



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99182** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
A61B 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 12253	(72) Винахідник(и): Майданник Віталій Григорович (UA), Макаренкова Анастасія Анатоліївна (UA), Макаренков Анатолій Павлович (UA), Макян Сірун Валеріївна (UA), Котурбаш Радислав Йосипович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.11.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.05.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.05.2015, Бюл.№ 10	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ГІДРОМЕХАНІКИ НАН УКРАЇНИ, вул. Желябова, 8/4, м. Київ-180, 03680 (UA)

(54) СПОСІБ АКУСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ РЕМІСІЇ У ДІТЕЙ З БРОНХІАЛЬНОЮ АСТМОЮ

(57) Реферат:

Спосіб акустичної діагностики ремісії у дітей з бронхіальною астмою включає багатоканальну синхронну електронну реєстрацію звуків дихання з подальшою комп'ютерною обробкою і візуалізацією отриманих зареєстрованих звуків. При спокійному диханні в "миттєвих" спектрах звуків дихання відзначають збільшення частотного діапазону більш ніж на 30 % на вдиху і на 20 % на видиху, відповідно до вікової групи, і підвищення інтенсивності даних звуків на вдиху і видиху на величину більш ніж 10 дБ, за відсутності широкосмугових імпульсних і гармонійних сигналів, після чого роблять висновок, що сукупність цих ознак з імовірністю 96 % дозволяє стверджувати про ремісію у дітей з бронхіальною астмою.

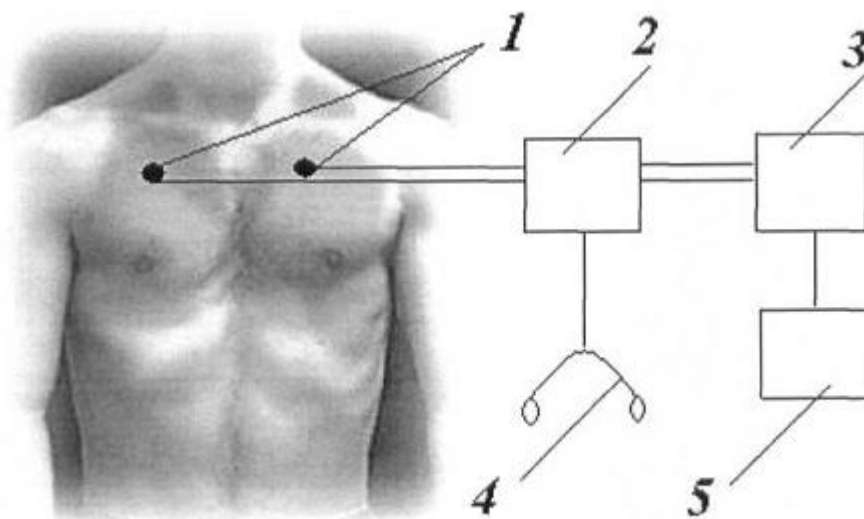


Fig. 1

UA 99182 U

Корисна модель, що заявляється, належить до області медичної акустики і використовується для комп'ютерної діагностики ремісії у дітей з бронхіальною астмою.

Відомі такі способи та прилади електронної аускультативної [1, 2]. В зазначених приладах як сенсори, які реєструють шуми життєдіяльності, використовуються мікрофони. Для підсилення електричних сигналів, що виробляються цими мікрофонами, застосовуються електронні підсилювачі, посилені сигнали відтворюються в звуковій за допомогою електроакустичних перетворювачів.

До недоліків вказаних приладів треба віднести нелінійність амплітудно-частотної характеристики та зменшення чутливості мікрофонів з частотою.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб, що включає використання комп'ютеризованої системи реєстрації і аналізу звуків дихання, і звуків серця [3], в якому будується монохромне зображення зареєстрованих на грудній клітині звукових сигналів у вигляді спектрограм.

До недоліків способу треба віднести те, що реєстрація діагностичної корисної інформації, а, отже, і її обробка проводиться послідовно від однієї точки до іншої, що істотно обмежує можливості способу. В той же час, відомо, що існують більш інформативні кількісні характеристики випадкових сигналів, а саме: взаємний спектр, функції кореляції та когерентності, перехідна функція, які можуть бути отримані лише при багатоканальній обробці і при меншому співвідношенні сигнал/перешкода і дозволяють виявляти захворювання на ранніх стадіях хвороби. Крім того, у відомому способі [3], будують лише монохромне зображення зареєстрованих звукових сигналів, що знижує діагностичну ефективність.

