нескольких относительных показателей (частот, долей) проводили с использованием критерия χ^2 Пирсона. Корреляционный анализ выполнен с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Показатели представлены в виде $M (SD)$, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение при параметрическом распределении и в виде медианы (Me) 25-го и 75-го перцентиля – при непараметрическом. Связи и различия сравниваемых показателей считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Соответствие принципам этики. Соответствие выполненного исследования этическим принципам было

● **Таблица 1.** Пункты в шкале симптомов анкеты QEESI

● **Table 1.** QEESI symptom scale items

№ п/п	Симптомы	Содержание вопроса
Пункт 1	Опорно-двигательный аппарат	Проблемы с мышцами или суставами, такие как боль, ноющие боли, спазмы, скованность или слабость
Пункт 2	Дыхательные пути/слизистые оболочки	Проблемы с жжением или раздражением глаз, проблемы с дыхательными путями или дыханием, такие как одышка, кашель или выделение большого количества слизи, постназальные выделения или респираторные инфекции
Пункт 3	Сердце/грудная клетка	Проблемы с сердцем или грудной клеткой, такие как учащенное или нерегулярное сердцебиение, пропуск ударов, сильное сердцебиение или дискомфорт в груди
Пункт 4	Желудочно-кишечный тракт	Проблемы с желудком или пищеварительным трактом, такие как боль или спазмы в животе, отек или вздутие живота, тошнота, диарея или запор.
Пункт 5	Когнитивные расстройства	Проблемы с вашей способностью мыслить, например, трудности с концентрацией внимания или запоминанием вещей, ощущение пространства или проблемы с принятием решений
Пункт 6	Аффективные расстройства	Проблемы с настроением, такие как чувство напряжения или нервозности, раздражительность, депрессия, приступы плача или ярости или потеря мотивации делать то, что раньше вас интересовало
Пункт 7	Нервно-мышечная система	Проблемы с балансом или координацией, онемение или покалывание в конечностях или фокусировка взгляда
Пункт 8	Неврологические расстройства	Проблемы с головой, такие как головные боли или ощущение давления или распираания в лице или голове
Пункт 9	Кожа	Проблемы с кожей, такие как сыпь, крапивница или сухость кожи
Пункт 10	Мочеполовая система	Проблемы с мочевыводящими путями или половыми органами, такие как боль в области таза или частое или срочное мочеиспускание (для женщин: дискомфорт или другие проблемы с менструальным циклом)

подтверждено независимым этическим комитетом ФГБОУ «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации протокол №126 от 05.10.2023.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди 468 человек, прошедших тестирование, 211 (45,1%) пациентов соответствовали критериям для определения МХЧ. Пациенты с МХЧ имели достоверно более высокие показатели по субшкалам химической непереносимости (68,7% против 21,8%, $p = 0,001$), тяжести симптомов (71,6% против 29,1%, $p < 0,001$) и влияния на жизнь (65,8% против 20,6%, $p < 0,001$), чем в группе без МХЧ.

Пациенты с синдромом МХЧ достоверно чаще, чем лица из группы без МХЧ, предъявляли жалобы на один

симптом (26,6% vs 34,6%, $\chi^2 = 3,649$, $p = 0,057$). Наличие двух симптомов отметили 27,7% vs 21,6% соответственно, $\chi^2 = 1,9$, $p = 0,161$ пациентов. Самыми частыми жалобами у пациентов с МХЧ были жалобы со стороны желудочно-кишечного тракта ($n = 174$, 82,4%); на втором месте – когнитивные симптомы ($n = 158$, 75,1%); на третьем – неврологические симптомы ($n = 149$, 71,1%); со стороны опорно-двигательного аппарата – 68,5% ($n = 144$); нервно-мышечные – 66,4% ($n = 139$); респираторные симптомы – 62,1% ($n = 130$); кожные – 59,1% ($n = 124$); аффективные – 56,4% ($n = 118$); со стороны сердца/грудной клетки – 47,5% ($n = 99$); со стороны мочеполовой системы – 47,5% ($n = 99$). У пациентов с МХЧ частота симптомов по всем 10 пунктам была статистически значимо выше, чем в контрольной группе ($p < 0,0001$) (табл. 2).

