

УДК 613.63:546.31

*В.Ю. Ніколенко, О.А. Статінова, А.В. Ніколенко,  
С.М. Валіуліна, М.Г. Ламбріно*

*Донецький національний медичний університет ім. М. Горького,  
КЛПУ «Обласна клінічна лікарня професійних захворювань»*

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КАРБОКСИГЕМОГЛОБІНУ В КРОВІ У ГІРНИКІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ІЗ ГОСТРИМ ОТРУЄННЯМ МОНООКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ**

В роботі проведено аналіз результатів клініко-функціонального обстеження 83 гірників із гострими отруєннями монооксидом вуглецю. Встановлено, що найчастіше мають місце скарги на головний біль, запаморочення, слабкість. Карбоксигемоглобін при визначенні експрес-методом у хворих був значно вищим, ніж у контролі.

**Ключові слова:** *нервова система, гірники, отруєння монооксидом вуглецю.*

Серед усіх виробничих отруєнь за десять років отруєння монооксидом вуглецю (СО) становили 59,3 %, причому 82,2 % отруєнь сталося у вугільних шахтах Донбасу [1]. Монооксид вуглецю є небезпечною екзогенною отрутою і одночасно потрібним ендogenousним нейротрансмітером [2]. Ендогенно СО утворюється ферментом гемоксигеназою і є відомим вазодилататором [3]. Ураження нервової системи стоять на першому місці при отруєннях монооксидом вуглецю, особливо при типовій формі отруєння [4, 5]. При цьому після перенесеного отруєння стан нервової системи в більшості випадків визначає подальший перебіг хвороби та відновлення багатьох функцій і повернення працездатності [6]. Діагностика тяжкості ураження ґрунтується на даних анамнестичних симптомах та лабораторних показниках, а наслідки – за виявленими результатами органічних і функціональних порушень [7–9]. Тому виділення основних симптомів і карбоксигемоглобіну у гірників з отруєнням монооксидом вуглецю є важливим моментом для точної діагностики.

**Матеріал і методи.** Обстежено клінічними та функціональними методами 142 гірники, серед яких було 83 хворих, що перенесли гостре отруєння монооксидом вуглецю, та 59 гірників контрольної групи аналогічного віку і стажу, стан котрих оцінювали за опитуваль-

ником скарг за К.–Ф. Клауссеном [10], ЕКГ. Визначення карбоксигемоглобіну проводили за експрес-методом [11]. Гірники, які перенесли гостре отруєння монооксидом вуглецю були у віці від 19 до 65 років, середній вік становив (38,5 ± 1,2) років, «підземний» стаж – від 0,5 до 34 років, в середньому (13,1 ± 1,0) років. За ступенем тяжкості виявлено (4,8 ± 2,4) % (4 хворих) тяжких випадків, (13,3 ± 3,7) % (11 хворих) випадків середньої тяжкості та у (81,9 ± 4,2) % (68 хворих) легких. Розраховували показники: середні значення ( $\bar{x}$ ), їх похибки – ( $S^{\bar{x}}$ ), критерій Стьюдента (S), достовірність показників (p) [12].

**Результати та їх обговорення.** Найчастішим симптомом при отруєнні монооксидом вуглецю був головний біль, який відмічало (77,1 ± 4,6) % хворих. Біль локалізувався найчастіше в ділянці лоба (47,0 ± 5,5) %, або потилиці (36,2 ± 5,2) %. Значно рідшими були локалізації в ділянках скронь (6,0 ± 2,6) %, і маківки (3,6 ± 2,0) %, або як мігрень (2,4 ± 1,7) % та за типом обруча (1,2 ± 1,2) %. Зрідка біль віддавав у плече та руку (7,2 ± 2,8) %. В ділянці шиї біль не локалізувався.

