

Рус.УДК: 504.75

Эколого-модифицирующее влияние загрязнения почвы тяжелыми металлами на контактное взаимодействие лейкоцитов человека

Евстропов Владимир Михайлович

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация:

Известно, что с помощью оценки интенсивности контактного взаимодействия лимфоцитов с гранулоцитами можно выявлять процессы доклинического канцерогенеза. Тяжелые металлы обладают канцерогенными свойствами, а взаимодействие лимфоцитов с гранулоцитами, характеризующее уровень трансформирующих клеток, снижается у лиц, постоянно проживающих в городе, по сравнению с жителями сельской местности [6], видимо под действием повышенного антропогенного экологического загрязнения. В то же время контактное взаимодействие лимфоцитов с гранулоцитами можно рассматривать как цитологический феномен, характеризующий функциональное состояние лейкоцитов, в частности их локомоторных и адгезивных потенциалов. Исходя из установленных на основании определения суммарного показателя загрязнения почвы тяжелыми металлами (цинк, медь, свинец и никель) и мышьяком, характеристик различных функциональных зон города Ростова-на-Дону, нами проводился сопоставительный анализ активности контактного взаимодействия лейкоцитов различных типов (лимфоциты и гранулоциты) у постоянно проживающих жителей двух функциональных зон города, различающихся по степени загрязнения почвы тяжелыми металлами: с умеренно опасным и допустимым уровнем загрязнения. Результаты исследования показали, что у резидентов функциональной зоны города с умеренно опасным уровнем загрязнения почвы тяжелыми металлами интенсивность взаимодействия исследуемых лейкоцитов была ниже, чем у проживающих на территории с допустимым уровнем загрязнения. Мы предполагаем, что выявленное снижение интенсивности контактного взаимодействия лейкоцитов у людей, длительно проживающих на территориях, почвы которых умеренно загрязнены тяжелыми металлами, вызвано хромосомными нарушениями и трансформацией лейкоцитов, в частности лимфоцитов.

Ключевые слова: загрязнение почвы, тяжелые металлы, лимфоциты, гранулоциты, взаимодействие лимфоцитов с гранулоцитами.

Eng. *Ecological-modifying effect of soil contamination with heavy metals on the contact interaction of human leukocytes*

Evstropov Vladimir M.

Don state technical University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract:

It is known that by assessing the intensity of the contact interaction of lymphocytes with granulocytes, we can detect the processes of preclinical carcinogenesis. Heavy metals have carcinogenic properties, and the interaction of lymphocytes with granulocytes, which characterizes the level of transforming cells, is reduced in people permanently residing in the city, compared to people in rural areas [6], apparently under the influence of increased anthropogenic environmental pollutions. At the same time, the contact interaction of lymphocytes with granulocytes can be considered as a cytological phenomenon, which characterizes the functional state of leukocytes, in particular their locomotor and adhesive potencies. Based on the characteristics of various functional zones of the city of Rostov-on-Don, established on the basis of the determination of the total indicator of soil contamination with heavy metals (zinc, arsenic, copper, lead and nickel), we carried out a comparative analysis of the activity of contact interaction of leukocytes of various types (lymphocytes and granulocytes) among the residents of two functional zones of the city, who differ in the degree of soil contamination with heavy metals: with moderately dangerous and acceptable levels of contamination. The results of the study showed that the residents of the functional zone of the city with a moderately dangerous level of soil contamination with heavy metals, the intensity of the interaction of the studied leukocytes was lower than that of those living in the territory with an acceptable level of pollution. We assume that the revealed decrease in the intensity of contact interaction of leukocytes in people long-term living in areas whose soil is moderately polluted with heavy metals is caused by chromosomal abnormalities and transformation of leukocytes, in particular lymphocytes.