На рисунке показано распределение симптомов в группе пациентов МХЧ и контрольной группе по критериям с использованием принятых пороговых значений для определения интенсивности признаков, а именно химическая непереносимость ≥ 40 , тяжесть симптомов ≥ 20 и влияние на жизнь ≥ 10 . Частота перекрытия одновременно 3 областей шкал химической чувствительности, тяжести симптомов и влияния на повседневную жизнь в условиях достижения и превышения значимого уровня в группе пациентов с МХЧ была статистически значимо выше, чем без МХЧ (60,2% vs 3,1%, $\chi^2 = 186,065$, $p = 0,000$). Перекрест двух областей шкал, таких как химическая непереносимость и тяжесть симптомов, химическая непереносимость и влияние на повседневную жизнь и перекрест 3 областей, в группе пациентов с МХЧ также был статистически значимо выше (91,4% vs 14,3%, $\chi^2 = 286,2605$, $p = 0,000$).

● **Таблица 2.** Частота симптомов по шкалам, по данным анкеты QESSI, в группе пациентов с множественной химической чувствительностью и без множественной химической чувствительности (в %)

● **Table 2.** Scale-based frequency of symptoms based on QESSI questionnaire results in the group of patients with/without multiple chemical sensitivity (%)

Симптомы	Пациенты с МХЧ, (n = 211), %	Пациенты без МХЧ, (n = 257), %	p
Опорно-двигательный аппарат	68,3	16,1	0,0001
Дыхательные пути/слизистые оболочки	62,1	17,2	0,0001
Сердце/грудная клетка	47,3	5,2	0,0001
Желудочно-кишечный тракт	82,4	18,3	0,0001
Когнитивные расстройства	75,1	10,1	0,0001
Аффективные расстройства	56,4	16,1	0,0001
Нервно-мышечная система	66,4	9,1	0,0001
Неврологические расстройства	71,1	11,4	0,0001
Кожа	59,1	19,3	0,0001
Мочеполовая система	47,5	8,3	0,0001

Доля лиц, у которых только по одной из шкал были выявлены пороговые значения по тяжести симптомов и влиянию на повседневную жизнь, в группе пациентов с МХЧ была достоверно ниже (9% vs 32,6%, $\chi^2 = 37,853$, $p = 0,001$). В группе с МХЧ у всех было достигнуто пороговое значение хотя бы по одной из трех шкал, а в группе без МХЧ таких пациентов выявлено 136 (52,9%), их можно назвать условно здоровыми.

При анализе частоты симптомов выраженной интенсивности у пациентов с МХЧ установлено, что лидируют

● **Рисунок.** Перекрытие областей «химическая непереносимость» (≥ 40), «тяжесть симптомов» (≥ 20) и «влияние на повседневную жизнь» (≥ 10) в группе пациентов с множественной химической чувствительностью и контрольной группе по результатам опросника QESSI

● **Figure.** Overlap between the subscales “chemical intolerances” (≥ 40), “symptom severity” (≥ 20) and “life impact” (≥ 10) in the group of patients with multiple chemical sensitivity and the control group based on QESSI questionnaire results



МХЧ – множественная химическая чувствительность; ХН – химическая непереносимость; ТС – тяжесть симптомов; ВПЖ – влияние на повседневную жизнь.

симптомы со стороны опорно-двигательного аппарата (78,6%), на втором месте – когнитивные симптомы (74,8%), на третьем – симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта (74,4%), а далее в порядке очередности – респираторные и слизистые симптомы (62,6%), неврологические (69,8%), нервно-мышечные (69,2%), кожные (57,5%), аффективные (57,3%), мочеполовые симптомы (53,7%), со стороны сердца/грудной клетки (50,7%) (табл. 3).

