



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38737 (13) A

(51) 7 A61B5/0402

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОЦІНКИ ВЕГЕТАТИВНОГО ГОМЕОСТАЗУ У ДІТЕЙ

(21) 2000095253

(22) 12.09.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Ващенко Людмила Володимирівна, Степаненко Тетяна Іванівна, Лацинська Світлана Анатоліївна, Приставка Філіп Олександрович

(73) Дніпропетровська державна медична академія

(57) Спосіб оцінки вегетативного гомеостазу у дітей, що містить виявлення характеру вираженості вегетативних дисфункцій шляхом визначення вихідного вегетативного тонуусу і негативної реактивності з використанням значення індексу напруження, що визначається з умови математичної моделі по кардіоінтервалографічним параметрам значення кардіоінтервалу, що найчастіше зустрічається,

відсоткового співвідношення числа значень, інтервалів у загальному масиві кардіоциклів і варіаційного розмаху, що відрізняється тим, що додатково значення індексу напруження розподіляють центильно відносно лінійної шкали, з урахуванням віку і статі, при цьому якщо значення індексу напруження розташовується між 0 і 5 центилями, визначають виражену ваготонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 5 і 25 центилями - помірну ваготонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 25 і 75 центилями - ейтонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 75 і 95 центилями - помірну симпатикотонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 95 і 100 центилями - виражену симпатикотонію.

Винахід відноситься до медицини, переважно до визначення, вимірювання або реєстрації для діагностичних цілей, зокрема до електрокардіографії і може бути використаним в дитячій кардіології для визначення дисфункції центральних і автономних механізмів регуляції, виявлення внутрішньоструктурних процесів, оцінки періодичних складових синусового серцевого ритму і т.п.

Відомо, що для виявлення внутрішньоструктурних процесів і оцінки періодичних складових синусового серцевого ритму використовують автокореляційний і спектральний аналіз [1].

Способи діагностики, що використовують автокореляційний і спектральний аналіз містять багаторазове виявлення автокореляційних функцій і спектра синусового ритму в різний час з подальшою ідентифікацією копій і обробкою результатів на ЕОМ.

До причини, що перешкоджає досягненню вказаного нижче технічного результату відносяться експлуатаційні незручності, що викликані трудомісткістю багаторазового здійснення задіяних прийомів і необхідністю обробки результатів діагностики через заданий проміжок часу на ЕОМ. Разом із тим, відомі умови математичного аналізу до кінця не розкривають мозаїчність динамічної структури серцевого ритму, що стримує функціональні можливості цих способів загалом.

Найбільш близьким об'єктом того ж функціонального призначення по максимальній кількості істотних ознак до розв'язання задачі за винаходом є спосіб оцінки вегетативного гомеостазу у дітей, що містить виявлення характеру вираженості вегетативних дисфункцій шляхом визначення вихідного вегетативного тонуусу (BBT) і вегетативної реактивності (BP) з використанням значення індексу напруження, що визначається з умови математичної моделі по кардіоінтервалографічним (КИГ) параметрам значення кардіоінтервалу, що найчастіше зустрічається, відсоткового співвідношення числа значень інтервалів R-R у загальному масиві кардіоциклів і варіаційного розмаху, згідно з яким для оцінки вихідного вегетативного тонуусу (BBT) і вегетативної реактивності (BP), згадані вище кардіоінтервалографічні показники (КИГ) використовують у поєднанні з кліноортостатичною пробою (КОП), індекс напруження (IH) знаходять з математичної умови Р.М. Баєвського:

$$IH = AM_0 : (2M_0 \cdot \Delta X),$$

де:  $AM_0$  - відсоткове співвідношення числа значень інтервалів у загальному масиві кардіоциклів;  $M_0$  - значення кардіоінтервалу, що найчастіше зустрічається;  $\Delta X$  - варіаційний розмах в орто- та кліноположеннях, а також їх взаємодіювання ( $I_{H_{OPT}}/I_{H_{KL}}$ ), як критерій виявлення норма-

льної, гіперсимпатикотонічної і асимпатикотонічної ВР [2].

