



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 58754

(13) A

(51) 7 A61B5/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ АДАПТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ

1

2

(21) 2002107995

(22) 08 10 2002

(24) 15 08 2003

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Маліков Микола Васильович

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи, який включає реєстрацію серцевого ритму, вимірювання параметрів серцевого ритму, розрахунок величини адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи, його порівняння з віковими нормами та визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи, який відрізняється тим, що проводять одночасний вимір амплітуд шлунокового комплексу (QRS) серцевого циклу та тривалості інтервалів зубців, що характеризують серцевий цикл (R-R), визначають найбільш характерні амплітуду комплексу QRS і тривалість інтервалів R-R, частоту їх зустрічі, різницю між максимальним та мінімальним значенням комплексу QRS та максимальним і мінімальним інтервалом R-R, а як

інтегральний показник використовують адаптаційний потенціал (АП), величину якого розраховують за формулою

$$АП(a\sigma) = (AMoh \cdot Moh \cdot Mo \cdot \Delta X) / (\Delta Xh \cdot AMo),$$
де  $AMoh$  – частота повторень  $Moh$ , $Moh$  – розмір найбільш характерної амплітуди комплексу QRS, $Mo$  – розмір найбільш характерної тривалості R-R-інтервалу, $\Delta X$  – варіаційний розмах або різниця між максимальним і мінімальним значеннями R-R-інтервалів, $\Delta Xh$  – варіаційний розмах або різниця між максимальним і мінімальним значеннями комплексу QRS, $AMo$  – відношення числа R-R-інтервалів, що відповідають  $Mo$ , до загальної кількості зареєстрованих R-R-інтервалів,

та за величиною АП визначають адаптивні можливості серцево-судинної системи залежно від віку пацієнта

Вінахід відноситься до фізіології, медицини, а саме до функціональної діагностики

Відомий спосіб визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи (Баевский Р.М., Берсенева А.П., Талаев Н.Р. Оценка адаптационного потенциала системы кровообращения при массовых профилактических обследованиях населения // Экспресс - информация - М., 1987 - 22с), що полягає в реєстрації серцевого ритму, частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, довжини та маси тіла, віку, математичному розрахунку інтегрального показника - адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АП) і оцінці адаптивних можливостей організму за його розміром

Адаптаційний потенціал серцево-судинної си-

стеми дорівнює

$$АП = 0,011 \cdot ЧСС + 0,014 \cdot АТ_с + 0,008 \cdot АТ_д + 0,009 \cdot М + 0,014 \cdot В - 0,009 \cdot Д - 0,27,$$

де ЧСС - частота серцевих скорочень, уд/хв,

 $АТ_с$  - систолічний артеріальний тиск, мм рт.ст., $АТ_д$  - діастолічний артеріальний тиск, мм рт.ст.,  $М$  -маса тіла, кг,  $В$  - вік, роки,  $Д$  - довжина тіла, см,

АП - адаптаційний потенціал серцево-судинної системи (абсолютні одиниці, 1 а.е. АП = уд/хв + мм рт.ст. + кг - см)

Для оцінки адаптивних можливостей серцево-судинної системи, залежно від розміру АП, розрахованого за наведеною формулою, виділяють такі функціональні стани

1 Задовільна адаптація Величина АП стано-

(13) A

(11) 58754

(19) UA

виль  $\leq 2,1a_0$ ,

2 Напряг механізмів адаптації Величина АП реєструється в межах від  $2,11a_0$  до  $3,2a_0$ ,

3 Незадовільна адаптація Значення АП реєструються в межах від  $3,21a_0$  до  $4,3a_0$ ,

