



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12604 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 33/48
A61B 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ

1

(21) u200508107

(22) 17.08.2005

(24) 15.02.2006

(46) 30.01.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

(72) Паненко Анатолій Васильович, Романчук Олександр Петрович

(73) УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ МЕДИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА КУРОРТОЛОГІЇ

(57) Спосіб визначення функціонального стану системи зовнішнього дихання (ФССЗД), що включає дослідження параметрів дихання та їх оцінку,

2

який відрізняється тим, що після реєстрації параметрів паттерну та варіабельності дихання проводять оцінку з попередньою їх частковою кореляцією та визначенням рангу з присвоюванням відповідного бала, після чого за сумою балів визначають рівень вегетативного забезпечення зовнішнього дихання та рівень функції некерованого дихання, і за сумою балів оцінок означених функцій визначають ступінь напруження ФССЗД, а у разі урахування напрямків відхилень рангів - параметри, що найбільш порушують ФССЗД.

Корисна модель відноситься до області відновлювальної, спортивної та профілактичної медицини і може використовуватися для визначення функціонального стану системи зовнішнього дихання при проведенні скринінгових обстежень, моніторингу відновлювальних, лікувальних заходів та фізичних навантажень.

Відомий спосіб визначення функціонального стану системи зовнішнього дихання, який дозволяє з використанням приладу Finapres нідерландської фірми TNO TPD визначати стан систем вегетативного забезпечення системи зовнішнього дихання та паттерну дихання за результатами вимірювання рухливості грудної клітини з використанням фотоплетизмографічного датчика, що використовується у спортивній та космічній медицині [1].

Відомий спосіб визначення функціонального стану системи дихання, який на підставі дослідження статичних легневих об'ємів і ємностей, динамічних об'ємів і форсованих вентиляційних потоків, а також використання тестів, дозволяє визначити функціональний стан системи дихання [2] - прототип. Оцінка за цією методикою проводиться на підставі розрахунку лінійних відхилень тих або інших показників від прийнятої популяційної „ідеальної норми” з використанням стандартних діагностичних методів - спірометрії, пневмотахометрії, дослідження якими проводяться почергово. Оцінка функціонального стану системи зовнішнього дихання проводиться наступним чином:

1. Реєструються параметри спірометрії.
2. Реєструються параметри пневмотахометрії.
3. Розраховуються відхилення кожного з отриманих параметрів попередньо розрахованого показника належного параметру, який відповідає популяційній статеві-віковій „нормі”.
4. Оцінка функції системи зовнішнього дихання проводиться на підставі відсоткового відхилення отриманих параметрів, починаючи із 80% від належного.

Наданий спосіб має високу точність, однак мало пристосований для проведення скринінгових досліджень, коли у експресному режимі необхідно встановити функціональний стан системи зовнішнього дихання, та не враховує та об'єктивізує системні взаємозв'язки між окремими показниками у дихальній системі.

В основу корисної моделі поставлене завдання удосконалення способу визначення функціонального стану системи зовнішнього дихання (ФССЗД) у експресному режимі. Застосування цієї оцінки значно прискорює та об'єктивізує визначення навіть мінімальних відхилень ФССЗД.

Поставлене завдання вирішується тим, що у способі визначення ФССЗД проводять дослідження (реєстрацію параметрів) дихання, згідно корисної моделі, після реєстрації параметрів функціонування системи зовнішнього дихання за допомогою спіропнімографа (СП) проводять кореляцію параметрів та визначення рангу з присвоюванням відповідного бала, після чого за сумою балів визначають рівень вегетативного забезпечення

(13) U
(11) 12604
(19) UA

зовнішнього дихання та рівень функції некерованого дихання, за сумою балів оцінок означених функцій визначають ФССЗД, а у разі урахування напрямків відхилень рангів - параметри що найбільш порушують ФССЗД.

Спосіб здійснюється наступним чином.

