

**Н. О. Пилипенко**, асистент кафедри

**Є. Я. Ніколенко**, д.мед.н., професор

**К. В. Вовк**, к.мед.н., доцент

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, медичний факультет,  
кафедра загальної практики – сімейної медицини

пл. Свободи, 6, Харків, Україна, 61022, e-mail: npylypenko.kharkiv@gmail.com

### **СТАН ПОКАЗНИКІВ ПРОНИКНОСТІ БІОМЕМБРАН У ОСІБ ПРАЦЮЮЧИХ В УМОВАХ ПИЛОУТВОРЮЮЧИХ ВИРОБНИЦТВ**

Проведені дослідження стану функціональної активності еритроцитарних мембран осіб, які працюють в умовах дії комплексу шкідливих факторів, серед яких найбільш небезпечним за агресивністю впливу на організм вважається пил, що вміщує кварц. Встановлено, що тривалий вплив на організм промислового пилу сприяє порушенню проникності біомембран, пригнічує компенсаторні механізми та значно збільшує ризик розвитку бронхолегеневої патології.

**Ключові слова:** проникність біомембран; виробничий пил; порушення вентиляції легень.

Стан біомембран є одним з найважливіших факторів регуляції гомеостазу та забезпечення біохімічних і фізіологічних процесів в організмі, зміна в їх структурі та функції розглядається як одна з основних універсальних ланок у патогенезі різних захворювань [4, 6]. Для осіб, які працюють в умовах пилоутворювальних виробництв, зокрема ливарного, це, в першу чергу, можливість розвитку порушень функціонування бронхолегеневої системи. Як відомо, в робочій зоні цього виробництва присутня низка шкідливих факторів: мікроклімат, вібрація, шум, інфрачервоне випромінювання, напруженість і важкість праці, проте найбільш небезпечним за агресивністю впливу на організм робітників вважається пил, що вміщує переважно вільний кварц ( $SO_2$ ). [1, 5].

**Метою дослідження** було з'ясування впливу промислового пилу на проникність біомембран працюючих осіб у порівнянні зі здоровими особами, а також виявлення особливостей проникності біомембран у робітників з порушеннями вентиляції легень.

#### **Матеріали та методи дослідження**

Дослідження проводилося на клінічній базі науково-дослідного інституту гігієни праці та професійних захворювань Харківського національного медичного університету (НДІ ГП та ПЗ ХНМУ) – у рамках НДР «Клініко-епідеміологічні дослідження стану здоров'я та умов праці з впровадженням концепції

управління ризиками професійної та виробничо-обумовленої захворюваності у працівників машинобудування, які працюють у шкідливих та небезпечних умовах», № державної реєстрації 01080005245.

У дослідженні брали участь 107 практично здорових осіб, які були розподілені залежно від стажу роботи в умовах підвищеної концентрації пилу на 4 групи: особи зі стажем до 10 років, 11–20 років, 21–30 років, більше 30 років, а також 101 особа з обструктивним типом порушення вентиляції (ОТПВ), який зумовлений хронічним обструктивним захворюванням легень та 41 особа з рестриктивним типом порушення вентиляції (РТПВ), який зумовлений дифузним пневмофіброзом. Усі обстежувані підписали інформовану згоду на участь у дослідженні.

До групи контролю увійшли 30 клінічно здорових добровольців, які співпадали з основною групою за віком та статтю, не піддавалися впливу шкідливих факторів виробництва і не мали порушень вентиляції легень.

Стан еритроциту обстежуваних оцінювали за динамікою проникності еритроцитарних мембран (ПЕМ) та перекісного гемолізу еритроцитів (ПГЕ) за допомогою кривої сечовинного гемолізу, яка характеризується ступенем гемолізу суспензії еритроцитів у суміші ізотонічних розчинів сечовини (120, 135, 150, 165, 180 и 195 мМ/л) і хлориду натрію [2]. В результаті пасивного транспорту створюється гіперосмолярна концентрація сечовини всередині еритроцитів, це викликає їх осмотичне набухання і подальший гемоліз. Ступінь його залежить від швидкості фільтрації сечовини через пори плазматичної мембрани. В дослідженні наведено показник проникності еритроцитів при вмісті сечовини в розчині 150 мМ/л, а також враховувалися показник швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) та час згортання крові [3].

### Результати досліджень та їх обговорення

Вважається, що при всьому різноманітті ефектів, викликаних продуктами перекісного окиснення ліпідів на клітину, найважливіший – це дія на проникність біомембран, порушення цього механізму може лежати в основі розвитку багатьох патологічних процесів. Яким чином вплив промислового пилу, що містить кварц, може позначитися на стані клітинних мембран і в цілому на метаболізмі клітини було простежено на прикладі дослідження проникності еритроцитів периферичної крові (табл. 1).

