



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61646 (13) U
(51) МПК (2011.01)
A61B 5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ НЕІНВАЗИВНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ "ОКСІТЕРМ"

1

2

(21) u201015904

(22) 29.12.2010

(24) 25.07.2011

(46) 25.07.2011, Бюл.№ 14, 2011 р.

(72) КОТОВСЬКИЙ ВІТАЛІЙ ЙОСИПОВИЧ, ОСАУ-
ЛЕНКО ВЯЧЕСЛАВ ЛЕОНІДОВИЧ, КОВАЛЕНКО
МИКОЛА МИКИТОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ"(57) 1. Спосіб неінвазивних досліджень функціона-
льного стану організму, що включає визначення
розподілу температурних полів на поверхні шкір-
ного покриву пацієнта та дистанційну реєстрацію
інфрачервоного випромінювання шкірного покриву
пацієнта, який **відрізняється** тим, що спочаткувстановлюють границі термоаномальних зон шля-
хом визначення температурних градієнтів між ді-
лянками на шкірному покриві, на встановленій
границі вимірюють парціальний тиск кисню та
здійснюють контроль кисневого статусу і за отри-
маними результатами судять про функціональний
стан організму.2. Спосіб неінвазивних досліджень функціонально-
го стану організму за п. 1, який **відрізняється** тим,
що границю термоаномальних зон встановлюють
по лінії з перевищенням температурного градієнта,
що складає 0,4 °С.3. Спосіб неінвазивних досліджень функціонально-
го стану організму за пп. 1, 2, який **відрізняється**
тим, що за нормальний парціальний тиск кисню
приймають величину, що складає 15-20 мм рт. ст.

Корисна модель належить до області біоме-
дицини й призначена для виявлення патологічних
проявів у людини, включаючи новоутворення на
ранніх стадіях.

Сучасні біомедичні дослідження широко вико-
ристовують методи морфологічних структурних
досліджень, вершиною яких є сучасна комп'ютерна
томографія, яка дозволяє наочно виявити локалі-
зацію патологічного процесу. Однак порушення
функціонування саморегулюючої системи відбува-
ється задовго до прояву дисфункції організму.
Тому дуже важливим є раннє виявлення місця та
ступеня функціональних змін, які передують мор-
фологічним змінам. Недоліком морфологічних ме-
тодів досліджень є дія на пацієнта тим чи іншим
видом випромінювання інструментальними засо-
бами. При цьому тривалість циклу обстеження,
наприклад, за допомогою томографа, може дося-
гати декількох годин, що робить метод досить за-
тратним та обмежує можливість його використан-
ня для масових обстежень.

Найближчим аналогом запропонованого спо-
собу є відомий метод термографічного обстежен-
ня пацієнтів (Патент США № 4310003 A61B5/00,
опубл. 1982 р.), який включає визначення темпе-
ратури мережі точок, координованих на тілі пацієн-
та, порівняння отриманої термограми з еталоно-
вою термограмою нормального стану та

визначення патології пацієнта за результатами
порівняння термограм.

Недоліком найближчого аналога є інструмен-
тальна погрішність, яка виникає при вимірі темпе-
ратури, а також погрішність, яка виникає внаслідок
суб'єктивного стану поверхні шкірного покриву
(ШП) кожного пацієнта (інтенсивність потовиділен-
ня, волосистість, жировий прошарок і т. ін.), що
відображується як додатковий температурний гра-
дієнт. Імовірність постановки правильного діагнозу
за таким способом досліджень становить не біль-
ше 60 %. Крім того, зазначений спосіб не дозволяє
виявити патологію на її ранній стадії. Також треба
відмітити, що результати обстежень не завжди
бувають достовірні у зв'язку із сильним загасанням
інфрачервоних (14) хвиль в тілі людини.

Задача корисної моделі полягає у підвищенні
достовірності ранньої діагностики стану людини
шляхом отримання додаткових характеристик фу-
нкціонального стану організму неінвазивним мето-
дом.