У ранішні години, або після відпочинку не менше 20хв. у вихідному положенні сидячи здійснюють реєстрацію параметрів функціонування системи зовнішнього дихання за допомогою СР. Надалі отримані параметри аналізують у прикладній програмі, у якій враховані всі коефіцієнти приватних кореляцій та межі рангів окремих параметрів, за схемою:

Всі отримані параметри (TPSP, л/хв.; VLFSP, л/хв.; LFSP, л/хв.; HFSP, л/хв.; LHSP/HFSP; $T_{\text{insp},C}$; $T_{\text{exp},C}$; $V_t, \text{л}$; $V_t/T_{\text{insp}, \text{л/с}}$; $V_t/T_{\text{exp}, \text{л/с}}$; $T_{\text{insp}}/T_{\text{exp}}$; ЧД, 1/хв.) піддаються спочатку аналізу з використанням приватних кореляцій (табл. 1-3), які отримані при аналізі результатів дослідження практично здорової популяції із 2123 осіб, а потім визначаються ранги отриманих параметрів згідно статево-вікового розподілу (табл. 4,5). На підставі отриманих рангів, яким присвоюється відповідний бал ($X \pm 0,5\sigma$ -1 бал; $-1,5\sigma < X < -0,5\sigma$ та $0,5\sigma < X < 1,5\sigma$ -2 бали; $X < -1,5\sigma$ та $X > 1,5\sigma$ -3 бали) проводиться оцінка вегетативного забезпечення та некерованого дихання, за якими визначається ФССЗД (при сумачії отриманих оцінок балів). Такий варіант оцінки (після введення коефіцієнтів приватної кореляції) дозволяє визначити регуляторні, обсягові та прохідні механізми порушення та врахувати параметр, за рахунок якого функція зовнішнього дихання найбільше порушується.

Для визначення ФССЗД проводиться сумачія балів отриманих при оцінці перерахованих вище функцій, всього 2 (двох).

Якщо сума складає 2-3 бали, то ФССЗД визначається як збалансований;

якщо сума складає 4 бали, то констатується помірно напружений ФССЗД;

якщо сума складає більше 5-6 балів, то констатується виразно напружений ФССЗД.

При констатації ФССЗД як збалансованого подальший аналіз можна не проводити.

При констатації помірно та виразно напруженого ФССЗД необхідний подальший аналіз з визначенням механізму порушення:

1. встановлюється функція, за якою відзначається виразне напруження функціонального стану - функція вегетативної регуляції або функція некерованого зовнішнього дихання;

2. при виразному напруженні функції вегетативної регуляції визначають за рахунок яких параметрів її функціональний стан напружується:

а. при оцінці показника TPSP у 3 бали ($X < -1,5\sigma$ та $X > 1,5\sigma$) - при його виразному зменшенні слід констатувати виразне зменшення вегетативного контуру регуляції дихання та визначити за рахунок якої складової (високочастотної - HFSP або низькочастотної - LFSP) це відбулося, у першому випадку слід констатувати блокування парасимпатичної іннервації у другому - симпатичної; додаткову інформацію у цьому випадку надає показник співвідношення LFSP/ HFSP; при виразному збільшенні показника TPSP - слід констатувати виразне

збільшення вегетативного контуру регуляції дихання (за типом подразнення) та визначити складові, які можуть впливати на його збільшення (високочастотну - HFSP, низькочастотну - LFSP, або понаднизькочастотну - VLFSP); у першому та другому випадку треба констатувати подразнення парасимпатичного, або симпатичного контуру вегетативного забезпечення, у третьому - подразнення підкоркових структур регуляції дихання);

б. при оцінці показника TPSP у 2 бали слід констатувати певну дизрегуляцію вегетативного контуру регуляції дихання, а за яким контуром - на підставі аналізу високочастотної (HFSP), низькочастотної (LFSP) та понаднизькочастотної (VLFSP) складових аналогічним способом (див. п.2.а);

с. при оцінці показника TPSP у 1 бал слід констатувати збалансовану вегетативну регуляцію системи зовнішнього дихання, а при дисбалансі інших показників враховувати локальні впливи на стан парасимпатичного та симпатичного контурів регуляції зовнішнього дихання.

3. при виразному напруженні функції некерованого зовнішнього дихання визначають за рахунок яких параметрів ця функція напружується:

а. при виразному зменшенні часу вдиху (T_{insp}) без виразних змін інших показників слід прогнозувати або слабкість м'язів вдиху; при виразному збільшенні часу вдиху (T_{insp}) без виразних змін інших показників слід прогнозувати або рестриктивний тип порушення дихання, або збільшення сили м'язів вдиху;

б. при виразному зменшенні часу видиху (T_{exp}) без виразних змін інших показників слід прогнозувати або збільшення сили м'язів видиху, або рестриктивні порушення дихання; при виразному збільшенні часу видиху (T_{exp}) слід прогнозувати обструктивний тип порушення дихання або зменшення сили м'язів видиху;

с. додаткову інформацію щодо перерахованих варіантів прогнозування порушень функції зовнішнього дихання надають - показники об'ємної швидкості вдиху і видиху (V_t/T_{insp} ; V_t/T_{exp}), співвідношення тривалості вдиху до тривалості видиху ($T_{\text{insp}}/T_{\text{exp}}$), дихальний об'єм (V_t) та частота дихання (ЧД), що дозволяє впевнено прогнозувати, а інколи - при комбінованих варіантах виразних зрушень констатувати ті чи інші порушення у системі некерованого зовнішнього дихання;

4. у випадку виявлення виразних напружень функції некерованого зовнішнього дихання та його вегетативної регуляції слід додатково застосовувати стаціонарні методи дослідження: спірометрію, пневмотахометрію, рентгенографію легенів, грудної клітини тощо.

