



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38565 (13) U  
(51) МПК (2006)  
A61N 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ

1

2

(21) u200809725

(22) 25.07.2008

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) ЧУЯН ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА, UA, БІРЮКОВА  
ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА, UA, РАВАЄВА МАРИ-  
НА ЮРІЇВНА, UA

(73) ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-  
ТЕТ ІМ. В.І.ВЕРНАДСЬКОГО, UA

(57) Спосіб оцінки функціонального стану організму, що включає зняття кардіоритмограми, фіксування показників варіаційної пульсометрії й розрахунок інтегральних показників функціонального стану людини, який **відрізняється** тим, що попередньо розраховують індекс напруги, по показниках варіаційної пульсометрії, за значеннями якого визначають вегетативний тонус організму.

Корисна модель ставиться до області фізіології й може бути використане для аналізу функціонального стану людини на різних рівнях регуляції.

Як прототип обраний спосіб контролю функціонального стану біологічного об'єкта в основі якого лежить математичний аналіз електрокардіосигналу із застосуванням методів автокореляційного, фрактального, факторного й спектрального аналізів. Спосіб включає зняття кардіоритмограми, фіксування показників варіаційної пульсометрії й розрахунок показників функціонального стану людини. (Обґрунтування апаратно-програмних методів, призначених для скринінг-діагностики внутрішніх захворювань і для оцінки ефективності лікувально-профілактичних заходів у системі диспансеризації військовослужбовців і пенсіонерів МО. Звіт про науково-дослідну роботу. - СПб: Із ВМА С-Пб, 2002). Недоліком прототипу є використання способу для оцінки функціонального стану тільки для осіб з різними патологіями, причому без обліку розходжень функціональних можливостей залежно від рівня вегетативної регуляції. При цьому спосіб не застосовується для оцінки функціонального стану умовно-здорових осіб, зокрема студентів.

В основу корисної моделі поставлене завдання вдосконалити спосіб оцінки функціонального стану організму за рахунок обліку розходжень функціональних можливостей залежно від рівня вегетативної регуляції.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі оцінки функціонального стану організму, що включає зняття кардіоритмограми, фіксування показників варіаційної пульсометрії й розрахунок

інтегральних показників функціонального стану людини, відповідно до корисної моделі, попередньо розраховують індекс напруги, по показниках варіаційної пульсометрії, за значеннями яких визначають вегетативний тонус організму, що забезпечує одержання всієї повноти інформації про функціональний стан організму.

Спосіб реалізується таким чином.

Знімають кардіоритмограму, реєструють електрокардіосигнал у першому стандартному відведенні. Реєстрацію проводять у положенні сидячи при спокійному подиху протягом 3-5 хвилин, тобто часу, необхідного для набору 300 кардіокомплексів, фіксують показники варіаційної пульсометрії, за значеннями якої розраховують індекс напруги, потім інтегральні показники функціонального стану людини, і визначають вегетативний тонус організму.

З електрокардіосигналу виділяють 5 ритмів. У кожному з них визначаються хвилі першого порядку, що представляють собою обгинаючи цих ритмів. Наступна нейродинамічна обробка цих ритмів - це перетворення сигналів у кодову комбінацію по двійковій підставі, що складається з послідовності імпульсів, всі параметри яких однакові, що дозволяє одержати в реальному масштабі часу одномоментну інформацію про стан організму людини із всіх основних рівнів регуляції на прикладі аналізу ритмічної активності серця.

Приклад конкретного виконання.

Для вивчення особливостей функціонального стану студентів було проведене дослідження, у якому брали участь 50 студентів-волонтерів у віці

UA (19) 38565 (11) 38565 (13) U

20-22 року, умовно здорових, що не мають хронічних захворювань.

Дослідження проводилося в ранкові години в тихому, добре провітрюваному приміщенні з постійною температурою  $+20...+22^{\circ}\text{C}$ . Перед початком дослідження випробуванім давали час розслабитися, заспокоїтися. Роботу починали з реєстрації електрокардіосигнала в першому стандартному відведенні. Реєстрацію проводили в положенні сидіти при спокійному подиху протягом 3-5 хвилин, тобто часу, необхідного для набору 300 кардіокомплексів.

