



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77196** (13) **U**
(51) МПК
A61B 5/0205 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 04735	(72) Винахідник(и): Чибісов Віктор Іванович (UA), Юшкевич Людмила Іванівна (UA), Яковлев Герман Михайлович (RU), Ардашев Вячеслав Ніколасвіч (RU), Рейдерман Юрій Ізраїлевич (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.04.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.02.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.02.2013, Бюл.№ 3	(73) Власник(и): ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ КОЛЕДЖ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ, вул. Тельмана, 17, м. Дніпродзержинськ, Дніпропетровська обл., 51909 (UA)

(54) СПОСІБ ТЕСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

(57) Реферат:

Спосіб тестування функціонального стану організму людини, який включає визначення співвідношення маси тіла і зросту, артеріального тиску, частоти серцевих скорочень до і після навантажень, життєвої ємкості легень, часу затримки дихання на вдиху і на видиху, показника статичного балансування і обчислення показника рівня функціонального стану, визначають фізико-механічні властивості міокарда лівого шлуночка, а саме, градієнт модуля пружності міокарда лівого шлуночка, і вміст цукру в крові, проводять обчислення показника рівня функціонального стану и при значеннях показника рівня функціонального стану обстежуваного менше ніж 0,38 стан організму людини оцінюють як незадовільний, при значеннях показника більше ніж 0,80 - як відмінний, а в діапазоні 0,38-0,8 - стан організму людини оцінюють як нормальний.

UA 77196 U

Корисна модель належить до медицини, зокрема до спортивної медицини і функціональної діагностики, і може бути використано для визначення рівня функціонального стану (ФС) організму при масових обстеженнях, професійному відборі кандидатів для роботи в екстремальних умовах з високим рівнем фізичного навантаження і моніторингу ФС в процесі професійної діяльності, зокрема дітей і підлітків при заняттях їх на уроках фізичної культури.

Відомий спосіб оцінки функціонального стану організму людини [Патент України № 9053, А61В 5/00, 2005] шляхом визначення показників серцевого індексу, показників споживання кисню та показників доставки кисню, представлення показників у стандартизованому вигляді і порівняння їх з нормальними показниками та виявлення відхилень від норми, з визначенням редукованого артеріального тиску, загроzoneбезпеки, біостійкості, біонестійкості, біоадекватності або біонеадекватності.

Недоліком цього способу є складність апаратури, що реалізовує спосіб, що у свою чергу обмежує масовість його вживання. Методика займає багато часу для її проведення.

Найбільш близьким прототипом до корисної моделі, що заявляється, є спосіб оцінки рівня функціонального стану організму людини [Патент України № 5663, А61В 5/0205, 2005]. Спосіб включає визначення співвідношення маси тіла і зросту, артеріального тиску, частоти серцевих скорочень до і після навантажень, життєвої ємкості легень, часу затримання дихання на вдиху і видиху, показника статичного балансування і обчислення показника рівня функціонального стану за формулою:

$$R_{\phi} = \left[\frac{P_{c\phi}}{P_{cT}} + \frac{P_{o\phi}}{P_{oT}} + \frac{F_{c\phi}}{F_{cT}} + \frac{F_{n\phi}}{F_{nT}} + \frac{V_T}{V_{\phi}} + \frac{T_{iT}}{T_{i\phi}} + \frac{T_{oT}}{T_{o\phi}} + \frac{B_T}{B_{\phi}} + \frac{(M/L)_{\phi}}{(M/L)_T} \right] / B,$$

де R_{ϕ} - показник рівня функціонального стану;

$P_{c\phi}$, P_{cT} - артеріальний тиск систолічний (мм рт. ст.) фактичне та табличне значення показника відповідно;

$P_{o\phi}$, P_{oT} - артеріальний тиск діастолічний (мм рт. ст.) фактичне та табличне значення показника відповідно;