4 Зрив адаптації Величина АП становить більш ніж  $4,3a_0$

Недоліками цього способу є відносна точність, високий ступінь мінливості ЧСС та АТ під впливом екологічних, психологічних, соціальних та інших факторів, залежність всіх показників (ЧСС, АТ, маси та довжини тіла) від віку та статі людей, що обстежуються, відсутність різниці між рівнем функціонування серцево-судинної системи та мірою її функціональної напруги. Таким чином, цей спосіб не завжди об'єктивно відображує реальний рівень адаптивних можливостей серцево - судинної системи

Ознаками, спільними з запропонованим рішенням, є реєстрація серцевого ритму, математичний розрахунок інтегрального показника (адаптаційного потенціалу), оцінка адаптивних можливостей серцево-судинної системи за його розміром

Відомий спосіб оцінки адаптивних можливостей серцево-судинної системи (Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии - М. Медицина, 1979 - 294с), прийнятий як прототип, що включає реєстрування електрокардіограми (ЕКГ), частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, довжини та маси тіла, віку, математичний розрахунок інтегрального показника - адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АП) і оцінку адаптивних можливостей організму за його розміром

$AP = 0,02 \cdot ЧСС + 0,01 \cdot АТс + 0,08 \cdot АТд + 0,006 \cdot В + 0,19 \cdot ЕКТ - 0,001 \cdot Д - 1,17$ ,

де ЧСС- частота серцевих скорочень, уд/хв, АТ - артеріальний тиск, мм рт.ст., М - маса тіла, кг, В - вік, роки, Д - довжина тіла, см, АП - адаптаційний потенціал серцево-судинної системи (абсолютні одиниці,  $1 a_0$  АП = уд/хв + мм рт.ст. + бал - см), (зміну ЕКГ оцінюють за чотирьохбальною системою)

Для оцінки адаптивних можливостей серцево-судинної системи, залежно від розміру АП, розрахованого за наведеною формулою, використовують ті ж дані, що і при описуванні аналога (Задовільна адаптація Величина АП складає  $\leq 2,1a_0$ , Напряг механізмів адаптації Величина АП реєструється в межах від  $2,11a_0$  до  $3,2a_0$ , Незадовільна адаптація Значення АП реєструються в межах від  $3,21a_0$  до  $4,3a_0$ , Зрив адаптації Величина АП становить більш ніж  $4,3a_0$ )

Недоліками способу є відносна точність, високий ступінь залежності від впливу екологічних, психологічних та інших факторів, суб'єктивізм оцінки змін ЕКТ (визначення в балах)

Ознаками, спільними з запропонованим рішенням, є

реєстрація ЕКТ, математичний розрахунок інтегрального показника (адаптаційного потенціалу), оцінка адаптивних можливостей серцево-судинної системи за його розміром

В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб визначення адаптивних можливостей

серцево - судинної системи організму людини, який шляхом реєстрування серцевого ритму, аналізу його амплітудних та тимчасових характеристик, визначення співвідношення між рівнем функціонування серцево-судинної системи та її функціональним напруженням, дозволяє підвищити точність діагностичної оцінки адаптивних можливостей серцево-судинної системи

Суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, є

реєстрація серцевого ритму протягом двох та більш хвилин /одночасний вимір амплітуд шлункового комплексу (QRS) серцевого циклу та тривалості інтервалів зубців, що характеризують серцевий цикл, (R-R)/,

вимірювання параметрів серцевого ритму, до яких відносять

найбільш характерну амплітуду комплексу QRS (Moh, mB),

відношення числа комплексів QRS, що відповідають Moh, до загальної кількості зареєстрованих комплексів QRS (AMoh, %),

різницю між максимальним та мінімальним значеннями комплексу QRS (AXh, mB),

найбільш характерну тривалість R-R-інтервалу (Mo, c),

відношення числа R-R-інтервалів, що відповідають Mo, до загальної кількості зареєстрованих R-R-інтервалів (AMo, %),

