

Винахід відноситься до фізіології, медицини, а саме до функціональної діагностики.

Аналогом є відомий спосіб визначення адаптаційного потенціалу 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], в основі якого лежить реєстрація серцевого ритму, частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, довжини і маси тіла, віку, математичного розрахунку інтегрального показника - адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АП).

Адаптаційний потенціал серцево-судинної системи складає:

$$АП = 0,011 \cdot ЧСС + 0,014 \cdot АТс + 0,008 \cdot АТд + 0,009 \cdot М + 0,014 \cdot В - 0,09 \cdot ДТ - 0,27 \quad (1)$$

де АП - адаптаційний потенціал серцево-судинної системи, а.о., (1 а.о. = уд/хв + мм рт.ст. + кг + роки - см);

ЧСС - частота серцевих скорочень, уд/хв;

Атс - артеріальний тиск систолічний, мм рт.ст.;

АТд - артеріальний тиск діастолічний, мм рт.ст.;

М - маса тіла, кг;

В - вік, роки;

ДТ - довжина тіла, см;

0,27; 0,09; 0,014; 0,011; 0,009; 0,008 - коефіцієнти рівняння множинної регресії.

Для оцінки адаптаційного потенціалу виділяють такі функціональні стани:

1. Задовільна адаптація. Розмір АП < 2,1 а.о.

2. Напруга механізмів адаптації. Розмір АП реєструється в межах від 2,11 а.о. до 3,2 а.о.

3. Незадовільна адаптація. Значення АП реєструються в межах від 3,21 а.о. до 4,3 а.о.

4. Зрив адаптації. Розмір АП становить більш ніж 4,3 а.о.

Недоліками цього способу визначення адаптаційного потенціалу є: відносна точність, високий ступінь мінливості ЧСС і АТ під впливом екологічних, психологічних, соціальних та інших чинників. У зв'язку з цим зазначений спосіб не завжди об'єктивно відбиває реальний рівень адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи організму людини.

Ознаками, спільними з рішенням, що заявляється, є: реєстрація серцевого ритму, вимір маси і довжини тіла, визначення віку, математичний розрахунок інтегрального показника адаптаційного потенціалу.

Відомий спосіб оцінки адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи [Деклараційний патент на винахід №58754 А, МПК⁷ А6В5/02, Спосіб визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи організму], прийнятий як прототип, що включає реєстрування серцевого ритму, визначення значень Мо, АМо, ΔХ, Моh, АМоh, ΔХh, математичний розрахунок інтегрального показника - адаптаційного потенціалу (АП), оцінку адаптивних можливостей серцево-судинної системи організму за його розміром.

Розмір адаптаційного потенціалу за цим методом визначається за формулою:

$$АП = (Моh \cdot АМоh \cdot ΔХ \cdot Мо) / (АМо \cdot ΔХh) \quad (2)$$

де АП - адаптаційний потенціал серцево-судинної системи, а.о., (1 а.о. = с²);

Моh - розмір найбільш характерної амплітуди комплексу QRS, мВ; АМоh - частота повторень Моh у загальному масиві комплексів QRS, %;

ΔХ - різниця між максимальним і мінімальним значеннями інтервалів R-R, с;

Мо - розмір найбільш характерної тривалості інтервалу R-R, с;

АМо - частота повторень Мо, %;

ΔХh - різниця між максимальним і мінімальним значеннями комплексів QRS, мВ.

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

Недоліками даного методу є: відносна точність, відсутність обліку маси, довжини тіла і віку людини, що обстежується.

Ознаками, спільними з вирішенням, що заявляється, є: реєстрація серцевого ритму, аналіз його тимчасових і амплітудних характеристик, математичний розрахунок інтегрального показника - адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи й оцінка адаптивних можливостей даної системи за його розмірами.

В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб визначення адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи організму, який шляхом реєстрації серцевого ритму, аналізу його амплітудних і тимчасових характеристик, з урахуванням віку, маси і довжини тіла дозволить підвищити точність діагностичної оцінки адаптаційних можливостей серцево-судинної системи.

Суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, є:

вимір довжини і маси тіла обстежуваного;

визначення віку обстежуваного;

реєстрація серцевого ритму протягом не менше двох хвилин;

визначення амплітуди комплексів QRS;

визначення розміру інтервалів R-R;

математичний розрахунок інтегрального показника адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АП, а.о.) за формулою:

$$АП = K_1 - K_2 \cdot ДТ + K_3 \cdot М + K_4 \cdot ((Моh \cdot АМоh) / (2 \cdot ΔХh)) - K_5 \cdot В - K_6 \cdot (АМо / (2 \cdot Мо \cdot ΔХ)) \quad (3)$$

де АП - адаптаційний потенціал серцево-судинної системи, а.о.;
 ДТ - довжина тіла, м;
 М - маса тіла, кг;
 Moh - розмір найбільш характерної амплітуди комплексу QRS, мВ;
 AMoh - частота повторень Moh у загальному масиві комплексів QRS, %;
 ΔXh - різниця між максимальним і мінімальним значеннями комплексів QRS, мВ;
 В - вік, роки;
 АМо - частота повторень Мо, %;
 Мо - розмір найбільш характерної тривалості R-R-інтервалу, с;
 ΔX - різниця між максимальним і мінімальним значеннями інтервалів R-R, с;
 $K_1 = 1,817$; $K_2 = 0,99$, m^{-1} ; $K_3 = 0,0237$, kg^{-1} ; $K_4 = 0,0097$, $\%^{-1}$; $K_5 = 0,0092$, $роки^{-1}$; $K_6 = 0,0048$, $c^2/\%$ - коефіцієнти рівняння множинної регресії.
 Відмінними від прототипу ознаками є:
 визначення довжини і маси тіла обстежуваного;
 визначення віку обстежуваного;
 математичний розрахунок адаптаційного потенціалу за формулою (3).
 Запропонований метод дозволяє враховувати рівень функціонування серцево-судинної системи, її функціональну напругу в залежності від віку, маси і довжини тіла, істотно підвищити ефективність способу, використовувати єдину шкалу оцінки АП для усіх вікових груп.
 Спосіб здійснюють таким чином:
 вимірюють масу тіла обстежуваного в кг та довжину його тіла в м;
 визначають вік обстежуваного в роках(менше 6-ти місяців понад числа повних років відкидаються, більш 6-ти місяців - додаються);
 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;
 ΔXh (мВ) - варіаційний розмах або різниця між максимальним і мінімальним значеннями комплексу QRS;
 Мо (с) - розмір найбільш характерної тривалості R- R-інтервалу;
 АМо (%) - частота повторень Мо;
 ΔX (с) - варіаційний розмах або різниця між максимальним і мінімальним значеннями R-R-інтервалів;
 розраховують величину адаптаційного потенціалу(АП, в абсолютних одиницях) за формулою (3);
 визначають адаптивні можливості серцево-судинної системи пацієнта за величиною АП.
 Адаптивні можливості, незалежно від статі і віку, відповідають нормі при значенні АП від 1,23 до 1,67 а.о.
 Приклад конкретного виконання:
 в обстежуваного віком 24 роки і 5 місяців вимірюють довжину і масу тіла(ДТ = 1,86м; М = 80кг, В = 24роки);
 реєструють ЕКГ у другому стандартному відведенні(не менш 100 комплексів QRS і R-R інтервалів);
 на ЕКГ вимірюють тривалість R-R інтервалів(у мм) та амплітуду комплексів QRS(у 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-R Інтервали	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 (мм)	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 (мм)	17,5	18,5	20	21,5
Частота повторень (к-ть разів)	1	1	7	1

Переводять значення амплітуд комплексів QRS у мВ та тривалість інтервалів R-R у сек. Для проведення цієї операції з комплексами QRS - ділять їх величину умм на величину калібрувального сигналу в мм, відповідного 1мВ. Наприклад, величина калібрувального сигналу складала 17мм. Тоді в 1-й

групі значення амплітуд комплексів QRS буде складати: $\frac{9,5\text{мм} \cdot \text{мВ}}{17\text{мм}} \approx 0,559\text{мВ}$, у 2-й - $\frac{10,5\text{мм} \cdot \text{мВ}}{17\text{мм}} \approx 0,618\text{мВ}$

Для проведення цієї операції з R-R інтервалами - їх величину ділять на швидкість електрокардіографа(наприклад 25мм/с). Тоді в 1-й групі розмір R-R інтервалу складає- $\frac{17,5\text{мм} \cdot \text{с}}{25\text{мм}} \approx 0,7\text{с}$ у 2-й- $\frac{18,5\text{мм} \cdot \text{с}}{25\text{мм}} \approx 0,74\text{с}$ і т. ін..