Спосіб дозволяє одержати в реальному масштабі часу одномоментну інформацію про стан організму людини із всіх основних рівнів регуляції на основі аналізу ритмічної активності серця. Аналіз електрокардіосигналу дозволяє дати кількісну оцінку рівня адаптації й функціональних резервів організму, оцінити внесок центральної й вегетативної регуляції в роботу серцево-судинної системи, дати характеристику симпатого-парасимпатичного балансу відділів вегетативної нервової системи (Ярилов С.В. Фізіологічні аспекти нової інформаційної технології аналізу біоелектричних сигналів і принципи технічної реалізації. - С-Пб, 2001. - 48с.). Крім цього, коректний і адекватний біокібернетичний підхід до аналізу електрокардіосигналів дозволяє визначити рівень гіпоталамічної регуляції, рівень консолідації не тільки вегетативної, але й ендокринної сфери; оцінити біоритмічну активність мозку, що по визначенню повинна бути сполучена з ритмічною активністю серця, без чого немислима системна організація. Коливання тривалості інтервалів між кардіоциклами, обумовлені нейрогуморальними впливами, адекватно відбивають загальний (поточний) функціональний стан організму й можуть використатися для розробки тактики й прогнозування динаміки зміни функціонального стану випробуваних.

Відомо, що оцінка серцевого ритму й тону вегетативної нервової системи дає можливість судити про рівень функціональної адаптації, а варіанти дезадаптації організму можуть мати зв'язок

з патогенетичними механізмами багатьох патологічних синдромів і захворювань (і не тільки серцево-судинних). У свою чергу, рівень адаптації організму в цілому повинен бути тісно пов'язаний зі станом гіпоталамо-гіпофізарного рівня регуляції. Завдяки проведенню фрактального аналізу ритмограм можливо виділити цей зв'язок і закономірно перейти від одного ритмічного процесу (ритмограма серця) до іншого (ритмограма мозку) і зробити нарешті загальний висновок про функціональний стан організму людини (Баєвський Р.М., Берсенєва А.П. Оцінка адаптаційних можливостей організму й ризик розвитку захворювань. - М.: Медицина, 1997. - 236с.).

Отримані результати дозволили виділити три основні групи студентів: нормотоніки (50%), симпатотоніки (26%) і ваготоніки (24%). Статистичний, геометричний, автокореляційний, спектральний, нейродинамічний і фрактальний методи аналізу, а також способи кореляційної ритмографії й картирования біоритмів мозку дозволили виявити індивідуально-типологічні особливості функціонального стану у випробуваних залежно від вегетативного тону (табл. 1.). Так, у студентів - ваготоніків виявлені найбільш високі, а в симпатотоніків - низькі значення показників функціонального стану організму (табл. 2).

За результатами наших досліджень виділені групи студентів з порушеннями функціонального стану організму, а, отже, що бідують у подальших заходах, що корегують. До таким, у першу чергу, ставляться симпатотоніки, у меншому ступені - нормотоніки. Отримані результати, підтверджують наявність різноспрямованих реакцій у випробуваних з різним вихідним рівнем вегетативної регуляції на будь-які впливи, що корегують.

Спосіб забезпечує одержання вичерпної інформації про стан всіх контурів регуляції, починаючи з вегетативної нервової системи до рівня гіпоталамо-гіпофізарної і центральної нервової системи, і про показники, що характеризують стан здоров'я, адаптаційні резервні можливості організму студентів.

Таблиця 1

Спосіб оцінки функціонального стану організму. Показники варіаційної пульсометрії у випробуваних виділених груп