Keywords: soil contamination, heavy metals, lymphocytes, granulocytes, interaction of lymphocytes with granulocytes

Введение

Известно, что с помощью оценки интенсивности контактного взаимодействия лимфоцитов с гранулоцитами можно выявлять процессы доклинического канцерогенеза (наличие трансформированных клеток в организме, иммунодиагностика доклинической стадии злокачественных опухолей) [12,13,4]. Исследование контактного взаимодействия лимфоцитов с гранулоцитами позволяет идентифицировать и HLA обусловленные алло- и ксеногенные различия этих клеток [5], т.е. позволяет выявлять незначительные антигенные различия. При обосновании целесообразности изучения влияния загрязнения почвы тяжелыми металлами на

функционирование лейкоцитов мы исходили из того, что: а) тяжелые металлы и мышьяк обладают канцерогенными свойствами (мышьяк и его соединения, никель и некоторые соединения хрома способны инициировать развитие раковых опухолей у человека и животных [3]); б) взаимодействие лимфоцитов с гранулоцитами, характеризующее уровень трансформирующих клеток, снижается у лиц постоянно проживающих в городе, по сравнению с жителями сельской местности, что свидетельствует об увеличении уровня трансформированных клеток у горожан [6], видимо под действием повышенного антропогенного экологического загрязнения.

Контактное взаимодействие лимфоцитов с гранулоцитами можно рассматривать, по нашему мнению, как цитологический феномен, который характеризует функциональное состояние лейкоцитов, отражающее локомоторные потенции фагоцитирующих клеток крови (нейтрофилов, моноцитов и эозинофилов) и адгезивные возможности этих клеток, а оптимальные цито-физиологические условия инкубирования клеток позволяют более точно учитывать контактирующие лейкоциты [7,8].

Исследованиями Е.В. Налеты [11] на основании определения суммарного показателя загрязнения почвы тяжелыми металлами (цинк, мышьяк, медь, свинец и никель) установлены характеристики различных функциональных зон города Ростова-на-Дону. В частности, автором был определен допустимый уровень загрязнения (СПЗ от 1–15 усл. ед.) почвы в городе, за исключением опасного уровня загрязнения в районе завода Эмпилс, а также умеренно опасного (СПЗ от 16 – 32 усл. ед.) – в районе пл. Гагарина и парка им. В. Черевичкина. Это позволило провести сопоставительный анализ активности контактного взаимодействия лейкоцитов различных типов у постоянно проживающих жителей функциональных зон города, различающихся по степени загрязнения почвы тяжелыми металлами: 1) район прилегающий к пл. Гагарина и к парку им. В.Черевичкина – с умеренно опасным уровнем загрязнения, 2) пр. Стачки и пр.Буденовский (допустимый уровень загрязнения).

Цель исследования

Цель данной работы заключалась в изучении влияния загрязнения почвы тяжелыми металлами различной степени на контактное взаимодействие лейкоцитов человека.

Материал и методы

Для исследования использовали кровь практически здоровых лиц в возрасте 32—49 лет, длительно (в течение 25 лет) проживающих на территории с умеренно опасным уровнем загрязнения почвы тяжелыми

металлами (n=11), и проживающих на территории с допустимым уровнем загрязнения (n=12).

В работе применяли силиконированные пробирки и стеклянные пипетки. Их, а также жидкие питательные среды и используемые растворы, применяли охлажденными до 4⁰С, для предотвращения активации нейтрофилов. Из крови общепринятым методом выделяли HLA-позитивные клетки, доводили их концентрацию до 1—30×10⁵ в 1 мл и инкубировали в объеме 300 мкл в течение 20 минут при 37⁰С на покровном стекле. Препарат фиксировали и окрашивали по Романовскому-Гимза. В световом микроскопе под иммерсией регистрировали число лимфоцитов, контактно взаимодействующих с аутологичными фагоцитами, и определяли процент взаимодействующих клеток (процент агломерационной активности лейкоцитов – ПАЛ).

Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Контактное взаимодействие лейкоцитов регистрировалось как у жителей территории с допустимым уровнем загрязнения, так и у жителей территории с умеренно опасным уровнем загрязнения почвы тяжелыми металлами. Однако наблюдалось некоторое различие показателя агломерационной активности клеток в образцах крови жителей исследуемых групп. У проживающих на территории с допустимым уровнем загрязнения величина ПАЛ составляла 14,1±0,9 %, в то время как у жителей территории с умеренно опасным уровнем загрязнения почвы тяжелыми металлами этот показатель снижался до 10,8 ± 0,7 %, (p < 0,05).

