

УДК 616.43:502.1(477.61/.62+470)

С.В. Грищенко, И.И. Грищенко, В.С. Шевченко, С.С. Праводелов, А.В. Зорькина, Ю.И. Басенко

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗНАЧИМОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЭНДОКРИННОЙ ПАТОЛОГИИ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ДОНБАССА

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького» Минздрава России, Донецк, Россия

Аннотация

Статья посвящена корреляционному анализу патогенной значимости химических факторов окружающей среды в формировании эндокринной патологии. Определены ключевые экологические детерминанты данного процесса, а также нозологические формы эндокринных заболеваний, в наибольшей степени подверженные их влиянию.

Ключевые слова: экологические факторы, эндокринная патология, корреляционный анализ

Актуальность. Анализ литературных источников, как отечественных, так и зарубежных [1–6, 8–11], свидетельствует о наличии немногочисленных и, к тому же, довольно противоречивых данных о влиянии внешне-средовых факторов на формирование патологии эндокринной системы у человека. Большая часть этих сообщений посвящена оценке роли в данном процессе особенностей питания, бытовых условий, наличия вредных привычек (табакокурение, злоупотребление алкоголем), режима двигательной активности и физических нагрузок, образовательно-профессионального статуса. При этом практически отсутствуют серьёзные исследования, касающиеся проблемы негативного воздействия на эндокринную систему человека химических экологических факторов малой интенсивности — ксенобиотиков, загрязняющих воздушный бассейн, водоисточники, почву и пищевые продукты. Фактически до настоящего времени остаётся малоизученной роль особенностей природного химического состава питьевой воды в детерминации эндокринной патологии населения. Особую актуальность подобные исследования приобретают в техногенных регионах, таких, как Донбасс, где абсолютно все компоненты окружающей среды (атмосферный воздух, водная среда, почвы и продукты питания) испытывают постоянный мощный антропогенный прессинг и зачастую загрязнены ксенобиотиками в концентрациях, существенно превышающих допустимые уровни и фоновые значения. В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы было установление, на основе результатов рангового корреляционного анализа, ключевых экологических детерминант формирования эндокринной патологии среди жителей Донбасса, а также её нозологических форм, в наибольшей мере подверженных влиянию факторов окружающей среды.

Материалы и методы. Все исследования компонентов окружающей среды и эндокринной патологии населения Донбасса проводились в границах территории, подконтрольной Донецкой Народной Республики (ДНР) по состоянию на 01.01.2022 г.: в 13 городах (Донецк, Макеевка, Горловка, Енакиево, Ясиноватая, Торез, Снежное, Шахтёрск, Дебальцево, Докучаевск, Кировское, Ждановка, Харцызск) и 5 сельских районах (Новоазовский, Тельмановский, Старобешевский, Амровсиевский, Шахтёрский). Экспериментальный популяционный массив составил около 2 млн. 300 тыс. жителей. Период наблюдения за эндокринной патологией и интенсивностью факторов окружающей среды составил 20 лет (2001–2020 гг.). Химический состав компонентов экологической среды населённых мест Донбасса изучен по отчётным данным и результатам выборочных исследований Госсанэпидслужбы, Госкомгидромета, геологоразведочной экспедиции управления «Донбассгеология», Донецкого филиала института «Черметэнергоочистка».

В атмосферном воздухе определялись среднесуточные и на их основе рассчитывались среднегодовые концентрации взвешенных веществ, диоксидов азота и серы, 3,4-бензпирена, фенола, аммиака, оксида углерода и сероводорода, а также интегральные показатели химического загрязнения воздушного бассейна (были обобщены результаты более 200 тыс. анализов).

В питьевой воде определялись: степень минерализации (сухой остаток), общая жёсткость, содержание хлоридов, сульфатов, железа, марганца, меди, бария, титана, хрома, ванадия, лития, стронция и циркония (анализу подвергались около 5 тыс. проб питьевой воды).

Химический состав почв селитебных территорий ДНР оценивался по содержанию в их верхнем (пахотном) слое остаточных количеств пестицидов, минеральных удобрений, а

также свинца, магния, бария, лития, марганца, хрома, цинка, никеля, олова, молибдена, бериллия, титана и висмута (всего было проанализировано более 15 тыс. проб почвы).