Показник	Фізіологічний смисл	Групи		
		Нормотоніки (I) n=25	Симпатотоніки (II) n = 13	Ваготоніки (III) n = 12
Індекс напруги (ІН= $AMo/2\Delta X \cdot Mo$ )	Відбиває ступінь централізації керування серцевим ритмом. Сумарна характеристика гістограми розподілу R-R інтервалів.	$105,27 \pm 6,88$ p <sub>II</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,001	$346,81 \pm 53,35$ p <sub>I</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,01	$46,17 \pm 4,71$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>II</sub> < 0,01
Мода (Mo)	Діапазон значень найбільше що часто зустрічаються кардіосигналов. Указує на ймовірний рівень функціонування системи кровообігу (синотриального вузла)..	$748,33 \pm 15,74$ p <sub>II</sub> < 0,001, p <sub>III</sub> < 0,01	$657,14 \pm 20,81$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>III</sub> < 0,001	$852,31 \pm 40,86$ p <sub>I</sub> < 0,01, p <sub>II</sub> < 0,001
Середнє значення інтервалів	Відбиває кінцевий результат всіх регуляторних впливів на серце й систему кровообігу	$769,91 \pm 13,63$ p <sub>II</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,01	$678,36 \pm 20,55$ p <sub>I</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,001	$866,96 \pm 35,89$ p <sub>I</sub> < 0,01, p <sub>II</sub> < 0,001
Індекс вегетативної рівноваги (ІВР = $AMo/\Delta X$ )	Указує на співвідношення активностей симпатичного й парасимпатического відділів ВНС.	$155,67 \pm 9,13$ p <sub>II</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,001	$422,27 \pm 45,27$ p <sub>I</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,01	$77,26 \pm 7,11$ p <sub>I</sub> < 0,001, P <sub>II</sub> < 0,01
Вегетативний показник ритму (ВПР = $1/Mo \cdot \Delta X$ )	Указує на співвідношення активностей симпатичного й парасимпатического відділів ВНС.	$0,31 \pm 0,01$ P <sub>II</sub> < 0,001, P <sub>III</sub> < 0,01	$0,21 \pm 0,01$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>III</sub> < 0,001	$0,38 \pm 0,02$ p <sub>I</sub> < 0,01, p <sub>II</sub> < 0,001
Показник адекватності процесів регуляції (ПАПР = $\Delta Mo/Mo$ )	Відбиває відповідність між активністю симпатичного відділу ВНС і провідним рівнем функціонування синотриального вузла	$47,15 \pm 2,14$ p <sub>II</sub> < 0,001, p <sub>III</sub> < 0,001	$83,59 \pm 7,05$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>III</sub> < 0,001	$28,22 \pm 2,23$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>II</sub> < 0,001
Амплітуда моди (Amo)	Число R-R, що відповідають значенню Mo; Відбиває ефект керування ритмом серця, в основному симпатичної ланки ВНС.	$34,84 \pm 1,27$ p <sub>II</sub> < 0,001, p <sub>III</sub> < 0,001	$52,43 \pm 2,54$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>III</sub> < 0,001	$23,60 \pm 1,67$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>II</sub> < 0,001
Варіаційний розмах (dX)	Різниця максимальних і мінімальних значень кардіосигналов	$232,21 \pm 6,58$ p <sub>II</sub> < 0,05, p <sub>III</sub> < 0,001	$136,29 \pm 6,27$ p <sub>I</sub> < 0,05, p <sub>III</sub> < 0,001	$314,38 \pm 9,81$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>II</sub> < 0,001
Середньо квадратичне відхилення (СКО)	Указує на сумарний ефект впливу на синусовий вузол симпатичного й парасимпатического відділів ВНС.	$46,38 \pm 1,81$ p <sub>II</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,001	$26,00 \pm 1,4$ p <sub>I</sub> < 0,01, p <sub>III</sub> < 0,001	$68,56 \pm 3,24$ p <sub>I</sub> < 0,001, p <sub>II</sub> < 0,001

Примітка: p<sub>I</sub>-III - вірогідність за критерієм Ст'юдента при порівнянні значень у групах випробуваних, позначених I-III відповідно.

Таблиця 2.

Спосіб оцінки функціонального стану організму.

Інтегральні показники функціонального стану організму випробуваних			
Показники	Нормотоніки (I)	Симпатотоніки (II)	Ваготоніки (III)
Рівень адаптації (A)	$63,17 \pm 2,46$ $p_{II} < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$26,46 \pm 2,73$ $p_I < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$82,32 \pm 3,45$ $p_I < 0,001$ $p_{II} < 0,0$
Рівень вегетативної регуляції (B)	$65,83 \pm 3,12$ $p_{II} < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$25,88 \pm 3,18$ $p_I < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$94,22 \pm 2,21$ $p_I < 0,001$ $p_{II} < 0,0$
Рівень центральної регуляції (C)	$60,18 \pm 2,28$ $p_{II} < 0,001$ $p_{III} < 0,01$	$27,79 \pm 4,1$ $p_I < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$72,53 \pm 1,77$ $p_I < 0,01$ $p_{II} < 0,0$
Показник психоемоційного стану (D)	$61,01 \pm 1,95$ $p_{II} < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$30,28 \pm 3,25$ $p_I < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$73,26 \pm 2,43$ $p_I < 0,001$ $p_{II} < 0,0$
Інтегральний коефіцієнт функціонального стану (Health)	$62,55 \pm 2,1$ $p_{II} < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$27,60 \pm 2,93$ $p_I < 0,001$ $p_{III} < 0,001$	$80,58 \pm 1,77$ $p_I < 0,001$ $p_{II} < 0,001$