Загальний стан у хворих при гострому отруєнні монооксидом вуглецю характеризувався відчуттям слабкості (66,3 ± 5,2) %, втоми (56,6 ± 5,5) %, забудливості (43,4 ± 5,4) %, безсонням (43,4 ± 5,4) %, зниженням життєвої

© В.Ю. Ніколенко, О.А. Статінова, А.В. Ніколенко та ін., 2013

активності ( $36,2 \pm 5,2$ ) %, емоційною лабільністю ( $33,7 \pm 5,2$ ) %, порушеннями свідомості ( $26,5 \pm 4,8$ ) %, відчуттям напруги ( $22,9 \pm 4,6$ ) %, виснаження ( $16,9 \pm 4,1$ ) % та депресії ( $16,9 \pm 4,1$ ) %, самотності ( $13,3 \pm 3,7$ ) %. Досить рідко реєструвалась дратівливість ( $4,8 \pm 2,4$ ) %, сплутаність свідомості ( $1,2 \pm 1,2$ ) %, тяжка кома ( $1,2 \pm 1,2$ ) %, втрата ініціативи ( $1,2 \pm 1,2$ ) %. Все це свідчить про гострий розвиток декомпенсаційних реакцій в організмі хворих при гострому отруєнні монооксидом вуглецю.

На запаморочення скаржились ( $66,3 \pm 5,2$ ) % хворих, що перенесли гостре отруєння монооксидом вуглецю. Симптоми запаморочення в них характеризувались похитуванням ( $47,0 \pm 5,5$ ) %, відчуттям непевності під час ходи ( $26,5 \pm 4,8$ ) % або легкості ( $13,3 \pm 3,7$ ) %, кружлянням ( $13,3 \pm 3,7$ ) %, побоюванням закритих просторів ( $13,3 \pm 3,7$ ) %. Дуже рідко були скарги на потемніння в очах ( $4,8 \pm 2,4$ ) %, падіння ( $3,6 \pm 2,0$ ) %, відчуття руху ( $2,4 \pm 1,7$ ) %. До факторів, з якими хворі пов'язували початок запаморочень, належали фізичне напруження ( $43,4 \pm 5,4$ ) %, рухи головою ( $33,7 \pm 5,2$ ) %, вставання ( $33,7 \pm 5,2$ ) %, нахил голови при положенні лежачі ( $24,1 \pm 4,7$ ) %, погляд вбік ( $16,9 \pm 4,1$ ) %, вертикальне переміщення погляду ( $13,3 \pm 3,7$ ) %. Значно рідше запаморочення виникали в горизонтальному положенні лежачі ( $7,2 \pm 2,8$ ) %, або при зміні становища лежачі ( $7,2 \pm 2,8$ ) % та при їзді в транспорті ( $1,2 \pm 1,2$ ) %.

Вегетативна симптоматика в хворих після отруєння монооксидом вуглецю проявлялась перш за все нудотою ( $63,8 \pm 5,3$ ) %, млостю ( $45,8 \pm 5,5$ ) %, блюванням ( $37,3 \pm 5,3$ ) %, серцебиттям ( $24,1 \pm 4,7$ ) %. Значно рідше отруєння супроводжувалось втратою свідомості (колапсом) ( $16,9 \pm 4,1$ ) %, та пітливістю ( $18,1 \pm 4,2$ ) %.

Частота пульсу в гірників із гострим отруєнням монооксидом вуглецю в середньому становила ( $79,4 \pm 2,4$ ) уд/хв і характеризувалась тахікардією в ( $18,1 \pm 4,2$ ) % випадків або брадикардією в ( $6,0 \pm 2,6$ )% і тільки в ( $75,9 \pm 4,7$ )% хворих пульс знаходився в межах норми. Близько чверті хворих мають порушення частоти серцевого ритму, переважно в бік тахікардії, що може бути обумовлено як токсичною дією монооксиду вуглецю, так і розвитком компенсаторних стресорних реакцій.

Таким чином, у хворих гірників виявлялись виражені ознаки гіпоксичного ураження центральної нервової та серцево-судинної системи.

Допомагало діагностувати отруєння монооксидом вуглецю підвищення у хворих гірників вмісту карбоксигемоглобіну в периферичній крові в середньому до ( $11,07 \pm 0,61$ )%, що статистично значуще вище, ніж у контрольній групі – ( $2,03 \pm 0,34$ )% ( $S=8,51$ ,  $p<0,001$ ).