С нашей точки зрения особенности контактного взаимодействия лейкоцитов связаны с тем, что клетки освобождаются от влияния присутствующих в плазме крови биомолекул (антигенов и аутоантигенов, антител, аутоантител, циркулирующих иммунных комплексов, комплемента и др.), которые способны влиять на контактное взаимодействие данных клеток; 2) инкубирование клеток на достаточно большой горизонтальной поверхности подложки позволяет высокомобильным фагоцитам крови реализовывать естественный цитокин-ориентированный маршрут.

Снижение активности контактного взаимодействия лейкоцитов у жителей территории с умеренно опасным уровнем загрязнения почвы тяжелыми металлами, по нашему мнению, может отражать уменьшение локомоторных и (или) адгезивных возможностей исследуемых клеток. В частности, молекулы адгезии экспрессируются на различных типах клеток иммунной системы (субпопуляции лимфоцитов, нейтрофилы, НК-клетки и т.д.).

Поверхностные слои почвы благодаря своей структуре накапливают опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, в том числе и тяжелые металлы. При этом длительное пребывание человека в одной местности вызывает аккумуляцию тяжелых металлов в организме человека и их пролонгированное негативное воздействие на здоровье. Повышенное содержание цинка в пахотных почвах приводит к нарушениям здоровья: росту заболеваемости артритом и патологии нервной системы, меди – отражается на возникновении врожденных аномалий у местного населения [14].

Известно, что характеризующие загрязнение почвы тяжелыми металлами в г. Ростове-на-Дону цинк, свинец и никель, присутствующие в перечне тяжелых металлов, а также мышьяк, относятся к категории элементов, вызывающих мутации у млекопитающих [16]. Согласно классификации МАИР мышьяк и его неорганические соединения, бериллий и соединения бериллия, кадмий и соединения кадмия, никель и его соединения относят к безусловно канцерогенным для человека [15].

Среди химических элементов, загрязняющих почву в г. Ростове-на-Дону, канцерогенность для человека доказана в отношении мышьяка, никеля и его соединений. Кроме того, существуют эпидемиологические и экспериментальные работы, показывающие канцерогенность цинка, свинца и их соединений [10].

Локализация канцерогенных ионов металлов в клетках приводит к хромосомным нарушениям, которые являются результатом сшивания молекул ДНК с белком, и трансформации клетки [17]. Инактивацию канцерогенов обеспечивают процессы фагоцитоза, при участии НК-клеток и Т-лимфоцитов [1]. Можно думать, что рассогласование взаимодействия лимфоцитов (в том числе НК-клеток и Т-лимфоцитов) с фагоцитами (нейтрофилы, моноциты), характеризующее жителей территории с умеренно опасным уровнем загрязнения почвы тяжелыми металлами, снижает у них возможности инактивации канцерогенов этими клетками.

Не исключено, что выявленное нами снижение интенсивности контактного взаимодействия лейкоцитов у людей, длительно проживающих на территориях, почва которых умеренно загрязнена тяжелыми металлами, вызвано хромосомными нарушениями и трансформацией лейкоцитов, в частности, лимфоцитов. В пользу такого предположения свидетельствует наличие высокой чувствительности лимфоцитов к действию химических канцерогенов на организм. И.В. Болтина даже предлагает использовать тест на хромосомные aberrации в лимфоцитах крови человека при формировании групп риска онкологических заболеваний [2].

Показано, что у людей, проживающих на урбанизированных территориях с повышенным содержанием тяжелых металлов, в крови снижается количественный уровень лимфоцитов, CD3-лимфоцитов, и РБТЛ с ФГА,

которая свидетельствует о функциональной активности Т-лимфоцитов [9]. По мнению авторов, полученные ими данные указывают на критериальную значимость показателей клеточного иммунитета как высокоинформативного параметра оценки влияния на организм факторов среды обитания.

