



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **15863** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
A61D 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) СПОСІБ МОНІТОРИНГУ АНЕСТЕЗОВАНИХ ТВАРИН

1

2

(21) u200601011

(22) 03.02.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Рубленко Сергій Васильович, Рубленко Михайло Васильович, Власенко Володимир Максимович

(73) Рубленко Сергій Васильович, Рубленко Михайло Васильович, Власенко Володимир Максимович

(57) Спосіб моніторингу анестезованих тварин, який полягає в адаптації аналізу варіабельності серцевого ритму у собак та свиней під час анестезії та оперативного втручання шляхом модернізації електродів і схеми їх накладання та визначення параметрів показників норми такого аналізу.

Корисна модель належить до ветеринарної медицини, зокрема до ветеринарної хірургії і може бути використана для контролю адекватності анестезії під час оперативного втручання та для вибору схеми анестезії.

Серед відомих способів, що застосовуються у ветеринарній анестезії для моніторингу адекватності анестезії, використовують моніторинг: частоти серцевих скорочень, дихання, артеріального тиску, пульсоксиметрії [Власенко В.М., Рубленко С.В. Моніторинг анестезованих тварин: метод. рекомендації. - Біла Церква, 2005. - 32с.; Jones J. Noninvasive monitoring techniques in anesthetized animals // Veterinary medicine. - 1996. - April, Vol.91. - p.326-327] однак, ці методи не можуть вчасно і в повній мірі дати оцінку стану регуляторних механізмів у організмі тварини (одним і тим же значенням Частоти серцевих скорочень та артеріального тиску можуть відповідати різні стани напруження регуляторних механізмів, зокрема вегетативної нервової системи).

У гуманній медицині для моніторингу адекватності анестезії у людей, застосовують: електрокардіографію, пульсоксиметрію, капнографію, моніторинг артеріального тиску [Дюк Дж. Секрети анестезії. - М.: МЕДпресс - інформ, 2005. - 552с.]. Нажаль у ветеринарній медицині ці способи потребують спеціального обладнання, для тварин, та методик його застосування.

Останні десятиріччя у гуманній медицині розробляються та впроваджуються такі способи контролю анестезії як енцефалографія (Bispectral аналіз) та аналіз варіабельності серцевого ритму

[Виноградова.Л., Лиховцев В.В., Субботин В.В. Bispectral index (BIS) - новая идеология в решении старой проблемы // Анестезиология и реаниматология. - 2002. - №1. - с.49-53.; Бояркин М.В., Вахрушев А.Е., Марусаков В.Е. Оценка адекватности анестезиологического пособия с помощью спектрального анализа синусового ритма сердца / Анестезия и реаниматология. - 2003. - №4. - с.7-10].

Запропонований нами спосіб моніторингу адекватності анестезії тварин, не має аналогів у ветеринарній медицині. Найближчим аналогом є ["Аналіз варіабельності серцевого ритму у людей" - Горбачев В.И., Емельянов В.Е., Стариков А.С. Применение вариационной кардиоинтервалографии для оптимизации анестезиологического пособия в хирургии одного дня / Анестезиология и реаниматология. - 2003. - №5. - с.41-44]. Проте, цей метод не адаптований для застосування у тварин, відсутні параметри норми показників ВСР у тварин.

В основу корисної моделі поставлено завдання адаптувати спосіб моніторингу у різних видів тварин при анестезії та оперативному втручанні, шляхом модернізації електродів, розробки схеми накладання електродів для вимірювання ЕКГ, вимірювання послідовних R-R-кардіоінтервалів, визначення показників ВСР у здорових тварин, що дасть можливість на ранніх стадіях виявити розлади з боку серцево-судинної, нервової та дихальної систем.

При удосконаленні та впровадженні способу у ветеринарну медицину було розроблено нову модифікацію ЕКГ-електродів, схему їх накладання у

(19) **UA** (11) **15863** (13) **U**

собак, свиней. Вперше вивчено параметри норми показників ВСР у тварин.

Розроблена нами схема накладання електродів дає можливість швидко і без негативного впливу на тварину проводити ЕКГ-дослідження у клінічно здорових, хворих та тварин під час оперативного втручання і наркозу.

Враховуючи той факт, що для накладання електродів у вигляді прилипок із гелем (які найбільш поширені) необхідно видаляти шерсть, і те що, після їх використання у тварин реєструють ускладнення у вигляді дерматиту, нами проведено модернізацію самих електродів. Застосування електродів у вигляді ін'єкційних голок, які вводяться підшкірно, дає можливість ефективно і надійно проводити ЕКГ-дослідження протягом тривалого часу без негативного впливу на тварину. Також слід відмітити, що такі електроди на відміну від прилипок - багаторазового використання (при традиційних методах стерилізації), а це у десятки разів знижує собівартість самого ЕКГ-дослідження.