Невисокий вміст карбоксигемоглобіну у хворих гірників на перший погляд значно перевищував його вміст у контрольній групі. Такий вміст карбоксигемоглобіну можна пояснити тим, що транспортування постраждалих із місця нещасного випадку (шахти) у лікарню становить від 1 до 3–5 год, а вміст карбоксигемоглобіну на свіжому повітрі знижується вдвічі протягом 5–6 год. Надання допомоги хворим гірникам уже на місці аварії включає інгаляцію 100 % кисню, що прискорює розпад карбоксигемоглобіну.

Визначення карбоксигемоглобіну проводили відповідно до експресного візуального (півкількісного) визначення карбоксигемоглобіну в крові.

Описані в літературі методи визначення карбоксигемоглобіну в крові (газометричні, спектрографічні, фотометричні та ін.), які мають високу точність, незручні для застосування в звичайній практиці охорони здоров'я у зв'язку зі складністю приладів або важкістю виконання аналізів.

Очевидно, що окрім таких точних методів, призначених для використання в лабораторних умовах, є потреба в більш простих орієнтовних методах визначення карбоксигемоглобіну, які можуть бути використані у випадку гострого отруєння, при нещасних випадках безпосередньо у місця здійснення. Такого роду методи не можуть замінити точних лабораторних методів дослідження, однак використання їх у відповідних випадках цілком виправдане.

Використана методика визначення карбоксигемоглобіну в крові має взагалі ті ж можливості, що й методика Сайерса, тобто можливість визначення карбоксигемоглобіну починаючи з його вмісту в крові в 5–10 % і шкалою, яка має у своїй початковій частині інтервали у 10 % карбоксигемоглобіну.

Запропонована методика має наступні переваги:

1) проба крові після відповідної обробки, як і стандартні розчини, цілком прозора, що полегшує порівняння забарвлення;

2) шкала стандартних розчинів може бути легко виготовлена в будь якій лабораторії з недефіцитних реактивів та має велику стійкість.

Дослідження не потребує обладнання та проводиться за 5 хв.

Принцип методу. Кров гемолізується розчиненням у слабкому розчині лугу. До отриманого розчину додається аскорбінова кислота та міцний луг, який швидко переводить оксигемоглобін у лужний гемін коричнювато-зеленуватого забарвлення. Карбоксигемоглобін за наявності аскорбінової кислоти не змінює свого малиново-червоного забарвлення за 30–60 хв і далі. Внаслідок цього розчин крові після додавання лугу й аскорбінової кислоти залежно від вмісту у крові карбоксигемоглобіну набуває від жовтувато-зеленого (0 % карбоксигемоглобіну) до малиново-червоного (100 % карбоксигемоглобіну) кольору. Забарвлення досліджуваної крові після указаної обробки порівнюють із забарвленням ряду стійких стандартних розчинів, відповідних різному вмісту карбоксигемоглобіну в крові.

Стандартні зафарбовані розчини готуються з розчинів доступних неорганічних солей, які можна зберігати необмежений час. Співвідношення розчинів, які дають забарвлення, відповідні визначеному вмісту карбоксигемоглобіну (0, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 %), підібрані при розробці, методики шляхом порівняння з забарвленням оброблених розчинів крові, які містять задану кількість карбоксигемоглобіну.

Потрібні реактиви

1 – 0,005 Н розчин NaOH (зручно готувати з 0,1% Н розчину, розводячи його у 20 разів, наприклад: 25 мл до 500,0). З 10 % = 1 мл до 500,0.

2 – 10 % розчин NaOH.

3 – 2 % розчин аскорбінової кислоти (готується щодня в невеликому об'ємі, наприклад: 40 мг аскорбінової кислоти + 2 мл води).

Замість розчину аскорбінової кислоти можна користуватись кристалічною аскорбіновою кислотою, взяти в кожну пробу навеску у 1,5–2 мг, але не більше. Додавати надлишок аскорбінової кислоти «на око» неприпустимо.