Дослідження вчених, що проведені в області пошуку найбільш раціональних параметрів оцінки ВР, дозволили у відомому рішенні задачі дещо поліпшити експлуатаційні зручності і функціональні можливості за рахунок винятку багаторазовості проведення автокореляційного та спектрального аналізів, зрушених за часом, необхідністю застосування спеціальних програм для обробки результатів на ЕОМ і скорочення обчислювальних операцій.

Деякий приріст технічного результату в прототипі зумовлений тим, що реєстрацію показників КІГ здійснюють за результатами обробки, принаймні, 100 кардіоциклів, що записані у 11-му стандартному електрокардіографічному відведенні, без зрушення часового інтервалу, в реальному масштабі часу зі швидкістю 50 мм/с, а як одиниці вимірювання параметрів, що реєструються, використовують R-R інтервал. Крім того, використанням  $M_0$  контролюють природний стан гуморального каналу регуляції і рівня функціонування системи,  $AM_0$  - стан симпатичного відділу вегетативної нервової системи, а  $\Delta X$ , як різницю між максимальним і мінімальним значеннями тривалості R-R інтервалів у даному масиві кардіоциклів - рівень активності її парасимпатичної ланки, що поліпшує розкриття мозаїчності динамічної структури серцевого ритму в діагностиці.

Причини, які перешкоджають відомому об'єкту отримати вказаний нижче технічний результат, зумовлені недостатністю обробки параметрів, що контролюються в низьким рівнем інтерпретації фізіологічних параметрів різних рівнів.

Це пояснюється тим, що сукупність засобів, які відбивають основу прототипу, визначає діагностичний результат, переважно, за рахунок усереднення параметрів, що контролюються, без урахування статевої і вікової ознак, що не дає можливість встановити ступінь вегетативної дисфункції. У свою чергу, ігнорування статевої і вікової ознак не дозволяє об'єктивно врахувати властиві для них відмінності ритмограм, що відрізняються значеннями кардіоінтервалів і варіативністю, складовими синусового серцевого ритму різного порядку і дихальної періодики.

В основу удосконалення відомого способу оцінки вегетативного гомеостазу у дітей поставлена задача підвищити достовірність і оперативність діагностики шляхом інтерпретації і центризації кардіоінтервалографічних показників різних рівнів.

При використанні винаходу вказаний вище технічний результат досягається тим, що у відомому способі оцінки вегетативного гомеостазу у дітей, що містить виявлення характеру виражено-сті вегетативних дисфункцій шляхом визначення вихідного вегетативного тону і вегетативної реактивності з використанням значення індексу напруження, що визначається з умови математичної моделі по кардіоінтервалографічним параметрам значення кардіоінтервалу, що найчастіше зустрічається, відсоткового співвідношення числа значень інтервалів у загальному масиві кардіоциклів і варіаційного розмаху, особливість полягає в тому, що додатково значення індексу напруження розподіляють центильно відносно лінійної шкали, з ураху-

ванням віку і статі, при цьому, якщо значення індексу напруження розташовується між 0 і 5 центилями, визначають виражену ваготонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 5 і 25 центилями - помірну ваготонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 25 і 75 центилями - ейтонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 75 і 95 центилями - помірну симпатикотонію, якщо значення індексу напруження розташовується між 95 і 100 центилями - виражену симпатикотонію.

Таким чином, новим відносно прототипу є центильний розподіл значення індексу напруження відносно лінійної шкали 100% і нормування патологічних станів на її протязі, залежно від довжини проміжків між центилями, з урахуванням віку і статі.

Центильний розподіл значення ІН відносно лінійної шкали зводиться до ідентифікації індивідуального стану пацієнта з еталонними відрізками шкали, відповідно виявленим значенням ІН у п'яти станах за результатами обстеження здорових дітей різного віку і статі, і повністю компенсує недостатність обробки параметрів, що контролюються, і низький рівень інтерпретації фізіологічних параметрів.