В пищевых продуктах (мясных, молочных, хлебобулочных, картофеле, овощах, фруктах и бахчевых), произведенных из местного сырья, изучалось содержание тяжёлых металлов, нитратов и пестицидов по общепринятым методикам в санитарно-гигиенических лабораториях учреждений Госсанэпидслужбы. Исследованиями было охвачено около 3 тыс. проб продуктов питания.

Изучение частоты возникновения и распространённости эндокринной патологии осуществлялось в соответствии с Международной классификацией болезней X пересмотра (ВОЗ, г. Женева, 1988 г.) по всему классу заболеваний «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00–E90)», а также по отдельным нозологическим формам: узловой зоб эндемический, нетоксический (E 01.1.2, E 04.1.2), тиреотоксикоз (гипертиреоз) (E05), тиреоидиты (E06), сахарный диабет (E10–E14). В качестве источников информации использовались ежегодные сборники «Показатели здоровья населения и деятельности медицинских учреждений Донецкой области (ДНР)» за 2001–2020 годы, подготовленные Информационно-аналитическим центром медицинской статистики Главного управления здравоохранения Донецкой областной госадминистрации (Министерства здравоохранения ДНР). Всего было проанализировано 20 отчётов, около 100 тыс. случаев заболеваний.

Медико-статистический анализ полученных в результате исследования данных о частоте возникновения и распространённости среди населения ДНР болезней эндокринной системы, а также об экологических детерминантах данной патологии проводился в лицензионном статистическом пакете «Med Stat» (Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г., 2004). С целью изучения силы и направления связи между экологическими факторами и показателями эндокринной патологии населения использовался ранговый корреляционный анализ [7].

Результаты и обсуждение. Для определения роли и значимости конкретных химических веществ окружающей среды в формировании эндокринной патологии среди населения ДНР был проведен ранговый корреляционный анализ, результаты которого отображены в табл. 1–4.

Как видно из табл. 1, из 13-ти изученных показателей техногенного ксенобиотическо-

го загрязнения воздушного бассейна только в отношении 9-ти зафиксировано наличие достоверной ($p < 0,05$) прямой (положительный) корреляционной связи средней силы ($R = +0,3-0,7$) и сильной ($R = +0,7-0,99$) хотя бы с одним критерием формирования патологии эндокринной системы среди жителей экокризисного региона. Можно констатировать полное отсутствие достоверной корреляционной зависимости эндокринной патологии населения ДНР от 4-х показателей химического загрязнения атмосферного воздуха — среднесуточных концентраций взвешенных веществ, диоксидов азота и серы, а также аммиака (нет ни одной корреляционной пары с достоверной связью). Минимальное количество таких корреляционных пар (по одной) зарегистрировано для среднесуточных концентраций в воздушном бассейне фенола (прямая связь средней силы с частотой возникновения тиреоидитов) и оксида углерода (прямая связь средней силы с распространённостью тиреотоксикоза). По две корреляционные пары с достоверной прямой связью установлено в отношении 2-х интегральных критериев ксенобиотической контаминации атмосферы 7-ю веществами (КИЗА₇): прямая зависимость средней силы с распространённостью тиреотоксикоза и сильная — с частотой его возникновения, и суммарного показателя химического загрязнения атмосферы (СПЗ): положительная корреляционная связь средней силы с частотой возникновения и распространённостью тиреотоксикоза, а также среднесуточной атмосферной концентрации сероводорода (сильная прямая связь с первичной заболеваемостью тиреотоксикозом и положительная корреляционная связь средней силы с частотой возникновения всех болезней эндокринной системы). По три корреляционные пары с достоверной ($p < 0,05$) прямой зависимостью зафиксировано в отношении содержания в воздушном бассейне 3,4 бензпирена и суммарной атмосферной концентрацией ксенобиотиков в атмосфере $K_{\text{сум.}}$ (связь средней силы с частотой возникновения эндокринной патологии, а также с первичной заболеваемостью тиреотоксикозом и его распространённостью; сильная связь концентрации в воздухе 3,4-бензпирена с частотой возникновения гипертиреоза). Максимальное количество корреляционных пар с достоверной ($p < 0,05$) положительной связью зарегистрировано в отношении двух интегральных показателей антропогенного химического загрязнения воздушной среды — удельного веса анализов воздушного бассейна с превышением ПДК по

Таблица 1. Степень патогенной значимости техногенных загрязнителей воздушного бассейна в формировании эндокринной патологии среди населения Донбасса

