

ОСОБЛИВОСТІ ІМУНОЛОГІЧНОЇ РЕАКТИВНОСТІ У ПРАЦІВНИКІВ ЕКСПОНОВАНИХ СВИНЦЕМ

Національний медичний університет ім. О. О. Богомольця (м. Київ)

*Національна дитяча спеціалізована лікарня «ОХМАТДИТ» МОЗ України (м. Київ)

Дана робота виконувалась у рамках планової науково-дослідної роботи Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця «Органи нервової, імунної та сечостатевої систем в умовах експериментального пошкодження», № держ. реєстрації 0112U001413.

Вступ. Відомо, що вплив факторів малої інтенсивності, зокрема свинцю, спричинює низьку різноманітних ферментативних зсувів. Свинець – протоплазматична отрута широкого спектра дії, яка викликає переважно зміни в нервовій та серцево-судинній системах, порушення ферментативних реакцій, які беруть участь у синтезі гемоглобіну та вітамінного обміну, зниження імунобіологічної реактивності організму [1,2,3,7]. Але свинець, перш за все, відомий як «кров'яна» отрута, і тому він віднесений до класифікації отрут, що діють на систему крові [5,9].

Ці зміни виникають як на клітинному рівні, де найбільш раннім та загальним проявом є ушкодження лізосомального апарату клітини з підвищенням активності кислоти фосфатази у сироватці крові та гомогенатах тканин. Важливим негативним впливом ксенобіотика на організм людини вважається зниження адаптаційної та гомеостатичної ролі імунної системи [4,5,6,8,9]. Встановлена дозо-залежність дії токсиканту та імунологічних змін, від імуносупресії до імуностимуляції.

Дослідження імунологічного статусу працівників, що зазнають експозиції важкими металами, встановили певні порушення імунологічного статусу у вигляді пригнічення фагоцитарної активності нейтрофілів, зниження активності компліменту, змін клітинної і гуморальної ланок імунітету. Наведені ознаки змін імунологічного профілю обумовлюють формування алергічних та аутоімунних захворювань [4,5,6,9].

Саме тому, рання діагностики імунологічних змін у разі дії ксенобіотика є важливою для запобігання виникнення та подальшого прогресування ускладнень, пов'язаних зі зміною імунологічної реактивності організму у робітників, що професійно контактують зі свинцем.

Мета роботи – встановлення особливостей імунологічної реактивності у пацієнтів експонованих свинцем в залежності від його рівнів в крові.

Об'єкт і методи дослідження. Об'єктом біомедичних досліджень були 203 працівника кабельних мереж, всі чоловіки, віком 38–47 р. З них 146 – електромонтера кабельних мереж, зі стажем роботи у професії 8–9 років склали основну групу, а 57 працівників інших професій – контрольну групу.

Клінічні обстеження працівників у відповідності до наказу МОЗ України від 21 травня 2007 року №246 здійснювали на базі ДПС МСЧ №18 МОЗ України, а додаткові поглиблені обстеження працівників – на клінічній базі кафедри Гігієни праці та професійних захворювань Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця.

В залежності від кількості свинцю крові пацієнти були розподілені на 3 групи. До 1-ї групи увійшли особи, що віднесені до небезпечних (загрозливих здоров'ю) рівнів свинцю крові ($2,12 \pm 0,013$ мкмоль/л); до другої віднесені пацієнти з допустимим вмістом свинцю крові, однак в залежності від клінічних проявів астеничного синдрому серед пацієнтів виділені дві групи хворих: II група (з вираженою астено-вегетативною симптоматикою) – рівень свинцю $1,92 \pm 0,013$ мкмоль/л; III група (з окремими симптомами астено-вегетативного синдрому) – рівень свинцю $1,72 \pm 0,028$ мкмоль/л.

Усі обстежені пацієнти були особами чоловічої статі. Середній вік пацієнтів 1-ї групи (51 особа) склав $43,5 \pm 1,3$ років; 2-ї (46 осіб) – $39,9 \pm 1,8$ років; 3-ї (49 осіб) – $40,3 \pm 1,4$ років. У контрольну групу увійшли 57 практично здорових чоловіків, середній вік яких склав $44,7 \pm 1,5$ роки. Пацієнти основної та контрольної групи були репрезентативними за віком та статтю, що дозволило в наступному їх порівнювати.