Щодо прототипу, спектр центильного ряду, що пропонується, здатний розширити уявлення про стан ВР, зокрема, визначити, принаймні, один з п'яти станів - виражену ваготонію, помірну ваготонію, ейтонію, помірну симпатикотонію або виражену симпатикотонію, по віковій і статевій ознаках. Збільшення ж кількості оцінних мір вираженості вегетативних дисфункцій тим самим об'єктивно відображає стан вегетативного гомеостазу. Також досягнуто скорочення кількості обчислювальних операцій з кожної нагоди. Інтерпретація фізіологічних параметрів по віковій і статевій ознаках дозволяє врахувати відмінності ритмограм і складових елементів синусового серцевого ритму та дихальної періодики.

Межеві значення нормованих патологічних станів протягом лінійної шкали відбивають номенклатуру природних патологічних станів з урахуванням віку і статі, які у зв'язку із цим характеризуються дискретністю значень центильних коридорів. Зміна кордонів кожного з коридорів (у бік початку або кінця шкали) є недоцільною, оскільки пов'язана з отриманням суб'єктивних результатів або зниженням достовірності кінцевого діагностичного результату.

Таким чином, сукупність істотних відмінних ознак розв'язання задачі за винаходом є істотною, бо має причинно-наслідковий зв'язок з вказаним вище технічним результатом.

Відомості, що підтверджують можливість здійснення винаходу, полягають в нижченаведеному.

Стан вегетативного гомеостазу у дітей визначають по характеру вираженості вегетативних дисфункцій, який, в свою чергу, визначають по вихідному вегетативному тону та вегетативній реактивності з використанням значення індексу напруження.

Запис і обчислення показників КІГ здійснюють по загальноприйнятій методиці [3]: за даними ЕКГ виявляють значення  $M_0$ ,  $AM_0$ ,  $\Delta X$ , а потім обчислюють ІН по умові Р.М. Баєвського:

$$IH = AM_0 : (2M_0 \cdot \Delta X),$$

де:  $AM_0$  - відсоткове співвідношення числа значень інтервалів у загальному масиві кардіоциклів;  $M_0$  - значення кардіоінтервалу, що найчастіше зустрічається;  $\Delta X$  - варіаційний розмах.

Потім значення ІН ідентифікують з лінійною шкалою центильного розподілу, з урахуванням віку і статі, здійснюють діагностику вихідного вегетативного тону.

Якщо значення ІН знаходиться між 0 і 5 центилями, визначають виражену ваготонію, якщо значення ІН знаходиться між 5 і 25 центилями - помірну ваготонію, якщо значення ІН знаходиться між 25 і 75 центилями - ейтонію, якщо значення ІН знаходиться між 75 і 95 центилями - помірну симпатикотонію, якщо значення ІН знаходиться між 95 і 100 центилями виражену симпатикотонію.

Визначення патологічних станів здійснюється шляхом ідентифікації виявлених значень ІН з нормативними, що відбивають стани реальних хворих, з урахуванням віку і статі. При цьому ступінь виразу можливих відхилень від норми може бути різною і знаходить відображення в центильному ряді. В результаті надається можливість оперативно з високою достовірністю встановити, принаймні, один з п'яти станів ВВТ, зокрема, виражену або помірну ваготонію, ейтонію, помірну або виражену симпатикотонію.

При виконанні кліноортостатичної проби (КОП) характеристика ВР залежить від ВВТ і визначається за зміщенням показників КІГ у коридорах центильних шкал. Нормальна ВР характеризується зменшенням (зсув показників відносно центильної шкали ліворуч)  $M_0$ ,  $\Delta X$  і збільшенням (зсув показників відносно центильної шкали праворуч)  $AM_0$  та ІН на один центильний коридор. У дітей із симпатикотонією і з ваготонією приріст зазначених показників залежить від ступеня вираженості ваготонії і симпатикотонії. У дітей із вихідною симпатикотонією нормальна ВР визначається при зміщенні показників КІГ на один, а у дітей з вихідною ваготонією - на два центильних коридори. Гіперсимпатикотонічна реактивність у дітей з вихідною ейтонією і симпатикотонією характеризується зменшенням  $M_0$  та  $\Delta X$  і збільшенням  $AM_0$  та ІН на два і більше коридори центильних шкал, а у дітей з вихідною ваготонією - завжди більше, ніж на 2 коридори. Асимпатикотонічна реактивність характеризується збільшенням  $M_0$ ,  $\Delta X$  і зниженням  $AM_0$  та ІН на один - два центильних коридори при усіх видах вихідного вегетативного тону.