Поставлена задача вирішується тим, що у
спосіб неінвазивних досліджень функціонального
стану організму "ОКСІТЕРМ", що включає визна-
чення розподілу температурних полів на поверхні
ШП пацієнта шляхом дистанційної реєстрації інф-
рачервоного випромінювання ШП пацієнта, новим
є те, що границю термоаномальних зон встанов-

(19) UA (11) 61646 (13) U

люють по лінії, на якій виявлена наявність температурних градієнтів між ділянками ШП, на встановленій границі здійснюють контроль кисневого статусу (КС) шляхом вимірювання парціального тиску кисню (pO_2) в підшкірних тканинах і за отриманими результатами судять про функціональний стан організму.

Новим також є те, що границю термоаномальної зони встановлюють по лінії зі значенням температурного градієнту вище $0,4^\circ C$.

Новим також є те, що за нормальний парціальний тиск кисню в підшкірних тканинах приймають величину, що складає 15-20 мм рт. ст.

Новим також є те, що при постановці діагнозу враховують сукупність даних про температурні градієнти, місце встановлення транскутанного сенсору кисню (ТСК), дані виміру pO_2 та функціональні зміни як передвісники певної патології.

Практично при всіх видах захворювань, найбільший інтерес для медиків становить температура тіла, її розподіл та динаміка змін. Одним з найпоширеніших приладів, що дозволяє візуалізувати температурні поля людини, є ІЧ термограф - прилад, який дозволяє реєструвати, спостерігати й аналізувати на екрані монітора розподіл температурних полів по поверхні ШП. Він заснований на прийомі власного теплового випромінювання тіла людини в ІЧ діапазоні і є зовсім безпечним для пацієнта і медичного персоналу. Цей неінвазивний метод відповідає санітарним нормам і все більше використовується в ранній діагностиці різних патологічних станів людини включаючи онкологічні, неврологічні і судинні захворювання як первинний.

Відомо, що діяльність живого організму вимагає витрат енергії. Енергія ж утворюється в процесі окислювально-відновних реакцій, обов'язковим компонентом яких є кисень (O_2). Нестача O_2 викликає зупинку процесів біологічного окислювання. Організм, при цьому, не забезпечується енергією й життя кожної клітки паралізується, що впливає на власне випромінювання клітки, органів, м'язів, ШП і врешті решт всього організму.

Також відомо, що різні тканини організму мають різну потребу в кисні для здійснення своїх функцій і неоднаково чутливі до його нестачі. Обсяг O_2 , необхідного організму, залежить від того, перебуває він у стані спокою або активної діяльності, що пов'язане, зокрема із наявністю або відсутністю в ньому певних патологій. Однак для оцінки функціонального стану організму, для діагностики деяких патологічних станів, а також вибору оптимальної тактики їх лікування важливо знати не тільки загальну кількість кисню, необхідну організму в тій або іншій ситуації, але й рівень його парціального тиску в окремих тканинах. Рівень pO_2 - дуже інформативний показник. Фахівцям він говорить про те, чи добре забезпечується дана тканина киснем, наскільки повно задовольняється її потреба в цьому газі й навіть сигналізує про зміни, що починаються в організмі.

Для практичної медицини досить важливо те, що показники pO_2 окремих органів й організму в цілому є різними для органа «в нормі» чи органа «в патологічному стані». Це відкриває можливість використати знання КС організму як цінний діагно-

стичний матеріал, а в сукупності з методом 14 термографії фахівці одержать ефективний інструмент комплексних досліджень функціонального стану всього організму

Спосіб може бути реалізований на пристрої, зображеному на фіг. 1-3. Результати досліджень представлені на фіг. 4-5

На фіг. 1 представлена структурна схема комплексу для неінвазивних досліджень патологічних станів БО "ОКСІТЕРМ"; на фіг. 2 - спеціально розроблений штатив; на фіг. 3 - зовнішній вигляд комп'ютеризованого комплексу для неінвазивних досліджень функціонального стану організму "ОКСІТЕРМ"; на фіг. 4 - термограма спіни пацієнта з явно вираженою термоаномальною зоною, а на фіг. 5 - графіки зміни в часі pO_2 та локальної електричної потужності.