ПЕМ щодо одновалентних аніонів (сечовини) достовірно знижується відносно контролю ( $18,80 \pm 1,45$ ) у всіх групах: в групі до 10 років відхилення складала 37,1 % ( $11,83 \pm 1,40$ ), 11–20 років – 37,5 % ( $11,76 \pm 2,29$ ), 21–30 років – 46,1 % ( $10,14 \pm 1,92$ ), більше 30 років – 48,1 % ( $9,76 \pm 1,72$ ) (Табл. 1).

Зміни ПГЕ мали інший характер. У групах з меншим стажем – до 10 років і 11–20 років показники зберігалися на рівні контролю ( $11,04 \pm 1,74$ ), за більш тривалого контакту зі шкідливим фактором спостерігалось достовірне підви-

щення показників ПГЕ: в групі 21–30 років на 41,0 % (15,57±1,35), а для осіб зі стажем понад 30 років – на 44,3 % (15,94±1,79).

З огляду на те, що на еритроцитарні мембрани, як безпосередньо так опосередковано, діє комплекс стимулювальних факторів антиоксидантного захисту, отримані результати, ймовірно, свідчать про процеси спрямовані на збереження морфологічної цілісності клітини.

Таблиця 1

**Показники стану еритроцитарних мембран у обстежених здорових робітників в залежності від тривалості професійного контакту пилом**

Показники	Контроль	Здорові робітники (стаж)			
		до 10 лет	11-20 лет	21-30 лет	більше 30 років
<b>n</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>42</b>	<b>22</b>
ПЕМ, % гемолізу	18,80±1,45	11,83±1,40*	11,76±2,29*	10,14±1,92*	9,76±1,72*
ПГЕ, % гемолізу	11,04±1,74	10,79±1,18	11,43±3,05	15,57±1,35*	15,94±1,79*
ШОЕ, мм/год	5,15±0,23	6,47±1,13	7,00±0,81*	7,57±0,94*	9,14±1,30*
Час згортання крові, хв	4,84±0,23	3,60±0,13	3,76±0,15*	3,86±0,11*	3,86±0,16*

Примітка. \* – зрушення достовірні в порівнянні з групою контролю ( $P < 0,05$ )

Однак при збільшенні стажу компенсаторні механізми у обстеженого контингенту, можливо, не досить ефективні, про що свідчить динаміка зрушень швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ). І якщо при стажі до 10 років достовірних відмінностей з контролем (5,15±0,23) не з'являлося, то при збільшенні стажу реєструвались достовірно зростаючі зрушення: у групі 11–20 років на 35,9 % (7,00±0,81), 21–30 років – на 47,0 % (7,57±0,94) і більше 30 років на – 77,5 % (9,14±1,30).

Для дослідження стану еритроциту оцінювали інтегральний показник – час згортання крові, який певною мірою відображає стан метаболізму, функцію клітинних елементів, а також стан тканинних факторів. Достовірне скорочення часу згортання крові у всіх стажевих групах у межах 20,2–25,6 % порівняно з показниками контролю (4,84±0,23) опосередковано свідчить про присутність комплексних порушень обмінних процесів складових крові при контакті з шкідливим виробничим фактором, у даному випадку з пилом.

При порівнянні описаних показників здорових робітників і робітників з порушеннями вентиляції бронхолегеневої системи було виявлено ряд відхилень (табл. 2). З таблиці видно, що ПЕМ істотно порушена у робітників з ОТПВ і РТПВ порівняно з показниками здорових осіб (10,87±0,98), які знаходилися в аналогічних умовах виробництва.

Таблиця 2

**Показники стану еритроцитарних мембран у здорових робітників  
та робітників з порушеннями вентиляції легень**

Показники	Здорові робітники	Робітники з ОТПВ	Робітники з РТПВ
n	107	101	41
ПЕМ, % гемолізу	10,87±0,98	24,60±2,96*	18,90±2,43*
ПГЕ, % гемолізу	13,43±1,40	34,17±2,08*	16,08±2,28
ШОЕ, мм/год.	7,55±0,63	12,53±1,30*	17,42±3,04*
Час згортання крові, хв.	3,77±0,11	3,70±0,13	3,64±0,13

Примітка. \* – зрушення достовірні в порівнянні з групою здорових робітників (P < 0,05)

Слід зазначити, що більшою мірою порушення виявлялися у осіб з ОТПВ (24,60±2,96), оскільки в цій групі зрушення досягало 126,3 %, тоді як для осіб з РТПВ (18,90±2,43) підвищення склало 73,9 %. Така ж динаміка спостерігалася за ПГЕ: у осіб з ОТПВ (34,17±2,08) цифри ПГЕ більш ніж 2,5 рази (на 154,4 %) перевершували рівень ПГЕ здорових робітників (13,43±1,40), при цьому істотних відмінностей за цим показником у осіб з РТПВ не реєструвалося. Процеси метаболічних порушень біомембран у обстежених осіб супроводжувалися достовірним зростанням ШОЕ в обох типах порушення вентиляції: на 66,0 % в групі осіб з ОТПВ (12,53±1,30) та на 130,7 % у осіб з РТПВ (17,42±3,04).