Наименование показателей антропогенного ксенобиотического загрязнения атмосферного воздуха	Величина, знак и уровень значимости коэффициента ранговой корреляции (R)												Среднее значение коэффициента Ранга	Рейтинговый ранг						
	Все болезни эндокринной системы расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00 – E90)		Узловой зоб эндемический, нетоксический (E01.1.2, E04.1.2)		Тиреотоксикоз (гипертиреоз) (E05)		Тиреоидиты (E06)		Сахарный диабет (E10 – E14)		Распространенность									
	Частота возникновения	Ранг	Распространенность	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Распространенность	Частота возникновения	Ранг	Распространенность	Частота возникновения	Ранг	Распространенность		
Среднеголетняя концентрация взвешенных веществ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Среднеголетняя концентрация диоксида азота	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Среднеголетняя концентрация 3,4 бензпирена	R=+0,488 p<0,04	4	-	-	-	R=+0,709 P<0,04	3	R=+0,486 p=0,04	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,168	3
Среднеголетняя концентрация фенола	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=+0,47 p=0,05	1	-	-	-	-	-	-	-	+0,047	9
Среднеголетняя концентрация аммиака	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднеголетняя концентрация оксида углерода	-	-	-	-	-	-	-	R=+0,489 p=0,04	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,049	8
Среднеголетняя концентрация диоксида серы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднеголетняя концентрация сероводорода	R=+0,528 p=0,02	2	-	-	-	R=+0,745 P<0,01	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,127	6
Удельный вес анализов воздушного бассейна с превышением ПДК по ксенобиотикам	R=+0,573 p=0,01	1	R=+0,476 p=0,05	1	-	R=+0,557 p=0,02	7	R=+0,507 p=0,03	4	-	-	-	-	R=+0,521 p=0,04	1	-	-	-	+0,263	1
Суммарная атмосферная концентрация ксенобиотиков ($K_{\text{сум}}$)	R=+0,469 p=0,05	5	-	-	-	R=+0,696 P<0,01	4	R=+0,484 p=0,04	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,165	4
Комплексный показатель химического загрязнения атмосферы (Р)	R=+0,509 p=0,03	3	-	-	-	R=+0,624 P<0,01	5	R=+0,745 P<0,01	2	-	-	-	-	R=+0,47 p=0,05	2	-	-	-	+0,227	2
Комплексный индекс загрязнения атмосферы 7-ю веществами (КИЗА7)	-	-	-	-	-	R=+0,781 P<0,01	1	R=+0,523 p=0,03	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,13	5
Суммарный показатель химического загрязнения атмосферы (СПЗ)	-	-	-	-	-	R=+0,591 P<0,01	6	R=+0,509 p=0,03	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,11	7
Среднее значение коэффициента R	+0,197		+0,0366			+0,362		+0,282		+0,362									+0,0762	
Рейтинговый ранг	3	5				1		2											4	

ксенобиотикам (1-е место) и комплексного показателя химического загрязнения атмосферы Р (по Пинигину): 2-е место — пять и четыре пары соответственно (прямая корреляционная зависимость средней силы с уровнями частоты возникновения всех болезней эндокринной системы, тиреотоксикоза и сахарного диабета, а также их распространённости (кроме последней нозологической формы).

Кроме установления роли и значимости ксенобиотиков атмосферного воздуха в формировании патологии эндокринной системы необходимо, с точки зрения дальнейшего обоснования и разработки принципов и мер её профилактики, выявить среди заболеваний данного класса нозологические формы, в наибольшей степени детерминированные аэрополлютантами. Как видно из табл. 1, химические загрязнители воздушного бассейна наиболее сильно влияют на частоту возникновения и распространённость среди жителей Донбасса тиреотоксикоза (1-е и 2-е место соответственно), а также на их первичную заболеваемость эндокринной патологией (3-е место). В отношении узлового зоба эндемического, нетоксического зафиксировано отсутствие достоверной связи между показателями его формирования и ксенобиотической контаминацией атмосферного воздуха.

