

25. Пономаренко А.М., Передерій Г.С., Ластков Д.О., Парта О.В., Ласткова Н.Д. Удосконалення порядку проведення медичних оглядів гірників вугільних шахт (стаття) // Український журнал з проблем медицини праці. – 2012. – №3(31). – С. 31-39.
26. Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Головкова Н.П., Измерова Н.И., Лескина Л.М., Котова Н.И., Соболев В.П. Разработка комплекса приоритетных мер по интеграции инструментов оценки условий труда для формирования уровней профессиональных рисков // Медицина труда и промышленная экология. – 2022. – 62(9). – С.558-565.
27. Принципы и методы диагностики профессиональных заболеваний : под ред. В.М. Валуциной.– Донецк, 2002.– 119 с.
28. Медико-социальная экспертиза и реабилитация горнорабочих с профессиональными заболеваниями / Медицина труда в угольной промышленности // [Валуцина В.В., Гладчук Е.А., Вертепа Л.И. и др.]– Донецк, 2000.– С. 127–161.
29. Суханов В.В. Пылевая опасность в угольных шахтах. Прогнозирование и профилактика пневмокозиоза / В. В. Суханов, Ю. В. Костин.– М., 1990.– 83с.
30. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство: под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова.– М.: НИИ медицины труда РАМН, 2003. – 448 с.
31. Передерій Г.С., Теплова Т.Є., Шаптала А.В. та ін. Інструкція щодо визначення допустимих термінів роботи працюючих у шкідливих умовах (І 3.3.6-1354-2006). – К.: МОЗ України, 2007. – 31 с.
32. Бухтияров И.В., Землякова С.С. Медицинская деятельность в системе охраны здоровья работающих граждан в Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. – 2022. – 62(6). – С.362-376.
33. Єдині норми виробітку на очисні роботи для вугільних шахт.– К., 2006.– 353 с.
34. Єдині норми виробітку на гірничопідготовчі роботи для вугільних шахт.– К., 2004.– 302 с.
35. Единые нормы выработки на работы по погрузке, разгрузке и доставке крепежных материалов на угольных шахтах.– Донецк, 1999.– 256 с.
36. Меньяло Н.И., Гребняк В.П., Грядущий Б.А. Методические рекомендации по определению санитарных характеристик основных рабочих профессий угольных шахт – Донецк: ЦБНТИ Минуглепрома УССР, 1983. – 41с.
37. Передерій Г.С., Валуцина В.М., Вержаковський І.І. та ін. Медична технологія створення та гігієнічної оцінки баз даних про умови праці гірників вугільних шахт // Современные технологии в медицине труда. – Донецк, 2009. – С. 34-38.
38. Парта О.В. Проблемы аттестации подземных рабочих мест угольных шахт // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2013. – Т.17, № 2.– С.249-251.
39. Передерій Г.С., Ластков Д.О., Парта О.В. Методика гігієнічної оцінки професійних маршрутів гірників вугільних шахт // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2013. – Т.17, № 1. – С. 164-171.
40. Землякова С.С. О применении постановления Правительства Российской Федерации от 05 июля 2022 г. № 1206 «О порядке расследования и учёта случаев профессиональных заболеваний работников» // Медицина труда и промышленная экология. – 2022. – 62(8). – С. 526-530.

УДК 613.6:616-02:504.054+549.25

С.В. Грищенко, И.И. Грищенко, И.С. Федосеева, С.С. Праводелов, Е.Ф. Миненко, Л.Ф. Гаврилюк, В.С. Костенко, И.Н. Басенко, В.С. Шевченко, О.В. Евтушенко, Н.Г. Смольская

ГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТЕРМИНАЦИИ ПАТОЛОГИИ НАСЕЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

Резюме. *Статья посвящена гигиенической оценке роли тяжелых металлов в формировании патологии взрослого и детского населения экокризисного региона. Установлены закономерности детерминации здоровья населения тяжелыми металлами. Определены тяжелые металлы, играющие ключевую роль в формировании болезней среди взрослого и детского населения Донбасса.*

Ключевые слова: *гигиена, заболеваемость населения, техногенный регион, тяжелые металлы*

Актуальность. Тяжелые металлы относятся к наиболее широко распространенным загрязнителям окружающей среды [1, 3–5, 7, 11, 12]. Они характеризуются высокой стабильностью, миграционной способностью и токсичностью [1, 7, 9]. Природная среда Донбасса испытывает мощное влияние антропогенных выбросов предприятий металлургической, машиностроительной, коксохимической про-

мышленности, тепловых электростанций, являющихся главными источниками поступления тяжелых металлов в организм человека [1]. Чрезмерно высокий уровень нагрузки этих веществ на организм может не только провоцировать развитие функциональных нарушений со стороны многих органов и систем, но и приводит к возникновению ряда заболеваний [2, 3, 5–8]. В то же время особенности процесса детерминации патологии населения экокризисного региона тяжелыми металлами на сегодняшний день практически не изучена. В связи с этим, актуальной является цель настоящей работы — установление закономерностей влияния тяжелых металлов на заболеваемость жителей Донецкого региона и определение ключевых детерминант данного процесса.

Материалы и методы исследований.

Проанализированы ретроспективные данные мониторинга тяжелых металлов в окружающей среде Донецкого региона за период 1995–2014 гг., осуществлявшегося санэпидслужбой, Госкомгидрометом и ведомственными лабораториями. Обработаны и обобщены результаты 16577 анализов атмосферного воздуха, 4925 проб питьевой воды, 3416 анализов почвы и 2788 проб продуктов питания. Заболеваемость населения экокризисного региона изучена по первичным медицинским документам, отчетам лечебно-профилактических учреждений 19 городов и 14 сельских районов Донецкого региона за тот же период времени. Всего проанализировано более 500 тыс. случаев заболеваний основных классов по Международной классификации болезней 10-го пересмотра.

Корреляционный анализ проводился на основании определения коэффициентов парной линейной корреляции и корреляции рангов по Спирмену [7, 10]. Для оценки влияния комплекса тяжелых металлов на заболеваемость населения применяли множественный корреляционно-регрессионный анализ с вычислением коэффициентов детерминации [7].