Задача корисної моделі, що заявляється, полягає в підвищенні ефективності неінвазивної діагностики легеневих захворювань, таких як бронхіальна астма в стадії ремісії у дітей, за рахунок можливості поліхромної візуалізації, об'єктивізації, документації та моніторингу аускультативних ознак пацієнта.

Технічний результат, що досягається корисною моделлю, дозволяє підвищити ефективність діагностики ремісії у дітей з бронхіальною астмою.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі акустичної діагностики ремісії у дітей з бронхіальною астмою, що заснований на багатоканальній одночасній електронній реєстрації звуків дихання на грудній клітині, з подальшою комп'ютерною обробкою і візуалізацією отриманих зареєстрованих звуків, при спокійному диханні в "миттєвих" спектрах звуків дихання відзначають збільшення частотного діапазону більш ніж на 30 % на вдиху і на 20 % на видиху, відповідно до вікової групи, і підвищення інтенсивності даних звуків на вдиху, і видиху на величину більш ніж 10 дБ при відсутності широкосмугових імпульсних, і гармонійних сигналів, після чого роблять висновок, що сукупність цих ознак з імовірністю 96 % дозволяє стверджувати про ремісію у дітей з бронхіальною астмою.

Практика використання розробленого способу в умовах стаціонару показала, що саме такий підхід - аналіз характеристик звуків дихання з тривимірних спектрів (фоноспіограм): частоти та інтенсивності - є найбільш ефективним способом, який пропонується, як такий, що має великі можливості, не тільки в силу високої діагностичної ефективності, але й через свою неінвазивність та екологічну безпечність.

Суть запропонованого способу діагностики пояснюється фіг. 1-3.

На фігурі 1 зображена блок-схема комп'ютерного комплексу, на якому виконана перевірка запропонованого способу діагностики.

На фігурі 2 відображена залежність частоти звуків дихання від віку у здорових дітей і дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії.

На фігурі 3 представлена залежність інтенсивності звуків дихання від віку у здорових дітей і дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії.

Комп'ютерний комплекс (фіг. 1), на якому здійснюється діагностика, складається з високочутливих мініатюрних п'єзокерамічних акустичних сенсорів - 1, багатоканальних малoshумних підсилювачів з системою фільтрів високих і низьких частот - 2, персонального комп'ютера зі спеціалізованим програмним забезпеченням - 3, розробленим авторами винаходу. Для контролю якості сигналу використовуються головні телефони - 4, підключені до виходу частотних фільтрів підсилювача, а також комп'ютерна мультимедійна периферія 5.

На графіку (фіг. 2) представлені результати клінічної перевірки частотних діапазонів звуків дихання, на вдиху та видиху, у здорових дітей і дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії. По осі абсцис відкладено вік дітей (в роках), а по осі ординат частота звуків дихання в кілогерцах (кГц). Криві 6 і 8 належать до звуків вдиху і видиху, відповідно, у здорових дітей, крива 7 - це значення частот звуків дихання на вдиху у дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії, а крива 9 показує звуки дихання на видиху у дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії.

Фігура 3 - це графічна залежність інтенсивності звуків дихання на вдиху у здорових дітей - крива 10, а крива 12, показує рівні інтенсивності звуків дихання на видиху у здорових дітей. Криві 11 і 13, відповідають інтенсивності звуків дихання на вдиху і видиху, відповідно, у дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії. Всі залежності отримані при клінічних дослідженнях.

5 Спосіб здійснюється наступним чином:

Пацієнт сідає в крісло і спокійно дихає. Датчики 1-4 прикріплюються до поверхні грудної клітини пацієнта двостороннім лейкопластиром. Реєстрацію звуків дихання проводять синхронно протягом 20 секунд в двох попарно симетричних точках на поверхні грудної клітини: на рівні 2-го ребра по середньоключичній лінії (праворуч і ліворуч) - в подальшому ці точки позначаються, як точки 2 Пр і 2 Лев; та на рівні 7-го ребра під кутом лопатки (праворуч та ліворуч) - точки 7 Пр і 7 Лев. Перед реєстрацією звуків дихання, виконують частотну фільтрацію фільтрами 2, після чого сигнал передається на комп'ютер 3. Якість корисного сигналу контролюють за допомогою головних телефонів 4.

