

УДК 616.15: 569.32:661.836

**Єрмішев О.В.**, асистент  
**Коберська В.А.**, асистент  
Вінницький національний аграрний університет**ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ У КРОВІ ЩУРІВ ЗА ДІЇ ЦЕЗІЮ ХЛОРИДУ**

*Встановлено порушення гемопоезу за дії цезію на клітини крові щурів, які проявляються в зменшенні загальної кількості еритроцитів, збільшенні кількості лейкоцитів, зниженні концентрації гемоглобіну в крові та в еритроцитах. Відмічено зміни в лейкоцитарній формулі.*

Завдяки активній виробничій діяльності і екологічній недалекоглядності, людство переступило межу, за якою негативні наслідки шкідливого впливу на довкілля переважають над позитивними економічними ефектами виробництва. Велика кількість токсичних відходів, серед яких значну частину складають важкі метали, накопичуються в ґрунтах, воді, рослинах мігрують по харчових ланцюгах до організму тварин і людини. Внаслідок проникнення в організм, важкі метали включаються у біохімічні процеси, викликаючи різноманітні порушення, які виражаються змінами мінерального складу крові, що в свою чергу призводить до змін у функціонуванні всіх органів і систем.

Небезпечними для живих організмів є ряд важких металів, представником яких є цезій [3]. Його кількість у ґрунтах та водах України зросла після аварії на ЧАЕС. Іони цього металу виявляють в організмі всіх істот нашої планети, починаючи з морських водоростей і закінчуючи людиною. Стабільний цезій входить до складу організму тварин і людини (від 0,002 до 0,6 мкг на 1г м'якої тканини), але біологічна роль його вивчена недостатньо [2]. Загальний вміст цезію в організмі людини складає 1,25 мг, у крові ссавців – до 2,8 мкг/л [1,2,5]. Важливу проблему становить дослідження корекції порушень метаболізму, що виявляються у клітинах крові внаслідок надходження в організм надлишку сполук цезію [6].

Відомо, що іони важких металів, у тому числі й цезію, прискорюють процеси утворення активних форм кисню у різних типах клітин, провокуючи розвиток в організмі оксидативного стресу [4,7]. Дослідити вплив цього металу на інтенсивність еритро- і лімфопоезу через аналіз вмісту еритроцитів і лейкоцитів у крові щурів, яким вводили цезію хлорид та на кисень-транспортну функцію еритроцитів, можна визначенням концентрації гемоглобіну та його спорідненості з киснем.

Відомо, що виконання транспортної функції кров'ю, інтенсивність перенесення нею кисню та вуглекислого газу залежить від реакції її середовища. Більшість важких металів, згідно попередніх досліджень [5], змінюють кислотно-лужний стан організму. У зв'язку з цим у процесі еволюції в організмі розвивалися та закріплювалися потужні механізми компенсації порушень кислотно-лужного стану як на рівні окремих органів, так і на молекулярному.

**Мета роботи.** Враховуючи вищесказане, метою роботи стало вивчення впливу цезію хлориду на вміст еритроцитів і лейкоцитів крові отруєних тварин та її кислотно-лужний стан.

**Методика дослідження.** Для досліджень використовували молодих самців білих лабораторних щурів, вагою 180–200 г. Отруєння щурів проводилось шляхом перорального введення цезію хлориду. Дослід тривав 24 доби. Дослідження були виконані на двох групах тварин, в кожену з яких було відібрано по 8 щурів; перша група – контрольна, друга – тварини, отруєні цезію хлоридом в дозі 15,75 мг/кг. Матеріалом досліджень була змішана периферична кров, яку отримували після декапітації тварин дослідної і контрольної груп. Показники кислотно-лужного стану крові визначали за допомогою аналізатора газів Gastat-601 (Японія).