Для выявления территориальных закономерностей формирования патологии жителей Донбасса был применен метод медицинского картографирования [1, 8].

С целью подтверждения и объективизации данных корреляционного и медико-картографического анализа был проведен сравнительный анализ сопряженных групп [7].

Все полученные результаты обрабатывались по общепринятым методам относительных и средних величин, их ошибок, критерия (t) и степени достоверности (p) [10]. Статистическая обработка материала осуществлялась на персональном компьютере с использованием лицензионной программы «StatGraph».

Результаты и обсуждение. На первом этапе анализа с целью определения заболеваний, в наибольшей степени детерминированных тяжелыми металлами, а также тех из них, которые играют самую важную роль в процессе формирования патологии среди населения экокризисного региона, была исследована ранговая корреляционная зависимость между частотой возникновения бо-

лезней различных классов среди взрослых и детей и показателями накопления восьми изучаемых металлов в окружающей среде, их поступления в организм и распределения в нем (таблицы 1-3). Итоги данного исследования позволяют сделать следующие предварительные выводы. Из восьми изучаемых тяжелых металлов шесть (свинец, медь, никель, марганец, хром и кадмий) оказывают наиболее существенное влияние на заболеваемость жителей Донецкой области, при этом все коэффициенты ранговой корреляции имеют знак «+», то есть речь идет о прямой корреляционной зависимости. Иначе говоря, сверхнормативное увеличение поступления тяжелых металлов в организм человека приводит к статистически достоверному повышению частоты возникновения заболеваний среди населения экокризисного региона. Два металла (ртуть и цинк) имеют сравнительно низкую патогенную значимость в популяции Донецкой области, так как концентрации и абсолютные величины рассчитанных для них коэффициентов корреляции рангов Спирмена невелики, особенно в сопоставлении с остальными шестью металлами. Это можно объяснить, с гигиенической точки зрения, тем, что ртуть и цинк поступают в окружающую среду и организм жителей экокризисного региона в наименьших количествах, как правило, не превышающих гигиенические регламенты, а средние их концентрации в биологических средах также удовлетворяют установленным нормативам. Таким образом, для последующих этапов детерминационного анализа нами были отобраны шесть металлов, которые условно и предварительно можно расположить следующим образом в порядке возрастания их патогенной значимости: медь — никель — свинец — марганец — хром — кадмий.

Кроме определения приоритетных для Донецкого региона тяжелых металлов, нами были установлены также нозологические формы болезней, в наибольшей степени детерминированные данными ксенобиотиками. Во взрослой субпопуляции к ним относятся: болезни нервной и костно-мышечной систем, органов дыхания и пищеварения, заболевания системы кровообращения, самопроизвольные аборт и злокачественные новообразования (таблицы 1, 3), в детской — болезни нервной и костно-мы-

Таблица 1. Корреляционная зависимость заболеваемости взрослого населения Донецкого региона от среднесуточной нагрузки тяжёлых металлов на организм

Нозологические формы болезней	Значения коэффициента корреляции (r)																						
	Свинец	Ртуть	Медь	Цинк	Никель	Хром	Марганец	Кадмий	Средний рейтинг болезней	Ранг	Кадмий	Марганец	Хром	Никель	Цинк	Медь	Ртуть	Свинец	Ранг	Ранг	Средний рейтинг болезней	Ранг	
Болезни крови и кроветворных органов	+0,425	-	+0,325	-	+0,319	+0,418	+0,375	+0,396	7,75	10	+0,396	10	+0,418	10	-	5	-	+0,425	9	1	7,75	10	10
Болезни эндокринной системы	+0,518	-	-	-	+0,362	+0,526	+0,418	+0,479	7,25	9	+0,479	9	+0,418	9	-	6	-	+0,518	8	2	7,25	9	9
Болезни нервной системы	+0,748	+0,431	+0,349	+0,218	+0,406	+0,672	+0,467	+0,548	4,38	8	+0,548	8	+0,467	8	+0,218	4	+0,349	+0,748	1	1	4,38	5	5
Болезни органов дыхания	+0,654	-	-	+0,248	+0,469	+0,695	+0,718	+0,705	3,63	3	+0,705	3	+0,718	2	+0,248	6	-	+0,654	4	4	3,63	3	3
Болезни органов пищеварения	+0,605	+0,315	+0,426	-	+0,493	+0,682	+0,695	+0,733	3,25	2	+0,733	2	+0,695	3	-	4	+0,315	+0,605	5	4	3,25	2	2
Болезни костно-мышечной системы	+0,719	+0,349	+0,373	+0,289	+0,386	+0,763	+0,784	+0,798	2,25	1	+0,798	1	+0,784	1	+0,289	3	+0,349	+0,719	2	4	2,25	1	1
Болезни мочеполовой системы	+0,342	-	-	-	+0,248	+0,548	+0,625	+0,673	6,63	8	+0,673	5	+0,625	5	-	5	-	+0,342	10	4	6,63	8	8
Злокачественные новообразования	+0,697	-	-	-	+0,624	+0,819	+0,528	+0,653	4,0	4	+0,653	6	+0,528	6	-	6	-	+0,697	3	2	4,0	4	4
Самопроизвольные аборт	+0,538	-	-	-	+0,509	+0,643	+0,508	+0,918	5,38	7	+0,918	7	+0,508	7	-	6	-	+0,538	4	4	5,38	7	7
Болезни системы кровообращения	+0,537	+0,347	+0,419	-	+0,369	+0,625	+0,676	+0,698	4,75	6	+0,698	4	+0,676	3	-	4	+0,347	+0,537	7	4	4,75	6	6

Примечания: “-” – отсутствие достоверной корреляционной связи ($P > 0,05$); в числителе – ранговое место нозологической формы заболевания, в знаменателе – ранговое место металла

Таблица 2. Корреляционная зависимость заболеваемости детского населения Донецкого региона от среднесуточной нагрузки тяжёлых металлов на организм