15 Після запису звуків дихання проводять комп'ютерну обробку. Поліхромну візуалізацію і роздрукування характеристик сигналів здійснюють за допомогою мультимедійної периферії 5.

Перевірка запропонованого способу виконувалась на репрезентативній вибірці дітей. З 62 пацієнтів - 28 здорових і 34 хворих дітей на бронхіальну астму, в стадії ремісії. Діагнози були верифіковані стандартними клінічними методами. Комп'ютерна фоноспірографія проводилася під час стаціонарного лікування дітей. Вік дітей складав від 3 до 17 років.

20 Як параметри, які фігурують в процедурі ухвалення рішення "здоровий пацієнт" - "пацієнт з бронхіальною астмою в стадії ремісії", використовувалися характеристики 3-х мірних частотно-часових спектрів "миттєвих" спектрів звуків дихання на вдиху та видиху при спокійному диханні: частота спектральних складових та їх інтенсивність.

25 Під "миттєвим спектром" мається на увазі спектр, усереднений за інтервал δt , який істотно менший, ніж інтервал часу δT , характерний для процесу, що вивчається. Для звуків дихання як інтервал δT вибирають час одного дихального циклу (вдих-видих-пауза). В цьому випадку характерний час усереднювання δt не перевищує 5,0-10,0 % часу дихального циклу. По суті, це звичайна спектрограма, яку у фізичній акустиці прийнято називати "фоноспірограма" (фонозвук; спіродихання; грама - малюнок) [4, 5].

30 За допомогою аналізу "миттєвих спектрів", встановлено відміну частотного діапазону і інтенсивності звуків на вдиху і видиху, у дітей хворих на бронхіальну астму в стадії ремісії, у порівнянні зі здоровими дітьми (див. фіг. 2 та фіг. 3). При цьому в "миттєвих спектрах" відсутні, як тони та обертони (сухі хрипи), так і імпульсні широкосмугові сигнали (вологі хрипи).

Згідно з фігурою 2 та фігурою 3 типові відмінності в "миттєвих спектрах" були:

35 - збільшення частотного діапазону звуків на вдиху на 310 Гц у 3-х річних дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії, крива 7 (фіг. 2), в порівнянні з частотним діапазоном звуків дихання у здорових дітей одного і того ж віку, крива 6, відповідає 31 %. У дітей семирічного віку таке порівняння відповідає 32,4 % (260 Гц), а у віці от 13 до 17 років - 31,2 % (185 Гц);

40 - на видиху частота дихання, у дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії, крива 9 (фіг. 2), виявлено підвищення частот у всіх вікових групах більш ніж на 20 %, відповідно частот звуків дихання у здорових дітей, крива 8 (фіг. 2);

45 - підвищення інтенсивності звуків на вдиху і видиху на величину більше 10 дБ (в 3 рази) у дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії в порівнянні зі здоровими дітьми фіг. 3, криві 10, 11 та 12, 13, відповідно.

- відсутність тонів і обертонів (сухих хрипів), а також імпульсних широкосмугових сигналів (вологих хрипів).

50 Для повного розуміння отриманих результатів відзначимо фізіологічну закономірність: зі збільшенням віку дітей, частота і інтенсивність звуків дихання зменшується, що видно з кривих 6-13.

Виявлені нами відмінності в звуках дихання хворих вказують на те, що при бронхіальній астмі в стадії ремісії відбувається трансформація звуків дихання, яка обумовлена морфологічними змінами в дихальній системі дитини. Це пов'язано з тим, що при русі повітря в бронхах і бронхіолах у дітей з бронхіальною астмою в стадії ремісії, відсутні процеси обструкції і гіперсекреції слизу. Все це призводить до зниження аеродинамічного опору повітря в бронхіальній системі і викликає збільшення швидкості повітря в ній, що відповідно до законів аероакустики викликає зростання частотного діапазону звуків на вдиху і видиху, і підвищення їх інтенсивності [5].

Крім того, відсутність обструкції обумовлює неможливість генерації сухих і вологих хрипів.

Сукупність подібних звукових явищ, виявлених у дитини, дозволяє з достатньою вірогідністю (до 96,0 %) діагностувати наявність бронхіальної астми в стадії ремісії у дитини.