Для визначення ВВТ для дітей обох статей і різного віку приймаються єдині критерії. Однак вони не прийнятні для дітей молодших вікових груп, оскільки в цьому віці більш виражені симпатичні впливи. Для дітей в більш старшому віці характерні статеві відмінності в функціонуванні ВНС, пов'язані з різними термінами вступу в пубертат і гормональним фоном: у дівчинок більш виразлива симпатикотонія, у хлопчиків парасимпатикотонія.

Таблиці "центильного типу розподілу" показників КІГ ( $M_0$ ,  $AM_0$ ,  $\Delta X$  та ІН), дозволяють провести індивідуальну оцінку ВВТ і ВР з урахуванням статі і віку дитини, а також - встановити ступінь визначеної вегетативної дисфункції без розрахунків співвідношення ІН в кліно- та ортоположенні.

Для створення центильної шкали розподілу показників КІГ з 1860 обстежених дітей, віком від 3 до 15 років, авторами було відібрано 164 (8,8%) дитини (82 хлопчики і 82 дівчинки), що відносяться до першої групи здоров'я. На момент обстеження вони були клінічно здорові, мали середні показники фізичного і статевих розвитку. Всі діти були обстежені за допомогою КІГ у поєднанні з КОП. З урахуванням малої кількості здорових дітей в популяції, статистична обробка показників КІГ проводилася за методом сплайн-аналізу з двома вузлами, який дозволяє відновлювати нормальний розподіл з малих вибірок [4]. Достовірність розподілу оцінювалася за критерієм Смирнова-Колмогорова [5].

Показники КІГ у дітей до 7 років мали пряму кореляційну залежність з віком, а з 8 років - з віком і статтю ( $r=+0,67$ ,  $p<0,05$ ). Дошкільнята мали слабо позитивну, не достовірну кореляційну залежність зі статтю ( $r=+0,34$ ,  $p>0,1$ ).

У зв'язку з цим оцінка показників КІГ проводилася з урахуванням віку і статі, у дітей з 8-літнього віку (табл. 1, 2, 3).

Центильні шкали розподілу показників КІГ залежно від віку і статі надані в табл. 1, 2, 3, а розроблені на їх основі нормативи ІН для дітей різного віку і статі - у табл. 4. Аналіз центильних шкал показників КІГ показав, що з віком (від 3 до 15 років) значення  $AM_0$  знижується, а  $M_0$  і  $\Delta X$  збільшуються, що характеризує зменшення з віком симпатичних впливів і, навпаки, збільшення парасимпатичних. Тому в кожній віковій групі одне й те саме значення КІГ-показників може характеризувати ВВТ по-різному. Наприклад, ІН=136 ум. од. у дітей 3-4 літнього віку відповідає ейтонічному варіанту ВВТ, а у дітей старше 5 років симпатикотонічному, причому для дітей 5 років характерна помірна симпатикотонія, а для дітей 7 років - виражена.

Таким чином, використовуючи дані табл. 1, 2, 3 можливо визначити ВВТ і ВР дітей з урахуванням віку і статі.

Відомості, що наведені у табл. 4, дозволяють без розрахунку співвідношення ІН в орто- і кліноположеннях визначити ВР, що значно посилює оперативність діагностики.

Таким чином, розроблені нормативи показників КІГ дозволяють не тільки провести індивідуальну оцінку цих параметрів, але і встановити ступінь тяжкості вегетативних порушень, що інформує про підвищення достовірності кінцевого результату.