Нозологические формы болезней	Значения коэффициента корреляции (r)																	
	Свинец	Ртуть	Медь	Ранг	Цинк	Ранг	Никель	Ранг	Хром	Ранг	Марганец	Ранг	Кадмий	Ранг	Средний рейтинг болезней	Рейтинговый ранг		
Болезни крови и кроветворных органов	+0,453	2	+0,226	2	+0,271	2	+0,251	4	+0,246	6	+0,457	2	+0,369	2	+0,381	2	5,38	7
Болезни эндокринной системы	+0,328	7	-	6	+0,244	3	-	5	+0,271	5	+0,547	8	+0,487	8	+0,488	8	6,25	9
Болезни нервной системы	+0,344	5	+0,361	14	-	5	-	5	-	7	+0,688	4	+0,519	7	+0,551	7	5,13	6
Болезни органов дыхания	+0,296	8	-	6	-	5	+0,263	2	-	7	+0,718	2	+0,801	2	+0,717	3	4,38	4
Болезни пищеварения	+0,341	6	+0,224	5	+0,233	4	+0,258	3	+0,305	3	+0,703	3	+0,763	3	+0,768	2	3,63	3
Болезни костно-мышечной системы	+0,433	3	+0,292	4	-	5	-	5	+0,326	1	+0,805	1	+0,827	1	+0,815	1	2,63	1
Болезни мочеполовой системы	+0,262	9	-	6	-	5	+0,274	1	-	7	+0,576	7	+0,689	5	+0,686	4	5,5	8
Врождённые пороки развития новорожденных	+0,455	1	+0,318	3	+0,315	1	-	5	+0,296	4	+0,586	6	+0,727	4	+0,648	5	3,62	2
Врождённые пороки развития детей первого года жизни	+0,396	4	-	6	-	5	-	5	+0,318	2	+0,612	5	+0,683	6	+0,627	6	4,88	5
Средний рейтинг металла	4,0	6,11	6,11	6,22	6,11	5,78	2,22	1,78	2,22	2,22	2,22	1,78	2,22	2,22	2,22			

Примечания: “-” – отсутствие достоверной корреляционной связи ($P > 0,05$); в числителе – ранговое место нозологической формы заболевания, в знаменателе – ранговое место металла

Таблица 3. Корреляционная зависимость онкологической заболеваемости населения Донецкого региона от среднесуточной нагрузки тяжелых металлов на организм

Локализации злокачественных новообразований	Значения коэффициента корреляции (r)													
	Свинец	Ртуть	Медь	Цинк	Никель	Хром	Ранг	Марганец	Ранг	Кадмий	Ранг	Средний рейтинг	Локализации	Ранг
Трахея, бронхи и лёгкие	+0,783	-	-	-	+0,714	+0,768	1	+0,328	1	+0,453	1	4,0	Локализации	2
Гортань	+0,651	-	+0,228	-	+0,542	+0,725	3	+0,316	2	+0,623	2	4,25	Локализации	3
Полость рта и глотка	+0,264	-	-	+0,253	+0,368	+0,619	11	-	7	+0,319	5	8,88	Локализации	12
Пищевод	+0,423	-	-	+0,308	+0,395	+0,643	10	-	1	+0,327	6	8,25	Локализации	9
Желудок	+0,638	+0,235	-	+0,415	+0,425	+0,678	8	+0,204	5	+0,416	6	6,5	Локализации	5
Ободочная кишка	+0,667	+0,304	+0,316	+0,356	+0,439	+0,726	3	+0,227	3	+0,427	5	4,75	Локализации	4
Прямая кишка	+0,695	+0,312	+0,293	+0,443	+0,518	+0,743	1	+0,263	2	+0,462	4	3,63	Локализации	1
Предстательная железа	-	-	-	-	+0,214	+0,423	16	-	1	-	7	11,0	Локализации	15
Мочевой пузырь	+0,709	+0,343	-	-	+0,283	+0,509	14	-	2	+0,481	3	7,25	Локализации	7
Щитовидная железа	+0,523	-	-	-	+0,415	+0,563	9	-	5	+0,533	6	7,0	Локализации	6
Губа	-	-	-	-	-	-	17	-	1	-	5	11,38	Локализации	16
Кожа	-	-	-	-	+0,316	+0,415	13	-	8	-	8	10,75	Локализации	14
							2		1		3			

Таблица 3 (продолжение)

Локализации злокачественных новообразований	Значения коэффициента корреляции (r)															
	Свинец	Ртуть	Медь	Ранг	Цинк	Ранг	Никель	Ранг	Хром	Ранг	Марганец	Ранг	Кадмий	Ранг	Средний рейтинг локализации	Рейтинговый рейтинг локализации
Злокачественная меланома кожи	-	16	-	6	8	-	17	-	18	-	14	-	14	11,38	16	
Шейка матки	-	16	-	6	8	-	17	-	18	-	14	-	14	11,38	16	
Тело матки	+0,458	12	-	6	5	+0,335	12	+0,459	15	-	7	+0,482	6	8,87	11	
Яичники	+0,431	13	-	6	4	-	17	+0,523	12	-	7	+0,491	5	9,13	13	
Молочная железа	+0,506	11	-	6	5	+0,277	15	+0,482	14	-	7	+0,497	4	8,75	10	
Кости и соединительная ткань	+0,768	2	+0,275	4	1	-	6	+0,616	11	+0,302	3	+0,516	3	4,0	2	
Лимфомы	+0,653	6	-	6	5	+0,445	6	+0,545	10	-	7	-	14	7,63	8	
Лейкемии	+0,577	9	-	6	4	+0,526	4	+0,569	8	-	7	-	14	7,25	7	
Средний рейтинг металла	2,95	5,7	5,65	5,55	3,9	2,5	5,8	4,0								
Рейтинговый рейтинг металла	2	7	6	5	3	1	8	4								

Примечания: “-” – отсутствие достоверной корреляционной связи (P>0,05); в числителе – ранговое место локализации новообразования, в знаменателе – ранговое место металла.

