

ПОВІДОМЛЕННЯ І РЕЦЕНЗІ

УДК 615.471.036:616

Лопата В.О., Писаренко Т.В., Попов А.О., Синькоп Ю.С., Ель Шебах М.А.
**ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОМП'ЮТЕРНО СПІРОМЕТРИ У ВИЯВЛЕННІ ПАТОФІЗІОЛОГІЧНИХ
 ПОРУШЕНЬ ВЕНТИЛЯЦІЙНО ФУНКЦІ ДИХАННЯ**

НТУ Ук ра ни “Ки вський політехнічний інститут”

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОМП'ЮТЕРНО СПІРОМЕТРИ У ВИЯВЛЕННІ ПАТОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОРУШЕНЬ ВЕНТИЛЯЦІЙНО ФУНКЦІ ДИХАННЯ – У статті викладено проблеми сучасно спірометрії, які виникають внаслідок підвищення вимог до інтерпретації результатів. Висвітлені можливі шляхи розв'язання цих проблем в аспектах методичного, апаратного і програмного забезпечення спірометрії.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СПИРОМЕТРИИ В ВЫЯВЛЕНИИ ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ДЫХАНИЯ – В статье изложены проблемы, которые предстают перед современной спирометрией вследствие повышения требований к интерпретации ее результатов. Освещены возможные пути разрешения этих проблем в аспектах методического, аппаратного и программного обеспечения спирометрии.

THE PROBLEMS AND PROSPECTIVES OF COMPUTER SPIROMETRY IN REVEALING PATHOPHYSIOLOGICAL FAILURES OF RESPIRATORY VENTILATION FUNCTION – The article characterizes the problems of contemporary spirometry in connection with increasing of the requirements to interpretation of its results. The possible ways of solving these problems are lighted in the aspects of methodological, hardware and software ensuring of spirometry.

Ключові слова: патофізіологічні порушення вентиляційно функції дихання; спірометрія.

Ключевые слова: патофизиологические нарушения вентиляционной функции дыхания; спирометрия.

Key words: pathophysiological failures of respiratory ventilation function; spirometry.

За 160 років свого існування спірометрія зайняла чільне місце в функціональній діагностиці вентиляційно функції дихання (ВФД). Цьому сприяли зусилля спеціалістів клінічно фізіологів дихання, практично медицини і біомедичного приладобудування. На сучасному етапі свого розвитку спірометрія характеризується:

- фізіологічним обґрунтуванням досліджень дихання, зокрема – форсованих дихальних маневрів;
- сталою номенклатурою показників, що характеризують ВФД;
- застосуванням різноманітних технічних засобів вимірювання параметрів повітряних потоків;
- затвердженням глобальних стандартів [11], що поєднують вимоги Американського Торакального Товариства (ATS) та Європейського Респіраторного Товариства (ERS);
- широким запровадженням мікропроцесорно техніки.

У той же час перед спірометрією постають нові вимоги, пов'язані з потребами як фізіологів дихання, так і прикладних медичних дисциплін – пульмонологів, фтизіатрів, сомнологів, реаніматологів, алергологів, сімейно медицини. Мова йде про доказове вивчення ВФД з розкриттям патофізіологічних механізмів порушень на основі визначення параметрів біомеханіки дихання. Ці вимоги породжують проблеми суттєвого підвищення інформативності методики та метрологічних характеристик апаратури спірометрії. Розглянемо можливі шляхи їх розв'язання.