$F_{c\phi}$, F_{cT} - частота серцевих скорочень у спокої (уд./хв) фактичне та табличне значення показника відповідно;

$F_{n\phi}$, F_{nT} - частота серцевих скорочень після навантаження (уд./хв) фактичне та табличне значення показника відповідно;

V_{ϕ} , V_T - життєва ємкість легень (дм³) фактичне та табличне значення показника відповідно;

$T_{i\phi}$, T_{iT} - час затримки дихання на вдиху (с) фактичне та табличне значення показника відповідно;

$T_{o\phi}$, T_{oT} - час затримки дихання на видиху (с) фактичне та табличне значення

показника відповідно;

B - показник статичного балансування (с);

M - маса тіла (г);

L - зріст (см);

Індекси: ϕ - фактичне значення показника; T - табличне значення показника, при значеннях показника 0,85 і менше визначають як високий, 0,86-0,90 - вище середнього, 0,91-1,10 як середній і 1,11-1,3 як низький рівень функціонального стану людини.

Недоліком відомого способу є те, що цим тестом недостатньо оцінюються функціональні можливості і прогноз працездатності обстеженого. Спосіб через його складність більш придатний для застосування кумулятивного стану ніж миттєвого. Запропонована формула незадовільно оцінює ступінь взаємовпливу показників, які в неї входять, формула не має чітко виражених меж, до яких вона прямує, не використовуються ознаки, що характеризують залежність функціональних можливостей від морфологічних особливостей людини, що обстежується (наприклад, фізико-механічних властивостей міокарда лівого шлуночка) або від можливої наявності ознак діабету (вміст цукру в крові).

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу тестування функціонального стану організму людини шляхом визначення залежності функціональних можливостей від морфологічних особливостей обстежуваного та наявності ознак діабету, внаслідок чого результати тестування будуть більш вірогідні.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі тестування функціонального стану організму людини, який включає визначення співвідношення маси тіла і зросту, артеріального

тиску, частоти серцевих скорочень до і після навантажень, життєвої ємкості легень, часу затримки дихання на вдиху і на видиху, показника статичного балансування і обчислення показника рівня функціонального стану за формулою, визначають фізико-механічні властивості міокарда лівого шлуночка, а саме, градієнт модуля пружності міокарда лівого шлуночка, і вміст цукру в крові, а обчислення показника рівня функціонального стану проводять за формулою функції бажання показників [І.А. Павлюченко, В.В. Перемітько, Ю.И. Рейдерман, Математичне моделювання процесу вибору матеріалів для деталей машин. Математичне моделювання № 2, 2005, стор. 45]:

$$K = \eta \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n Z_i \cdot a_i}, \quad (1)$$

де K - узагальнений критерій всієї сукупності окремих показників, який можна назвати комплексним критерієм, критерієм придатності;

n - число окремих показників здоров'я;

a_i - вагомість окремих показників,

Z_i - значення власних функцій, які визначаються по залежностям

$$Z_i = \exp(-\exp(-y_i/b)) \quad (2)$$

- для показників з одностороннім обмеженням,

$$Z_i = \exp(-\exp(1-y_i/b)) \quad (3)$$

- для показників з двостороннім обмеженням;

a_j - вагомість окремих показників;

y_i - безрозмірне значення окремого показника;

b - деяке додатне число;

Переклад натуральних (абсолютних) значень показників з одностороннім обмеженням в безрозмірну форму здійснюється по апроксимаційній лінійній залежності.

Для показника, збільшення якого бажано

$$y_i' = 1,53(y_i - y_{ik}) / (y_{ik} - y_{igr}), \quad (4)$$

або за формулою

для показника, зменшення якого бажано

$$y_i' = 1,53(y_{igr} - y_i) / (y_{igr} - y_{ik}), \quad (5)$$

y_i - натуральне значення показника, який маємо,

y_{igr} - найгірше натуральне значення необхідного показника, відповідає $Z_i=0,37$;

y_{ik} - найкраще значення (натуральне) необхідного показника (відповідає $Z_i=0,80$).