Всім пацієнтам досліджуваних груп були проведені імунологічні обстеження:

- кількісна оцінка Т-та В-ланок імунітету проводили з використанням тест-систем для імуноферментного методу виробництва ООО МПЛ «Гранум-ООО» компанії «Алкор-Біо» за методикою виробника;

• проліферативну активність лімфоцитів (за допомогою реакції бласттрансформації (РБТЛ) з ФГА фірми Дифко, з ліполісахаридом (ЛПС) і монокультура без міогену [8].

Для збору та обробки результатів досліджень була побудована база даних у форматі Microsoft Excel 2007, яка включала розділи від демографічних даних до результатів моніторингу і клінічного спостереження. З урахуванням відсутності апріорної інформації про вид розподілу значень показників, що вивчалися у вибірках, для їх обробки використовували критерії як параметричної так і непараметричної статистики за допомогою програмного забезпечення Statistica for Windows 6. 0 (Statsoft Inc., США). Усі дані, розподіл яких наближався до нормального, представлені як середнє та стандартне відхилення ($M \pm SD$), інші дані – як M та 95% довірчий інтервал (95% ДІ). Кореляційний аналіз проводили з розрахунком парного коефіцієнту кореляції Пірсона, з визначенням його достовірності та коефіцієнтів лінійного рівняння регресії.

Результати досліджень та їх обговорення.

Отримані результати дослідження імунної функції обстежених пацієнтів наведені у **табл. 1**.

Встановлено, що для пацієнтів I групи характерні особливості змін клітинної та гуморальної ланки імунітету, які проявлялися імунним дефіцитом субпопуляцій Т-лімфоцитів. У пацієнтів 1-ї клінічної групи зареєстровано вірогідне зниження вмісту у 1,36 разів рівнів $CD3^+$ ($40,23 \pm 0,36\%$) по відношенню до значень у практично здорових осіб ($55,07 \pm 1,45\%$; $p < 0,05$). Встановлено значне зниження вмісту $CD4^+$ ($22,67 \pm 0,27\%$) та $CD8^+$ ($17,54 \pm 0,18\%$) по відношенню до показників у здорових осіб ($55,07 \pm 1,45\%$; у 1,44 рази та у 1,27 разів, відповідно; $p < 0,05$). Зазначені вище зміни основних субпопуляцій лімфоцитів водночас супроводжувались зниженням рівня ОІПК до 1,29 у. о. При цьому показники кількості $CD16^+$ склали $12,46 \pm 0,22\%$, що було вірогідно нижче значень у практично здорових осіб ($20,7 \pm 0,70\%$; $p < 0,05$).

Встановлено вірогідне зниження вмісту $CD22^+$ ($10,32 \pm 0,22\%$) відносно значень у здорових осіб ($15,0 \pm 0,62\%$; у 1,45 рази; $p < 0,05$).

Таким чином, отримані зміни у пацієнтів I групи вказують на виснаження імунної відповіді з розвитком імунodefіциту у клітинній ($CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$, $CD16^+$) та гуморальній ($CD22^+$) ланки імунітету. Для пацієнтів 2-ї клінічної групи притаманні зміни основних субпопуляцій лімфоцитів у вигляді зниження вмісту $CD3^+$ $50,22 \pm 0,45\%$ відносно до значень у практично здорових осіб ($55,07 \pm 1,45\%$; у 1,1 рази; $p < 0,05$). При цьому відслідковується тенденція до деякого зниження у 1,08 разів показників для $CD4^+$ ($30,34 \pm 0,31\%$) відносно до значень у практично здорових осіб. Вміст $CD8^+$ склав $20,23 \pm 0,31\%$, що у 1,1 рази нижче таких у практично здорових осіб ($22,29 \pm 0,67\%$; $p < 0,05$). ІПК становив 1,50 у. о., що дещо перевищувало значення у пацієнтів референтної групи (1,47). Визначено вірогідне зниження у 1,12 рази кількості $CD16^+$ ($18,45 \pm 0,9\%$) у периферичній крові пацієнтів 2-ї клінічної групи по відношенню до таких у практично здорових осіб ($20,7 \pm 0,70\%$; $p < 0,05$). У хворих даної клінічної групи нами встановлено вірогідне зниження вмісту $CD22^+$ ($12,67 \pm 0,27\%$) відносно значень у практично здорових осіб ($15,0 \pm 0,62\%$). Досліджувані показники у 1,18 рази були нижче ($p < 0,05$).