Симптомы средней интенсивности распределились у пациентов с МХЧ следующим образом: на первом месте были аффективные симптомы (32,3%), на втором месте – симптомы со стороны дыхательных путей/слизистых оболочек (28,9%), на третьем – мочеполовые симптомы (28,3%), затем кожные (28,4%), со стороны сердца/грудной клетки (27,4%), неврологические (24,1%), нервно-мышечные (23,2%), со стороны опорно-двигательного аппарата (21,3%), когнитивные симптомы (19,9%) и симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта (17,1%). Распределение симптомов низкой интенсивности в группе пациентов с МХЧ начиналось с симптомов со стороны сердца/грудной клетки (21,8%), затем следовали мочеполовые симптомы (19,3%), кожные (14,2%), аффективные (9,9%), симптомы со стороны дыхательных путей/слизистых оболочек (9,4%), желудочно-кишечного тракта (8,5%), нервно-мышечные (7,5%), неврологические (6,1%), со стороны опорно-двигательного аппарата (5,6%) и когнитивные симптомы (5,2%).

● **Таблица 3.** Анализ частоты различных по интенсивности симптомов, выявленных при опросе с помощью анкеты QESSI, у пациентов

● **Table 3.** Assessment of the frequency of symptoms ranging in intensity, identified as a result of the survey using the QESSI questionnaire, in patients

Симптомы	Легкие симптомы, n (%)	Симптомы средней интенсивности, n (%)	Симптомы выраженной интенсивности, n (%)
Опорно-двигательный аппарат	7 (5,6)	30 (21,3)	105 (78,6)
Дыхательные пути/слизистые оболочки	12 (9,4)	36 (28,9)	94 (61,6)
Сердце/грудная клетка	20 (21,8)	26 (27,4)	53 (50,7)
Желудочно-кишечный тракт	14 (8,5)	30 (17,1)	129 (74,4)
Когнитивные расстройства	8 (5,2)	31 (19,9)	119 (74,8)
Аффективные расстройства	11 (9,9)	38 (32,2)	69 (57,3)
Нервно-мышечная система	10 (7,5)	32 (23,2)	97 (69,2)
Неврологические расстройства	9 (6,1)	36 (24,1)	104 (69,8)
Кожа	17 (14,2)	34 (28,4)	73 (57,5)
Мочеполовая система	18 (19,2)	28 (28,3)	53 (53,7)

ОБСУЖДЕНИЕ

Большое количество симптомов функционального характера и многообразие их сочетаний является одной из проблем диагностики МХЧ, характерная клиническая картина МХЧ еще не установлена [6]. Наиболее распространенными симптомами МХЧ, о которых сообщается в литературе, являются головная боль, головокружение, судороги, нарушения ритма сердца, функциональные симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта, ощущение «затрудненного дыхания», утомляемость и слабость, боль в горле, гиперосмия, одышка, снижение памяти, трудности с концентрацией внимания и приступы удушья [7, 8]. Пациенты относят эти симптомы к нарушениям различных органов и связывают их с воздействием или контактом с одним или несколькими химическими веществами [9].

Обнаружено, что гиперосмия и астения сочетались в значительной степени, составляя наиболее обширный кластер симптомов, за которыми следовали респираторные и нейрокогнитивные симптомы. В качестве молекулярного механизма этого явления при МХЧ предполагаются изменения в метаболизме оксида азота/пероксинитрита, которые также могут участвовать в синдроме хронической усталости и посттравматическом стрессовом расстройстве [10].

Наши результаты подтверждают тот факт, что у больных с МХЧ наблюдаются частые проявления респираторных симптомов. В связи с этим пациенты часто обращаются к пульмонологам и аллергологам, и симптомы МХЧ часто могут быть ошибочно приняты за астму или аллергические заболевания, что может привести к малоэффективной терапии [11]. У пациентов с МХЧ наблюдаются иммунологические изменения, включая высокие уровни IFN-гамма, IL-10, IL-8, MCP-1, VEGF и PDGF [12]. Однако данных для разработки диагностических иммунологических тестов или мониторинга заболевания пока недостаточно [13]. Вместе с этим исследования респираторного тракта у пациентов с МХЧ продемонстрировали изменения дыхательного паттерна [14], воспалительные реакции в верхних дыхательных путях [15], увеличение проницаемости дыхательных путей для химических веществ; обонятельно-лимбическую гиперреактивность, связанную с реакцией возбуждения нейронов [16], хроническую тканевую гипоксию [17].

