

УДК 669.018.674:613.6

Л.М. Карамова, Т.К. Ларионова, Г.Р. Башарова*

КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

ФГУН Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека Роспотребнадзора; *ГОУ ВПО Башкирский государственный медицинский университет

Для установления экологически допустимого уровня металлов в крови человека, который может служить региональным фоновым нормативом, у здорового человека в крови измеряют количество ионов тяжелых металлов и одновременно определяют гомеостатические показатели (гемолитические, биохимические, иммунологические) и по сохранению их клинической нормы определяют безопасное содержание тяжелых металлов в организме человека. Предлагаемые уровни металлов в крови здорового человека могут быть оценены как клинические ПДК.

Ключевые слова: тяжелые металлы, кровь, волосы, экологически безопасный уровень.

L.M. Karamova, T.K. Larionova, G.R. Basharova. Criteria of ecologic safety for serum levels of heavy metals in humans. To evaluate ecologically allowable level of serum metals content in humans for making regional background normal level, the number of heavy metal ions should be determined in healthy human serum and simultaneously homeostasis parameters (hemolysis, biochemistry, immunologic) should be measured - clinically normal limits of these parameters are responsible for safe levels of of the heavy metals in human body. The suggested levels of metals in healthy human serum could serve as clinical MACs.

Key words: heavy metals, blood, hair, ecologically safe level.

Экологическая безопасность — это уровни воздействия факторов внешней среды, безопасные для здоровья человека, то есть не нарушающие гомеостаз функциональных систем организма. В списке наиболее опасных для человека веществ, утвержденном ООН, значатся и тяжелые металлы — ртуть, свинец, кадмий. Тяжелые металлы могут привести к изменению элементного состава природной среды, поступать в организм с дыханием, пищей, водой, депонироваться в отдельных органах и тканях, циркулировать в организме, включаться в процесс обменно-физиологических реакций и представлять потенциальную угрозу для здоровья [4, 5].

Проблема сохранения здоровья состоит в том, чтобы условия среды обитания не нарушали сбалансированного постоянства функционального состояния организма. Наиболее важной научно-методической основой для этого является разработка экологически обоснованных нормативов, учитывающих допустимые пределы влияния на человека. Многолетний опыт медицины труда и практика эпидемиологического надзора показывают, что к наибольшим угрозам устойчивого развития можно отнести постоянное снижение качества окружающей среды и связанное с этим ухудшение здоровья населения [1, 2, 6, 8]. Цена современного экологического неблагополучия

России — это негативные демографические показатели, заболевания раком и астмой, врожденные пороки и отставание умственного развития, болезни крови и другие эколого-зависимые заболевания.

Загрязнение окружающей среды в регионах размещения промышленных предприятий характеризуется повышенным содержанием свинца, меди, кадмия, мышьяка, никеля и органических соединений. В условиях экологического неблагополучия раньше других систем реагируют физиологические, окислительно-восстановительные, обменно-функциональные и другие биохимические процессы в клеточных и межклеточных структурах, системе крови и иммунитета. Особенно это важно в отношении тяжелых металлов и стойких органических соединений, так как они в возрастающей степени накапливаются в объектах окружающей среды, растительных и животных организмах и по пищевой цепочке поступают в организм человека [3, 7, 9, 11].

Большинство работ, посвященных определению тяжелых металлов в организме человека, проводятся на определенном (взрослом или детском) контингенте того или иного региона и рассчитываются средние уровни содержания химических элементов в биологическом материале, которые трактуются как фоновые и допустимые

(нормативные) уровни. Имеющиеся в литературе данные как отечественных, так и зарубежных авторов по физиологически-нормальному содержанию металлов в биологических средах весьма разноречивы, кроме того, зачастую выражаются в различных единицах (ммоль/л, мкг/100 г, мг%, мг/л и т. д.), что затрудняет диагностику и интерпретацию элементного баланса в организме [10, 12].

Современные негативные показатели здоровья населения и состояния среды обитания человека ставят научную проблему «окружающая среда — здоровье человека» в разряд приоритетных задач государственной политики. Поэтому для понимания биомеханизма и принципов экологической безопасности чрезвычайно важно выявить не только геохимические особенности среды обитания, но и микроэлементоз организма, пребывающего в этой среде, и его гомеостатическую реакцию на влияние экологической обстановки.