Хід роботи. У пробірку такого ж діаметра та виготовлену з такого ж скла, як пробірки, в яких зроблена стандартна шкала, наливають 10 мл 0,005 Н розчину NaOH; мікропіпеткою відміряють 0,1 мл крові, додають 2 краплі розчину аскорбінової кислоти та 4 краплі 10 % розчину NaOH та перемішують. Через 5 хв після перемішування порівнюють проби з пробірками стандартного ряду, розглядають забарвлення у прохідному світлі, та знаходять пробірку шкали, забарвлення якої ближче за все відповідає забарвленню проби (спосіб виготовлення стандартної шкали – див. нижче).

Концентрація карбоксигемоглобіну в досліджуваній крові дорівнює відсотку карбоксигемоглобіну, відповідного даній пробірці шкали. Якщо забарвлення проби крові ніби опиняється посереднім між забарвленням двох сусідніх пробірок шкали, береться середнє значення між кількостями карбоксигемоглобіну, відповідних цим двом пробіркам шкали.

Оскільки в рекомендованій нами стандартній шкалі, в її початку, інтервал між сусідніми пробірками відповідає 10 % карбоксигемоглобіну (до 40 % карбоксигемоглобіну) визначення в цих межах можливо з точністю близько 5 % карбоксигемоглобіну. Треба пам'ятати, однак, що, як і в усіх подібних орієнтовних методах визначення, в яких не враховується загальний вміст гемоглобіну у крові, достовірні результати можуть бути отримані, якщо загальний вміст гемоглобіну крові незначно відрізняється від середніх нормальних величин. Порівняння забарвлення розчину крові зі стандартною шкалою значно важче також при штучному освітленні.

Треба відмітити, що описана обробка розчину крові лугом у присутності аскорбінової кислоти може бути використана не тільки для візуального порівняння забарвлення, але і для більш точного фотометричного або електрофоретичного визначення карбоксигемоглобіну.

Спосіб приготування стандартної кольорової шкали.

Необхідні реактиви:

1. Хлористий кобальт (CoCl) – 25 % розчин.
2. Хлористий нікель (NiCl) – 35 %.
3. Біхромат калію ( $K_2Cr_2O_2$ ) – 0,2 %.

1. Приготування вихідного розчину, відповідного 0 % карбоксигемоглобіну у крові (розчин 1).

У колбу на 50 мл відміряється 7 мл розчину  $\text{CoCl}_2$ , 11 мл розчину  $\text{NiCl}_2$ , 6,1 мл розчину  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Доводиться водою до 50 мл.

2. Приготування вихідного розчину, відповідного 100 % карбоксигемоглобіну у крові (розчин 2).

В колбу на 50 мл відміряється 22 мл розчину  $\text{CaCl}_2$ , 5 мл розчину  $\text{NiCl}_2$  і 1 мл розчину  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Доводиться дистильованою водою до мірки.

3. Приготування шкали кольорових розчинів, відповідних вмісту карбоксигемоглобіну (0, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 %).

Обирають 8 пробірок однакового діаметра, виготовлених з одного скла, і в них готують забарвлені суміші шляхом перемішування двох вихідних розчинів (1 та 2):

1) 0 % карбоксигемоглобіну – 10 мл р-ну № 1;

2) 10 % – 9 мл № 1+1 мл р-ну № 2;

3) 20 % – 8 мл № 1+2 мл № 2;

4) 30 % – 7 мл № 1+3 мл № 2;

5) 40 % – 6 мл № 1+4 мл № 2;

6) 60 % – 4 мл № 1+6 мл № 2;

7) 80 % – 2 мл № 1+8 мл № 2;

8) 100 % – 10 мл № 2.

Після приготування сумішей пробірки заварюються або щільно закриваються парафінованими пробками й на них наклеюються етикетки, що вказують, якому вмісту карбоксигемоглобіну вони відповідають.

### Висновки

1. У гірників із гострим отруєнням монооксидом вуглецю виявлені виражені клінічні ознаки гіпоксичного ураження центральної нервової і серцево-судинної системи.

2. Встановити діагноз гострого отруєння монооксидом вуглецю можливо навіть у простих лабораторних умовах при використанні експрес-методу визначення карбоксигемоглобіну.