Переведення натуральних значень показників з двостороннім обмеженням у безрозмірну форму здійснюється за допомогою залежності:

$$y_i' = 2y_i(y_{imax} + y_{imin}) / (y_{imax} - y_{imin}). \quad (6)$$

В групі обстежених, статус яких аналізується, гідним для виконання роботи буде той, у кого значення комплексного критерію придатності найбільший (при умові що це значення більше 0,5).

При значеннях показника рівня функціонального стану обстежуваного менше ніж 0,38 стан організму людини оцінюють як незадовільний, при значеннях показника більше ніж 0,80 - як відмінний, а в діапазоні 0,38-0,80 - стан організму людини оцінюють як нормальний.

Задача вирішується за допомогою алгоритму в основі якого покладене використання даних ехокардіографії та глюкозовмісту в крові.

Кожен обстежений один раз на рік проходить ехокардіографію. В спокої йому на апараті УЗД вимірюють кінцеві розміри лівого шлуночка в діастолу і систолу, та товщину стінки міокарда в спокою. [Н.М. Мухарлямов, Ю.Н. Беленков. Ультразвукова діагностика в кардіології, "Медицина", М, стор.17-20, 33]. Визначаємо K градієнт модуля пружності лівого шлуночка

обстежуваного [Дзяк Г.В., Чибісов В.И., Рейдерман Ю.И., Беляев В.П., Логинов СВ., Дзяк В.В., Пчелов В.М., Серце спортсмена - аналіз біомеханіка, "Пороги", Дніпропетровськ, 2002, стор. 167].

$$\begin{aligned} \text{КСО} &= 7 \cdot (\text{КСР})^3 / (2,4 + \text{КСР}); \\ \text{ҚДО} &= 7 \cdot (\text{ҚДР})^3 / (2,4 + \text{ҚДР}); \\ \text{ҚДО}(n) &= 7 \cdot (\text{ҚДР} + \text{ТМД})^3 / (2,4 + \text{ҚДР} + \text{ТМД}); \\ \text{ОММ} &= \text{ҚДО} - \text{КСО}; \end{aligned}$$

КСО, ҚДО - кінцеві систолічний і діастолічний об'єми внутрішньої порожнини лівого шлуночка,

КСР, ҚДР - кінцеві систолічний і діастолічний розміри внутрішньої порожнини лівого шлуночка,

ТМД - товщина міокарда в діастолу.

$$K = 0,75(\text{КСО} + \text{ОММ}) \cdot \text{КСР} \cdot 1,33 / ((\text{ҚДР} - \text{КСР}) \cdot \text{ОММ});$$

Вимірюємо дані, характерні на момент обстеження: тиск по Короткову систолічний і діастолічний в спокої і після навантаження; частота серцевих скорочень в спокої и після навантаження; відношення фактичної ваги до нормальної; час затримки дихання в спокої і після навантаження; вміст цукру в крові. За допомогою аускультативного способу Короткова визначають артеріальний діастолічний і систолічний тиск.

Як показав досвід використання вказаного способу - прототипу, недоліком його є те, що в якості ознак використовуються ознаки мало інформативні. Наприклад, ознаки 6.7.8. В той же час не використовуються ознаки, що характеризують залежність функціональних можливостей від морфологічних особливостей обстежуваного (наприклад, фізико-механічних властивостей міокарда лівого шлуночка) або від можливої наявності ознак діабету (вміст цукру в крові).