Выявленная в нашем исследовании высокая частота желудочно-кишечных симптомов согласуется с существующими данными о синдроме раздраженного кишечника [18], гастроэзофагеальном рефлюксе [19] у пациентов с МХЧ. Эти аспекты указывают на необходимость изучения пищевого поведения для выработки персонализированных стратегий лечения МХЧ.

В настоящей работе обнаружена высокая частота нейрокогнитивных симптомов, что согласуется с данными предшествующих исследований, выявивших дефицит внимания, головные боли, парестезии, головокружение и неспособность пациента с МХЧ оценивать происходящее и принимать здравые решения [11, 20].

Дерматологические проявления МХЧ могут быть связаны с летучими органическими соединениями, нейрогенным воспалением и гистамин-индуцированными реакциями [21]. Недавно установлено, что в половине случаев МХЧ присутствует гиперактивность тучных клеток, известная как синдром активации тучных клеток [3].

Зарегистрированные в нашей работе тревожно-депрессивные симптомы вызывают интерес многих исследователей. Некоторые авторы утверждают, что диагноз «МХЧ» может скрывать нераспознанное психическое расстройство [22] или психосоматические заболевания [23], в анамнезе пациентов с МХЧ обнаруживаются психические расстройства [24, 25]. В этой группе пациентов наблюдается высокий уровень депрессии и тревоги и панические атаки [26, 27]. Тесная связь между МХЧ и психической сферой может быть обусловлена генетическими и приобретенными изменениями путей биотрансформации ксенобиотиков и клеточной детоксикации, вызывающими состояния нейровоспаления, и эти вопросы требуют дальнейшего исследования [28–30].

Настоящее исследование носило характер пилотно-го тестирования русифицированной шкалы QEESI пациентов с МХЧ и показало ограничения, связанные с отсутствием в ней вопросов для выяснения изменения обоняния, терморегуляции, судорог, парестезий и других аспектов. В то же время использование цифровой платформы «ЭкоМедик», объединяющей различные сервисы

оборота данных, позволяет быстро масштабировать новые версии шкал для выявления спектра функциональных симптомов и включать новые команды в проверку гипотез о факторах и механизмах мультисистемных функциональных расстройств, индуцируемых воздействием химических веществ.

ВЫВОДЫ

1. Развитие множественной химической чувствительности, определяемое по опроснику QEESI, является мощным фактором индукции функциональных расстройств со стороны желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, появления функциональных когнитивных, неврологических, опорно-двигательных, нервно-мышечных, респираторных/слизистых, кожных, аффективных, мочеполовых симптомов.

2. Шкала русифицированного опросника QEESI может быть взята за основу в разработке инструмента оценки функциональных нарушений.

3. Цифровая платформа «ЭкоМедик» обладает перспективами масштабирования технологий с целью диагностики пациентов с МХЧ и проведения научно-практических исследований функциональных симптомов.