У хворих 3-ї групи спостерігалася гіперфункція/гіперактивність імунної системи, що проявлялося підвищенням у 1,26 разів вмісту $CD3^+$ ($69,71 \pm 0,45\%$) відносно до значень у практично здорових осіб ($55,07 \pm 1,45\%$; $p < 0,05$). При цьому встановлено, що показники вмісту $CD4^+$ та $CD8^+$ ($42,22 \pm 0,27\%$ та $27,49 \pm 0,27\%$, відповідно) вірогідно перевищували у 1,28 та 1,23 рази значення практично здорових осіб відповідно ($p < 0,05$). Основний імунорегуляторний коефіцієнт (ІПК) визначали в межах 1,53 у. о., що перевищувало такий у практично здорових осіб (1,47 од.). Рівень $CD16^+$ становив $19,40 \pm 0,18\%$ та не перевищував значення у практично здорових осіб ($19,40 \pm 0,18\%$). Встановлено значне підвищення у 1,95 разів вмісту $CD22^+$ ($29,24 \pm 0,31\%$) відносно такого у практично здорових осіб ($15,0 \pm 0,62\%$; $p < 0,05$).

Таким чином отримані зміни основних субпопуляцій лімфоцитів в групі з допустимими значеннями свинцю крові мали окремі особливості. Для пацієнтів

Таблиця 1

Показники вмісту субпопуляцій лімфоцитів у пацієнтів ($M \pm m$)

Показники	Одн. виміру	I група	II група	III група	Практично здорові особи
		Небезпечні (загрози для життя)	Допустимі (носіїство металу)	Допустимі (носіїство металу)	Оптимальні (фізіологічна норма)
$CD3^+$ (Т-лімфоцити)	%	$40,23 \pm 0,36^*$	$50,22 \pm 0,45^*$	$69,70 \pm 0,45^*$	$55,07 \pm 1,45$
$CD4^+$ (Т-хелпери)	%	$22,67 \pm 0,27^*$	$30,34 \pm 0,31$	$42,22 \pm 0,27^*$	$32,78 \pm 1,78$
$CD8^+$ (Т-супресори)	%	$17,54 \pm 0,18^*$	$20,23 \pm 0,31^*$	$27,49 \pm 0,27^*$	$22,29 \pm 0,67$
ІПК	У. о.	1,29	1,50	1,53	1,47
$CD16^+$ (НК-кілери)	%	$12,46 \pm 0,22^*$	$18,45 \pm 0,9^*$	$19,40 \pm 0,18$	$20,7 \pm 0,70$
$CD22^+$ (В-лімфоцити)	%	$10,32 \pm 0,22^*$	$12,67 \pm 0,27^*$	$29,24 \pm 0,31^*$	$15,0 \pm 0,62$

Примітка: * – при $p < 0,05$ в порівнянні з показниками у здорових осіб; ** – при $p < 0,05$ в порівнянні з показниками обстежених хворих.

Таблиця 2
Показники функціональної активності лімфоцитів
периферичної крові пацієнтів з мікросатурнізмом у
реакції бласттрансформації (РБТл)

Показники	Од. виміру	I група	II група	III група	Практично здорові особи
		Небезпечні (загрозливі для життя)	Допустимі (носіїство металу)	Допустимі (носіїство металу)	
ФГА	у. о.	0,66±0,03*	0,85±0,05	1,38±0,08	1,26±0,23
ЛПС	у. о.	0,33±0,07*	1,07±0,09*	1,97±0,09	2,00±0,21

Примітка: *при $p < 0,05$ в порівнянні з показниками у здорових осіб; ** при $p < 0,05$ в порівнянні з показниками обстежених хворих.

3-ї групи ці зміни характеризувалися гіперфункцією імунної системи, що проявлялася перевищенням як клітинної ланки імунітету, а саме, CD3⁺, CD 4⁺, CD 8⁺, так й гуморальної CD 22⁺ ланки імунітету, при незмінних рівня CD 16⁺. Натомість для пацієнтів 2-ї групи характерним було виснаження імунної відповіді з розвитком імунодефіциту у клітинній (зниження субпопуляцій CD3⁺, CD 4⁺, CD 8⁺, CD16⁺) та гуморальній CD 22⁺ ланки імунітету.