Целью настоящей работы является определение экологически безопасного содержания тяжелых металлов в организме человека, основанное на контроле сохранения гомеостатических показателей крови.

Материалы и методики. Для изучения взаимосвязей в системе элементного гомеостаза и гемостатических показателей крови была сформирована группа обследованных, которая состояла из 129 человек, практически здоровых лиц обоих полов в возрасте 20—40 лет. Все обследованные не имели жалоб на здоровье и врачебных обращений по поводу заболеваний в течение года. Клинический осмотр не выявил хронических заболеваний. Всем обследованным методом атомно-абсорбционной спектроскопии были определены уровни содержания меди, цинка, железа, кадмия, свинца, хрома, никеля, марганца и ртути в крови. Одновременно выполнены анализы крови по всем гемостатическим показателям. Биохимические исследования включали определение билирубина прямого и непрямого, в-липопротеидов, серомукоидов, тимоловой пробы, мочевой кислоты, мочевины, креатинина, аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), гаммаглутаминотрансферазы (ГГТ), триглицеридов, α -амилазы, холестерина, общего белка, средних молекул λ_{254} — λ_{258} . Состояние иммунной системы оценивалось по показателям Т-ЕРОК, В-М РОК, Т-нулевые, фагоциты, НСТ-спонт., НСТ-стимул., иммуноглобулинов М, J, А, комплементарной активности и ЦИК. Все анализы выполнены по стандартным методикам.

Результаты. Уровни тяжелых металлов в крови у каждого обследованного были сопоставлены с его показателями крови, отдельных видов обменных процессов и показателями иммунитета и установлены «пороги чувствительности» для каждого из них (то есть были определены верхние уровни содержания металлов в крови, при которых происходят сдвиги в гематологических, биохимических и иммунологических показателях).

Гомеостатические показатели являются наиболее чувствительными к воздействию экологических факторов, и эти изменения выявляются еще в донозологическом периоде развития патологии. Известно, что в отличие от токсичных элементов, для эссенциальных элементов (медь, цинк, железо, хром, марганец) сдвиги показателей крови наблюдаются как при их избытке, так и недостатке в организме. По достижении верхнего порогового уровня эссенциальные элементы могут выступать в роли токсичных.

Анализ ассоциативных связей уровней тяжелых металлов в крови с биохимическими показателями выявил, что границы физиологического функционирования пигментного обмена совпадают с верхней границей допустимого уровня практически всех изученных металлов, кроме цинка. Сдвиг показателей пигментного обмена наблюдается при недостатке цинка в организме, то есть при его концентрации ниже 6,0 мг/л. Липидный обмен оказался наиболее устойчивым к присутствию тяжелых металлов: в-липопротеиды находятся в пределах нормы при достаточно высоких концентрациях металлов. Уровень холестерина и триглицеридов изменяется уже при концентрации кадмия в крови 0,001 мг/л. Антитоксические, детоксикационные функции организма подавляются при более низких уровнях хрома, кадмия, марганца. Показатели средних молекул и АЛТ изменяются при недостатке цинка. Среди показателей ферментной функции наиболее чувствительны АЛТ, особенно на кадмий, хром, никель. Белковый обмен снижается под влиянием 0,002 мг/л кадмия.

Статистический анализ выявил, что в системе крови нормативные значения эритроцитарной части вполне обеспечиваются верхней границей допустимого содержания всех изученных металлов. Ретикулоциты чрезвычайно уязвимы, даже невысокие уровни в крови токсичных элементов (свинец 0,2 мг/л, хром 0,1 мг/л, кадмий 0,003 мг/л, ртуть 0,001 мг/л), а также недостаток эссенциальных (содержание меди ниже 0,5 мг/л) приводят к сдвигу данного показателя. Тромбоциты в значительной степени реагируют

