

# АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ, СПОРТИВНОЇ МЕДИЦИНИ ТА АДАПТИВНОГО ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ



## ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ БРОНХІАЛЬНОЇ ПРОХІДНОСТІ, МУКОЦИЛІАРНОГО ТРАНСПОРТУ І НАСИЧЕННЯ КРОВІ КИСНЕМ У ЗДОРОВИХ ЛЮДЕЙ

Сергій Норе́йко, Юлія Гришун

Донецький державний інститут здоров'я, фізичного виховання і спорту

### Аннотация

Представлены результаты исследования состояния бронхиальной проходимости (БП), мукоцилиарного транспорта (МЦТ) и насыщения крови кислородом у здоровых людей. Контингент обследованных составил 30 практически здоровых людей (средний возраст  $23,5 \pm 0,74$  лет). Исследование функции внешнего дыхания проводили на аппарате Master Scope PC фирмы «Эрих Егер». Состояние МЦТ оценивали по результатам сахаринового теста, а насыщение крови кислородом определяли при помощи пульсоксиметра «Ютасокси-200». Отмечено отсутствие линейной корреляционной связи между показателями насыщения крови кислородом, состоянием МЦТ и БП.

**Ключевые слова:** бронхиальная проходимость, мукоцилиарный транспорт, насыщение крови кислородом.

### Annotation

The results of research of bronchial patency (BP), mucociliary transport (MCT) and saturation of blood by oxygen is presented. Contingent of inspected is made 30 practically healthy people (middle age  $23.5 \pm 0.74$  years). The function of external breathing is conducted on the computer spiograph of firm «Erich JAEGER». The state of MCT is assessed by saccharin test. The saturation of blood by oxygen is detected with help of pulsoximeter «YUTASOXY-200» Absence of linear correlations between saturation blood by oxygen from the state of bronchial potency and mucociliary transport was marked.

**Key words:** bronchial patency, mucociliary transport and saturation of blood by oxygen.

**Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій.** Доля запальних і, особливо, деструктивних змін у легеневої тканині багато в чому залежить від ефективності дренажної функції бронхів, всі види порушення якої об'єднані в бронхообструктивний синдром (БОС) [1]. Об'єктивним методом діагностики стану бронхіальної прохідності (БП) є спірографія [2]. Вона дозволяє одержати низку показників, які характеризують вентиляцію легень. У дослідженні функції легень виділяють кілька складових. Першим складовим елементом є визначення об'ємів і ємностей. Особливістю об'ємів є їхня неподільність – з фізичної точки зору, у той час, як ємності, представлені сумою двох або більше об'ємів: резервний об'єм видиху, резервний об'єм вдиху, дихальний об'єм, а їхня сума становить життєву ємність легень (ЖЄЛ). Іншим аспектом досліджень є виміри нееластичного опору дихальної системи за допомогою плетизмографії, або опосередковано – при вимірі параметрів повітряних потоків; для виміру останніх служить оцінка максимальної об'ємної швидкості вентиляції легень на видиху, а також – реєстрація кривої «потік-об'єм» [3,4]. Дослідження функції зовнішнього дихання (ФЗД) – це вимірювання статичних об'ємів та ємностей, що характеризу-



ють пружні властивості легень і грудної стінки, а також – динамічні дослідження, завдяки яким визначають кількість повітря під час вдиху та видиху на одиницю часу. Об'єм форсованого видиху в літрах за 1 секунду (ОФВ1) традиційно вважається найкращим показником для оцінки ступеня обструкції дихальних шляхів. Останнім часом фахівці пропонують визначати у хворих більш доступний на практиці показник пікової швидкості видиху (ПШВ). Показники функції зовнішнього дихання (ФЗД) значною мірою залежать від антропометричних особливостей досліджуваного. У зв'язку з цим їхня оцінка проводиться шляхом порівняння з належними величинами, розрахованими з огляду на належний основний обмін, при визначенні якого враховуються антропологічні особливості обстежуваного (його вага, ріст, стать, вік) [4,5].