Під наглядом знаходились 2123 практично здорових осіб, 826 осіб, з різними захворюваннями на етапі відновного лікування, 680 спортсменів у динаміці тренувального процесу (всього 3629 осіб), у яких у ранішні години або після відпочинку у стані відносного м'язового спокою проводилось дослідження за допомогою СР з подальшим визначенням ФССЗД. Результати дослідження вказали на високу інформативність методу СГ у визначенні ФССЗД у експресному режимі, що надало можливість диференціювати подальший алгоритм дій у кожній із означених груп.

Приклади конкретного виконання способу.

Приклад 1

Досліджуваний С., 25 років, при дослідженні з використанням СР були отримані наступні параметри функціонування системи дихання: TPSP, л/хв. - 26,2; VLFSP, л/хв. - 4,8; LFSP, л/хв. - 10,3; HFSP, л/хв. - 22,9; LFSP/HFSP - 0,450; $T_{insp, c}$ - 2,07; $T_{exp, c}$ - 2,03; $V_{insp, l}$ - 0,49; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 0,24; V_{insp}/T_{exp} , л/с - 0,24; T_{insp}/T_{exp} - 1,01; ЧД, 1/хв. - 15.

Після проведення кореляції та ранжирування, кожному параметру був присвоєний відповідний бал: TPSP, л/хв. - 1; VLFSP, л/хв. - 1; LFSP, л/хв. - 2; HFSP, л/хв. - 1; LFSP/HFSP - 2; $T_{insp, c}$ - 2; $T_{exp, c}$ - 1; $V_{insp, l}$ - 1; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 2; V_{insp}/T_{exp} , л/с - 1; T_{insp}/T_{exp} - 2; ЧД, 1/хв. - 2.

На наступному етапі аналізу нами оцінювалось функціональне напруження кожної з означених вище систем:

1. некерованого зовнішнього дихання $= 2+1+1+2+1+2=11$ - помірно напружене функціонування (2);

2. вегетативного забезпечення дихання $1+1+2+1+2=7$ - збалансований стан (1);

На наступному етапі аналізу нами визначався ФССЗД, який був похідним від функціонального напруження складових та розраховувався наступним чином:

ФССЗД $= 1+2=3$ - збалансований функціональний стан.

Подальший аналіз ФССЗД непотрібний.

Приклад 2

Досліджуваний Н., 56 років, знаходився на відновлювальному лікуванні після перенесеного гострого запалення легенів. При дослідженні з використанням СР були отримані наступні параметри функціонування дихальної системи: TPSP, л/хв. - 25,9; VLFSP, л/хв. - 1,9; LFSP, л/хв. - 3,9; HFSP, л/хв. - 24,9; LFSP/HFSP - 0,16; $T_{insp, c}$ - 1,49; $T_{exp, c}$ - 1,74; $V_{insp, l}$ - 0,48; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 0,32; V_{insp}/T_{exp} , л/с - 0,26; T_{insp}/T_{exp} - 0,86; ЧД - 19, 1/хв.

Після проведення кореляції та ранжирування, кожному параметру був присвоєний відповідний бал: TPSP, л/хв. - 1; VLFSP, л/хв. - 2; LFSP, л/хв. - 1; HFSP, л/хв. - 1; LFSP/HFSP - 2; $T_{insp, c}$ - 1; $T_{exp, c}$ - 1; $V_{insp, l}$ - 1; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 1; V_{insp}/T_{exp} , л/с - 1; T_{insp}/T_{exp} - 2; ЧД - 1/хв.

На наступному етапі аналізу нами оцінювалось функціональне напруження кожної з означених вище систем:

1. некерованого зовнішнього дихання $= 1+1+1+1+1+2=8$ - збалансований стан (1);

2. варіабельності дихання $1+2+1+1+2=7$ - збалансований стан (1);

На наступному етапі аналізу нами визначався стан функціонального напруження кардіореспіраторної системи, який був похідним від функціонального напруження складових та розраховувався наступним чином:

ФССЗД $= 1+1=2$ - збалансований функціональний стан.