Отримані результати можна пояснити різною направленістю імунної відповіді в залежності від адаптаційно-приспосувальної реакції організму в умовах тривалої дії малих доз свинцю. Виявлені порушення клітинного та гуморального у групі з допустимим вмістом свинцю дозволили виявити певні особливості у імунної відповіді для пацієнтів 3-ї групи у вигляді гіперфункції імунної системи та виснаження імунної відповіді з розвитком імунодефіциту у клітинній та гуморальній ланки для пацієнтів 2-ї групи, максимальні прояви якої були виявлені у пацієнтів 1-ї групи.

Нами було проведено визначення показників функціональної активності лімфоцитів у периферичній крові в реакції бласттрансформації (РБТл; **табл. 2).**

При дослідженні функціональної активності лімфоцитів в реакції РБТл у пацієнтів 1-ї клінічної групи встановлено значне зниження у 1,90 рази функціональної активності Т-лімфоцитів в реакції РБТл у присутності ФГА (0,66 ± 0,03 у. од.) відносно значень у практично здорових осіб (1,26±0,23 у. од.; $p < 0,05$). Встановлено зниження функціональної активності В-лімфоцитів у відповідь на ЛПС в РБТл. Значення показнику склало 0,33±0,07 у. од., що у 6,06 разів ($p < 0,05$) нижче значень практично здорових осіб (2,00±0,21 у. од.).

Аналізуючи значення вивчаємих показників РБТл для пацієнтів з допустимими значеннями (носіїство металу), встановлені певні особливості для кожної

з груп пацієнтів. Так для пацієнтів 2-ї групи встановлено зниження у 1,48 разів функціональної активності Т-лімфоцитів у відповідь на стимуляцію ФГА до 0,85±0,05 у. од. відносно значень у практично здорових осіб (1,26±0,23 у. од.). Значення функціональної активності В-лімфоцитів у відповідь на навантаження ЛПС характеризувалося в 1,86 разів вірогідним зниженням до 1,07±0,09 у. од. відносно значень здорових осіб ($p < 0,05$).

У пацієнтів 3-ї групи визначали підвищення коефіцієнту функціональної

активності Т- і В-лімфоцитів у відповідь на мітогенну стимуляцію. Встановлено, що показники РБТл для ФГА склали 1,38±0,08 у. од., що у 1,09 рази вище значень у практично здорових осіб (1,26±0,23 у. од.), також визначено підвищення функціональної активності В-лімфоцитів в РБТл в присутні ЛПС до 1,97±0,09, що у 1,01 рази перевищує значення практично здорових осіб 2,00±0,21 у. од.

Таким чином, відповідь на мітогенну стимуляцію у пацієнтів 1-ї групи характеризувалася імуносупресією як для Т-, так й для В-лімфоцитів. Для 2-ї групи пацієнтів характерно зниження ФГА для Т – лімфоцитів, та вірогідного зниження ЛПС для В- лімфоцитів. Для пацієнтів 3-ї групи характерно підвищення вмісту ФГА для Т-лімфоцитів при незмінному вмісті ЛПС для В-лімфоцитів.

Висновки.

1. У пацієнтів з мікросатурнізмом встановлені особливості імунологічних проявів в залежності від вмісту свинцю крові.

2. Для пацієнтів 3-ї групи характерні зміни клітинного та гуморального імунітету, які проявляються гіперфункцією/гіперактивністю імунної системи.

3. Для пацієнтів 2-ї та 1-ї групи характерні зміни клітинного та гуморального імунітету з формуванням імуносупресії.

4. Виявлені імунологічні особливості в залежності від вмісту свинцю крові є підґрунтям для проведення диференційованої імунологічної корекції в залежності від стану імунної системи.

Перспективи подальших досліджень. З метою ранньої діагностики порушень імунітету при експозиції свинцем планується подальше вивчення гуморальної ланки імунітету, у працівників, що професійно контактують зі свинцем. Отримані дані можуть використовуватися для розробки імунопрофілактичних заходів в залежності від вмісту свинцю крові.