Таким чином, запропонований нами спосіб діагностики бронхіальної астми в стадії ремісії у дітей дозволяє в реальному масштабі часу оцінювати стан респіраторної системи дитини з точки зору наявності чи відсутності у нього даного стану в широкому діапазоні конституційних особливостей пацієнта. Періодичне використання в процесі лікування розробленого способу дозволяє кількісно прослідкувати тенденції динаміки перебігу захворювання нижніх дихальних шляхів у дитини, а побудова відповідних фоноспірограм дозволяє детально відслідкувати та задокументувати особливості звуків дихання пацієнта в процесі лікування.

Спосіб був апробований на базі відділення пульмонології Обласної дитячої лікарні м. Івано-Франківськ. Отримані позитивні результати від його використання дозволяють рекомендувати його для широкого впровадження в практичну медицину.

Джерела інформації:

1. А.с. № 1595472 кл. А 61В7/04, 1990 СРСР.

2. Пат. США № 4720866 кл. А61В7/00, 1988.

3. Kompis M., Pasterkamp H., Wodicka G.R. Acoustic Imaging of the Human Chest // Chest. - 2001. - Vol. 120. - P. 1309-1321.

4. Новые методы регистрации и обработки шумов дыхания человека / В.Т. Гринченко, А.А. Макаренко // Акустичний вісник. - Київ, 2009. Т. IV, вып. 3-4. - С. 13-14.

5. Петровский В.С. Гидродинамические проблемы турбулентного шума. // Л.: Судостроение, 1966, 252 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб акустичної діагностики ремісії у дітей з бронхіальною астмою, що включає багатоканальну синхронну електронну реєстрацію звуків дихання з подальшою комп'ютерною обробкою і візуалізацією отриманих зареєстрованих звуків, який **відрізняється** тим, що при спокійному диханні в "миттєвих" спектрах звуків дихання відзначають збільшення частотного діапазону більш ніж на 30 % на вдиху і на 20 % на видиху, відповідно до вікової групи, і підвищення інтенсивності даних звуків на вдиху і видиху на величину більш ніж 10 дБ, за відсутності широкосмугових імпульсних і гармонійних сигналів, після чого роблять висновок, що сукупність цих ознак з імовірністю 96 % дозволяє стверджувати про ремісію у дітей з бронхіальною астмою.