Критериальные значения экологической безопасности металлов

	Уровень металла в крови человека, не вызывающий сдвиги показателей крови, мг/л								
	Cu	Zn	Fe	Cd	Pb	Cr	Ni	Mn	Hg
Биохимические показатели	< 2,5	< 8,0	< 600	< 0,001	< 0,45	< 0,12	< 0,20	< 0,10	< 0,001
Гематологические показатели	< 2,5	< 8,8	< 600	< 0,003	< 0,4	< 0,10	< 0,14	< 0,13	< 0,001
Иммунологические показатели	< 2,0	< 8,0	< 600	< 0,001	< 0,2	< 0,1	< 0,28	< 0,16	< 0,008
Экологически безопасный уровень металлов в крови	< 2,0	< 8,0	< 600	< 0,001	< 0,2	< 0,1	< 0,14	< 0,10	< 0,001

на повышенные уровни металлов. Сдвиги в лейкоцитарной формуле отмечены при содержании меди на уровне 1,0 мг/л, кадмия — 0,001 мг/л, ртути — 0,001 мг/л. Эозинофилия, изменения в соотношении лимфоцитов и моноцитов проявляется при невысоком содержании кадмия, хрома, никеля.

Анализ критериальных уровней экологической безопасности иммунитета показал, что сдвиги в клеточном звене этой системы наступают при недостатке меди (0,5 мг/л), цинка (3 мг/л) и повышенном уровне хрома (0,1 мг/л), никеля (0,14 мг/л), кадмия (0,001 мг/л). Фагоцитоз подавляется при недостатке меди и цинка и избытке всех металлов, особенно выраженном в присутствии никеля (0,14 мг/л). Снижение НСТ-стимул свидетельствует о высокой чувствительности организма к более низким уровням хрома, никеля. Порог чувствительности гуморального звена иммунитета определяется на более низких уровнях кадмия (0,001 мг/л), хрома (0,1 мг/л), никеля (0,14 мг/л).

В таблице приведены критериальные значения экологической безопасности металлов, уровень которых в крови человека не вызывает изменения показателей крови.

Таким образом, анализ ассоциативных связей содержания металлов и гомеостатических показателей наиболее чувствительных систем организма показал, что для безопасного и нормального состояния показателей крови, биохимического обмена, иммунитета могут быть предложены верхние границы экологически безопасного содержания металлов в крови человека.

Для обеспечения экологической безопасности организма в целом следует обозначить верхние границы содержания для каждого металла, ориентированные на значения их пороговой чувствительности: Cu — не более 2,0 мг/л; Zn — не более 8,0 мг/л, Fe — не более 600 мг/л; Cd — не более 0,001 мг/л; Pb — не более 0,2 мг/л; Cr — не более 0,1 мг/л; Ni — не более

0,14 мг/л; Mn — не более 0,1 мг/л; Hg — не более 0,001 мг/л.

Установленные критерии экологической безопасности могут быть трактованы как клинические ПДК металлов в крови здорового человека и использованы для биологического мониторинга состояния окружающей среды и здоровья населения, раннего выявления заболеваний, дифференциальной диагностики экологически обусловленной патологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения / Ю.А. Рахманин и др. // Гиг. и сан. 2007. № 5. С. 5—7.
2. Антонов К.Л. // Там же. 2007. № 5. С. 28—32.
3. Барановская Н.В. // Геохимический состав крови человека как индикатор техногенного воздействия / Н.В. Барановская. Томск, 2001. С. 492—493.
4. Басова О.М. // Казанский мед. журн. 2008. Т. 89, № 2. С. 203—206.
5. Биологические маркеры межсредового распределения микроэлементов в объектах среды обитания / В.М. Боев и др. // Гиг. и сан. 2008. № 6. С. 34—36.
6. Боев В.М. // Там же. 1998. № 6. С. 3—8.
7. Боев В.М. // Там же. 2002. № 5. С. 3—8.
8. Онищенко Г.Г. // Там же. 2007. № 5. С. 3—4.
9. Павлов Ю.В. // Судебная мед. экспертиза. 2000. № 2. С. 19—20.
10. Преображенский В.Н. Активационная терапия в системе медицинской реабилитации лиц опасных профессий / В.Н. Преображенский, И.Б. Ушаков, К.В. Лядов. М., 2000.
11. Хамитова Р.Я. Тяжелые металлы и город: некоторые аспекты контроля и оценки воздействия (на примере г. Казани) / Р.Я. Хамитова, Н.В. Степанова. Казань, 2004.
12. Эмсли Дж. Элементы / Дж. Эмсли. М.: Мир, 1993.

Поступила 19.02.10