шечной систем, органов дыхания и пищеварения, а также врожденные пороки развития новорожденных и детей первого года жизни (таблица 2).

Именно в отношении вышеперечисленных классов заболеваний зарегистрированы самые высокие значения коэффициента ранговой корреляции по всем металлам и по большинству показателей их накопления в окружающей среде, поступления в организм и распределения в нем. Среди них нами были также определены самые информативные, наиболее точно и объективно отражающие направление и силу связи между анализируемыми явлениями. В первую очередь — это среднесуточные физиологическая нагрузка и поступление металлов в организм. На втором месте по значимости находятся концентрации данных веществ в биологических средах (особенно в моче и крови). Среди объектов окружающей среды наиболее информативным является содержание тяжелых металлов в атмосферном воздухе, питьевой воде и продуктах питания. В отношении последних, однако, необходимо учитывать существенные различия в накоплении отдельных металлов в продуктах животного и растительного происхождения. Так, для свинца приоритетными пищевыми продуктами являются молоко и мясо, для меди — овощи, для никеля и марганца — хлебобулочные изделия, овощи и фрукты. Хром и кадмий поступают в организм человека практически со всеми пищевыми продуктами, выращенными в загрязненной ими окружающей среде.

Таким образом, полученные нами результаты рангового корреляционного анализа по Спирмену позволяют перейти ко второму этапу детерминационного анализа. Сущность его состоит в изучении сочетанного влияния на заболеваемость населения комплекса тяжелых металлов. Это особенно важно в условиях экокризисного региона, где на жителей постоянно воздействуют высокие концентрации многих ксенобиотиков, в том числе практически всех металлов. Коэффициенты корреляции, полученные на предшествующем этапе (парные и парциальные), несколько односторонне характеризуют связь между анализируемыми признаками, так как не учитывают взаимовлияние других факторов, прежде всего остальных тяжелых металлов. В связи

с этим, используя рассчитанные коэффициенты парциальной корреляции, мы провели множественный корреляционно-регрессионный анализ, позволивший количественно оценить, с одной стороны силу влияния комплекса шести металлов на частоту возникновения заболеваний важнейших классов, а с другой — установить дифференцированную степень патогенной значимости отдельных металлов в данном процессе.

Наиболее сильная прямая корреляционная связь установлена между избыточной среднесуточной физиологической нагрузкой тяжелых металлов и заболеваемостью взрослого ($R=+0.789$; $p<0.001$) и детского ($R=+0.692$; $p<0.01$) населения экокризисного региона, менее существенная между этими же показателями и среднесуточным поступлением данных веществ в организм ($R=+0.569$; $p<0.05$ и $R=+0.508$; $p<0.05$ соответственно). При этом обращает на себя внимание тот факт, что корреляционная связь между показателями как физиологической нагрузки, так и среднесуточного поступления в организм металлов и заболеваемостью населения значительно сильнее выражена у взрослых, чем у детей. Это можно объяснить, с гигиенической точки зрения, тем, что взрослые жители чаще и интенсивнее, чем дети контактируют с данными веществами, так как в отличие от последних, тяжелые металлы поступают в их организм не только из объектов окружающей среды и продуктов питания, но и при производственной деятельности на соответствующих предприятиях, при курении табака и т.д. В целом, если условно исключить влияние на здоровье населения всех других факторов, то избыточная физиологическая нагрузка металлов на 62,25% детерминирует заболеваемость взрослого населения и лишь на 47,89% — детского; избыточное среднесуточное их поступление в организм — на 32,38% и 25,81% соответственно. Можно дать следующее объяснение этому факту. Детерминационное значение физиологической нагрузки металлов в формировании патологии населения выше потому, что она, в отличие от суточного их поступления, учитывает особенности распределения в организме и выведения их него данных веществ, а также специфику путей поступления их из различных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания).

В связи с этим, для последующих этапов детерминационного анализа нами использовалась в качестве более объективного и, в известной мере, интегрального показателя накопления, поступления, распределения и выведения из организма тяжелых металлов именно их среднесуточная физиологическая нагрузка на организм.

Анализ полученных данных дал нам возможность определить дифференцированную степень патогенной значимости каждого из шести тяжелых металлов в формировании заболеваемости детского и взрослого населения экокризисного региона. Так, установлено, что наибольший вклад в статистически высоко ($p < 0.01-0.001$) достоверное увеличение частоты возникновения заболеваний как среди взрослых, так и среди детей Донбасса вносят четыре металла: марганец, хром, кадмий и свинец. При условном исключении всех других факторов их удельный вес в формировании патологии населения экокризисного региона составляет 66,75–72,08%, 58,37–65,4%, 47,89–51,27% и 38,81–41,34% соответственно. Патогенная значимость никеля и особенно меди гораздо ниже. Так, достоверная ($p < 0.05$) прямая корреляционная связь средней силы выявлена между частотой возникновения заболеваний, с одной стороны, и физиологической нагрузкой и среднесуточным поступлением в организм никеля лишь в отношении взрослого населения ($R = +0.502-0,518$); в отношении же меди достоверной связи по данным показателям не установлено ни для одной из групп населения ($p < 0.05$).

Кроме общих закономерностей детерминации заболеваемости населения тяжелыми металлами, нами установлены частные особенности этого процесса, касающиеся отдельных классов болезней.

В частности установлено, что наиболее детерминированы избыточной физиологической нагрузкой комплекса шести тяжелых металлов следующие заболевания: у взрослых — болезни костно-мышечной системы (1-е место: $D = 78.15\%$; $p < 0.001$), органов пищеварения (2-е место: $D = 69,22\%$; $p < 0.01$) и дыхания (3-е место: $D = 66,59\%$; $p < 0.01$), а у детей — болезни костно-мышечной системы (1-е место: $D = 56,85\%$; $p < 0.05$), врожденные пороки развития новорожденных (2-е место: $D = 53,73\%$; $p < 0.05$) и заболевания органов пищеварения (3-е место: $D = 50,27\%$;

$p < 0.05$). Как видно, степень детерминированности металлами всех классов болезней существенно выше у взрослого населения по сравнению с детским: по болезням нервной системы — в 1,2 раза, заболеваниям органов дыхания в 1,12 раза, по болезням органов пищеварения и костно-мышечной системы — в 1,17 раза.