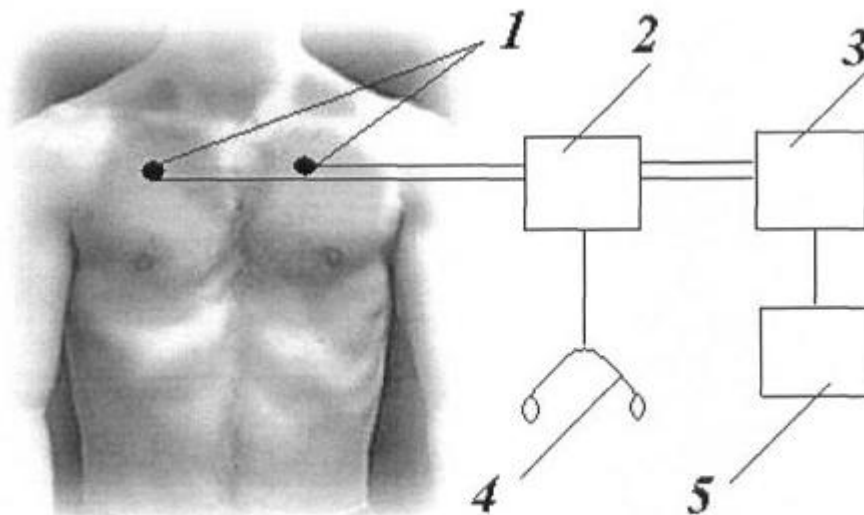


Fig. 1

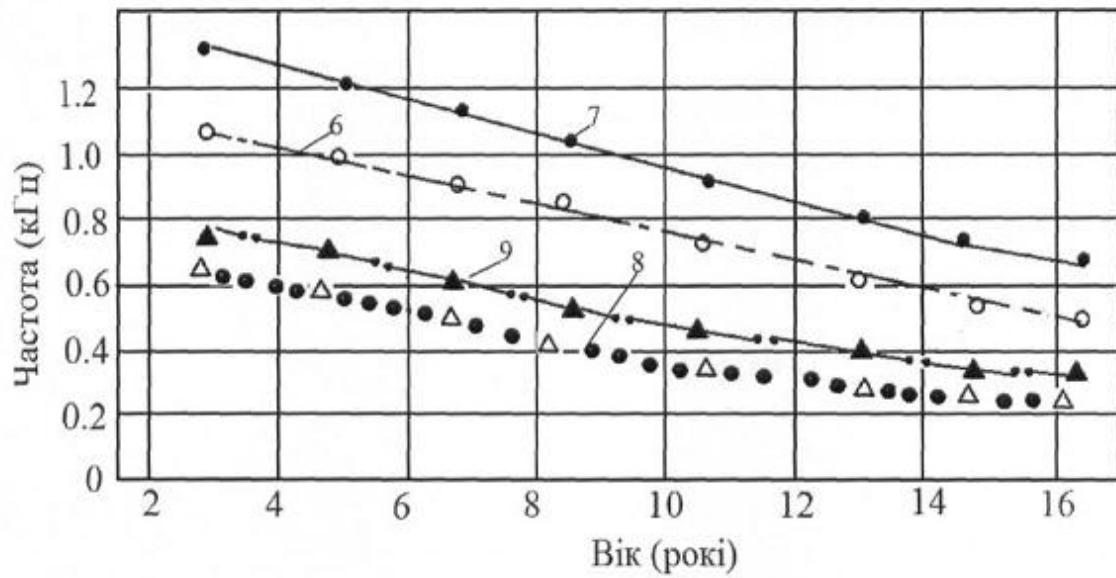


Fig. 2

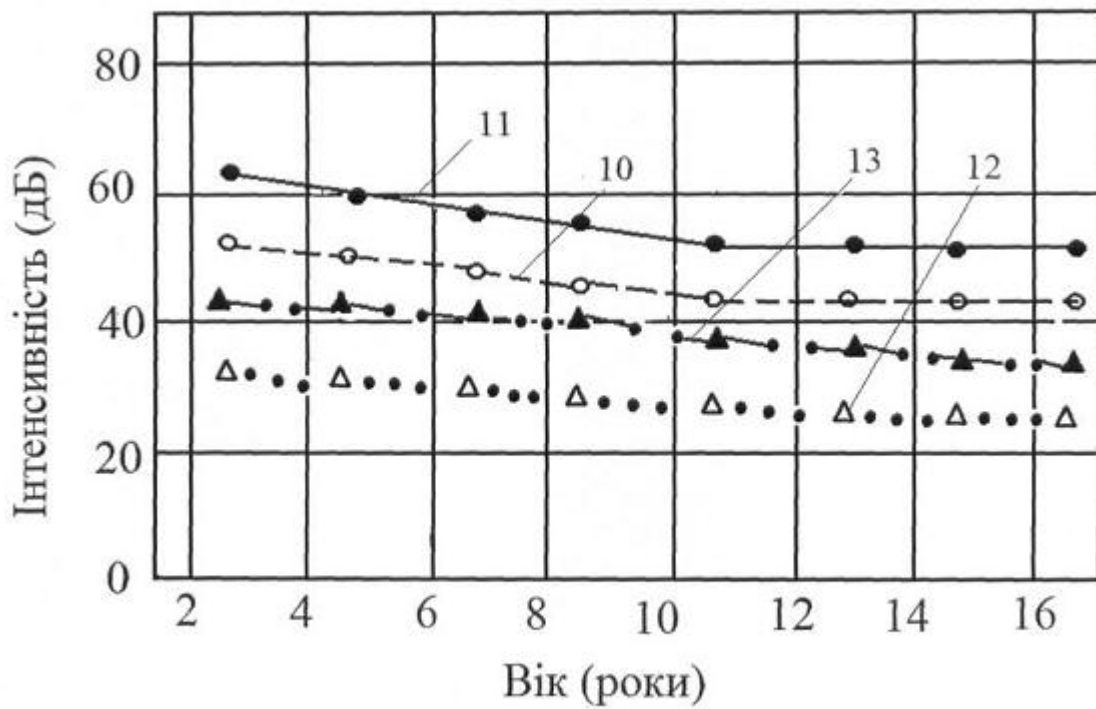


Fig. 3

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601