### Список літератури

1. Проблема острых производственных отравлений в Донецкой области / В. Ю. Николенко, Д. О. Ластков, В. П. Камков [и др.] // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2002. – Т. 6, № 2. – С. 65–67.

2. The clinical toxicology of carbon monoxide / D. Gorman, A. Drewry, Y. L. Huang, C. Sames // Toxicology. – 2003. – V. 187, № 1. – P. 25–38.

3. Carbon monoxide dilates cerebral arterioles by enhancing the coupling of  $\text{Ca}^{2+}$  sparks to  $\text{Ca}^{2+}$ -activated  $\text{K}^{+}$  channels / J. H. Jaggar, C. W. Leffler, S. Y. Cheranov [et al.] // Circ. Res. – 2002. – V. 91, № 7. – P. 610–617.

4. Даценко І. І. Інтоксикація окисом вуглецю та шляхи її послаблення / І. І. Даценко, В. З. Мартинюк. – К. : Здоров'я, 1971. – 128 с.

5. Николенко В.Ю. Отравления оксидом углерода (угарным газом) / В. Ю. Николенко // Междунар. мед. журнал. – 1998. – Т. 4, № 2. – С. 108–110.

6. Дейнега В. Г. Реабилитация больных профессиональными заболеваниями в угольной промышленности / В. Г. Дейнега. – К. : Здоров'я, 1987. – 128 с.

7. Неотложная медицинская помощь пострадавшим при авариях и катастрофах / Г. А. Можжаев, В. Н. Заболотный, В. П. Дьяконов, И. Р. Малыш. – К. : Здоров'я, 1995. – 272 с.

8. Николенко В. Ю. Хвороби нервової системи в гірників і імунопатологія / В. Ю. Николенко. – Донецьк : Донеччина, 1999. – 288 с.

9. Choi I. S. Parkinsonism after carbon monoxide poisoning / I. S. Choi // Eur. Neurol. – 2002. – V. 48, № 1. – P. 30–33.

10. Claussen C.-F. Schwindel – Symptomatik, Diagnostik, Therapie / C.-F. Claussen. – Hamburg : Edition medicin & pharmacie, Dr. Werner Rudat & Co., 1983. – 268 p.

11. Евтушенко Г. И. Инструкция по экспрессному визуальному (полуколичественному) определению карбоксигемоглобина в крови / Г. И. Евтушенко. – Харьков : МСС Облстатуправления, 1964. – 12 с.

12. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач, А. В. Губенко, П. Н. Бабич. – К. : Морион, 2000. – 320 с.

***В.Ю. Николенко, Е.А. Статинова, А.В. Николенко, С.М. Валиулина, М.Г. Ламбрино***  
**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАРБОКСИГЕМОГЛОБИНА В КРОВИ У ГОРНОРАБОЧИХ**  
**УГОЛЬНЫХ ШАХТ С ОСТРЫМ ОТРАВЛЕНИЕМ МОНООКСИДОМ УГЛЕРОДА**

В работе проведен анализ результатов функционального обследования 83 горнорабочих с острыми отравлениями монооксидом углерода. Установлено, что чаще всего наблюдаются жалобы на головную боль, головокружение, слабость. Карбоксигемоглобин при определении экспресс-методом у больных был значительно больше, чем в контроле.

**Ключевые слова:** нервная система, горнорабочие, отравления монооксидом углерода.

***V.Yu. Nikolenko, E.A. Statinova, A.V. Nikolenko, S.M. Valiulina, M.G. Lambrino***  
**TESTING OF THE BLOOD CARBOXYHAEMOGLOBIN OF COAL MINERS WITH ACUTE CARBON**  
**MONOOXIDE POISONINGS**

In research the analysis of results of functional inspection of 83 miners with sharp carbon monoxide poisonings is carried out. It is established, that most complaints to a headache, dizziness, weakness frequently take place. The carboxyhaemoglobin testing by a quick test for patients was much greater, than in control group.

**Key words:** nervous system, miners, carbon monoxide poisonings.