Касаясь вопроса о дифференцированном вкладе отдельных тяжелых металлов в формирование болезней определенных классов, необходимо отметить значительное сходство выявленных закономерностей у детского и взрослого населения экокризисного региона. Так, установлено, что во всех возрастных группах популяции Донецкого региона ведущими детерминантами частоты возникновения болезней нервной и костно-мышечной систем, органов дыхания и пищеварения являются четыре металла — кадмий, хром, свинец и марганец. В отношении этих веществ зафиксирована наличие прямой сильной и средней корреляционной связи между их физиологической нагрузкой и показателями заболеваемости как детей, так и взрослых. Это свидетельствует об общих механизмах их токсического влияния на человеческий организм, независимо от возрастной принадлежности индивидуума.

Анализируя характер и степень детерминации отдельными тяжелыми металлами врожденных пороков развития, самопроизвольных аборт и злокачественных новообразований, можно констатировать наличие определенного сходства между ними. Так, ведущими детерминантами всех врожденных пороков развития и самопроизвольных абортов являются кадмий, хром и марганец, при этом в возникновении последних не менее важную роль играют свинец и никель, а врожденных пороков развития новорожденных — свинец. Частота возникновения онкологических заболеваний в популяции экокризисного региона в наибольшей мере детерминирована свинцом, никелем, хромом и кадмием. Таким образом, для всех болезней, являющихся проявлением мутагенного и тератогенного действия тяжелых металлов, установлены общие детерминанты — металлы хром и кадмий.

Результаты выполненного множественного корреляционно-регрессионного анализа дают возможность провести рейтинговую оценку значимости отдельных металлов в

формировании патологии населения экокризисного региона, а также проранжировать нозологические формы заболеваний по степени их детерминированности данными веществами

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что среди взрослого населения Донбасса болезнями, в наибольшей степени обусловленными чрезмерной нагрузкой на организм тяжелых металлов, являются заболевания костно-мышечной системы (1-е место), органов пищеварения (2-е место), дыхания (3-е место), злокачественные новообразования (4-е место) и болезни нервной системы (5-е место). В то же время к числу металлов — наиболее важных их детерминант — относятся кадмий (1-е место), хром (2-е место), свинец (3-е место) и марганец (4-е место).

В детской субпопуляции экокризисного региона к патологии, наиболее детерминированной тяжелыми металлами, относятся болезни костно-мышечной системы (1-е место), врожденные пороки развития новорожденных (2-е место), болезни органов пищеварения (3-е место), дыхания (4-е место) и врожденные пороки развития детей первого гола жизни (5-е место), а из металлов самыми важными детерминантами заболеваемости являются марганец (1-е место), кадмий и хром (2-е место), свинец (3-е место) и никель (4-е место).

Локализациями злокачественных опухолей, частота возникновения которых в наибольшей степени обусловлена избыточной нагрузкой на организм тяжелых металлов, являются следующие: прямая кишка (1-е место), трахея. Бронхи и легкие (2-е место), гортань (3-е место), ободочная кишка (4-е место) и желудок (5-е место). Практически полностью отсутствует статистически достоверная корреляционная связь между физиологической нагрузкой металлов и первичной заболеваемостью населения экокризисного региона такими нозологическими формами онкологических болезней, как рак кожи, губы, злокачественная меланома кожи, рак предстательной железы и шейки матки. Все эти локализации, по данным литературных источников, детерминированы в основном либо природно-климатическими (рак кожи, губы, меланома кожи), либо особенностями быта и образа жизни (опухоль предстательной железы и шейки матки).

Металлами, в наибольшей степени детерминирующими частоту возникновения подавляющего большинства онкологических заболеваний, являются хром (1-е место), свинец (2-е место), никель (3-е место) и кадмий (4-е место), в наименьшей степени — марганец (последнее, 8-е место), ртуть (7-е место) и медь (6-е место).

Коэффициенты корреляции (парные, парциальные и множественные) сами по себе ничего не говорят о причинах связи, существующей между явлениями. Однако они дают возможность измерить величину связи тогда, когда ее наличие и характер установлены при анализе материальной природы изучаемых явлений [7]. В связи с этим, наряду с корреляционным анализом детерминации тяжелыми металлами заболеваемости населения, был проведен сравнительный анализ ее уровней среди жителей территорий, контрастных по степени накопления этих веществ в окружающей среде, величине их поступления в организм человека и характеру распределения в его биологических средах, но имеющих сходные характеристики всех остальных компонентов природно-экологической и социально-экономической среды обитания (сравнительный анализ сопряженно-уравновешенных групп). При этом анализировались лишь те факторы (концентрации определенных металлов в различных средах, уровни частоты возникновения отдельных нозологических форм болезней), сила и достоверность связи между которыми ранее были признаны существенными и достаточными при анализе литературных данных, а также при множественном корреляционно-регрессионном анализе.

Установлено, что содержание большинства отобранных для анализа тяжелых металлов в исследованных объектах окружающей среды 1-й группы территорий (Первомайский и Володарский сельские районы) не только не соответствует регламентам, но и многократно превышает соответствующие показатели 2-й группы (Краснолиманский и Александровский районы). Так, в атмосферном воздухе последних двух районов соответственно отсутствуют медь, никель, марганец и хром, а содержание свинца и кадмия не только не превышает гигиенический норматив, но и в несколько раз ниже, чем в районах 1-1 группы (соответственно в 7,7 и 5,8 раза). Напротив, в

воздушном бассейне Первомайского и Володарского районов свинец, марганец и хром зарегистрированы в концентрациях, превышающих ПДК_{сс} в 1,5–1,8 раза.