різницю між максимальним та мінімальним значеннями R-R-інтервалу (AX, c),

математичний розрахунок величини адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АП, в абсолютних одиницях,  $1 a_0$  АП =  $c^2$ ), який розраховують за формулою

$$AP = (AMoh \cdot Moh \cdot Mo \cdot AX) / (\Delta Xh \cdot AMo)$$

визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи

залежно від віку пацієнта за величиною АП

Адаптивні можливості відповідають нормі при значенні АП от 0,87 до 1,1а є Для осіб до 20 років нижня межа норми може бути знижена до 0,63а о, тому що в цьому віці продовжується морфофункціональний розвиток серцево-судинної системи Для вікової категорії понад 20 років верхня межа норми зростає до 1,6а є, тому що досягається оптимальний рівень функціонування серцево-судинної системи

Відмінними від прототипу ознаками є

одночасна реєстрація амплітудних та тимчасових характеристик серцевого ритму,

вимірювання параметрів серцевого ритму, до яких відносять

найбільш характерну амплітуду комплексу QRS (Moh, mB),

відношення числа комплексів QRS, що відповідають Moh, до загальної кількості зареєстрованих комплексів QRS (AMoh, %),

різницю між максимальним та мінімальним значеннями комплексу QRS (AXh, mB),

найбільш характерну тривалість R-R-інтервалу (Mo, c),

відношення числа R-R-інтервалів, що відповідають Mo, до загальної кількості зареєстрованих R-R-інтервалів (AMo, %),

різницю між максимальним та мінімальним

значеннями R-R-інтервалу ( $\Delta X$ , с),

математичний розрахунок адаптаційного потенціалу за такою формулою  $АП = (AMoh \cdot Moh \cdot Mo \cdot \Delta X) / (\Delta Xh \cdot AMo)$

Запропонований спосіб дозволяє визначати співвідношення між рівнем функціонування серцево-судинної системи та її функціональним напруженням, уникнути негативного впливу екологічних, психологічних і інших факторів та суттєво підвищити ефективність способу

Спосіб здійснюють таким чином

протягом 2-х, або більше хвилин, у другому стандартному відведенні реєструють ЕКГ (не менш 100 комплексів QRS і 100 R-R інтервалів), визначають величину калібрувального сигналу,

вимірюють амплітуду комплексів QRS серцевого циклу у мВ, тривалість R-R інтервалів у секундах і розраховують показники

$Moh$  (мВ) - розмір найбільш характерної амплітуди комплексу QRS,

$AMoh$  (%) - частота повторень  $Moh$ ,

$\Delta Xh$  (мВ) - варіаційний розмах або різниця між максимальним і мінімальним значеннями комплек-

су QRS,

$Mo$  (с) - розмір найбільш характерної тривалості R-R-інтервалу,

$AMo$  (%) - частота повторень  $Mo$ ,

$\Delta X(c)$  - варіаційний розмах або різниця між максимальним і мінімальним значеннями R-R-інтервалів,

розраховують величину адаптаційного потенціалу (АП, в абсолютних одиницях) за формулою

$АП = (AMoh \cdot Moh \cdot Mo \cdot \Delta X) / (\Delta Xh \cdot AMo)$

визначають адаптивні можливості серцево-судинної системи від віку пацієнта за величиною АП

Приклад конкретного виконання

реєструють ЕКГ у другому стандартному положенні (не менш 100 комплексів QRS і R-R інтервалів),

на записаній ЕКГ вимірюють тривалість R-R інтервалів (в секундах) та амплітуду комплексів QRS (в мм) Для простішого викладу візьмемо не 100, а 10 комплексів QRS та R-R інтервалів, наприклад

Таблиця 1

Величини комплексів QRS і R-R- інтервалів у мм

Показники	Порядковий номер									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Комплекси QRS	10,5мм	11мм	12,5мм	11мм	9,5мм	11мм	11мм	13мм	12мм	11мм
R-RІнтервали	18,5мм	17,5мм	20мм	20мм	21,5мм	20мм	20мм	20мм	20мм	20мм