Таким образом, суммируя всё вышеизложенное, необходимо констатировать, что максимальная степень патогенной значимости в формировании эндокринной патологии среди населения техногенного региона принадлежит общему уровню антропогенного химического загрязнения воздушного бассейна, оцениваемому по 4 интегральным показателям — удельному весу анализов атмосферного воздуха с превышением ПДК по ксенобиотикам (1-е место), комплексному показателю химического загрязнения атмосферы Р — по Пинигину (2-е место), суммарной атмосферной концентрации ксенобиотиков $K_{\text{сум}}$ (4-е место) и комплексному индексу загрязнения атмосферы 7-ю веществами КИЗА, (5-е место), а также среднесуточной концентрации в воздушном бассейне 3,4-бензпирена (3-е место). Наиболее детерминированными аэрополлютантами являются такие показатели формирования эндокринной патологии среди жителей экокризисного региона, как частота возникновения и распространённость тиреотоксикоза (1-е и 2-е место соответственно), а также первичная заболеваемость всеми болезнями эндокринной системы (3-е место).

Итоги изучения роли и значимости химического состава питьевой воды в формирова-

нии эндокринной патологии среди населения Донбасса отображены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что степень значимости особенностей химического состава питьевой воды в формировании болезней эндокринной системы несколько превышает таковую для аэрополлютантов: в отношении десяти из пятнадцати проанализированных критериев химического состава водной среды установлена достоверная ($p < 0,05$) обратная (отрицательная) корреляционная связь в основном средней силы ($R = -0,3-0,69$), за одним исключением, с показателями формирования эндокринной патологии среди жителей Донбасса. Иными словами, все эти гидрохимические детерминанты выступают в роли факторов антириска исследуемых заболеваний. Таким образом, в отличие от аэрополлютантов, являющихся факторами риска эндокринной патологии, с увеличением содержания в питьевой воде минеральных веществ природного происхождения, в том числе эссенциальных макро- и микроэлементов и солей, обуславливающих её общую минерализацию (сухой остаток) и жёсткость, закономерно и достоверно ($p < 0,05$) уменьшаются показатели формирования изучаемых болезней — как частоты их возникновения, так и распространённости.

Из табл. 2 видно, что среди исследованных нозологических форм заболеваний эндокринной системы наиболее детерминированными гидрохимическим фактором являются следующие: узловой зоб эндемический, нетоксический (1-е место — 13 корреляционных пар с достоверной ($p < 0,05$) обратной связью с восемью из пятнадцати изученных химических веществ, содержащихся в питьевой воде) и все болезни эндокринной системы (2-е место — 9 корреляционных пар с достоверной обратной связью с пятью из пятнадцати ингредиентов водной среды). В меньшей степени от особенностей микроэлементно-солевого состава питьевой воды зависят уровни первичной заболеваемости жителей Донбасса тиреотоксикозом (3-е место — 7 корреляционных пар с достоверной обратной связью с четырьмя критериями химического состава водной среды). В отношении всех показателей формирования тиреоидитов, а также распространённости тиреотоксикоза не выявлено ни одной корреляционной пары с достоверной связью, что даёт право констатировать отсутствие детерминации данных нозологических форм гидрохимическими факторами.

Следует отметить, что значимость исследованных компонентов химического состава питьевой воды в формировании эндокрин-

Таблица 2. Степень значимости химических веществ питьевой воды в формировании эндокринной патологии среди населения Донбасса

Наименования показателей химического состава питьевой воды	Величина, знак и уровень значимости коэффициента ранговой корреляции (R)		Тиреотоксикоз (E06)		Сахарный диабет (E10 – E14)					
	Все болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00 – E90)	Узловой зоб эндемический, неоксический (E01.1.2, E04.1.2)	Тиреотоксикоз (гипертиреоз) (E05)	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг			
	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Распространённость	Ранг	Распространённость	Ранг	Среднее значение коэффициента R	
Удельный вес анализов химического состава питьевой воды с превышением ПДК	-	-	R=-0,569 P<0,01	6	-	R=-0,694 P<0,01	1	-	-	-0,126
Общая минерализация (сухой остаток)	R=-0,509 P<0,01	3	R=-0,723 P<0,01	1	-	R=-0,507 P=0,03	6	-	-	-0,231
Общая жёсткость	R=-0,643 P<0,01	2	R=-0,542 P=0,02	3	R=-0,613 P<0,01	R=-0,555 P=0,02	3	-	R=-0,47 P=0,05	4
Содержание хлоридов	R=-0,67 P<0,01	1	R=-0,59 P<0,01	1	R=-0,628 P<0,01	R=-0,633 P<0,01	2	-	R=-0,508 P=0,03	3
Содержание сульфатов	-	-	R=-0,618 P<0,01	5	R=-0,671 P<0,01	-	-	-	-	-
Содержание железа	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Содержание марганца	R=-0,551 P=0,02	4	R=-0,552 P=0,02	2	-	R=-0,539 P=0,02	4	-	R=-0,529 P=0,02	1
Содержание меди	-	-	-	-	R=-0,546 P=0,02	5	-	-	-	-
Содержание бария	R=-0,49 P=0,04	5	R=+0,476 p=0,05	1	-	R=-0,537 P=0,02	5	-	R=-0,515 P=0,03	2
Содержание титана	-	-	R=-0,641 P<0,01	4	R=-0,645 P<0,01	R=-0,482 P=0,04	2	7	-	-
Содержание хрома	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Содержание ванадия	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Содержание лития	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Содержание стронция	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Содержание цинка	-	-	R=-0,484 P=0,04	7	R=-0,511 P=0,03	6	-	-	-	-
Среднее значение коэффициента R	-0,196		-0,294		-0,241	-0,263			-0,135	-0,103
Рейтинговый ранг	4		1		3	2			6	7