При аналізі спірограми оцінюють об'ємні, швидкісні характеристики та показники легеневої вентиляції [4].

До швидкісних показників відносять об'єм форсованого видиху за першу секунду (ОФВ1) – це об'єм повітря, що видихається за першу секунду при максимально швидкому видиху, і виражається у відсотках до форсованої життєвої ємності легень (ФЖЄЛ), максимальну об'ємну швидкість повітря на рівні видиху 25% ФЖЄЛ (МОШ 25), максимальну об'ємну швидкість повітря на рівні видиху 50% ФЖЄЛ (МОШ 50), максимальну об'ємну швидкість повітря на рівні видиху 75% ФЖЄЛ (МОШ 75) та пікову об'ємну швидкість видиху (ПОШ). Ці показники мають найбільшу цінність у діагностиці початкових порушень бронхіальної прохідності та відносяться до числа найбільш простих і надійних методів верифікації БОС при спірографічному дослідженні ФЗД [4,5,6].

Поряд з порушенням бронхіальної прохідності (БП), найваж-

ливішим компонентом БОС є мукоциліарна недостатність (МЦН). Розроблено велику кількість методів дослідження мукоциліарного транспорту (МЦТ). Найбільш відомими серед них є: автогемоглобіновий, радіоізотопний, біопатний і сахариновий тест. Найбільш прийнятний для клінічних досліджень метод визначення МЦТ за допомогою сахаринового тесту [7]. Час (Т) МЦТ за сахариновим тестом у здорових людей становить  $24 \pm 7$  хвилин [7]. У хворих на муковісцидоз на тлі глибоких порушень МЦТ з розвитком МЦТ II-III ступеня, за даними Н. Г. Горovenko [8], час сахаринового тесту збільшився вдвічі й склав  $58 \pm 19$  хвилин. До алгоритму дослідження МЦТ як стандартний метод № 1 включено сахариновий тест. Оскільки носоглотка є входними воротами дихальних шляхів, то вона, зазнаючи найбільшого забруднення, вмикає потужні очисні механізми, серед яких найважливішими є надмірна продукція слизових залоз і висока активність мукоциліарної системи (МЦС) носоглоткової зони. Об'єм назального слизу, виділеного протягом 24 годин, становить від 100 мл до 2 літрів. Третя частина цього об'єму використовується для зволоження слизової носа й підтримки нормальних реологічних властивостей слизу й забезпечення оптимальних умов для МЦТ. У передній частині носа слиз рухається до виходу надзвичайно повільно (1-2 мм / годину), у середній і задній частині нижньої раковини носа слиз переміщається зі швидкістю 10 мм/хв у бік входу в стравохід, де й проковтується. Слизовий покрив задніх двох третіх носа поновлюється кожні 10-15 хвилин [1,4]. Ряд авторів [9,10] стан МЦТ оцінюють за рівнем молекул середньої маси (МСМ). МСМ являють собою продукти деградації білків, які утворюються в бронхіальному секреті в результаті активації протеолізу із секретованих і пов'яза-

них з мембранами глікопротеїнів (муцинів). Помічено, що між станом МЦТ, реологічними властивостями мокротиння, вмістом у ньому муцинів і концентрацією МСМ існує прямий кореляційний зв'язок, що дозволило за рівнем МСМ оцінювати стан МЦТ. За даними Ємельянова А.В. [10], МСМ справляючи вплив, викликають порушення функції війчастого епітелію дихальних шляхів. З метою комплексної оцінки порушень МЦТ досліджували активність протеолітичної системи мокротиння за рівнем трипсину, катепсину В, катепсину L, активність облігатних інгібіторів трипсину –  $\alpha 1$  - антитрипсину,  $\alpha 2$  - макроглобуліни, а також вивчали вміст загального білка, від якого залежить в'язкість мокротиння.