До складу комплексу входить термографічний канал (I) для дистанційної реєстрації 14 випромінювання ШП пацієнта, канал контролю (II) КС, персональний комп'ютер (ПК) типу Notebook (19) і спеціально розроблений штатив.

Канал дистанційної реєстрації температури (I) містить у собі ІЧ об'єктив (2), матрицю фотоприймачів (3), модуль попередніх підсилювачів (4), тактовий генератор (5), аналоговий коректор неоднорідності сигналів (6), мультиплексор (7), аналого-цифровий перетворювач (9), цифровий коректор неоднорідності сигналів (10), блок формування зображення з мікропроцесорною обробкою (8), USB вихід для підключення до ПК і реалізований на базі матричного ІЧ термографа з діапазоном (3-5 або 7-14) мкм

Канал контролю КС (II) складається з ТСК, що містить у собі модифіковану сенсорну комірку типу Clark (11), нагрівач (12) і елемент термостабілізації (13), стабілізатор температури (14), вимірювач температури (15), підсилювач вихідного сигналу сенсору (16), формувач напруги поляризації (17), модуль вводу-виводу (18) з USB виходом для підключення до ПК і реалізований на базі автономного пристрою.

Спеціально розроблений штатив містить платформу (20), котра рухається на чотирьох колесах (21), що мають кут обертання 360° , двох однакових рухомих столиків (22) для обладнання, розміщених на двох однакових стойках (23), вертикальної штанги (24), на котрій за рахунок спеціального утримувача (25) у вертикальному положенні може переміщатись горизонтальна штанга (26), яка також має можливість обертатися навколо вертикальної штанги (24) і своєї власної осі на 360° . На кінці горизонтальної штанги (26) розташований спеціальний утримувач (27) для термографа, зі змінним кутом нахилу.

Таким чином, спеціальний штатив має п'ять ступенів незалежності і може бути використаний при будь-якому положенні пацієнта.

Зовнішній вигляд комп'ютеризованого комплексу для неінвазивних досліджень функціонального стану організму "ОКСІТЕРМ" представлений на фіг. 3 Він включає спеціальний штатив (28), на якому розташовані: термограф (29), пристрій для транскутанного виміру pO_2 в підшкірних тканинах (30), з'єднаний з персональним комп'ютером (31) по USB

входу й оснащені спеціальним програмним забезпеченням, і подовжувач електричної мережі (32) з можливістю одночасного підключення чотирьох приладів.

Робота комплексу для неінвазивних досліджень функціонального стану організму "ОКСІ-ТЕРМ" здійснюється в такий спосіб.