групують отримані значення амплітуд комплексів QRS і R-R- інтервалів залежно від величин (з відстанню 0,5мм) та рахують їх кількість у кожній одержаній групі (табл 2 і табл 3)

Таблиця 2

Розмір і частота повторень комплексів QRS

Показники	1	2	3	4	5	6
Розмір комплексу QRS (mm)	9,5	10,5	11	12	12,5	13
Частота повторень (к-ть разів)	1	1	5	1	1	1

Таблиця 3

Розмір і частота повторень R-R- інтервалів

Показники	1	2	3	4
Розмір R-R- інтервалів (mm)	17,5	18,5	20	21 5
Частота повторень (к-ть разів)	1	1	7	1

Переводять значення амплітуд комплексів QRS в мВ та тривалість інтервалів R-R в сек Для проведення цієї операції з комплексами QRS ділять їх величину в мм на величину калібрувального сигналу в мм, відповідного 1мВ Наприклад, величина калібрувального сигналу складала 17мм Тоді в 1-ій групі значення амплітуд комплексів QRS буде складати  $\frac{9,5\text{мм} \cdot \text{мВ}}{17\text{мм}} \approx 0,559\text{мВ}$ , в 2-ій

$\frac{10,5\text{мм} \cdot \text{мВ}}{17\text{мм}} \approx 0,618\text{мВ}$  і т ін

Для проведення цієї операції з R-R інтервалами їх величину ділять на швидкість електрокардіографа (наприклад 25мм/сек) Тоді в 1-ій групі величина R-R Інтервалу складає

$\frac{17,5\text{мм} \cdot \text{сек}}{25\text{мм}} \approx 0,7\text{сек}$ , в 2-ої

$\frac{18,5\text{мм} \cdot \text{сек}}{25\text{мм}} \approx 0,74\text{сек}$ , і т ін

Визначають значення

$Moh$  (в мВ) - найбільш характерної амплітуди комплексу QRS У даному прикладі  $Moh$  буде від-

повідати величина,  $\frac{11\text{мм} \cdot \text{мВ}}{17\text{мм}} \approx 0,647\text{мВ}$  бо вона

має найбільшу кількість повторювань (5) з 10,

Мо (с) - найбільш характерної тривалості R-R інтервалу Мо буде відповідати величина,  $\frac{20\text{мм} \cdot \text{сек}}{25\text{мм}} \approx 0,8\text{сек}$ , бо вона також має найбільшу

кількість повторювань (7) з 10,

АМох (у %), для цього ділять кількість повторень найбільш характерних амплітуд комплексів QRS на загальну кількість вимірюваних амплітуд комплексів QRS та помножують на 100%

$$\text{АМох} = \frac{N_i}{N} \cdot 100\%, \text{ де } N_i - \text{кількість повторю-}$$

вань найбільш характерних амплітуд комплексів QRS, N - загальна кількість вимірюваних амплітуд

$$\text{комплексів QRS } \text{АМох} = \frac{5}{10} \cdot 100\% = 50\%,$$

АМо (у %), для цього ділять кількість повторень найбільш характерної тривалості R-R інтервалів на загальну кількість вимірюваних R-R інтервалів і помножують на 100%

$$\text{АМо} = \frac{N_R}{N} \cdot 100\%, \text{ АМо} = \frac{7}{10} \cdot 100\% = 70\%,$$

ΔXh (у мВ), для цього знаходять різницю між максимальним та мінімальним значенням амплітуд комплексів QRS з усього масиву виміряних комплексів QRS

$$\Delta Xh = \max_{QRS} - \min_{QRS}$$

$$\Delta Xh = \frac{(13\text{мм} - 9,5\text{мм})\text{мВ}}{17\text{мм}} = \frac{3,5\text{мм} \cdot \text{мВ}}{17\text{мм}} = 0,206\text{мВ},$$