Поступила / Received 07.06.2024

Поступила после рецензирования / Revised 02.09.2024

Принята в печать / Accepted 07.09.2024

Список литературы / References

- Дюкова ГМ, Голубев ВЛ, Погромов АП, Мнацаканян МГ. Функциональные расстройства: систематика клинических проявлений и патогенез. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2016;116(12): 137–144. <https://doi.org/10.17116/jnevro2016116121137-144>.
- Diukova GM, Golubev VL, Pogromov AP, Mnatsakanyan MG. Functional disorders: pathogenesis and systematic of clinical presentation. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2016;116(12):137–144. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro2016116121137-144>.
- Дюкова ГМ, Замерград МВ, Голубев ВЛ, Адилова СМ, Макаров СА. Функциональное (психогенное) головокружение. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017;117(6):91–98. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171176191-98>.
- Diukova GM, Zamergrad MV, Golubev VL, Adilova SM, Makarov SA. Functional (psychogenic) vertigo. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2017;117(6):91–98. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro20171176191-98>.
- Miller CS, Palmer RF, Kattari D, Masri S, Ashford NA, Rincon R et al. What initiates chemical intolerance? Findings from a large population-based survey of U.S. adults. *Environ Sci Eur*. 2023;35(1):65. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00772-x>.
- Molot J, Sears M, Anisman H. Multiple chemical sensitivity: It's time to catch up to the science. *Neurosci Biobehav Rev*. 2023;151:105227. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105227>.
- Miller CS, Prihoda TJ. The Environmental Exposure and Sensitivity Inventory (EESI): a standardized approach for measuring chemical intolerances for research and clinical applications. *Toxicol Ind Health*. 1999;15(3-4): 370–385. <https://doi.org/10.1177/074823379901500311>.
- Hauge CR, Rasmussen A, Piet J, Bonde JP, Jensen C, Sumbundu A, Skovbjerg S. Mindfulness-based cognitive therapy (MBCT) for multiple chemical sensitivity (MCS): Results from a randomized controlled trial with 1 year follow-up. *J Psychosom Res*. 2015;79(6):628–634. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2015.06.010>.
- Rossi S, Pitidis A. Multiple Chemical Sensitivity: Review of the State of the Art in Epidemiology, Diagnosis, and Future Perspectives. *J Occup Environ Med*. 2018;60(2):138–146. <https://doi.org/10.1097/jom.0000000000001215>.
- Steinemann A. National Prevalence and Effects of Multiple Chemical Sensitivities. *J Occup Environ Med*. 2018;60(3):e152–e156. <https://doi.org/10.1097/jom.0000000000001272>.
- Andersson L, Claesson AS, Dantoft TM, Skovbjerg S, Lind N, Nordin S. Chemosensory perception, symptoms and autonomic responses during chemical exposure in multiple chemical sensitivity. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016;89(1):79–88. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1053-y>.
- Pall ML, Satterlee JD. Elevated nitric oxide/peroxynitrite mechanism for the common etiology of multiple chemical sensitivity, chronic fatigue syndrome, and posttraumatic stress disorder. *Ann N Y Acad Sci*. 2001;933:323–329. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05836.x>.
- Dupas D, Dagorne MA. Multiple chemical sensitivity: A diagnosis not to be missed. *Rev Mal Respir*. 2013;30(2):99–104. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2012.06.016>.
- De Luca C, Scordo MG, Cesareo E, Pastore S, Mariani S, Maiani G et al. Biological definition of multiple chemical sensitivity from redox state and cytokine profiling and not from polymorphisms of xenobiotic-metabolizing enzymes. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2010;248(3):285–292. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2010.04.017>.
- Ziem G, McTamney J. Profile of patients with chemical injury and sensitivity. *Environ Health Perspect*. 1997;105(Suppl 2):417–436. <https://doi.org/10.1289/ehp.97105s2417>.
- Van den Bergh O, Devriese S, Winters W, Veulemans H, Nemery B, Eelen P, Van de Woestijne KP. Acquiring symptoms in response to odors: a learning perspective on multiple chemical sensitivity. *Ann N Y Acad Sci*. 2001;933:278–290. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05831.x>.
- Meggs WJ. Hypothesis for induction and propagation of chemical sensitivity based on biopsy studies. *Environ Health Perspect*. 1997;105(Suppl 2): 473–478. <https://doi.org/10.1289/ehp.97105s2473>.
- Meggs WJ. Neurogenic inflammation and sensitivity to environmental chemicals. *Environ Health Perspect*. 1993;101(3):234–238. <https://doi.org/10.1289/ehp.93101234>.
- Mazzatenta A, Pokorski M, Cozzutto S, Barbieri P, Veratti V, Di Giulio C. Non-invasive assessment of exhaled breath pattern in patients with multiple chemical sensitivity disorder. *Adv Exp Med Biol*. 2013;756:179–188. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4549-0_23.
- Aguilar-Aguilar E, Marcos-Pasero H, de la Iglesia R, Espinosa-Salinas I, Ramirez de Molina A, Reglero G, Loria-Kohen V. Characteristics and determinants of dietary intake and physical activity in a group of patients with multiple chemical sensitivity. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed)*. 2018;65(10):564–570. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2018.07.009>.