В питьевой воде сравнительно благополучных в экологическом отношении Краснолиманского и Александровского сельских районов не обнаружено меди, никеля, хрома и кадмия ни в одной из проанализированных проб, а содержание свинца и марганца находится в пределах гигиенических стандартов и к тому же существенно ниже, чем в воде Первомайского и Володарского районов (ниже в 3,3 и 9,6 раза). Значительный контраст с этим представляет качество питьевой воды сельских районов 1-й группы. Концентрации в ней всех шести тяжелых металлов превышают предельно-допустимые значения (по свинцу — в 1,9 раза, по меди — в 1,12 раза, по никелю — в 1,7 раза, по марганцу — в 6,7 раза, по хрому — в 2,6 раза, по кадмию — в 1,3 раза).

В отличие от атмосферного воздуха и питьевой воды, в почве и продуктах питания всех сравниваемых районов обнаружены все шесть тяжелых металлов. Однако и в этих компонентах окружающей среды сопоставляемых групп территорий наблюдаются существенные и закономерные отличия по уровню накопления в них данных ксенобиотиков. Как и в ранее проанализированных средах, в поверхностном слое почвы и суточном рационе питания взрослого и детского населения районов 2-й группы сравнения не отмечено ни одного случая несоответствия гигиеническим регламентам. В то же время в почвах Володарского и Первомайского сельских районов зафиксированы значительные концентрации тяжелых металлов, превышающие установленные для них ПДК по свинцу и кадмию (соответственно в 2,7 и 3,3 раза), а также соответствующие фоновые уровни (по никелю — в 1,2 раза, марганцу — в 1,3 раза, по хрому — в 6,6 раз). Сравнивая эти значения с аналогичными показателями 2-й группы территорий, необходимо отметить, что они выше по свинцу в 6,5 раз, по меди — в 2,3 раза, по никелю — в 1,3 раза, по марганцу — почти в 2,0 раза, по хрому — в 6,7 раз, а по кадмию — даже в 27,8 раза. В продуктах питания, производимых из местного сырья в сельских районах 1-й группы, содержание всех тяжелых металлов значительно выше, чем в Краснолиманском

и Александровском районах: по свинцу — в 3,7–4,8 раза, по меди — в 5,3–5,6 раз, по никелю — от 10,7 до 12,5 раз, по марганцу — в 11,9–12,9 раза, по хрому — в 57,0–70,0 раз, по кадмию — от 3,3 до 21,3 раза.

Если в пробах пищевых продуктов, производимых в районах 2-й группы, не зафиксировано ни одного случая отклонения от гигиенических стандартов, то среди соответствующих анализов из 1-й группы более половины имеют существенные отклонения от ПДК (от 1,2 до 10,0 раз и более).

Установленные выше отличия в степени контаминации объектов окружающей среды сравниваемых территорий тяжелыми металлами сформировали закономерные контрастные различия в уровнях их суммарного среднесуточного поступления в организм человека и физиологической нагрузки на него на данных территориях. Так установлено, что и суммарное суточное поступление металлов, и их физиологическая нагрузка на организм жителей условно «чистых» сельских районов 2-й группы сравнения не превышают не только предельно-допустимого уровня, но и значения, рекомендованного международными организациями в качестве оптимального, ни по одному из изучаемых ксенобиотиков. В противоположность этому, на территориях, входящих в 1-ю группу, зафиксировано превышение всех вышеуказанных показателей над нормативными уровнями от 1,3 до 1,9 раза. Еще больший контраст наблюдается между ними и соответствующими уровнями во 2-й группе сравнения. Так, среднесуточное поступление тяжелых металлов в организм и их физиологическая нагрузка на население Володарского и Первомайского сельских районов многократно превышает аналогичные значения для Краснолиманского и Александровского районов по свинцу — соответственно в 3,7–4,8 и 4,8–5,5 раза, по меди в 5,3–5,8 и 5,0–5,6 раза, по никелю — в 10,4–12,0 раз и 9,8–12,4 раза соответственно, по марганцу — в 11,8–12,8 раз и в 8,3–11,7 раза, по кадмию — 3,3–22,2 раза и в 14,4–15,0 раз соответственно. Особенно заметен контраст в показателях суммарного поступления и физиологической нагрузки хрома: кратность превышения составляет соответственно 56,7–62,0 и 133,3–165,0 раз.

Различия в поступлении тяжелых металлов в организм и их физиологической

нагрузке на население сравниваемых групп территорий обусловили не менее значительные отличия в распределении изучаемых ксенобиотиков в биологических средах представителей сопоставляемых популяций.

Нами установлено, что содержание всех металлов в крови жителей сельских районов 2-й группы (условно «чистые» районы) находится в пределах установленных норм, в то время как в крови представителей Володарского и Первомайского районов зарегистрированы концентрации некоторых металлов, превышающие ПДК: по свинцу — в 1,7 раза (взрослые) и 1,3 раза (дети), по марганцу — соответственно в 3,6 и 3,5 раза, по хрому — в 5,2 и 6,4 раза, по кадмию — в 2,0 раза у взрослых и детей. Содержание изучаемых металлов в крови жителей 1-й группы территорий выше соответствующих значений для 2-й группы по свинцу в 4,3–8,6 раза, по меди — в 4,8–5,2 раза, по никелю — в 5,7–5,9 раза, по марганцу — в 12,6–16,4 раза, по хрому — в 16,0–17,3 раза, по кадмию в 4,0–5,0 раз.

В моче взрослого и детского населения сельских районов 2-й группы не отмечено ни одного случая обнаружения аномально высоких концентраций тяжелых металлов, в то время как в моче жителей Володарского и Первомайского районов их среднее содержание превышает ПДК по свинцу (в 12,0–15,8 раз), никелю (от 7,0 до 16,0 раз), марганцу (от 18,0 до 37,0 раз) и особенно по хрому (в 63,3–100,0 раз). Еще существенней различия этих показателей с уровнями, зарегистрированными во 2-й группе территорий: по свинцу — в 26,7–52,5 раза, по меди — в 2,8–5,0 раз, по никелю — в 17,5–26,7 раза, по марганцу — в 30,0–37,0 раз, по кадмию — в 5,0–6,8 раза, а по хрому — даже в 95,0–150,0 раз.