Кількість клітин крові (еритроцити і лейкоцити) досліджували за допомогою підрахунку в камері Горяєва, лейкоцитарну формулу підраховували в мазках крові пофарбованих за Романовським. Концентрацію гемоглобіну в гемолізатах визначали у геміхромній формі - HbChr при 540 нм за методом А.А. Ахрема. Для дослідження ефектів катіонів цезію на процес гемопоєзу досліджено вплив цезію хлориду на кількісний вміст клітин крові (еритроцити, лейкоцити), емаокритне число та інші показники динаміки процесів кровотворення у білих лабораторних щурів. Результати досліджень оброблені статистично.

**Результати досліджень.** Виконання транспортної функції кров'ю, інтенсивність перенесення нею кисню та вуглекислого газу залежить від реакції середовища. Результати досліджень показників кислотно-лужного стану щурів, отруєних цезію хлоридом свідчать про те, що у отруєних тварин рН крові зміщується в кислу сторону з 7,35 до 7,27.

Відмічено істотні зміни показників стану кровотворення - порушення еритропоєзу та лейкопоєзу (табл. 1).

Таблиця 1. Гематологічні показники в крові щурів, отруєних цезію хлоридом (M±m, n=8)

Показник	Група тварин	
	контроль	отруєні CsCl
Гемоглобін, г/л	150,50±12,50	141,00±14,20
Еритроцити, ×10 <sup>12</sup>	6,56±0,41	4,36±0,50
Кольоровий показник	0,81±0,07	0,59±0,046
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, пг/е	27,94±2,41	22,98±2,31
рН	7,35±0,07	7,27±0,06
Лейкоцити, ×10 <sup>9</sup>	10,03±1,20	16,00±1,70

Примітка: \*- p < 0,05 в порівнянні з контролем.

Результати досліджень свідчать про збільшення вмісту лейкоцитів у крові щурів дослідної групи на 59,5%. З'ясовано, що впродовж експерименту у крові щурів зменшується загальна кількість еритроцитів на 33,5%, кольоровий показник – на 27,2%, а середній вміст гемоглобіну в еритроциті має тенденцію до зниження.

При анеміях, які розвиваються у результаті ряду захворювань, зменшується число еритроцитів у крові, що веде за собою зниження рівня гемоглобіну крові. Слід також враховувати можливий інгібуючий вплив катіонів цезію на процеси синтезу безпосередніх регуляторів процесів еритропоєзу в кістковому мозку, передусім, еритропоєтину. Водночас загальний вміст еритроцитів у крові щурів може зменшуватись у зв'язку з зменшенням кількості ретикулоцитів - молодих еритроцитів у

кровообігу, що вказує на погіршення кисень-транспортної функції крові тварин за дії катіонів цезію. У пошкоджених клітинах зростає інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів, що зумовлює руйнівні процеси у плазматичних мембранах і порушення їх функцій.

Результати досліджень показують, що під впливом цезію хлориду не лише пригнічуються процеси утворення еритроїдних клітин, але й зменшується киснева ємність крові та здатність еритроцитів до транспорту кисню. Це підтверджує зниження концентрації гемоглобіну у тварин, інтоксикованих цезієм. Очевидно, що підвищення спорідненості гемоглобіну до кисню є компенсаторною реакцією організму на зменшення концентрації кисень-транспортного білка в крові внаслідок пригнічення процесів його синтезу. Однак відомо, що такий ефект за умов нормального рО<sub>2</sub> призводить до зменшення інтенсивності вивільнення окисену у тканинах. Це може зумовлювати розвиток тканинної гіпоксії та сповільнення окисних процесів у клітинах, поглиблюючи наслідки гострої інтоксикації організму катіонами Cs<sup>+</sup>.

Метаболічний ацидоз викликається збільшенням в крові органічних кислот внаслідок порушення проміжного обміну. Він часто пов'язаний з первинним порушенням обміну речовин, що може виникнути під впливом важкого металу. Цей факт, очевидно, можна пояснити посиленням окисно-відновних процесів у тканинах отруєних щурів під дією іонів цезію. Така спрямованість обмінних процесів при ацидозі проявляється перевагою процесів глюконеогенезу, що супроводжується зв'язуванням іонів водню при утворенні нейтральної сполуки – глюкози, посиленням пероксидації ліпідів в умовах окисленого середовища. Нестача відновлених метаболітів збільшує проникність мембран для іонів кальцію, що призводить до прискореного утворення органічних кислот. Окрім посиленого утворення органічних кислот, причиною метаболічний ацидозу може бути також недостатнє виділення або нейтралізація метаболітів, внаслідок порушення роботи нирок або кишечника.