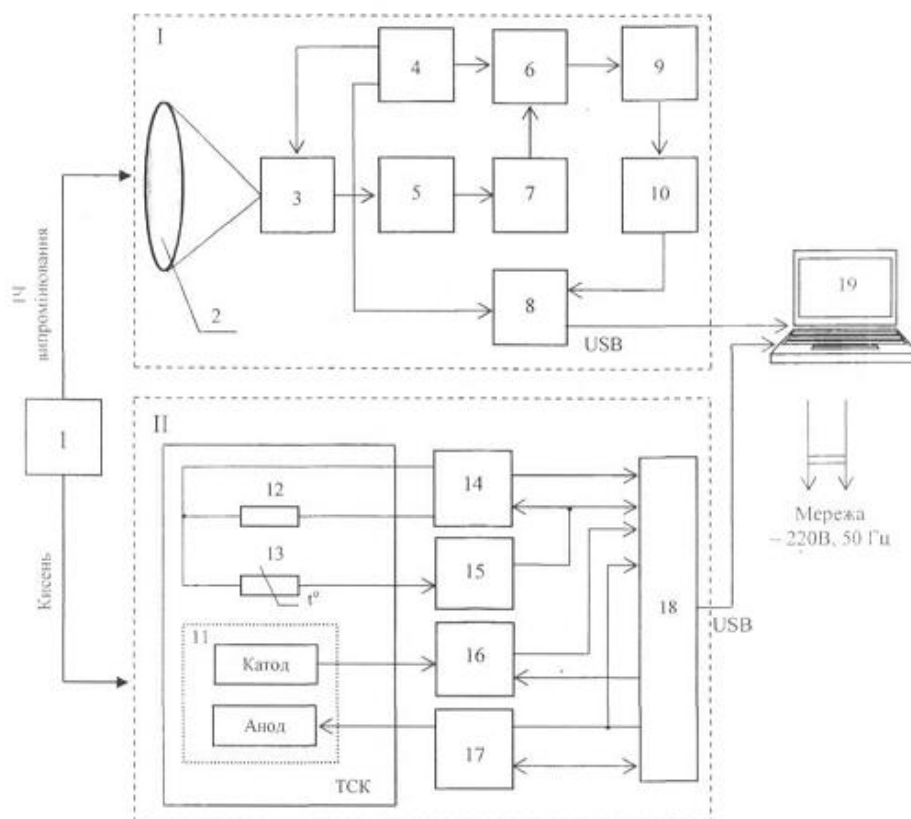
При первинному огляді, об'єкт досліджень (1) розташовують перед 14 об'єктивом (2) термографа на відстані від 0,5 до 2 метрів (в залежності від характеру знімання). Термограми знімають, починаючи з лицьової частини й закінчуючи нижніми кінцівками, при цьому визначають температурні градієнти і дані заносять у ПК для формування бази даних пацієнта. Далі, при наявності термоаномальних ділянок, у їх межах проводиться контроль pO_2 , шляхом транскутанного виміру, коли молекули O_2 дифундують через мембрану ТСК, що викликає електрохімічну реакцію і протікання струму через катод сенсорної комірки (11). Сигнал струму, пропорційний вмісту O_2 у вимірюваному середовищі з катода ТСК надходить на вхід підсилювача (16), де перетворюється в напругу і підсилюється до необхідного рівня. Після посилення напруга подається на вхід модуля вводу-виводу (18), куди також, на відповідні входи, надходять сигнали від стабілізатора температури (14), вимірювача температури (15), формувача напруги поляризації (17) де відбувається їх перетворення в цифрову форму і далі сигнали надходять у ПК для

подальшої обробки. На екран монітора інформація виводиться у вигляді термограм і графіків залежностей pO_2 у мм рт. ст., та локальної електричної потужності у міліватах, яка необхідна ТСК для підтримки вибраної температури.

На фіг. 4 представлена термограма спини пацієнта Д. з явно вираженою термоаномальною зоною (33), де градієнт температури складає $3,5^{\circ}C$, а на фіг 5 представлено графіки зміни в часі pO_2 (34) та локальної електричної потужності (35), що виводяться на екран монітора ПК (31).

Отримана в такий спосіб інформація є вихідною базою для неінвазивного методу діагностики. При необхідності повторного обстеження, яке виконується через деякий проміжок часу, процедура повторюється. Після цього знову отриману базу даних порівнюють із попередньою (базовою) і за результатами контролю температурного й кисневого статусу судять про зміни, що відбулися в організмі.

Запропонований комплекс цілком неінвазивний і зручний для користування. Процедура обстеження займає мало часу (не перевищує 20 хв.), дає високу вірогідність діагнозу (від 98 % до 100 %), а також може забезпечити масовий скринінг-контроль і експрес-діагностику населення. Отримані в результаті обстеження дані можуть бути використані як патологічні маркери при визначенні певних функціональних порушень в організмі людини.