Заключение

Таким образом, у людей, длительно проживающих на территориях, почва которых умеренно загрязнена тяжелыми металлами (цинк, медь, свинец и никель) и мышьяком, снижается контактное взаимодействие лейкоцитов (*in vitro*). Это указывает, по нашему мнению, на изменения локомоторных и адгезивных свойств изучаемых клеток, т.е. на снижение функционального состояния лейкоцитов.

Список литературы

1. Активация липопероксидации как ведущий патогенетический фактор развития типовых патологических процессов и заболеваний /Под ред. В.М. Попкова, Н.П. Чесноковой, М.Ю. Ледванова. Саратов: Изд-во СГМУ, 2012.– 362 с.
2. Болтина И. В. Использование показателя «частота aberrаций хромосом» при формировании групп риска относительно онкологических заболеваний // Цитология и генетика, 2007. Т. 41. № 1. – С. 66–74.
3. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Экотоксикология и проблемы нормирования / Нижегородская гос. с.-х. академия. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.
4. Евстропов В.М. Медицинские аспекты здоровья у специалистов опасных профессий // Национальное здоровье, 2017. № 3-4. С. 60–74.
5. Евстропов В.М., Малышева Л.А., Карташова Е.В. Экспериментальное изучение метода определения генетической идентичности индивидуумов, основанного на взаимодействии лимфоцитов и гранулоцитов особей с

различными генотипами // Ветеринарная патология, 2017. № 4 (62). – С. 11–16.

6. Евстропов В.М. Медико-биологические аспекты безопасности жизнедеятельности в экстремальных и чрезвычайных ситуациях: монография. Ростов-н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. – 166 с.

7. Евстропов В.М. Приготовление клеточной взвеси на стекле // Лабораторное дело, 1983. №.2. – С 54.

8. Евстропов В.М. Влияние температурного фактора на спонтанное контактное взаимодействие лимфоцитов с гранулоцитами // Живые и биокосные системы, 2016. № 15. – С. 51. URL:

<http://www.jbks.ru/archive/issue-15/article-5> .

9. Засорин Б.В., Курмангалиев О.М., Ермуханова Л.С. Особенности иммунного статуса у населения урбанизированных территорий с повышенным содержанием тяжелых металлов // Гигиена и санитария, 2012. №3. – С.17–19.

10. Ильичева С. А., Заридзе Д.Г. Оценка потенциальной канцерогенной опасности свинца и его соединений // Вопросы онкологии, 2007. – Т. 53. – №3. – С. 247 – 252.

11. Налета Е.В. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2016. – 24 с.

12. Способ В.М. Евстропова иммунодиагностики доклинической стадии злокачественных опухолей: патент на изобретение Рос. Федерация №2107298: G 01 N 33/53/ В.М. Евстропов. № 95121213/14; заявл. 25.12.1995; опубл. 20.03.98, Бюл. № 8, 1998. – 6 с.

13. Способ определения трансформированных клеток: патент на изобретение Рос. Федерация №2117946: G01N 33/53/В.М. Евстропов. № 97107888/14; заявл. 26.05.97; опубл. 20.08.98, Бюл. № 23, 1998. – 6 с.

14. Терехина Е.А., Горбачев В.Н., Климентова Е.Г. Влияние загрязнения почв тяжелыми металлами на здоровье населения Ульяновской области // Вестник новых медицинских технологий, 2013. № 3. – С. 66–69.

15. Хисматуллина З.Н. Заболевания, связанные с воздействием химических факторов окружающей среды // Вестник Казанского технологического университета, 2013. №20. – С.170–178.

16. Черных Н.А., Баева Ю.И. Тяжелые металлы и здоровье человека // Вестник РУДН. Сер. Экология безопасность жизнедеятельности, 2004. № 1. – С. 125–134.

17. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муравья. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.

18. Ярилина А.А. Роль молекул адгезии в патогенезе ревматоидного артрита // Научно-практическая ревматология, 2000. №. 1.– С. 61–69.

Spisok literatury

1. Aktivaciya lipoperoksidacii kak vedushchij patogeneticheskij faktor razvitiya tipovyh patologicheskikh processov i zabolevanij / Pod red. V.M. Popkova, N.P. Chesnokovoj, M.YU. Ledvanova. – Saratov: Izd-vo SGMU, 2012.– 362s.