визначають значення:

М_{oh} (умВ) - найбільш характерної амплітуди комплексу QRS. У даному прикладі М_{oh} буде відповідати 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;

М_o (с) - найбільш характерної тривалості R-R інтервалу. М_o буде відповідати величина $\frac{20\text{мм} \cdot \text{с}}{25\text{мм}} \approx 0,8\text{с}$, бо вона також має найбільшу кількість повторювань (7) з 10;

АМ_{oh} (у %), для цього ділять кількість повторень найбільш характерних амплітуд комплексів QRS на загальну кількість вимірюваних амплітуд комплексів QRS та помножують на 100%:

$$\text{АМ}_{oh} = \frac{N_i}{N} \cdot 100\%$$
, де, N_i - кількість повторювань найбільш характерних амплітуд комплексів QRS, N - загальна кількість вимірюваних амплітуд комплексів QRS.

$$\text{АМ}_{oh} = \frac{5}{10} \cdot 100\% = 50\%$$

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

$$\text{АМ}_{o} = \frac{N_R}{N} \cdot 100\%$$

$$\text{АМ}_{o} = \frac{7}{10} \cdot 100\% = 70\%$$

ΔX_h (у мВ), для цього знаходять різницю між максимальним та мінімальним значеннями амплітуд комплексів QRS з усього масиву вимірюваних комплексів QRS:

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

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

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

$$\Delta X_h = \frac{(21,5\text{мм} - 17,5\text{мм})}{25\text{мм/с}} = \frac{4\text{мм} \cdot \text{с}}{25\text{мм}} = 0,16\text{с}$$

розраховують величину адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи за формулою (3).

У нашому випадку АП = 1,817 - 0,99·1,86 + 0,0237·80 + 0,0097·((0,647·50) / 2·0,206) - 0,0092·24 - 0,0048·(70 / (2·0,8·0,16)) = 1,1 (а.о.)

визначають адаптивні можливості серцево-судинної системи пацієнта за величиною АП.

Відповідно до отриманої величини АП адаптивні можливості серцево-судинної системи даного обстежуваного нижче за норму.

Приклад. Обстежений Т. Н., 26 років, спортсмен, легка атлетика. Визначались адаптивні можливості серцево-судинної системи за розміром АП.

У положенні лежачи записували електрокардіограму(ЕКГ) 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 ЕКГ 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: М_{oh}; АМ_{oh} ΔX_h, М_o, АМ_o, ΔX.

На основі зазначених параметрів розраховували величину адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи (АП, а.о.) за формулою (3).

Попередні дані: ДТ = 1,84м; М = 75кг; Моh = 0,82мВ, АМоh = 84%, ΔХh = 0,12мВ, Мо = 0,85с, АМо = 35%, ΔХ = 0,32с.

$АП = 1,817 - 0,99 \cdot 1,84 + 0,0237 \cdot 75 + 0,0097 \cdot ((0,82 \cdot 84) / 2 \cdot 0,12) - 0,0092 \cdot 26 - 0,0048 \cdot (35 / (2 \cdot 0,85 - 0,32)) = 4,01(а.о.).$

Даний розмір АП свідчить, що адаптивні можливості серцево-судинної системи вище за норму.

З метою оцінки ступеня функціональної залежності між запропонованим нами розрахунковим показником(АП) і такими інтегральними параметрами системи кровообігу, як СОК і ХОК, визнаних 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 0,74а.о. до 0,95а.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 гемодинаміки організму представників різних груп

№	Групи	Кореляційні пари	
		АП-СОК	АП-ХОК
1	Чоловіки	0,89	0,77
2	Жінки	0,95	0,74

Запропонований спосіб дозволяє з високим ступенем точності оцінювати рівень адаптивних можливостей серцево-судинної системи організму, ефективність лікувальних, профілактичних, оздоровчих дій, а також систематичних занять фізичною культурою та спортом. Розроблена єдина шкала оцінки адаптивних можливостей, яка не залежить від віку, статі та рівня тренуваності пацієнта.

Таким чином, запропонований спосіб відповідає критеріям винаходу.