Важливе значення для діагностування стану організму має вивчення лейкоцитарної формули (табл. 2). У контрольній групі щурів лейкоцитарна формула містить такі показники: еозинофіли – 3%, паличкоядерні нейтрофіли – 1%, сегментоядерні нейтрофіли – 26%, лімфоцити – 64%, моноцити – 4%.

Таблиця 2. Лейкоцитарна формула крові щурів, отруєних цезію хлоридом (M±m, n=8)

Група тварин	Клітини крові						
	паличко-ядерні нетто-філи	сегментоядерні нейтрон-філи	еозинофіли	моноцити	лімфоцити	плазматичні клітини	поліхроматофіли
контроль	1,0±0,1	26,5±2,4	2,4±0,2	4,0±0,3	63,3±6,4	0,0±0,0	2,1±0,1
отруєні CsCl	2,0±0,2	28,4±2,9	4,3±0,4	2,1±0,2	58,2±5,1	2,0±0,1	4,4±0,3

Примітка: \*- p< 0,05 в порівнянні з контролем.

В дослідній групі спостерігається збільшення еозинофілів в 1,79 рази до 4%. Збільшення кількості еозинофілів, яке спостерігається у отруєних тварин за результатами експерименту вказує на хронічне отруєння важким металом, крім того може вказувати на наявність патологій алергічного характеру, паразитарних або

онкологічних хвороб. Збільшення кількості поліхрома-тофілів в 2 рази до 4%, говорить про появу в крові великої кількості молодих еритроцитів, які фарбуються кислими та основними фарбами. Вони зустрічаються в кров'яному руслі в нормі в незначних кількостях – 1 поліхроматофіл на 500 еритроцитів. При патології відбувається посилення регенерації молодих еритроцитів чи збільшення проникності гістогематичного бар'єру в червоному кістковому мозку, що призводить до різкого збільшення виходу молодих форм в периферійну кров. Зростання кількості молодих юних паличкоядерних нейтрофілів в 2 рази, до 2%, називається регенераторним зсувом вліво і говорить про активну захисну реакцію організму, також може виникати при ацидозі та фізичному перенапруженні. Одночасно спостерігається незначне збільшення сегментоядерних нейтрофілів з 26% до 28%. Загальне збільшення кількості нейтрофілів з одночасним лейкоцитозом спостерігається при інтоксикаціях, викликаних солями свинцю, ртуті, етиленгліколем, інсектицидами, інфекційних та гострих запальних процесах, а також при мієлопроліферативних захворюваннях (хронічний мієлолейкоз). У дослідних тварин виявляється незначне зменшення кількості лімфоцитів на 6,5% з 62% до 58% від загальної кількості лейкоцитів, що може свідчити про розвиток апластичної анемії та ниркової недостатності, про що також може говорити зменшення кількості моноцитів в 2 рази з 4% до 2%. В свою чергу відомо що апластична анемія може розвиватися при отруєннях арсенем, солями важких металів та впливі іонізуючого опромінення на організм.

Результати досліджень процентного співвідношення різних лейкоцитів у крові щурів дослідних груп свідчать про те, що введення цезію хлориду не зумовлює вірогідних змін у загальній кількості цих клітин порівняно з контролем упродовж всього експерименту. Однак у зазначений період досліджень виявлено істотне збільшення вмісту популяції дозріваючих клітин гранулоцитопоезу – паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів за стабільного відносного вмісту сегментоядерних нейтрофільних гранулоцитів.