Приклад 1. При обстеженні дитини Коваленко К., 6 років, за допомогою КІГ у поєднанні з КОП були отримані наступні показники у кліноположенні:

$M_0=0,59$ ;  $AM_0=17,8$ ;  $\Delta X=0,19$ ;  $IH=80,9$  ум.од.

Цей випадок відбиває ейтонічний варіант ВВТ, бо значення ІН в ортоположенні становило 94,18 ум. од., тобто залишилося в тому ж центильному проміжку, тому стан ВР оцінений як нормальний.

Вихідний вегетативний тонус при цих же показниках КІГ у хлопчика Румянцева К., 12 років, розцінюється як помірна симпатикотонія, а ВР - як нормальна. У дівчинки Астраханцевої Н., 12 років, - ВВТ-ейтонія, а ВР - нормальна.

Приклад 2. При обстеженні дитини Ефімова Е., 3 років, за допомогою КІГ у поєднанні з КОП

були отримані наступні показники в кліноположенні:

$M_0=0,53$ ;  $AM_0=21,44$ ;  $\Delta X=0,19$ ;  $IN=107,2$  ум.од.

Конкретні параметри відбивають для цієї дитини ейтонію.

Але ці ж показники КІГ у кліноположенні у дитини Шаблі В. (хлопчик), 14 років, дозволяють визначити симпатикотонію, а у Ткалі О. (дівчинка), 12 років, - помірну симпатикотонію. У ортоположенні ІН у Ефімова Е. становив 139,4 ум.од., що характеризує стан ВР в нормі. У хлопчика Шаблі В. у ортоположенні ІН становив 120 ум.од., що відповідає гіперсимпатикотонії. У дівчинки Ткалі О. ІН в ортоположенні становив 31,3 ум. од., що відбиває стан асимпатикотонічної ВР.

Таким чином, наведені дані підтверджують вагомість інтерпретації параметрів КІГ по віковій та статевій ознакам. Це пояснюється тим, що вони відбивають, здебільшого динаміку розвитку і періодичність включення механізмів регуляції синусового серцевого ритму. У ранньому віці (1-3 роки) при відносно постійному показнику  $M_0$  (0,58 с) констатується найбільше напруження компенсаторних механізмів, високий рівень функціонування симпатичного ланцюга, вегетативної нервової системи ( $AM_0$  28%) й центрального контуру регуляції серцевого ритму серця (ІН 134 ум.од.). Про високий рівень функціонування центрального контуру регуляції серцевого ритму в цьому віці свідчить й повільно-хвильові компоненти спектру ЕКГ, а швидке зниження автокореляційних функцій до нуля та негативних значень інформує про нестабільність автономного контуру. Невраховування таких механізмів регуляції ритму серця ховає в собі безпеку перенапруження та зриву адаптації з розвитком (посиленням) патологічного процесу, що, наприклад, може бути однією з причин сильного збудження дітей раннього віку.

Отже, після проведення клінічного випробування способу оцінки вегетативного гомеостазу у дітей, заявником встановлено, що він може бути широко використаним у дитячій кардіології для визначення дисфункція центральних і автономних механізмів регуляції, виявлення внутрішньоструктурних процесів і оцінки періодичних складаючих синусового серцевого ритму й т. і; для об'єкту за винаходом у тому вигляді, як він схарактеризований у незалежному пункті формули, підтверджена можливість його здійснення за допомогою вказаних у заявці або відомих до дати пріоритету засобів; спосіб, що втілює винахід при здійсненні, забезпечує досягнення позитивного результату, а саме підвищення достовірності та оперативності діагностики шляхом інтерпретації і центилізації кардіоінтервалографічних показників різних рівнів при використанні.

Це дозволяє ствердити, що розроблений винахід відповідає умовам "промислового придатності", "новизна", "винахідницький рівень" і може бути кваліфікований винаходом України.