1. Сучасна спірометрія формує діагностичні висновки в першу чергу на оцінці показників форсованого видиху. Об'ємні показники (життєва ємність легень (ЖЕЛ), форсована життєва ємність легень (ФЖЕЛ) та об'єм форсованого видиху за першу секунду (ОФВ 1) свідчать, більшою мірою, про еластичні властивості легень, які в механіці дихання визначаються показником розтяжності C_L . Величини швидкісних показників форсованого видиху (піково об'ємно

швидкості (ПОШ), миттєвих та середніх об'ємних швидкостей (МОШ) та (СОШ) демонструють свою залежність від стану ще одного показника механіки дихання – опору дихальних шляхів R_{aw} . Можна вважати, що спірометрія опосередковано визначає найважливіші параметри механіки дихання, проте ці визначення мають тільки якісний характер, в той час як кількісні визначення можливі лише для методично та апаратно складно плетизмографії всього тіла. Тим не менше, існує можливість більш точного визначення величин C_L і R_{aw} методом спірометрії за умови використання нового інформативного параметра процесу форсованого видиху. Таким параметром є постійна часу процесу $\tau = R_{aw} \cdot C_L$. Публікації [1,2,6,9] викладають методологію обрахування та інтерпретації величини τ для кількісного визначення показників механіки дихання та нормативів спірометрії. Вочевидь вірогідна поява нових інформативних показників спірометрії з використанням параметру τ , які можуть бути сконструйовані на підґрунті моделювання процесів дихання [5].

2. Запровадження нових показників спірометрії потребуватиме певного перегляду медико-технічних вимог [11] до спірометрів. Це стосуватиметься переважно [3]: допустимо похибки вимірювань (зниження від $\pm 3\%$ до $\pm 1,5\%$) та опору дихання (зниження від 50 до 20 Па·с/л).

Оскільки деякі з уживаних наразі спірометричних перетворювачів (в першу чергу – трубки Флейша та Ліллі) не зможуть відповідати цим вимогам [3], то актуальною видається задача модифікації існуючих (ультразвукових, термоанемометричних, турбінних) і розробки нових перетворювачів з використанням досягнень сучасно мікроелектронно та мікромеханічно технологій [10].

3. Значний резерв можливостей розв'язання проблем спірометрії приховує в собі прикладне програмне забезпечення (ППЗ) комп'ютерних спірометрів. Його вдосконалення має декілька аспектів, однаково важливих для технології спірометричних досліджень:

- уніфікація структури побудови блоків (підпрограм) ППЗ;
- стандартизація алгоритмів інтерпретації результатів тестування;
- включення опцій тренінгу та стимулювання пацієнта і оператора.

Уніфікована структура побудови ППЗ, яка може бути використана для спірометра будь-якого рівня ієрархії [4], [8].

Одним з найбільш дискусійних питань із методики спірометрії залишається процедура формування діагностичних висновків за результатами тестів. В цій процедурі важливу роль відводять алгоритму формування, особливо в умовах комп'ютерно спірометрії.

Аналіз рекомендованих стандартами і настановами [11-13] алгоритмів виявив, що всі вони при формуванні висновків обмежуються використанням лише двох – чотирьох об'ємних показників ВФД – ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ 1, ОФВ 1 / ФЖЕЛ. Таким чином, швидкісні показники спірометрії не беруться до уваги в цій відповідальній процедурі, а розглядають лише як допоміжні чинники, що характеризують форму криво “потік-об'єм” форсованого видиху.

Зважаючи на те, що швидкісні показники дозволяють не лише значно точніше визначати характер патофізіологічних порушень ФВД, але й окреслювати локалізацію таких порушень [2], видається нагально необхідним розробляти більш розлогі, структуровані алгоритми формування діагностичних висновків за участі восьми показників – чотирьох вищенаведених і чотирьох швидкісних (ПОШ, МОШ 50, МОШ 75, СОШ 25-75), які характеризують стан ВФД на різних рівнях трахеобронхіального тракту. Розгляд такої кількості показників на 32 % збільшить міру інформативності відносно розгляду чотирьох показників [7].

Форсовані дихальні маневри потребують не тільки прикладання максимальних зусиль дихально мускулатури, але й певно тренуваності пацієнта, його свідомо участі в тестуванні. Стандарти і настанови [11-13] нормують високі критерії повторюваності і відтворюваності ФЖЄЛ та ОФВ 1. Дотримання цих норм потребує підготовленості оператора і пацієнта, х співробітництва, іноді – багаторазового виконання маневрів, що призводить до втоми пацієнта, непродуктивного використання часу і матеріальних втрат [12].