Ступінь насичення гемоглобіну киснем визначають методом оксигеметрії або оксигемографії, використовуючи вушний і кюветний датчики [4]. Вивченню насичення крові киснем присвячена ціла низка публікацій [11,12,13], у яких об'єктом дослідження були хворі на хронічні обструктивні захворювання легень (ХОЗЛ). У цих роботах представлені результати дослідження ФЗД і насичення крові киснем ( $SpO_2$ ) пульсоксиметричним методом.

Однак, у доступній літературі ми не знайшли даних про вивчення взаємозв'язку показників  $SpO_2$  і МЦТ та бронхіальної прохідності у здорових людей.

**Мета роботи, матеріали і методи.** Мета роботи полягала у виявленні функціональних взаємозв'язків між показниками функції зовнішнього дихання, станом мукоциліарної системи і ступенем насичення крові киснем.

**Матеріали і методи.** З метою вивчення ступеня насичення крові киснем ( $SpO_2$ ), стану МЦТ та бронхіальної прохідності нами обстежено 30 практично здорових людей. Середній вік обстежених складав  $23,5 \pm 0,74$  років.



Спосіб визначення мукоциліарного транспорту дихальних шляхів полягає в тому, що аплікують кристал сахарину на поверхню слизової оболонки середнього відділу нижнього носового ходу і вимірюють час (Т1) появи перших відчуттів солодкого смаку в ротовій порожнині, а також – загальний час (Т2) до моменту проникнення сахарину в плотку, коли з'являється різке гірко-солодке відчуття, миттєво усвідомлене досліджуванним, яке супроводжується ковтальними рухами або бажанням позбутися такого дискомфорту в зоні стравоходу шляхом спльовування слини. Тривалість Т1 МЦТ складає  $12,6 \pm 1,5$  хвилин, Т2 –  $18,8 \pm 2,97$  хвилин. Сахариновий тест проводять у неактивній фазі травного процесу (за 2 години до прийому їжі) [1, 14, 15, 16].

Насичення крові киснем визначали за допомогою пульсоксиметра „Ютасоксі – 200”. В основу роботи прилада покладено пульсоксиметричний метод неінвазивного визначення оксигенації гемоглобіну артеріальної крові (SpO<sub>2</sub>), що поєднує підходи спектрометричного методу й фотоплетизмографії. Він базується на вимірі й математичному аналізі спектральної й фотоплетизмографічної інформації. Визначення рівня кисню проводили в такий спосіб: датчик закріплювали на вказівний палець кисті лівої руки так, щоб джерело світла виявилось напроти фотоприймача, оскільки випромінювання має потрапляти на приймач, пройшовши крізь васкуляризовану тканину. По закінченні латентного періоду, через 20 секунд від моменту установки датчика, прилад реєструє SpO<sub>2</sub> і частоту серцевих скорочень (ЧСС). Діапазон вимірів ЧСС перебуває в інтервалі від 30 до 280 ударів на хвилину, а SpO<sub>2</sub> – від 0 до 99% [17].

Функцію зовнішнього дихання із визначенням пікової об'ємної швидкості видиху (ПОШ) проводили на апараті Master Scope PC

фірми «Erix Sger». Апарат відноситься до сучасних спірографів. Він оснащений комп'ютеризованим приладом, в основі якого – принцип дії пневмотахометрів. Метод спрямований на діагностику виду й ступеня вентиляційних порушень легень на підставі аналізу кількісних та якісних змін пневмотахографічних показників. Цей метод дозволяє добирати медикаменти, планувати лікування, оцінювати його ефективність, визначати зворотність бронхіальної обструкції. Дані швидкостей і об'ємів потоку обробляються на персональному комп'ютері завдяки адаптованому програмному забезпеченню. Крива «потік - об'єм» при цьому відображається на екрані монітора й може бути роздрукована на папері або збережена на магнітному носії (діагностичний комплекс Master Score PC німецької фірми «Erix Sger»). Сучасний прилад, що використовується для дослідження співвідношення «потік-об'єм», відображає криву на екрані монітора під час виконання тесту. Після цифрової обробки інформації отримані результати виводяться у вигляді показників ФЗД.