Застосування запропонованої методики проілюструємо на прикладі. Приклад:

Треба визначити оцінку функціонального стану обстежуваного. Дані ехокардіографії, проведеної при цьому: в покої кінцеві діастолічний і систолічний розміри порожнини лівого шлуночка відповідно $\text{ҚДР} = 5$ см і $\text{КСР} = 3$ см, товщини міокарда в діастолу $\text{ТМД} = 1$ см, тиск по Короткову $P_{\text{сф}} = y_2 = 120$ мм. рт. ст., $P_{\text{дф}} = y_3 = 80$ мм. рт. ст., частота серцевих скорочень ударів за хвилину в спокої $F_{\text{сф}} = y_1 = 70$, ваговий фактор $L/M = y_4 = 1,2$, вміст цукру в крові $y_5 = 6$, частота серцевих скорочень після навантаження $F_{\text{нф}} = y_6 = 140$ ударів в хвилину, затримка дихання в спокої $y_8 = 150$ секунд, затримка дихання після навантаження $y_9 = 20$ секунд,

$$\text{Результати обчислень: } \text{КСО} = 35 \text{ см}^3; \text{ҚДО} = 118 \text{ см}^3; \text{ҚДО}(n) = 180 \text{ см}^3; \text{ОММ} = 62 \text{ см}^3;$$

$$\text{Градiєнт модуля пружності з } y_7 = 7,76 \text{ безрозмірне};$$

Оцінка результатів:

Показники результатів $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6$, відносяться до показників з двостороннім обмеженням, і оцінка їх виконується за формулою (6), тобто $y_{\text{imax}} = 0,9y_i$; $y_{\text{imax}} = 1,1y_i$, де відповідно $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$. Показник y_7 відноситься до показників зменшення яких бажано і оцінка його виконується за формулою (5), $y_{7\text{qr}} = 1,1y_7$, $y_{7k} = 0,9y_7$. Показники y_8, y_9 , відносяться до показників збільшення яких бажано і оцінка їх виконується за формулою (4), тобто, $y_{ik} = 1,1y_i$, $y_{iqr} = 0,9y_i$, де відповідно $i = 8, 9$.

$$\text{Частота серцевих скорочень в спокої } y_1 = 0,8054$$

$$\text{Тиск в спокої у систолу } y_2 = 0,8054$$

$$\text{Тиск у діастолу } y_3 = 0,8054$$

$$\text{Ваговий фактор } y_4 = 0,3676$$

$$\text{Вміст цукру } y_5 = 0,6281$$

$$\text{Частота серцевих скорочень при навантаженні } y_6 = 0,5485$$

$$\text{Градiєнт модуля пружності } y_7 = 0,7268$$

$$\text{Затримка дихання в спокої } y_8 = 0,6281$$

$$\text{Затримка дихання після навантаження } y_9 = 0,8054$$

$$\text{Показник фізичного стану обстежуваного } K = 0,6113$$

Висновок: до виконання роботи придатний.

Запропонований спосіб вирішує задачу визначення діагностики функціонального стану серцево-судинної системи і наявності резервних можливостей організму та є мало затратним і загальнодоступним для медичних пунктів учбових закладів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб тестування функціонального стану організму людини, який включає визначення співвідношення маси тіла і зросту, артеріального тиску, частоти серцевих скорочень до і після навантажень, життєвої ємкості легень, часу затримки дихання на вдиху і на видиху, показника

статичного балансування і обчислення показника рівня функціонального стану за формулою, який **відрізняється** тим, що визначають фізико-механічні властивості міокарда лівого шлуночка, а саме, градієнт модуля пружності міокарда лівого шлуночка, і вміст цукру в крові, а обчислення показника рівня функціонального стану проводять за формулою:

$$5 \quad K = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n Z_i \cdot a_i},$$

де K - узагальнений критерій всієї сукупності окремих показників,

n - число окремих показників здоров'я;

Z_i - значення власних функцій, які визначаються по залежностям характерним для функції бажання,

10 a_i

- вагомість окремих показників,

при значеннях показника рівня функціонального стану обстежуваного менше ніж 0,38 стан організму людини оцінюють як незадовільний, при значеннях показника більше ніж 0,80 - як відмінний, а в діапазоні 0,38-0,8 - стан організму людини оцінюють як нормальний.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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

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