Ефективним методом вирішення проблеми є використання спеціальних відеопрограм, які не тільки роз'яснюють оператору і пацієнту мету виконуваних маневрів і демонструють методику їх вірного виконання, але й містять певні стимулюючі елементи. Оскільки основний контингент пацієнтів, яким адресовані програми, складають дошкільники, ці елементи використовують анімаційну стимуляцію [14]. Сюжети анімацій зазвичай відтворюють дихальні маневри в формі гри. Для дорослих стимулюючі анімаційні елементи адаптуються до відповідного сприйняття.

Таким чином, вирішення методичних і апаратних проблем сучасно спірометрії можливе за умови:

- запровадження нових змодельованих параметрів оцінки ВФД;
- розробки структурованих алгоритмів інтерпретації результатів спірометричних тестів;
- суттєвого підвищення медико-технічних вимог до спірометрів на основі реалізації нових технічних методів вимірювань повітряних потоків;

· стандартизації програмного забезпечення спірометрів з включенням в нього опцій стимулювання пацієнта та моделювання процесів дихання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иванов Л.А., Лопата В.А. Анализ процесса форсированного выдоха при различных способах его регистрации на основе параметра постоянной времени. – Физиологический журнал. – 1987. – Т. 33. – № 3. – С. 108-112.
2. Кучук А.А., Лопата В.А. Унификация диагностических показателей процесса форсированного выдоха // Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 1994. – № 3. – С. 109-112.
3. Лопата В.А. Медико-технические требования к флоуспирометрам: стандарты, перспективы и возможности выполнения // Украинский пульмонологический журнал. – 2005. – № 3 (додаток). – С. 46-49.
4. Лопата В.А., Сахно Ю.Ф. Многоуровневая система спирометрической аппаратуры. – Функциональная диагностика. – 2003. – № 2. – С. 52-55.
5. Лопата В.А., Эль Шебах М.-А.А. Моделирование вентиляционных процессов дыхания: обзор задач и методов, оценка результатов и перспектив // Электроника и связь. Темат. выпуск "Проблемы электроники". – 2006. – Ч. 1. – С. 84-91.
6. Смирнов А.Д., Канаев Н.Н. О постоянной времени форсированного выдоха // Клиническая медицина. – 1975. – Т. 53, № 12. – С. 98-103.
7. Соломенцева Т.В., Кузнецова В.К., Лаврушин А.А. Алгоритм интерпретации зависимости "поток-объем" на этапе скрининг-исследования системы внешнего дыхания // Мед. техника. – 1991. – № 1. – С. 16-20.
8. Эль Шебах М.А.-А. Принципы построения программного обеспечения спирометрии // Электроника и связь. Темат. выпуск "Электроника и нанотехнологии". – 2009. – № 4-5. – Ч. 2. – С. 213-215.
9. Chinn D.J., Cotes J.E. Transit time indices derived from forced expiratory spirometry: repeatability and criteria for curve selection and truncation. – Eur. Respir. J. – 1994, V. 7. – № 2. – P. 402-408.
10. Judy J.W. Biomedical applications of MEMS.
11. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V. et al. Standardization of spirometry // Eur. Respir. J. – 2005. – V. 26. – P. 319-338.
12. Pierce R., Johns D.P. Spirometry. The measurement and interpretation of ventilatory function in clinical practice. – McGraw-Hill, Australia. – 2003.
13. Spirometry in practice. A practical guide to using spirometry in primary care. 2nd edit. British Thoracic Society, British COPD Consortium. – April 2005. – 24 p.
14. Vilozni D., Barak A., Efrati O. et al. The role of computer games in measuring spirometry in healthy and "asthmatic" preschool children // Chest. – 2005. – V. 128. – P. 1146-1155.