Таким чином, проведені дослідження виявили ряд відхилень функціональної активності еритроцитарних мембран: у здорових робітників це зменшення ПЕМ що, можливо, свідчить про ущільнення структури мембрани, та ускладнення взаємодії клітини з міжклітинним середовищем організму; у робітників з порушеннями вентиляції легень – підвищення ПЕМ та посилення процесів пасивної фільтрації іонів і невеликих молекул через дефекти мембрани. З огляду на функціональні особливості еритроцитарних мембран за впливу комплексу несприятливих факторів, а також їх резистентність, тобто здатність протистояти руйнівній дії перекисного окиснення ліпідів, можна говорити про можливе порушення компенсаторних механізмів у осіб, які тривалий час знаходяться в умовах підвищеної запиленості та значний ризик розвитку патології при поєднанні з порушеннями роботи імунної системи.

### Висновки

1. Дослідження еритроцитарних мембран здорових робітників показало, що тривалий професійний контакт з пилом сприяє зниженню проникності еритроцитарних мембран та послабленню стійкості цих клітин до гемолізу.

2. Аналіз стану еритроцитарних мембран осіб, які працюють в умовах ліварного виробництва та мають бронхолегеневу патологію, вказує на зрушення компенсаторних механізмів, вираженість яких залежить від типу порушень вентиляції легень.

### Список використаної літератури

1. Калмиков О. О. Імунозапальні аспекти професійної патології органів дихання / О. О. Калмиков // Світ медицини та біології. – 2012. – № 4. – С. 123–126.
2. Колмакова В. И. Значение определения проницаемости эритроцитарных мембран (ПЭМ) в диагностике хронических заболеваний печени / В. И. Колмакова, В. Г. Радченко // Тер. архив. – 1982. – Т. 24, № 2. – С. 52–62.
3. Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник / под ред. В. В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
4. Показатель проницаемости эритроцитарных мембран в оценке функционального состояния организма В. А. Мойсеенко, Л. И. Антоненко, Л. Л. Аршинникова, К. Ш. Арутюнова и др. // Крымский терапевтический журнал. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 103–107.
5. Полякова И. Н. Актуальные вопросы профессиональных заболеваний легких и перспективные направления исследований / И. Н. Полякова // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 7. – С. 1–5.
6. Чеснокова Н. П. Особенности структуры и функций эритроцитарной мембраны / Н. П. Чеснокова, Е. В. Понукалина, М. Н. Бизенкова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-2. – С. 328–331.

Стаття надійшла до редакції 2.10.2017

**Н. О. Пилипенко, Е. Я. Николенко, К. В. Вовк**

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, медицинский факультет, кафедра общей практики – семейной медицины

пл. Свободы, 6, Харьков, Украина, 61022, e-mail: npylupenko.kharkiv@gmail.com

### **СОСТОЯНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ БИОМЕМБРАН У ЛИЦ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ПЫЛЕОБРАЗУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

#### **Резюме**

**Вступление.** Состояние клеточных мембран является одним из важнейших факторов регуляции гомеостаза и обеспечения биохимических и физиологических процессов в организме, изменения в их структуре и функциях рассматривается как одно из основных звеньев в развитии нарушений работы бронхолегочной системы.

**Цель.** Целью исследования было определить зависимость сдвигов показателей проницаемости эритроцитарных мембран от длительности воздействия на ор-

ганизм промышленной пыли, содержащей оксид кремния и выявить возможные неблагоприятные последствия для здоровья работающих.

**Методы.** В исследовании приняли участие 107 практически здоровых работников, которые были распределены на группы зависимости от стажа работы в условиях повышенной концентрации пыли, 101 работник с обструктивными и 41 рестриктивными нарушениями вентиляции легких. Проницаемость эритроцитарных мембран и перекисный гемолиз оценивали по кривой гемолиза изотонических растворов мочевины и хлорида натрия.