За таких умов співвідношення між вмістом молодих і зрілих нейтрофільних гранулоцитів у крові щурів дослідної групи в усі терміни експерименту досягає більших значень, ніж у крові тварин контрольної групи. Зокрема, значне збільшення цього співвідношення (на 52,2%) виявляється на 4-ту добу після введення тваринам цезію хлориду.

Біохімічні ефекти дії цезію на клітини крові організму отруєних тварин полягають у зниженні активності ферментів гліколізу, зменшенні вмісту АТФ та 2,3 дифосфогліцерату, зменшення рівня якого в еритроцитах в свою чергу знижує дисоціацію оксигену із оксигемоглобіну та перехід його в тканини, також спостерігається збільшення інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів, що зумовлює пошкодження плазматичних мембран і порушення їх функцій.

**Висновки.** 1. На основі проведених досліджень встановлено, що отруєні цезію хлоридом щурі перебувають у стані субкомпенсованого метаболічного ацидозу для якого характерним є зниження рівня рН крові.

2. Виявлено порушення процесів еритропоезу та лімфопоезу. Зокрема, зменшення загальної кількості еритроцитів, збільшенні кількості лейкоцитів, зниження концентрації гемоглобіну в крові та в еритроцитах.

3. В лейкоцитарній формулі спостерігається збільшення паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів, еозинофілів, поліхроматофілів та зменшення процентного вмісту моноцитів і лімфоцитів.

---

### Література

1. Антоняк Г.Л., Панас Н.Є., Першин О.І., Бершадський В.І. Вплив сполук важких металів на процеси пероксидного окиснення ліпідів та функціональну активність ферментів-антиоксидантів в еритроцитах тварин // Теорія і практика сучасного природознавства. Зб. наук. праць. - Херсон. - 2005. - С. 7-9.
2. Мельникова Н.М., Калінін І.В., Деркач Є.А., Шепельова І.А., Ворошилова Н.М., Кліх Л.В., Ткаченко Т.А. Важкі метали як фактор екологічної небезпеки. - Київ. - 2009. - 194 с.
3. Мельничук Д.А. Метаболічна система кислотно-лужного гомеостазу у організмі людини та тварин // Укр.біохім. журн. - 1989. - №3. - С. 3-21.
4. Мельничук Д.О., Мельникова Н.М., Тупицька О.М., Кліх Л.В. Кислотно-лужний стан крові щурів при отруєнні цезієм // Вісник аграрної науки. – 2007. - № 7. - С. 37-39.
5. Першин О.І. Вплив іонів свинцю на деякі ланки енергетичного обміну в еритроцитах білих щурів // Матеріали Міжнар. наук. конф. "Механізми функціонування фізіологічних систем". - Львів, 2006. - С. 122.
6. Снітинський В.В., Гнатик О.Й. Гематологічні показники за хронічного свинцево-кадмієвого токсикозу у щурів // Науковий вісник Львівської національної академії імені С. З. Гжицького. - Львів, 2006. - Т.8, Ч. II, № 4 (31). - С. 178-180.
7. Khaled M. Ashry, Yasser S. El-Sayed, Rania M. Khamiss<sup>a</sup> and Ibrahim M. El-Ashmawy<sup>b</sup> Oxidative stress and immunotoxic effects of lead and their amelioration with myrrh (*Commiphora molmol*) emulsion [Food and Chemical Toxicology Volume 48, Issue 1, January 2010, Pages 236-241](#)
8. Melnichuk D., Melnikova N., Klih L., Jermishev O. Mineral composition of liveral tissue of rats poisoned by cesium chloride/ Materials of IV International Young Scitntists conference// Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution. – Odesa. – 2009.– P. 160.

---

### Summary

#### **Physiological variations in blood of rats under caesium chloride action / Yermishev O., Koberska V.**

Haemopoiesis disorders are established under caesium action on blood cells of rats, which are shown in amount reduction of erythrocytes, amount increase of leukocytes, decrease in concentration of hemoglobin in blood and in erythrocytes. Variations in leukocytes formula is noticed.