ного патологии среди жителей техногенного региона существенно различается. На первом месте по силе этого влияния находятся хлориды (семь корреляционных пар с достоверной ($p < 0,05$) обратной связью: среднее значение коэффициента $R = -0,426$, на втором — общая жёсткость (также семь корреляционных пар с достоверной отрицательной связью, но среднее значение коэффициента ранговой корреляции несколько меньше: $R = -0,399$), на третьем — марганец (5 корреляционных пар с достоверно обратной связью, среднее значение $R = -0,269$), на четвертом — общая минерализация (4 корреляционные пары, среднее значение $R = -0,231$) и на пятом — титан (3 корреляционные пары, среднее значение $R = -0,177$).

Результаты аналитического обзора литературных источников убедительно подтвердили огромное гигиеническое значение почвы. С одной стороны, в ней происходит круговорот химических элементов, в том числе жизненно необходимых для человеческого организма, а с другой она может быть источником вредного ксенобиотического загрязнения воздушно-водной среды и пищевых продуктов. В связи с этим, был проведен ранговый корреляционный анализ для определения патогенной значимости химических веществ техногенного происхождения, загрязняющих почву, в том числе в концентрациях, превышающих нормативные и среднефоновые значения, в формировании эндокринной патологии среди жителей ДНР. Итоги этой работы представлены в табл. 3.

Анализ данных табл. 3 показал, что практически все исследованные показатели антропогенного химического загрязнения почвы, кроме одного — удельного веса анализов её химического состава с превышением норматива по содержанию пестицидов ($p > 0,05$) имеют достоверную ($p < 0,05$) сильную и средней силы прямую корреляционную связь с уровнями частоты возникновения и распространённости заболеваний эндокринной системы среди жителей техногенного региона, то есть абсолютно все они выступают в роли факторов риска этой патологии. При этом обращает на себя внимание тот факт, что как и при изучении аэрогенно-ксенобиотических и гидрохимических факторов, частота возникновения исследуемых болезней детерминирована геохимическими особенностями территорий в целом в гораздо большей степени, чем их распространённость среди населения Донбасса. Так, из табл. 3 видно, что между первичной заболеваемостью эндокринной патологией и повышенным (выше ПДК и среднефоновых

величин) содержанием в почве химических веществ зафиксирована достоверная ($p < 0,05$) положительная связь в 38 корреляционных парах из 75, тогда как в отношении зависимости уровней распространённости данных болезней от анализируемых геохимических факторов выявлено только 14 таких пар из 75. Иными словами, частота возникновения эндокринной патологии детерминирована особенностями химического состава почв в 2,7 раза сильнее, чем их распространённость.