Література

1. Ахметзянова З. Х. Роль свинца в формировании артериальной гипертензии (обзор литературы) / З. Х. Ахметзянова, А. Б. Бакиров // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. – №5. – С. 17– 21.
2. Бёккельман И. Нейротоксические эффекты многолетней экспозиции свинцом / И. Бёккельман, Э. Пфистер // Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – №5. – С. 22– 25.
3. Влияние хронической свинцовой интоксикации на организм человека (сообщение 1) / М. А. Новикова [и др.] // Сибирский медицинский журнал, Иркутск. – 2013. – Т. 117, № 2. – С. 13–16.

4. Дмитруха Н. М. Експериментальне дослідження впливу важких металів (свинцю та кадмію) на неспецифічну резистентність організму білих щурів / Н. М. Дмитруха // *Современные проблемы токсикологии*. – 2004. – № 4. – С. 27–31.
5. Дмитруха Н. М. Характеристика адаптаційних реакцій організму у працюючих, експонованих важкими металами / Н. М. Дмитруха, Т. О. Білько, Т. К. Короленко // *Труды Крымск. гос. мед. университета им. С. И. Георгиевского*. – 2007. – Т. 143, Ч. 1. – С. 41–44.
6. Дмитруха Н. М. Імунотоксична дія свинцю і кадмію як гігієнічна проблема (до патогенезу, діагностики та профілактики інтоксикацій важкими металами) : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня доктора біол. наук : спец. 14. 02. 01 «Гігієна» / Н. М. Дмитруха; ДУ «Ін-т медицини праці АМН України». – К., 2010. – 32 с.
7. Зербино Д. Д. Свинець: ураження судинної системи (огляд) / Д. Д. Зербино, Т. М. Соломенчук // *Укр. медичний часопис*. – 2002. – № 2. – С. 79–83.
8. Лимфоциты: Методы : Пер. с англ. / Под. ред. Дж. Клауса. – М.: Мир, 1990. – С. 310-326.
9. Порушення імунного статусу організму людини за дії хімічних чинників та методи їх визначення (методичні рекомендації) / [Трахтенберг І. М., Дмитруха Н. М., Моложава О. С., Миронюк Ю. М.]. – Київ, 2008. – 45 с.

УДК 615.916'1:546.815:612.017.1:576.3

ОСОБЛИВОСТІ ІМУНОЛОГІЧНОЇ РЕАКТИВНОСТІ У ПРАЦІВНИКІВ ЕКСПОНОВАНИХ СВИНЦЕМ

Карлова О. О., Яворовський О. П., Шейман Б. С., Чайковський Ю. Б., Осадча О. І.

Резюме. Важливим аспектом сучасної профпатології виступає вплив важких металів на імунну систему. Зокрема, свинець, як протоплазматична отрута, впливає не тільки на систему крові, нервову, кісткову системи, але здатен викликати розлади з боку імунної системи. Мета роботи – встановлення особливостей імунологічної реактивності у пацієнтів в залежності від вмісту свинцю крові.

Обстежено 203 пацієнта, що проходили обстеження на базі ДПСМСЧ №18 МОЗ України у м. Києві, які мали безпосередній професійний контакт зі свинцем. В залежності від кількості свинцю крові пацієнти були розподілені на 2 групи. До 1-ї групи увійшли особи, що віднесені до небезпечних (загрозливих здоров'ю) рівнів свинцю крові ($2,12 \pm 0,013$ мкмоль/л); до другої віднесені пацієнти з допустимим вмістом свинцю крові. Однак в залежності від клінічних проявів астеничного синдрому серед пацієнтів виділені дві групи хворих II група (з вираженою астено-вегетативною симптоматикою) – рівень свинцю $1,92 \pm 0,013$ мкмоль/л; III група (з окремими симптомами астено-вегетативного синдрому) – рівень свинцю $1,72 \pm 0,028$ мкмоль/л.

У пацієнтів встановлені особливості імунологічних проявів в залежності від вмісту свинцю крові. Отримані зміни взаємопов'язані з вмістом свинцю крові.

Ключові слова: імунограма, свинець, лімфоцити.

УДК 615.916'1 : 546.815:612.017.1:576.3

ОСОБЕННОСТИ ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ У РАБОЧИХ ЭКСПОНИРОВАННЫХ СВИНЦОМ

Карлова Е. А., Яворовский А. П., Шейман Б. С., Чайковский Ю. Б., Осадчая О. И.