2. Boltina I. V. Ispol'zovanie pokazatelya «chastota aberracij hromosom» pri formirovanii grupp riska otnositel'no onkologicheskikh zabolevanij // Citologiya i genetika. – 2007. – Т. 41, № 1. – С. 66–74.

Dabahov M.V., Dabahova E.V., Titova V.I. EHkotoksikologiya i problemy normirovaniya / Nizhegorodskaya gos. s.-h. akademiya. – N. Novgorod: Izd-vo VVAGS, 2005. – 165 s.

Evstropov V.M. Medicinskie aspekty zdorov'ya u specialistov opasnyh professij // Nacional'noe zdorov'e. 2017. № 3-4. S. 60-74.

Evstropov V.M., Malysheva L.A., Kartashova E.V. Eksperimental'noe izuchenie metoda opredeleniya geneticheskoy identichnosti individuumov, osnovannom na vzaimodejstvii limfocitov i granulocitov osobej s razlichnymi genotipami // Veterinarnaya patologiya. – 2017. – № 4 (62). – S. 11-16.

6.Evstropov V.M. Mediko-biologicheskie aspekty bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti v ehkstremaal'nyh i chrezvychajnyh situacijah: monografiya. -Rostov-n/D: Rost. gos. stroit. un-t, 2013. -166 s.

Evstropov V.M. Prigotovlenie kletочноj vzvesi na stekle // Laboratornoe delo. – 1983. – №.2. – S 54.

8.Evstropov V.M. Vliyanie temperaturnogo faktora na spontannoe kontaktnoe vzaimodejstvie limfocitov s granulocitami//ZHivye i biokosnye sistemy. – 2016. – № 15. – S. 51. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-15/article-5>.

9.Zasorin B.V., Kurmangaliev O.M., Ermuhanova L.S. Osobennosti immunnogo statusa u naseleniya urbanizirovannyh territorij s povyshennym sodержaniem tyazhelyh metallov // Gigiena i sanitariya. – 2012. – №3. – s.17-19.

Il'icheva S. A., Zaridze D.G. Ocenka potencial'noj kancerogennoj opasnosti svinca i ego soedinenij // Voprosy onkologii. – 2007. – T. 53. – №3. – S. 247 – 252.

11.Naleta E.V. Vliyanie zagryazneniya tyazhelymi metallami na biologicheskie svoystva pochv: Avtoref.. dis. kan. biol. nauk. – Rostov-na-Donu: 2016. – 24 s.

Sposob V.M. Evstropova immunodiagnostiki doklinicheskoi stadii zlokachestvennyh opuholej: patent na izobrenenie Ros. Federaciya №2107298: G 01 N 33/53/V.M. Evstropov. -№ 95121213/14; zayavl. 25.12.1995; opubl. 20.03.98, Byul. № 8 -1998. -6 s.

Sposob opredeleniya transformirovannyh kletok: patent na izobrenenie Ros. Federaciya №2117946: G01N 33/53/V.M. Evstropov. -№ 97107888/14; zayavl. 26.05.97; opubl. 20.08.98, Byul. № 23. -1998. -6 s.

14. Terekhina E.A., Gorbachev V.N., Klimentova E.G. Vliyanie zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami na zdorov'e naseleniya Ul'yanovskoj oblasti // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2013. – № 3. – S. 66-69.
15. Hismatullina Z.N. Zabolevaniya, svyazannye s vozdejstviem himicheskikh faktorov okruzhayushchej sredy // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta – 2013. – №20. – S.170-178.
16. Chernyh N.A., Baeva YU.I. Tyazhelye metally i zdorov'e cheloveka // Vestnik RUDN. Ser. EHkologiya bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. – 2004. – № 1. – S. 125-134.
17. EHkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: Ucheb. posobie dlya vuzov / D.A. Krivoshein, L.A. Muravej, N.N. Roeva i dr.; Pod red. L.A. Murav'ya. – M.: YUNITI-DANA, 2000. - 447 s.
18. YArilina A.A. Rol' molekul adgezii v patogeneze revmatoidnogo artrita // Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. – 2000. – №. 1.– S. 61-69.