Данные табл. 3 показывают, что степень патогенной значимости различных техногенных химических загрязнителей почвы в формировании эндокринной патологии среди жителей ДНР неодинакова. Так, максимальное количество корреляционных пар с достоверной ($p < 0,05$) прямой связью установлено в отношении четырёх тяжёлых металлов — никеля (1-е место: 7 пар), цинка (2-е место: 6 пар), олова и свинца (3-е и 4-е место: по 5 пар). Большинство остальных изученных показателей антропогенной химической контаминации почвы образовали по 3–4 аналогичных пары, за исключением почвенных концентраций марганца, хрома (по 2 пары) и висмута (только одна корреляционная пара). С учётом данного факта, а также величин коэффициента ранговой корреляции R , можно сделать вывод о том, что ведущими техногенными геохимическими детерминантами эндокринной патологии населения экокризисного региона являются почвенные концентрации никеля (1-е место: $R = +0,55-0,696$; среднее значение $R = +0,402$), цинка (2-е место: $R = +0,49-0,713$; среднее значение $R = +0,338$), олова (3-е место: $R = +0,58-0,841$; среднее значение $R = +0,311$) и свинца (4-е место: $R = +0,534-0,726$; среднее значение $R = +0,293$), а также общий уровень антропогенного загрязнения почв тяжёлыми металлами (по удельному весу анализов почвы с превышением ПДК данных веществ) — 5-е место: $R = +0,472-0,759$; среднее значение $R = +0,23$, а показателей формирования эндокринной патологии, в наибольшей мере детерминированными этим экологическим фактором, можно считать первичную заболеваемость жителей техногенного региона тиреотоксикозом (1-е место), а также частоту возникновения и распространённость среди них всех болезней эндокринной системы (2-е и 3-е места соответственно).

Изучение корреляционной зависимости между критериями ксенобиотической контаминации продуктов питания, произведенных из местного сырья в техногенном регионе, и показателями формирования эндокринной па-

Таблица 3. Степень значимости химических веществ почвы в формировании эндокринной патологии среди населения Донбасса

Наименование показателя химического состава почвы	Все болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00 – E90)		Узловой зоб эндемический, нетоксический (E01.1.2, E04.1.2)		Тиреотоксикоз (гипертиреоз) (E05)		Тиреоидиты (E06)		Сахарный диабет (E10 – E14)		Среднее значение коэффициента R	Рейтинговый ранг							
	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг									
Удельный вес анализов химического состава почвы с превышением ПДК по пестицидам	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Удельный вес анализов химического состава почвы с превышением ПДК по тяж.мет.	R=+0,554 P=0,02	5	-	-	R=+0,759 P<0,01	2	-	R=+0,514 p=0,03	1	-	R=+0,472 p=0,05	6	-	+0,23	5				
Содержание свинца	R=+0,564 P=0,01	4	R=+0,486 P=0,04	5	-	-	R=+0,726 P<0,01	3	R=+0,534 p=0,02	2	-	-	R=+0,56 p=0,02	2	-	+0,293	4		
Содержание магния	R=+0,514 P=0,03	8	R=+0,486 P=0,04	5	-	-	R=+0,609 P<0,01	9	-	-	-	-	-	-	-	+0,161	10		
Содержание бария	R=+0,533 P=0,02	6	-	-	-	-	R=+0,617 P<0,01	8	-	-	-	-	R=+0,538 p=0,02	4	-	+0,169	9		
Содержание лития	R=+0,47 P=0,05	12	-	-	R=+0,616 P<0,01	1	R=+0,503 p=0,03	1	-	-	-	-	-	-	-	+0,159	11		
Содержание марганца	-	-	-	-	-	-	-	R=+0,572 p=0,01	11	R=+0,525 p=0,03	3	-	-	-	-	+0,11	12		
Содержание хрома	R=+0,522 P=0,03	7	-	-	-	-	R=+0,545 p=0,02	12	-	-	-	-	-	-	-	+0,055	13		
Содержание цинка	R=+0,574 P=0,01	3	R=+0,579 p=0,01	2	R=+0,49 p=0,04	6	-	R=+0,713 P<0,01	4	R=+0,523 p=0,03	4	-	-	R=+0,503 p=0,03	5	-	+0,338	2	
Содержание никеля	R=+0,644 P<0,01	1	R=+0,626 P<0,01	1	R=+0,567 p=0,01	3	R=+0,472 p=0,05	2	R=+0,696 P<0,01	5	-	-	-	R=+0,55 p=0,02	3	R=+0,466 p=0,04	1	+0,402	1
Содержание олова	R=+0,604 P<0,01	2	R=+0,516 p=0,03	4	-	-	-	R=+0,841 P<0,01	1	R=+0,564 p=0,01	1	-	-	R=+0,58 p=0,01	1	-	+0,311	3	
Содержание молибдена	R=+0,506 P=0,03	9	R=+0,47 p=0,05	7	R=+0,538 p=0,02	4	-	R=+0,658 P<0,01	6	-	-	-	-	-	-	+0,217	6		
Содержание бериллия	R=+0,505 P=0,03	10	R=+0,475 p=0,05	6	R=+0,517 p=0,03	5	-	R=+0,593 P<0,01	10	-	-	-	-	-	-	+0,209	7		
Содержание титана	R=+0,504 P=0,03	11	-	-	R=+0,585 p=0,01	2	-	R=+0,654 P<0,01	7	-	-	-	-	-	-	+0,174	8		
Содержание висмута	-	-	-	-	-	-	-	R=+0,528 p=0,02	13	-	-	-	-	-	-	+0,053	11		
Среднее значение коэффициента R	+0,433		+0,247		+0,221		+0,065	+0,567		+0,143		+0,034		+0,214		+0,031			
Рейтинговый ранг	2		3		4		7	1		6		8		5		9			