19. Cullen MR, Redlich CA. Significance of individual sensitivity to chemicals: elucidation of host susceptibility by use of biomarkers in environmental health research. *Clin Chem*. 1995;41(12):1809–1813. <https://doi.org/10.1093/clinchem/41.12.1809>.
20. Micarelli A, Viziano A, Bruno E, Micarelli E, Alessandrini M. Vestibular impairment in Multiple Chemical Sensitivity: Component analysis findings. *J Vestib Res*. 2016;26(5-6):459–468. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28262643>.
21. Azuma K, Uchiyama I, Katoh T, Ogata H, Arashidani K, Kunugita N. Prevalence and Characteristics of Chemical Intolerance: A Japanese Population-Based Study. *Arch Environ Occup Health*. 2015;70(6):341–353. <https://doi.org/10.1080/19338244.2014.926855>.
22. Simon GE, Daniell W, Stockbridge H, Claypoole K, Rosenstock L. Immunologic, psychological, and neuropsychological factors in multiple chemical sensitivity. A controlled study. *Ann Intern Med*. 1993;119(2):97–103. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-119-2-199307150-00001>.
23. Staudenmayer H. Clinical consequences of the EI/MCS "diagnosis": Two paths. Pt 2 Regul. *Toxicol Pharmacol*. 1996;24:S96–S110. <https://doi.org/10.1006/rtp.1996.0084>.
24. Jimenez XF, Shirvani N, Hogue O, Karafa M, Tesar GE. Polyallergy (Multiple Chemical Sensitivity) is Associated with Excessive Healthcare Utilization, Greater Psychotropic Use, and Greater Mental Health/Functional Somatic Syndrome Disorder Diagnoses: A Large Cohort Retrospective Study. *Psychosomatics*. 2019;60(3):298–310. <https://doi.org/10.1016/j.psych.2018.07.016>.
25. Bornschein S, Hausteiner C, Zilker T, Förstl H. Psychiatric and somatic disorders and multiple chemical sensitivity (MCS) in 264 'environmental patients'. *Psychol Med*. 2002;32(8):1387–1394. <https://doi.org/10.1017/s0033291702006554>.
26. Katerndahl DA, Bell IR, Palmer RF, Miller CS. Chemical intolerance in primary care settings: prevalence, comorbidity, and outcomes. *Ann Fam Med*. 2012;10(4):357–365. <https://doi.org/10.1370/afm.1346>.
27. Chanana P, Kumar A. GABA-BZD Receptor Modulating Mechanism of Panax quinquefolius against 72-h Sleep Deprivation Induced Anxiety like Behavior: Possible Roles of Oxidative Stress, Mitochondrial Dysfunction and Neuroinflammation. *Front Neurosci*. 2016;10:84. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00084>.
28. Herken H, Akyol O, Yilmaz HR, Tutkun H, Savas HA, Ozen ME et al. Nitric oxide, adenosine deaminase, xanthine oxidase and superoxide dismutase in patients with panic disorder: alterations by antidepressant treatment. *Hum Psychopharmacol*. 2006;21(1):53–59. <https://doi.org/10.1002/hup.742>.
29. Herken H, Gurel A, Selek S, Armutcu F, Ozen ME, Bulut M et al. Adenosine deaminase, nitric oxide, superoxide dismutase, and xanthine oxidase in patients with major depression: impact of antidepressant treatment. *Arch Med Res*. 2007;38(2):247–252. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2006.10.005>.
30. Steckert AV, Valvassori SS, Moretti M, Dal-Pizzol F, Quevedo J. Role of oxidative stress in the pathophysiology of bipolar disorder. *Neurochem Res*. 2010;35(9):1295–1301. <https://doi.org/10.1007/s11064-010-0195-2>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – **Е.В. Болотова**

Концепция и дизайн исследования – **В.В. Оноприев**

Написание текста – **В.В. Оноприев**

Сбор и обработка материала – **В.В. Оноприев, А.В. Дудникова, Л.В. Батракова, А.Г. Абраменко, Д.А. Губарева**