ΔX (у сек), для цього знаходять різницю між максимальним та мінімальним значенням тривалості R-R інтервалів

$$\text{лв } X = \frac{(21,5\text{мм} - 17,5\text{мм})}{25\text{мм/сек}} = \frac{4\text{мм} \cdot \text{сек}}{25\text{мм}} = 0,16\text{сек},$$

розраховують величину адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи за формулою АП = (АМох • Мо • Мо • ΔX) / (ΔXh • АМо)

У нашому випадку АП - (50•0,647•0,8•0,16) / (0,206•70) = 0,29 (а о)

визначають адаптивні можливості серцево-судинної системи залежно від віку пацієнта за величиною АП

Приклад Обстежений Ю А, 31 рік, робітник промислового виробництва Визначались адаптивні можливості серцево-судинної системи за розміром АП

У положенні лежачи записували електрокардіограму (ЕКТ) в другому стандартному відведенні Запис здійснювали протягом 2-ох хвилин, що дозволяє зареєструвати необхідну кількість (100) комплексів QRS та (100) інтервалів R-R Отриманий запис ЕКТ обробляли вимірюючи ці комплекси та інтервали Угрупування комплексів QRS та інтервалів R-R проводили із відстанню 0,5мм За динамічним рядом вимірювали параметри серцевого ритму Моh, АМоh Δxh, Мо, АМо, Δx

На основі зазначених параметрів розраховується величина адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АП, а о)

$$\text{АП} = (\text{АМох} \cdot \text{Моh} \cdot \text{Мо} \cdot \Delta X) / (\Delta Xh \cdot \text{АМо})$$

$$\text{Попередні дані } \text{Моh} = 0,7\text{мВ}, \text{АМох} = 78\%, \Delta xh = 0,15\text{мВ}, \text{Мо} = 0,75\text{сек}, \text{АМо} = 43\%, \Delta x = 0,29\text{сек}$$

$$\text{АП} = (78 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,29) / (0,15 \cdot 43) = 1,84(\text{а о})$$

Для вікового діапазону більш 20 років даний розмір АПссс свідчить, що адаптивні можливості серцево-судинної системи вище норми

З метою оцінки ступеня функціональної залежності між запропонованим нами розрахунковим показником (АП) і такими інтегральними параметрами системи кровообігу, як СОК і ХОК, визначених більшістю дослідників як показники, що найбільш об'єктивно характеризують адаптивні можливості серцево-судинної системи організму, додатково проведено порівняльний кореляційний аналіз

Як видно з результатів, поданих у таблиці 4, практично у всіх експериментальних групах реєструвався сильний позитивний зв'язок між розмірами АП, з одного боку, і значеннями СОК і ХОК, з іншого

Про силу зв'язку свідчили відзначені нами коефіцієнти лінійної кореляції, що коливалися від 0,63а о до 0,89а о Наведені дані дозволили констатувати, що інформативність запропонованого нами параметру (АП) дійсно висока не лише теоретично, але і має конкретне експериментальне підтвердження

Таблиця 4

Коефіцієнти лінійної кореляції між запропонованими нами розмірами АП та основними параметрами центральної гемо динаміки організму представників різних груп населення

№	Групи	Кореляційні пари	
		АП-СОК	АП-ХОК
1	Хлопчики України	0,84	0,79
2	Дівчатка України	0,73	0,65
3	Хлопчики Західного Сибіру	0,72	0,77
4	Дівчатка Західного Сибіру	0,81	0,79
5	Чоловіки України	0,63	0,68
6	Жінки України	0,89	0,81
7	Чоловіки Західного Сибіру	0,76	0,72
8	Жінки Західного Сибіру	0,80	0,78

Запропонований спосіб дозволяє з високим ступенем точності оцінювати рівень адаптивних можливостей серцево-судинної системи організму, ефективність лікувальних, профілактичних, оздо-

ровчих дій, а також систематичних занять фізичною культурою та спортом

Таким чином, запропонований спосіб відповідає критеріям винаходу