Фіг. 1

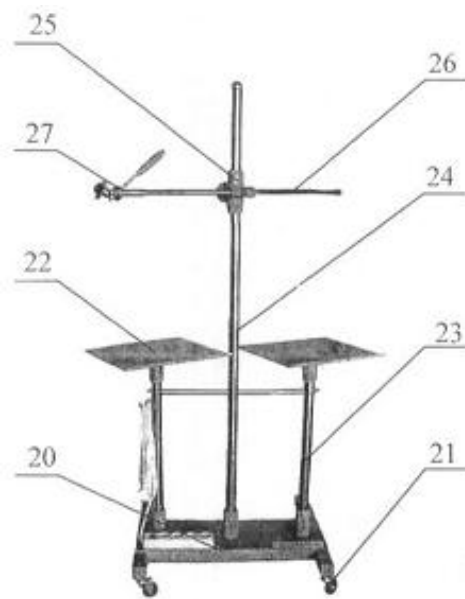


Fig. 2

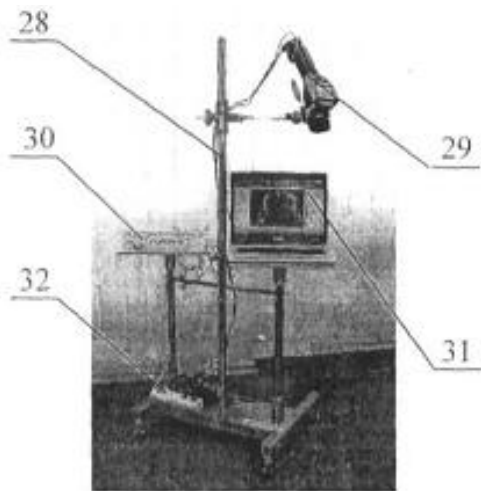


Fig. 3

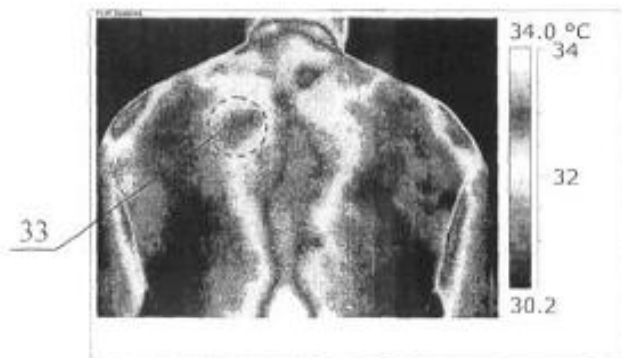


Fig. 4

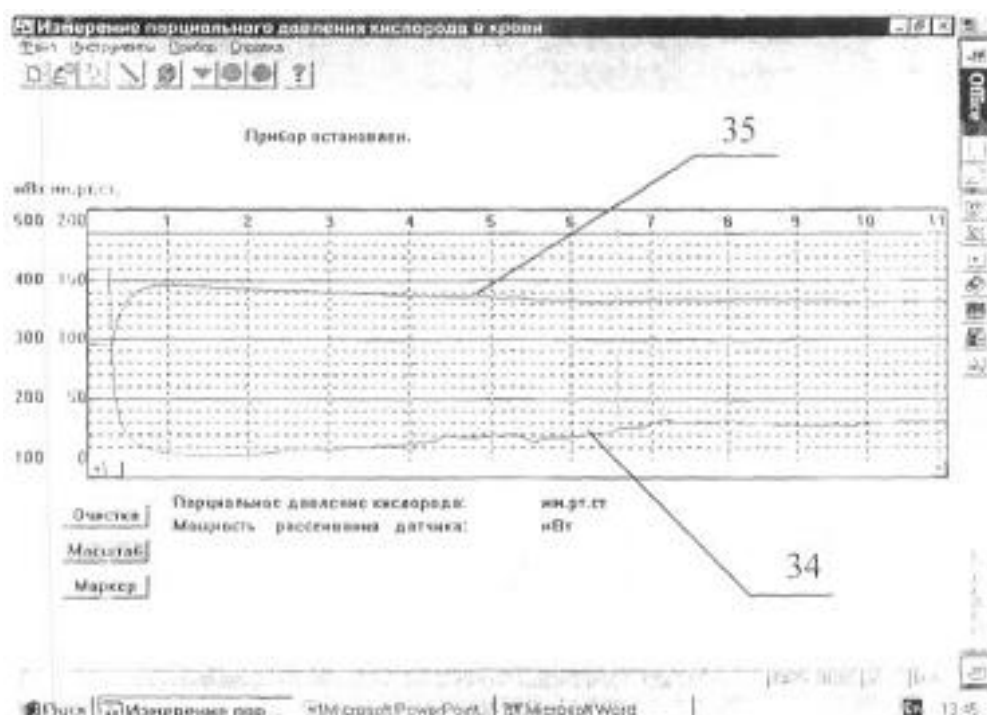


Fig. 5