Анализ проб волос жителей Краснолиманского и Александровского сельских районов не выявил ни одного случая накопления в них тяжелых металлов в концентрациях, превышающих допустимые значения. В 1-й группе территорий не соответствовали установленным регламентам свинец (выше ПДК в среднем в 1,4 раза), медь (в 1,2–3,2 раза), никель (в 2,1–6,2 раза), марганец (выше в 1,7–3,5 раза), хром (в 1,3–1,4 раза) и кадмий (выше в 2,7–4,3 раза). Гораздо более контрастные различия по этим показателям установлены между 1-й и 2-й сравниваемыми группами территорий Донецкой области.

Кратность превышения в этом случае достигает: по свинцу — 2,8–3,2 раз, по меди — 3,8–12,6 раза, по никелю — 5,6–14,6 раза, по марганцу — 3,9–9,2 раза, по хрому — 3,2–4,1 раза, по кадмию — 5,9–10,8 раз.

Приведенные выше контрастные отличия в накоплении тяжелых металлов в окружающей среде, их поступлении в организм и физиологической нагрузке на него, а также в распределении в биологических средах населения сравниваемых групп территорий явились, по нашему мнению, главной причиной формирования стойких и очень существенных различий в заболеваемости жителей сопоставляемых сельских районов. Частота возникновения всех заболеваний как среди взрослого, так и среди детского населения территорий 1-й группы сравнения в 1,3 раз выше, чем среди жителей районов 2-й группы. Однако, различия между ними в уровнях заболеваемости теми нозологическими формами патологии, которые, как было ранее установлено при множественном корреляционно-регрессионном анализе, в наибольшей степени детерминированы тяжелыми металлами, значительно контрастнее. Так, кратность превышения показателей 1-й группы над соответствующим 2-й составляет: по болезням органов дыхания — 1,7–1,8 раз, по заболеваниям системы кровообращения — 1,8 раза, по болезням нервной системы — 1,9–2,4 раза, по заболеваниям костно-мышечной и мочеполовой систем — 1,7–2,3 раза и 2,2–2,9 раза соответственно, по болезням органов пищеварения — 1,9 раза. Особенно же велики различия между сравниваемыми группами территорий по частоте возникновения врожденных пороков развития (2,0–6,1 раза) и самопроизвольных абортов (4,5 раза). Превышение онкологической заболеваемости жителей Володарского и Первомайского сельских районов над аналогичным показателем Краснолиманского и Александровского составляет 1,7 раза, однако по наиболее детерминированным тяжелыми металлами локализациям оно существенно больше: по гемобластозам — 2,1–2,2 раза, по колоректальному раку — 2,0–2,4 раза, по злокачественным новообразованиям органов дыхания — 1,9 раза, по опухолям женской репродуктивной системы — 1,6–2,0 раза, по онкозаболеваниям верхнего отдела желудочно-кишечного тракта — 2,5–2,6 раза, по

новообразованиям костей и соединительной ткани — 2,2 раза.

Для подтверждения выявленных при множественном корреляционно-регрессионном и сравнительном анализе закономерностей детерминации патологии населения экокризисного региона тяжелыми металлами было дополнительно проведено специальное медико-картографическое исследование Донецкого региона.

Медико-картографический анализ позволил не только полностью подтвердить установленные ранее закономерности детерминации, но и определить как территории повышенного риска для здоровья населения со стороны окружающей среды, чрезмерно загрязненной тяжелыми металлами, так и районы, где этот риск минимален, уровень контаминации данными веществами экологической среды является безопасным для человека.

Результаты множественного корреляционно-регрессионного и медико-картографического анализа дали возможность существенно скорректировать полученные ранее данные комплексной гигиенической оценки загрязнения тяжелыми металлами окружающей среды населенных мест Донбасса и его опасности для здоровья населения. В окончательном виде по этим факторам можно условно разделить территорию экокризисного региона на 4 зоны: 1-я зона (очень высокий уровень загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и соответствующая ему чрезвычайно высокая степень ее опасности для здоровья человека) — города Донецк, Макеевка, Константиновка, Мариуполь, Горюховка, Енакиево, Дружковка, Краматорск, Дзержинск, а также Володарский и Первомайский сельские районы; 2-я зона (высокий уровень загрязнения и высокая степень его опасности для здоровья) — города Харцызск, Шахтерск, Красноармейск, Дюпбродполье, Дебальцево, Селидово, а также Ясиноватский, Марьинский, Старобешевский, Волновухский, Амвросиевский и Шахтерский сельские районы; 3-я зона (средний уровень загрязнения металлами экологической среды и соответствующая ему умеренная опасность для здоровья населения) — города Торез, Снежное, Славянск, Артемовск, а также Великоновоселковский, Тельмановский и Новоазовский сельские районы; 4-я зона (низкий уровень загрязнения и допустимая степень опасности для здоровья че-

ловека) — Краснолиманский, Александровский и Славянский сельские районы.

Подобное зонирование территории Донбасса отражает характерную особенность окружающей среды экокризисного региона, заключающуюся в том, что две трети (70%) его площадей занимают районы, мало пригодные для жизни человека, возделывания сельскохозяйственных культур и животноводства (в данном случае — по причине чрезмерного загрязнения среды тяжелыми металлами) и только около трети (30%) — это земли, условно пригодные для проживания населения и занятости сельским хозяйством (средний и низкий уровень загрязнения).

Выводы. Определены тяжелые металлы, играющие ключевую роль в формировании болезни среди взрослого (кадмий, хром, свинец) и детского (хром, кадмий, марганец) населения Донецкого региона, врожденных пороков развития и самопроизвольных аборт (кадмий, хром, марганец), а также злокачественных новообразований (хром, свинец, никель).

Ранговый корреляционный анализ данных многолетнего мониторинга накопления тяжелых металлов в объектах окружающей среды, их поступления в организм, физиологической нагрузки на него и распределения в его биологических средах, а также закономерностей формирования патологии у жителей экокризисного региона позволил установить наличие достоверной ($p < 0.05$) положительной корреляционной связи различной силы ($r = +0.208 - 0.899$) между этими явлениями.