Отримані результати інструментальних методів дослідження оброблені за допомогою програми MedStat, що працює під керуванням операційної системи MS Windows 95/98/XP і висуває мінімальні вимоги до апаратних ресурсів ПЕОМ [18].

Статистичну обробку матеріалу здійснено за допомогою критерію Ст'юдента. В якості довірчого інтервалу, що дорівнює  $\pm t_m$ , при значенні  $t \geq 2$ , вірогідність відмін-

ностей порівнюваних груп перевищувала 95 % ( $p < 0,05$ ). Силу й характер зв'язку між змінними визначали за допомогою показника рангової кореляції Пірсона (R) при параметричному описі й Спірмена (p) – при непараметричному описі.

**Результати та їх обговорення.** Отримані дані наведені у таблиці 1.

Як видно з таблиці 1, пікова об'ємна швидкість видиху та показник ступеня насичення крові перебували в межах належних значень. Показники початкового (Т1) та загального (Т2) часу МЦТ вірогідно відрізнялися від належних показників, що свідчить про його прискорений стан ( $P < 0,05$ ). При визначенні сили й характеру взаємозв'язку лінійного кореляційного зв'язку між показниками насичення крові киснем, станом мукоциліарного транспорту та бронхіальною прохідністю виявлено не було ( $P > 0,05$ ). Таким чином, відсутність достовірного зв'язку між цими показниками свідчить про те, що в здорових людей поряд з показниками бронхіальної прохідності й мукоциліарного транспорту існують досить великі резерви оксигенації крові киснем, що може бути предметом подальшого вивчення при фізичних навантаженнях у спортсменів.

## Висновки

1. Пікова об'ємна швидкість видиху та показник ступеня насичення крові киснем перебували в межах належних значень.
2. Показники початкового (Т1) та загального (Т2) часу МЦТ віро-

Таблиця 1

### Бронхіальна прохідність, мукоциліарний транспорт (МЦТ) та насичення крові киснем у здорових людей

№	Показник	Отримані результати	
		Належні	Фактичні
1	Пікова об'ємна швидкість видиху (ПОШ) (л)	$7,66 \pm 0,20$	$7,9 \pm 0,29$
2	Початковий час (Т1) МЦТ (хвил)	$12,6 \pm 1,5$	$6,67 \pm 0,33$
3	Загальний час (Т2) МЦТ (хвил)	$18,8 \pm 2,97$	$13,3 \pm 0,57$
4	Сатурація крові киснем (SpO <sub>2</sub> ) (%)	98 - 99	$98,5 \pm 0,74$



гідно відрізнялися від належних показників, що свідчить про прискорений стан МЦТ ( $P < 0,05$ ).

3. При визначенні сили й характеру лінійного кореляційного зв'язку між показниками насичення крові киснем, станом мукоциліарного транспорту та бронхіальною прохідністю виявлено не було ( $P > 0,05$ ).