При дослідженні традиційними методами дослідження (спірометрія) всі показники функції зовнішнього дихання знаходились в межах статевої норми.

Приклад 3

Досліджуваний Л., 21 рік, майстер спорту. При

дослідженні з використанням СР були отримані наступні параметри функціонування системи дихання: TPSP, л/хв. - 24,9; VLFSP, л/хв. - 4,8; LFSP, л/хв. - 3,5;

HFSP, л/хв. - 23,7; LFSP/HFSP - 0,15; $T_{insp, c}$ - 1,04; $T_{exp, c}$ - 1,82; $V_{insp, l}$ - 0,48; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 0,46; T_{insp}/T_{exp} , л/с - 0,26; T_{insp}/T_{exp} - 0,57; ЧД, 1/хв. - 21.

Після проведення кореляції та ранжирування, кожному параметру був присвоєний відповідний бал: TPSP, л/хв. - 1; VLFSP, л/хв. - 1; LFSP, л/хв. - 2; HFSP, л/хв. - 1; LFSP/HFSP - 2; $T_{insp, c}$ - 2; $T_{exp, c}$ - 1; $V_{insp, l}$ - 1; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 1; V_{insp}/T_{exp} , л/с - 1; T_{insp}/T_{exp} - 2; ЧД - 1.

На наступному етапі аналізу нами оцінювалось функціональне напруження кожної з означених вище систем:

1. некерованого зовнішнього дихання $= 2+1+1+1+1+2=9$ - збалансований стан (1);

2. варіабельності дихання $1+1+2+1+2=7$ - збалансований стан (1);

На наступному етапі аналізу нами визначався стан функціонального напруження кардіореспіраторної системи, який був похідним від функціонального напруження складових та розраховувався наступним чином:

ФССЗД $= 1+1=2$ - збалансований функціональний стан.

Подальший аналіз ФССЗД непотрібний.

Приклад 4

Досліджувана Н., 64 роки. Знаходилась на відновлювальному лікуванні з приводу хронічного запалення легенів. При дослідженні з використанням СР були отримані наступні параметри функціонування системи дихання: TPSP, л/хв. - 23,8; VLFSP, л/хв. - 12,3; LFSP, л/хв. - 6,1; HFSP, л/хв. - 19; LFHFSP - 0,102; $T_{insp, c}$ - 1,82; $T_{exp, c}$ - 1,84; $V_{insp, l}$ - 0,31; ЧД - 16,4; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 0,17; V_{exp}/T_{exp} , л/с - 0,17; T_{insp}/T_{exp} - 0,99

Після проведення кореляції та ранжирування, кожному параметру був присвоєний відповідний бал: TPSP, л/хв. - 1; VLFSP, л/хв. - 2; LFSP, л/хв. - 1; HFSP, л/хв. - 1; LFSP/HFSP - 1; $T_{insp, c}$ - 2; $T_{exp, c}$ - 1; $V_{insp, l}$ - 2; V_{insp}/T_{insp} , л/с - 3; V_{insp}/T_{exp} , л/с - 2; T_{insp}/T_{exp} - 2; ЧД - 1.

На наступному етапі аналізу нами оцінювалось функціональне напруження кожної з означених вище систем:

3. некерованого зовнішнього дихання $= 2+1+2+3+2+2+1=13$ - виразно напружене функціонування (3);

4. варіабельності дихання $1+2+1+1+1=6$ - збалансований стан (1);

На наступному етапі аналізу нами визначався стан функціонального напруження кардіореспіраторної системи, який був похідним від функціонального напруження складових та розраховувався наступним чином:

ФССЗД $= 1+3=4$ - помірно напружений функціональний стан.

Встановлений помірно напружений ФССЗД вимагав проведення додаткового аналізу складової системи некерованого зовнішнього дихання, функціонування якої визначалось як виразно напружене.

З огляду на окремі складові параметри з урахуванням напрямку зрушення можна було охарак-

теризувати наступним чином (знак напрямку + - параметр зрушений у бік збільшення; - - параметр зрушений у бік зменшення): TPSP, л/хв. - 0; VLFSP, л/хв. - +1; LFSP, л/хв. - 0; HFSP, л/хв. - 0; LFSP/HFSP - 0; $T_{\text{insp},C}$ - +1; $T_{\text{exp},C}$ - 0; V_{insp} , л - 1; $V_{\text{insp}}/T_{\text{insp}}$, л/с - -2; $V_{\text{insp}}/T_{\text{exp}}$, л/с - -1; $T_{\text{insp}}/T_{\text{exp}}$ - +1; ЧД - 0.