Установлен самый информативный показатель, интегрально и достоверно отображающий накопление тяжелых металлов в окружающей среде, поступлении в организм и распределении в нем — их среднесуточная суммарная физиологическая нагрузка. По результатам множественного корреляционно-регрессионного анализа избыточная физиологическая нагрузка комплекса тяжелых металлов на 62,3% обуславливает формирование патологии взрослого населения экокризисного региона и на 47,9% — детского.

S.V. Grishchenko, I.I. Grishchenko, I.S. Fedoseeva, S.S. Pravodelov, E.F. Minenko, L.F. Gavrilyuk, V.S. Kostenko, I.N. Basenko, V.S. Shevchenko, O.V. Evtushenko, N.G. Smulskaya

HYGIENIC ANALYSIS OF THE DETERMINATION OF PATHOLOGY OF THE POPULATION OF AN TECHNOGENIC REGION BY HEAVY METALS

Summary. The article is devoted to the hygienic assessment of the role of heavy metals in the formation of the pathology of the adult and child population of the ecocrisis

region. Regularities of determination of public health by heavy metals have been established. Heavy metals that play a key role in the formation of diseases among the adult and child population of Donbass have been identified.

Key words: hygiene, morbidity of the population, technogenic region, heavy metals

ЛИТЕРАТУРА

- Агарков В.И., Грищенко С.В., Грищенко В.П. Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. / Агарков В.И., Грищенко С.В., Грищенко В.П. / Донецк: Донеччина, 2001.– 140 с.
- Ашурбекова Т.Н. Изучение загрязнения почвы тяжелыми металлами и оценка связи этого загрязнения с онкологическими заболеваниями / Ашурбекова Т.Н., Мусинова Э.М. Самарский научный вестник. 2018. Т.7. №4 (25). С.10-14.
- Байботаева А.Д. Тяжелые металлы в почвах урбанизированных территорий / Байботаева А.Д., Кенжалиева Г.Д., Босак В.Н. / Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С.126-130.
- Батоева Э.В. Анализ факторов техногенного загрязнения почв / Батоева Э.В., Шипнягова Л.В.В книге: Инновационные технологии в науке и образовании. – Петрозаводск, 2021. С. 43 – 64.
- Виноградов Д.В. Содержание тяжелых металлов в почвах, в зоне техногенного загрязнения / Виноградов Д.В., Иванов Е.С. Земля. 2019. № 2. С. 19 – 22.
- Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, ассоциированного с загрязнением депонирующих сред тяжелыми металлами / Боев В.М., Зеленина Л.В., Кудусова Л.Х., Кряжева Е.А., Зеленин Д.О. / Анализ риска здоровью. 2022. №1. С. 17-26.
- Гончарук Е.И., Вороненко Ю.В., Марценюк Н.И. Изучение влияния факторов окружающей среды на здоровье населения. / К., 1989. –203 с.
- Гуслицер Л.Н. Эпидемиология злокачественных опухолей на Украине. –К.: Наук. думка, 1988. –184 с.
- Методические подходы к гигиенической оценке объектов окружающей среды и обоснованию профилактических мероприятий на территориях размещения предприятий нефтехимии и нефтепереработки / Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахманин Ю.А., Малышева А.Г., Рахматуллина Л.Р. // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 9. С. 923-929.
- Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / Під ред. Ю.В. Вороненка, В.Ф. Москаленка. / Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 680 с.
- Мудрый И.В., Короленко Т.К. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм (обзор литературы) / /Врачеб. Дело. – 2002. – №5-6. – С. 6-10.
- Янин Е. П. Подходы к оценке интенсивности и опасности техногенного загрязнения городских почв химическими элементами / Янин Е.П. // Экологическая экспертиза. 2021. № 2. С.66-105.

УДК 616.718.19.-001-018.2-007.271:612.017

Р.А. Жилев

ОСОБЕННОСТИ ГУМОРАЛЬНОГО ЗВЕНА ИММУНИТЕТА В ПАТОГЕНЕЗЕ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ШОКА У ЛИЦ СО СТАБИЛЬНЫМИ И НЕСТАБИЛЬНЫМИ ВАРИАНТАМИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТАЗОВОГО КОЛЬЦА И ДИСПЛАЗИЕЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

Резюме. Проведен анализ историй болезни 211 больных с повреждениями костей таза, находившихся на лечении в травматологических отделениях Республиканского травматологического центра и Центральной городской больницы №17 г. Донецка Министерства здравоохранения Донецкой Народной Республики с 2016 года по 2021 год и 40 пациентов контрольной и группы сравнения. Пациенты были распределены по группам, в зависимости от типа перелома костей таза (стабильный или нестабильный) и степени травматического шока. В результате работы с клиническими данными, были проанализированы следующие показатели цитокинов у пострадавших: IL-1 β , пг/мл; IL-6, пг/мл; TNF- α , пг/мл; IF- γ , пг/мл; IL-4, пг/мл; IL-10, пг/мл. Определены изменения показателей гуморального иммунитета в патогенезе травмы таза у лиц с признаками ДСТ. Полученные статистически значимые различия по показателям гуморального иммунитета, в последующем можем использовать в качестве маркера прогноза течения травматической болезни при переломах костей таза.

Ключевые слова: гуморального иммунитета, травма таза, дисплазия соединительной ткани

Актуальность работы. Повреждения таза и тазовых органов относятся к категории наиболее тяжелых травм. Число переломов костей таза по отношению к общему числу травм колеблется от 5 до 15%. При переломах костей таза летальность остается высокой (до 10%) [1–3].

При закрытых повреждениях таза в 25–30% возникают массивные кровотечения в окружающие ткани, превышающие 2,5 л. В 93% случаев пострадавшие с переломами костей таза при поступлении в клинику находятся в состоянии компенсированного или декомпенсированного шока [4].

В последние годы существенно возрос научный и практический интерес к проблеме различных проявлений дисплазии соединительной ткани (ДСТ) [5–8]. По происхождению и частоте встречаемости в клинической практике наибольшую группу