Джерела інформації

1. Белоконов Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей: Руководство для врачей: В 2-х т. – Т. 1. – М.: Медицина, 1987. – С. 96.
2. Белоконов Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей: Руководство для врачей: В 2-х т. – Т. 1. – М.: Медицина, 1987. – С. 97.
3. Баевский Р.М., Кирилов О.К., Клецкин С.Э. Математический анализ сердечного ритма. – М.: Медицина, 1984. – 243 с.
4. Приставка А.Ф., Райко О.В. Идентификация и восстановление распределений на ЭВМ: Справ. Пособие / Под ред. С.Н. Конюхова. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1991. – 216 с.
5. Компьютерная биометрика / Под ред. В.Н. Носова. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 232 с.

Таблиця 1

Центильні шкали розподілу КІГ-показників залежності від віку і статті  
Центильна шкала розподілу  $M_0$  (с)

Вік, років	5	25	50	75	95
3	0,5	0,52	0,56	0,6	0,63
4	0,52	0,57	0,58	0,61	0,66
5	0,53	0,59	0,6	0,64	0,7
6	0,58	0,62	0,65	0,69	0,74
7	0,61	0,64	0,69	0,72	0,76
Хлопчики					
8-9	0,62	0,68	0,71	0,73	0,78
10-11	0,64	0,69	0,73	0,75	0,80
12-13	0,66	0,71	0,74	0,76	0,82
14-15	0,69	0,72	0,76	0,78	0,82
Дівчинки					
8-9	0,58	0,64	0,66	0,69	0,76
10-11	0,60	0,66	0,68	0,70	0,78
12-13	0,64	0,67	0,70	0,72	0,80
14-15	0,65	0,68	0,73	0,75	0,82

Таблиця 2

Центильна шкала розподілу  $AM_0$  (%)

Вік, років	5	25	50	75	95
3	15,0	17,6	22,7	26,0	35,0
4	14,1	16,9	20,1	24,8	34,0
5	12,9	16,0	19,1	24,1	33,0
6	11,2	15,4	18,4	24,4	32,1
7	11,0	14,9	17,2	24,2	31,1
Хлопчики					
8-9	10,7	14,8	16,9	22,6	30,2
10-11	10,7	14,3	16,1	22,2	30,0
12-13	9,9	12,5	15,6	21,8	28,0
14-15	8,7	11,8	15,1	21,3	27,3
Дівчинки					
8-9	11,2	13,9	17,8	22,7	33,0
10-11	10,4	13,6	17,6	22,5	30,1
12-13	9,6	12,9	16,8	22,2	29,5
14-15	9,3	12,6	16,4	21,2	28,6

Таблиця 3

Центильна шкала розподілу  $\Delta X$  (с)

Вік, років	5	25	50	75	95
3	0,14	0,16	0,21	0,27	0,32
4	0,15	0,16	0,22	0,28	0,34
5	0,15	0,17	0,23	0,29	0,35
6	0,16	0,17	0,25	0,3	0,37
7	0,17	0,18	0,26	0,32	0,38
Хлопчики					
8-9	0,17	0,19	0,26	0,32	0,39
10-11	0,18	0,19	0,28	0,33	0,41
12-13	0,18	0,20	0,29	0,35	0,42
14-15	0,19	0,21	0,29	0,36	0,43
Дівчинки					
8-9	0,11	0,17	0,18	0,25	0,35
10-11	0,14	0,17	0,21	0,26	0,38
12-13	0,15	0,19	0,22	0,28	0,41
14-15	0,16	0,21	0,25	0,31	0,42

Таблиця 4

## Центильна шкала розподілу індексу напруження

Вік, років	5	25	50	75	95
3	38	56	96	147	245
4	31	51	77	136	219
5	26	43	69	123	188
6	20	37	57	116	174
7	19	35	48	105	150
Хлопчики					
8-9	17	32	46	86	144
10-11	16	29	39	85	130
12-13	14	24	36	77	117
14-15	12	21	34	70	105
Дівчинки					
8-9	21	40	74	104	254
10-11	18	38	61	102	177
12-13	15	32	54	88	155
14-15	13	27	44	75	136

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---