Таблица 4. Степень патогенной значимости ксенобиотиков, загрязняющих продукты питания, в формировании эндокринной патологии среди населения Донбасса

Наименование показателей химического состава почвы	Величина, знак и уровень значимости коэффициента ранговой корреляции (R)										Среднее значение коэффициента	
	Все болезни эндокринной системы		Узловой зоб эндемический, неоксический (E01.1.2, E04.1.2)		Тиреотоксикоз (гипертиреоз) (E05)		Тиреоидиты (E06)		Сахарный диабет (E10 - E14)			
	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Частота возникновения	Ранг	Ранг	Ранг
Удельный вес анализов химического состава продуктов питания с превышением ПДК нитратов	R=+0,542 P=0,02	1	R=+0,479 P=0,04	1	R=+0,657 P<0,01	1	R=+0,532 P=0,02	1	R=+0,525 P=0,03	1	R=+0,274	1
Удельный вес анализов химического состава продуктов питания с превышением ПДК пестицидов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Удельный вес анализов химического состава продуктов питания с превышением ПДК тяжёлых металлов	-	-	-	-	R=+0,617 P<0,01	2	-	-	-	-	-	+0,062
Среднее значение коэффициента R	+0,181		+0,160		+0,425		+0,177		+0,175			
Рейтинговый ранг	2	5		1	3	4						

тологии среди его жителей позволило получить результаты, приведенные в табл. 4.

Анализ данных табл. 4 показал наличие достоверной ($p<0,05$) прямой корреляционной связи средней силы между частотой возникновения и распространённостью всех болезней эндокринной системы и тиреотоксикоза, а также первичной заболеваемостью сахарным диабетом и двумя из трёх изученных показателей ксенобиотического загрязнения пищевых продуктов — удельным весом анализов их химического состава с превышением установленных регламентов по содержанию нитратов (1-е место: $R=+0,479-0,6$) и тяжёлых металлов (2-е место: $R=+0,617$). В отношении аналогичного критерия по пестицидам достоверной корреляционной связи ни с одним из исследованных показателей формирования эндокринной патологии обнаружено не было ($p>0,05$). Таким образом, ведущими алиментарно-экологическими детерминантами (факторами риска) болезней эндокринной системы в популяции техногенного региона можно считать сверхнормативные уровни контаминации пищевых продуктов нитратами и тяжёлыми металлами, а показателями формирования эндокринной патологии, в наибольшей степени зависимости от них — частоту возникновения тиреотоксикоза и всех болезней эндокринной системы.

Выводы. Ключевыми аэрогенно-ксенобиотическими факторами риска эндокринной патологии населения Донбасса являются: чрезмерно высокий общий уровень антропогенного ксенобиотического загрязнения воздушного бассейна, оцениваемый по 4-м интегральным пока-

зателям — удельному весу анализов атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим регламентам, комплексному показателю химического загрязнения атмосферы Р (по Пинигину), суммарной атмосферной концентрации ксенобиотиков $K_{\text{сум}}$ и комплексному индексу загрязнения атмосферы 7-ю веществами КИЗА₇, а также сверхнормативное содержание в воздушной среде 3,4-бензпирена.

Наиболее детерминированными аэрополлютантами являются частота возникновения и распространённость тиреотоксикоза, а также первичная общая эндокринная патология.

Ведущими природными гидрохимическими факторами антириска заболеваний эндокринной системы являются повышенные (выше среднерегionalных, но в пределах гигиенических регламентов) концентрации в питьевой воде хлоридов, марганца и титана, а также её общая жёсткость и минерализация.