Резюме. Важным аспектом современной профпатологии выступает влияние тяжелых металлов на иммунную систему. В частности, свинец, как протоплазматический яд, влияет не только на систему крови, нервную, костную системы, но и способен вызвать изменения со стороны иммунной системы. Цель работы – установление особенностей иммунологической реактивности у пациентов в зависимости от содержания свинца крови.

Обследовано 203 пациента, проходивших обследование на базе ДПСМСЧ № 18 МОЗ Украины в г. Киеве. В зависимости от количества свинца крови пациенты были разделены на 3 группы. 1-ю группу составили пациенты, отнесенные к опасным (угрожающих здоровью) уровням свинца крови ($2,12 \pm 0,013$ мкмоль/л); ко 2-ой пациенты с допустимым содержанием свинца крови уровень свинца $1,92 \pm 0,013$ мкмоль/л; 3-я группа – уровень свинца $1,72 \pm 0,028$ мкмоль/л. Обследованные пациенты были лицами мужского пола. Средний возраст пациентов 1-ой группы (51 человек) составил $43,5 \pm 1,3$ лет, 2-ой (46 человек) – $39,9 \pm 1,8$ лет, 3-ей (49 человек) – $40,3 \pm 1,4$ лет. Контрольную группу составили 57 практически здоровых лиц (мужчины), средний возраст $44,7 \pm 1,5$ года.

У пациентов экспонированных свинцом выявлены особенности иммунологических проявлений. Полученные изменения взаимосвязаны с содержанием свинца крови.

Ключевые слова: иммунограмма, свинец, лимфоциты.

UDC 615.916 '1 : 546.815:612.017.1:576.3

The Features of Immunological Reactivity in Workers Exposed by Lead

**Karlova O. O., Yavorovskiy O. P., Sheyman B. S., Tchaikovskiy J. B.,
Osadcha O. I.**

Abstract. The influence of heavy metals on the immune system is an important aspect of modern occupational diseases. In particular, lead as protoplasmic poison influences not only on a blood system, nervous and skeletal systems, but is able to cause disorders of the immune system. Therefore the question of resolving the status of the immune response is an important factor in the formation of the subsequent preventive and therapeutic measures.

Objective. Set the features of immunological reactivity in patients depending on the lead content of blood.

Materials and methods. The study involved 203 patients who were examined at the base of SES MSP number 18 MOH of Ukraine in Kiev, which had a direct professional contact with lead.

Patients were divided into 3 groups depending on the amount of lead levels. To the 1st group includes persons with hazardous (dangerous to health) blood lead levels ($2,12 \pm 0,013$ mcmol / l), to the second group included patients with acceptable lead content of blood. However, was identified two groups of patients according to clinical manifestations of the patients: second group – the level of lead $1,92 \pm 0,013$ mcmol / l, the third group – the level of lead $1,72 \pm 0,028$ mcmol / l. Studied patients were male. The average age of the patients of the 1st group (51 persons) was $43,5 \pm 1,3$ years; 2nd (46 people) – $39,9 \pm 1,8$ years, 3rd (49 people) – $40,3 \pm 1,4$ years. The control group included 57 healthy patients (males), average age was $44,7 \pm 1,5$ years. Immunological examination was performed by the standard method.

Results: the immunological changes in patients of the first group indicate on exhaustion of the immune response in the development of immune cell CD3 +, CD 4 +, CD 8 +, CD16 + and CD 22 + humoral immunity.

For the second group of patients is characterized by exhaustion of the immune response in the development of immune cell (reduced subpopulations of CD3 +, CD 4 +, CD 8 +, CD16 +) and CD 22 + humoral immunity.

For the third group of patients characterized overactivity of the immune system, manifested as excess cellular immunity, namely, CD3 +, CD 4 +, CD 8 + and CD 22 + humoral immunity at the level of unmodified CD 16 +.

Conclusions. In patients with microsaturnism were set the features of immunological manifestations depending on the lead content of blood. These changes are linked with the lead content of blood.

Key words: immunogram, lead, and lymphocytes.

Рецензент – проф. Скрипник І. М.

Стаття надійшла 27. 03. 2014 р.