Тобто функціональний стан даного пацієнта можна охарактеризувати наступним чином: при достатньому вегетативному забезпеченні функції зовнішнього дихання у даного хворого відзначаються рестриктивні порушення, які вимагають застосування додаткових методів дослідження - рентгенографії легенів та грудної клітини, та подальшого застосування методів відновлювального лікування, спрямованих на покращення вентиляційної функції легенів, в першу чергу із застосуванням засобів лікувальної фізкультури (дихальних вправ, спрямованих на розвиток м'язів вдиху).

Таким чином, заявлений метод дозволить у експресному режимі проведення досліджень, до 3 хвилин на досліджуємого, об'єктивно визначати ФССЗД, що сприятиме диференціації алгоритму наступних дій: визначенню параметрів, що обмежують ФССЗД, додатковому дослідженню з цілеспрямованим використанням додаткових методів діагностики, а також диференціації застосування преформованих фізичних чинників.

Література:

1. U.S. Patent: 0030036685. Goodman, Jesse B. February 20, 2003. Physiological signal monitoring system. U.S. Current Class: 600/300, U.S. Class at Publication: 600/300, Intern'l Class: A61B 005/00. - аналог.

2. Легочные объемы и форсированные вентиляционные потоки // докл. рабочей группы ЕРО/Ф.Кваньер, Дж.Таммелинг, Дж.Коутс, О.Педерсен, Р.Песлин, Ж-К.Йернолт. - Бюлетень ЕРО. - 1993. - 40с. - прототип.

Таблиця 1

Приватні кореляції між внутрішньо системними параметрами CP (паттерну дихання та варіабельності некерованого дихання)

	TPSP	VLFSP	LFSP	HFSP	LFHFSP	Tinsp	Texp	Vinsp	ЧД	Vinsp/Tinsp	Vexp/Texp
TPSP	1,00										
VLFSP	0,72	1,00									
LFSP	0,64	0,53	1,00								
HFSP, l/m	0,69	0,11	0,28	1,00							
LFHFSP	0,28	0,32	0,80	-0,12	1,00						
Tinsp	0,10	0,05	0,52	0,08	0,56	1,00					
Texp	0,07	0,08	0,50	0,02	0,53	0,81	1,00				
Vinsp	0,43	-0,02	0,59	0,53	0,51	0,64	0,54	1,00			
ЧД	-0,07	-0,05	-0,33	-0,18	-0,27	-0,80	-0,85	-0,49	1,00		
Vinsp/Tinsp	0,52	-0,07	0,22	0,72	0,04	-0,05	0,01	0,67	0,04	1,00	
Vexp/Texp	0,52	-0,06	0,21	0,69	0,05	0,04	-0,18	0,65	0,15	0,86	1,00

Таблиця 2

Оціночні критерії

Ранг	$X < -1,5\sigma$	$-1,5\sigma < X < -0,5\sigma$	$X \pm 0,5\sigma$	$0,5\sigma < X < 1,5\sigma$	$X > 1,5\sigma$
TPSP	<14,5	14,5-20,8	20,9-32,4	32,5-44,7	>44,7
VLFSP	<1,1	1,1-1,7	1,8-5,8	5,9-13,4	>13,4
LFSP	<2,2	2,2-3,2	3,3-7,5	7,6-16,5	>16,5
HFSP	<9,8	9,8-16,9	17-28,1	28,2-38,7	>38,7
LFHFSP	<0,011	0,011-0,023	0,026-0,130	0,137-0,648	>0,648
Tinsp	<0,92	0,92-1,13	1,14-1,58	1,59-2,22	>2,22
Texp	<1,12	1,12-1,46	1,47-2,14	2,15-3,11	>3,11
Vmsp	<0,22	0,22-0,39	0,4-0,66	0,67-0,98	>0,98
ЧД	<11,7	11,7-16,1	16,1-22,9	23,0-29,3	>29,3
Vinsp/Tinsp	<-0,18	0,18-0,30	0,30-0,47	0,47-0,63	>0,63
Vexp/Texp	<0,13	0,13-0,21	0,22-0,36	0,37-0,50	>0,50
Tinsp/Texp	<0,57	0,57-0,67	0,68-0,85	0,86-1,01	>1,01