**Результаты исследований.** В группах здоровых работающих показатель проницаемости мембран эритроцитов достоверно снижался относительно контроля во всех стажевых группах. Уровень перекисного гемолиза достоверно повышался, причем, только у лиц со стажем работы во вредных условиях более 20 лет. Выявленная динамика может свидетельствовать о процессах, направленных на сохранение морфологической целостности клеток, а также о недостаточной эффективности компенсаторных механизмов при длительном профессиональном контакте с пылью. При сравнении указанных показателей здоровых работающих и работающих, имеющих нарушения вентиляции легких было обнаружено, что у последних проницаемость эритроцитарных мембран существенно нарушена, кроме того, в большей степени нарушения выявлялись у лиц с обструктивными нарушениями дыхания.

**Выводы.** Установлено, что длительное воздействие промышленной пыли изменяет проницаемость эритроцитарных мембран, подавляет компенсаторные механизмы организма, что значительно увеличивает риск развития бронхолегочной патологии.

**Ключевые слова:** проницаемость клеточных мембран; нарушения вентиляции легких; промышленная пыль.

**N. O. Pylypenko, E. Y. Nikolenko, K. V. Vovk**

V. N. Karazin Kharkiv National University, School of Medicine, Department of General Practice – Family Medicine

6, Svobody sq., Kharkiv, Ukraine 61022, npylypenko.kharkiv@gmail.com

## **STATUS OF PERMEABILITY OF BIOMEMBRANE IN WORKERS UNDER CONDITIONS OF DUST-MAKING PRODUCTION**

### **Abstract**

**Introduction.** The state of cell membranes is one of the most important factors in the regulation of homeostasis and the provision of biochemical and physiological processes in organism, the change in their structure and function is one of the main universal links in the development of disorders of bronchopulmonary system functioning.

**Purpose.** The objective of the study was to identify the dependence of the shifts in the permeability of erythrocyte membranes on the duration of exposure to industrial quartz-containing dust and to determine its possible negative impact on the workers' health.

**Methods.** The study involved 249 foundry workers: 107 practically healthy people that were divided into groups according to their work experience under high dust

concentration condition, 101 workers with obstructive and 41 with restrictive disturbances of lung ventilation. Permeability of erythrocyte membranes and peroxide hemolysis were assessed by the hemolysis curve of isotonic solutions of urea and sodium chloride.

**Results.** It was found that in work experience groups of healthy workers the permeability index of erythrocyte membranes was reliably reduced compared to the control. The level of peroxide hemolysis significantly increased only in people with more than 20-year long work experience in hazardous occupational environment. It may be indication of the processes aimed at preserving the morphological continuity of the cells, as well as the insufficient effectiveness of compensatory mechanisms. The comparison of the indexes of healthy workers and workers with disorders of lung ventilation showed that the permeability of erythrocyte membranes significantly disturbed in the latter groups; moreover, notable violations were detected in people with obstructive breathing disorders.

**Conclusion.** It was established that prolonged exposure to industrial dust affects permeability of erythrocyte membranes, suppresses compensatory mechanisms and significantly increases the risk of bronchopulmonary pathology.

**Key words:** permeability of cell membrane; disorders of pulmonary ventilation; industrial dust

## References

1. Kalmykov O. O. (2012) "Immune-inflammatory aspects of occupational respiratory pathology" ["Imuno-zapalni aspekty profesiinnoi patologii"] World of Medicine and Biology, No. 4, pp. 123-126.
2. Kolmakova V. I., Radchenko V. G. (1982) "The value of determination of permeability of erythrocyte membranes (PEM) in the diagnosis of chronic liver diseases" ["Znachenie opredeleniya pronitzaemosti eritrotzitarynyh membran (PEM) v diagnostike hronicheskikh zabolevanii pecheni"] Ter. Archive, No. 2, 24, pp. 52-62.
3. Menshikov V. V. Laboratory research methods in the clinic. Handbook. (1987) In editor: ["Laboratornyi metody issledovaniya v klinike"], Moskva, Medicine, 368 p.
4. Moiseenko V. A., Antonenko L. I., Arshnikova L. L. (2007) "Permeability index of erythrocytic membranes in the assessment of the functional state of the organism" ["Pokazatel pronitzaemosti eritrotzitarynyh membran v otzhenke funktsionalnogo sostoynia organizma"], Crimean Therapeutic Journal, No. 2, 2, pp.103-107.
5. Polyakova I. N. (2007) "Topical issues of occupational diseases of the lungs and perspective directions of researches" ["Aktualnyi voprosy professionsnykh zabolevaniy leigkih I perspektivnye napravleniya issledovaniy"], Medicine of labor and industrial ecology, No. 7. pp. 1-5.
6. Chesnokova N. P. (2015) "Features of the structure and functions of the erythrocytic membrane" ["Osobnosti struktury i funktsiy eritrotzitarynoy membrany"], Succeededings of Modern Natural Science, No. 1-2, pp. 328-331.