Среди всех изученных нозологических форм эндокринной патологии максимально детерминированными особенностями микроэлементно-солевого состава водной среды являются все болезни эндокринной системы, а также узловой зоб эндемический, нетоксический.

Ведущими техногенными геохимическими факторами риска заболеваний эндокринной системы можно считать повышенные почвенные концентрации никеля, цинка, олова и свинца, а также общий уровень антропогенного загрязнения почв тяжёлыми металлами, определяемый по удельному весу их анализов с превышением регламентов.

В наибольшей мере детерминированы данным экологическим фактором первичная заболеваемость тиреотоксикозом, а также частота возникновения и распространённость всех болезней эндокринной системы.

Ведущими алиментарно-ксенобиотическими факторами риска болезней эндокринной системы в популяции техногенного региона являются сверхнормативные уровни контаминации пищевых продуктов нитратами и тяжёлыми металлами, а показателями формирования патологии, в наибольшей степени зависимости от них — частота возникновения тиреотоксикоза и всех эндокринных заболеваний.

S.V. Grishchenko, I.I. Grishchenko, V.S. Shevchenko, S.S. Pravodelov, A.V. Zorkina, Yu.I. Basenko

CORRELATION ANALYSIS OF THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE FORMATION OF ENDOCRINE PATHOLOGY AMONG THE POPULATION OF DONBASS

Abstract. *The article is devoted to the correlation analysis of the pathogenic significance of chemical environmental*

factors in the formation of endocrine pathology. The key environmental determinants of this process have been identified, as well as the nosological forms of endocrine diseases most affected by them.

Keywords: *environmental factors, endocrine pathology, correlation analysis*

ЛИТЕРАТУРА

1. Артеменков, А. А. Череповецкая природно-техногенная биогеохимическая провинция биосферы [Текст] / А. А. Артеменков, А. А. Артеменков // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. – 2021. – Т. 29, № 2. – С. 315–324.
2. Алексеева, С. Н. Гормоны и их изменения у жителей различных регионов [Текст] / С. Н. Алексеева, А. В. Слепцова, А. П. Портнягина // The Scientific Heritage. – 2021. – № 80–3 (80). – С. 55–61.
3. Влияние химических факторов окружающей среды на течение аутоиммунного тиреоидита [Текст] / И. Е. Штина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2020. – № 1 (322). – С. 19–23.
4. Голиков, Р. А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) [Текст] / Р. А. Голиков, Д. В. Суржиков, В. В. Кислицына, // Научное обозрение. Медицинские науки – 2017. – № 5. – С. 20–31.
5. Калмина, О. А. Взаимосвязь содержания микроэлементов окружающей среды и частоты тиреоидной патологии у жителей Пензенской области [Текст] / О. А. Калмина, О. О. Калмин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2015. – № 1 (33). – С. 34–44.
6. Капранов, С. В. Актуальные вопросы изучения и профилактики эндокринных заболеваний у населения, проживающего в условиях депрессивной социальной и техногенной экологической среды жизнедеятельности [Текст] / С. В. Капранов, Т. С. Капранова // Университетская клиника. – 2017. – № 3–2 (24). – С. 88–94.
7. Медик, В.А., Токмачев М.С. Руководство по статистике здоровья и здравоохранения. – М.: Медицина, 2006. – С.103 – 121.
8. Graves' disease: Introduction, epidemiology, endogenous and environmental pathogenic factors [Text] / J. L. Wémeau [et al.] // Ann Endocrinol (Paris). – 2018. – Vol. 79, N 6. – P. 599-607. doi:10.1016/j.ando.2018.09.002
9. The association between familial and environmental factors and prevalence of congenital hypothyroidism in center of Iran [Text] / M. Hashemipour [et al.] // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. – 2021. – Vol. 28, N 7. – P. 8434–8441. doi: 10.1007/s11356-020-10959-x
10. The importance of nutritional factors and dietary management of Hashimoto's thyroiditis [Text] / P. Ilnatowicz [et al.] // Ann. Agric. Environ. Med. – 2020. – Vol. 27, N 2. – P. 184–193. doi: 10.26444/aaem/112331
11. Thyroid dysfunction: how concentration of toxic and essential elements contribute to risk of hypothyroidism, hyperthyroidism, and thyroid cancer [Text] / M. Rezaei [et al.] // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. – 2019. – Vol. 26, N 35. – P. 35787–35796. doi:10.1007/s11356-019-06632-7