#### Література:

1. Мукоциліарний кліренс и бронхиальная проходимость у больных эпидемическим туберкулезом легких [Текст] / С. Б. Норе́йко [и др.] // Арх. клин. эксп. мед. – 2002. – Т. 11, № 3. – С. 359–363.
2. Парсонз, П.Э. Секреты пульмонологии / Поли Э. Парсонз., Джон Э. Хеффернер ; пер. с англ. О. Ф. Колодкина. – М. : МЕД-пресс-информ, 2004. – 648 с. ISBN 5-98322-015-2 (рус.), ISBN 1-56053-427-3 (англ.)
3. Организация работы по исследованию функционального состояния легких методом спирографии и пневмотахографии и применение этих методов в клинической практике [Текст] : метод. указания / О.И. Турина [и др.]. – Минск, 1999. – 56 с.
4. Норе́йко, Б.В. Клиническая физиология дыхания / Б.В. Норе́йко, С.Б. Норе́йко. – Донецк, 2000. – 116 с. ISBN 966-7519-65-1.
5. Knudson, R.I The maximal Expiratory Flow-Volume Curve [Text] / R. I. Knudson, R.C. Slatin // Am. Rev. Respir. Dis. – 1976. – Vol. 113. – P. 587–600.
6. Норе́йко С.Б. Состояние функции внешнего дыхания здоровых людей молодого возраста [Текст] / С.Б. Норе́йко // Физическое воспитание студентов. – 2012. – № 1. – С. 84–86.
7. Efficacy of a sacharin test for screening to detect abnormal mucociliary clearance [Text] / P. Stanley [et al.] // Br. Dis. Chest. – 1984. – Vol. 78. – P. 62–65.
8. Горовенко, Н.Г. Мукоциліарний та кашльовий кліренс при муковісцидозі [Текст] // Укр. пульмонол. журн. – 2000. – № 1. – С. 22–25.
9. Громашевська, Л.Л. «Середні молекули» як один з показників «метаболическої інтоксикації» в організмі [Текст] / Л.Л. Громашевська // Лаб. диагностика. – 1997. – № 31. – С. 11–16.
10. Емельянов, А.В. Бронхолитическая терапия хронической обструктивной болезни легких стабильного течения [Текст] / А.В. Емельянов // Пульмонология. – 2005. – № 5. – С. 115–121.
11. Iwanaga, T. Clinical analysis of patients with sequelae of pulmonary tuberculosis undergoing home oxygen therapy [Text] / T. Iwanaga, T. Ikeda, K. Machida, T. Kawashiro // Kekkaku. – 2006. – Vol. 81, № 6. – P. 407–412.
12. Can spirometry, pulse oximetry and dyspnea scoring reflect respiratory failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease exacerbation? [Text] / M. S. Gijay [et al.] // Med. Princ. Pract. – 2007. – Vol. 16, № 5. – P. 378–383.
13. Arterial blood gases study in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease in accordance with spirometric values [Text] / J. Fernandez Guerra [et al.] // Med. Clin. (Barc). – 2006. – Vol. 127, № 3. – P. 90–92.
14. Норе́йко, С.Б. Визначення мукоциліарного транспорту у хворих на епідемічний туберкульоз за допомогою сахаринового тесту в новій модифікації [Текст] / С.Б. Норе́йко // Одеський медичний журнал. – 2002. – № 3. – С. 52–56.
15. Пат. № 58185 Україна, МКИ А61В10/00. Спосіб визначення мукоциліарного транспорту дихальних шляхів [Текст] : Норе́йко Б.В., Норе́йко С.Б., Гришун Ю.А., Лепшина С.М. ; заявник та патентовласник Донецький державний медичний університет ім. М. Горького. – № 2002108352 ; заявл. 22.10.2002 ; опубл. 15.07.2003, Бюл. № 7. – 2 с.
16. Noreyko, B.V. The method of determining the mucociliary transport of the respiratory tract in a new modification [Text] / S. M. Lepshina, B. V. Noreyko, Yu. A. Grishun // European Respiratory Journal. – 2004. – Vol. 24, Suppl. 48 – P. 418.
17. Пульсоксиметр «Ютасокси» : инструкция по эксплуатации к аппарату ЮТАСОКСИ [Текст]. – Компания «ЮТАС» : новые технологии в медицинском приборостроении. 2000. – 15 с.
18. Основы компьютерной биостатистики: анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat [Текст] / Ю.Е. Лях, В.Г. Гурьянов, В.Н. Хоменко, О.А. Панченко. – Донецк : Папакица Е. К., 2006. – 214 с. ISBN 966-96255-2-1.