Обзор литературы – **В.В. Оноприев**

Анализ материала – **В.В. Оноприев, Е.В. Болотова, А.В. Дудникова, Л.В. Батракова, А.Г. Абраменко, Д.А. Губарева**

Статистическая обработка – **В.В. Оноприев**

Редактирование – **Е.В. Болотова**

Утверждение окончательного варианта статьи – **Е.В. Болотова**

Contribution of authors:

Concept of the article – **Elena V. Bolotova**

Study concept and design – **Vladimir V. Onopriev**

Text development – **Vladimir V. Onopriev**

Collection and processing of material – **Anna V. Dudnikova, Lubov V. Batrakov, Arina G. Abramenko, Diana A. Gubareva**

Literature review – **Vladimir V. Onopriev**

Material analysis – **Vladimir V. Onopriev, Elena V. Bolotova, Anna V. Dudnikova, Lubov V. Batrakov, Arina G. Abramenko, Diana A. Gubareva**

Statistical processing – **Vladimir V. Onopriev**

Editing – **Elena V. Bolotova**

Approval of the final version of the article – **Elena V. Bolotova**

Обмен исследовательскими данными: данные, подтверждающие выводы исследования, доступны по запросу у автора, ответственного за переписку, после одобрения ведущим исследователем

Research data sharing: derived data supporting the findings of this study are available from the corresponding author on request after the Principal Investigator approval

Информация об авторах:

Оноприев Владимир Владимирович, д.м.н., заведующий кафедрой клинической фармакологии и функциональной диагностики, профессор кафедры клинической фармакологии и функциональной диагностики, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; <https://orcid.org/0000-0002-6676-5247>; onoprievvv@ksma.ru

Болотова Елена Валентиновна, д.м.н., профессор, профессор кафедры терапии №1 факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; <https://orcid.org/0000-0001-6257-354X>; bolotowa_e@mail.ru

Дудникова Анна Валерьевна, к.м.н., врач-терапевт высшей квалификационной категории клиники, Кубанский государственный медицинский университет; 350072, Россия, Краснодар, ул. Зиповская, д. 4/1; <https://orcid.org/0000-0003-2601-7831>; avdudnikova@yandex.ru

Батракова Любовь Викторовна, старший преподаватель кафедры профильных гигиенических дисциплин, эпидемиологии и общей гигиены, инженер по планированию научно-исследовательских работ I категории научно-организационного управления, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; <https://orcid.org/0000-0002-3688-6064>; batrakovav@ksma.ru

Абраменко Арина Геннадьевна, врач-терапевт консультативно-диагностического отделения клиники, Кубанский государственный медицинский университет; 350072, Россия, Краснодар, ул. Зиповская, д. 4/1; <https://orcid.org/0009-0007-6649-8576>; 326142@gmail.com

Губарева Диана Артуровна, ассистент кафедры профилактики заболеваний, здорового образа жизни и эпидемиологии, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; <https://orcid.org/0000-0001-9400-8668>; gubarevada@ksma.ru

Information about the authors:

Vladimir V. Onopriev, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Clinical Pharmacology and Functional Diagnostics of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Head of the Scientific and Organizational Department, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6676-5247>; onoprievvv@ksma.ru

Elena V. Bolotova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Therapy No. 1 of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6257-354X>; bolotowa_e@mail.ru

Anna V. Dudnikova, Cand. Sci. (Med.), General Practitioner of the Highest Qualification Category of the clinic, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2601-7831>; avdudnikova@yandex.ru

Lubov V. Batrakova, Senior Lecturer at the Department of Specialized Hygienic Disciplines, Epidemiology and General Hygiene, Research Planning Engineer of the I Category of Scientific and Organizational Management, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3688-6064>; batrakovalv@ksma.ru

Arina G. Abramenko, Therapist of the Consultative and Diagnostic Department of the Clinic, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia; <https://orcid.org/0009-0007-6649-8576>; 326142@gmail.com

Diana A. Gubareva, Assistant at the Department of the Diseases Prevention, Healthy Lifestyle and Epidemiology, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9400-8668>; gubarevada@ksma.ru