Схема накладання 5-електродного ЕКГ-кабелю у дрібних тварин та свиней: у лежачому боковому чи спинному положенні 2-3-му міжребер'ї справа - червоний, зліва - жовтий, у 10-11-му справа чорний, зліва -зелений, на тілі груднини - синій електрод. Всі електроди розміщуються на вентральній ділянці груднини. Переваги такої схеми накладання електродів в тому, що електроди не заважають проведенню хірургічних маніпуляцій, рухи кінцівками не впливають на ЕКГ-сигнал.

Аналіз варіабельності серцевого ритму є методом оцінки стану механізмів регуляції фізіологічних функцій в організмі тварини, а саме, загальної активності регуляторних механізмів, нейрогуморальної регуляції серця, співвідношення між симпатичним та парасимпатичним відділом вегетативної нервової системи.

Спосіб базується на розпізнаванні та вимірюванні інтервалів у часі між R-зубцями ЕКГ (R-R-інтервали), побудові динамічних рядів кардіоінтервалів із наступним аналізом отриманих числових рядів різноманітними математичними методами. Динамічний ряд кардіоінтервалів називають кардіоінтервалограмою (КІГ).

При аналізі КІГ слід розрізняти короткі та тривалі записи. Під тривалими як правило розуміють дані за 24-годинний моніторинг ЕКГ (Холтерівський моніторинг). До коротких записів відносять дані досліджень, які проводилися протягом 2; 5 хвилин.

Аналіз ВСР складається з 3-х послідовних етапів:

1. Вимірювання тривалості R-R-інтервалів і представлення динамічних рядів кардіоінтервалів у вигляді кардіоінтервалограм.

2. Аналіз динамічних рядів кардіоінтервалів.

3. Оцінка результатів аналізу ВСР.

Вимірювання тривалості R-R-інтервалів виконується за допомогою реанімаційно-хірургічного монітору ЮМ-300Р з точністю до 1 мілісекунди. Проблема розпізнавання R-зубців ЕКГ вирішена завдяки вмонтованій у приладі комп'ютерної системи автоматизованого аналізу ритму серця.

Динамічні ряди кардіоінтервалів представлені на дисплеї у графічному (ритмограма, гістограма, скатерограма, щільність спектру) та цифровому вигляді.

Для оцінки ВСР проводимо ЕКГ-дослідження свиней та собак у II-му стандартному відведенні, спинному чи боковому лежачому положенні. Застосовуємо стандартну схему накладання електродів у нашій модифікації, про яку йшлося раніше. Перед початком дослідження тварині необхідно надати час для адаптації до умов оточення протягом 5-10хв. Під час дослідження необхідно забезпечити тварині спокій, не розмовляти голосно, попередити різноманітні шумові, світлові подразники.

При запису ЕКГ-сигналу прилад реєструє послідовний ряд кардіоінтервалів (R-R-інтервалів ЕКГ - викликаними деполяризацією синусового вузла). Враховуючи те, що під час роботи з твариною існує потреба в її фіксації, ми рекомендуємо застосовувати 5-хвилинну реєстрацію ЕКГ. У подальшому за допомогою комп'ютерного мікропроцесора та програмного забезпечення автоматично проводиться вимірювання їх тривалості та математична обробка ряду отриманих значень у динаміці.

За результатами аналізу R-R- інтервалів будуються наступні графіки: ритмограма, гістограма, скатерограма та щільність спектру частот. Ритмограма (тахограма) - це послідовні вертикальні лінії, висота яких (вісь ординат) відповідає тривалості відповідного R-R- інтервалу (в секундах), а вісь абсцис складається з порядкових номерів R-R-інтервалів (Фіг.1). Цей графік наочно показує загальний характер серцевого ритму та наявність його порушення.

На графічних матеріалах зображено:

Фіг.1 Ритмограма серця у клінічно здорової свині.

Фіг.2 Гістограма серцевого ритму у клінічно здорової свині.

Фіг.3 Скатерограма клінічно здорової свині.

Гістограма базується на основі сортування при аналізі тривалості R-R-інтервалів (Фіг.2).

Для цього весь діапазон тривалості R-R- інтервалів підрозділяється на часові піддіапазони однакової величини (крок аналізу  $0,01-0,04\text{с}^{-1}$ ). У міру реєстрації R-R-інтервали ґрунтуються у відповідні піддіапазони з підрахунком їх кількості у кожному. Для відображення гістограми по горизонтальній осі відкладається тривалість кардіоінтервалів, по осі ординат - кількість їх у відповідних піддіапазонах.

Скатерограма - (scatter - розсіювання) послідовне нанесення на графік у прямокутній призмі координат двох сусідніх R-R- інтервалів (Фіг.3). При цьому, кожен R-Ri - інтервал наноситься по осі ординат, а R-Ri+1 - інтервал по осі абсцис. Таким чином, скатерограма за відповідний відрізок часу представляє сукупність точок (центр яких розташований на бісектрисі), розподілення на площині яких безпосередньо пов'язане з ритмом серця.

Відстань від центру до початку відліку координат відповідає найбільш вірогідній тривалості серцевого циклу. Величина відхилення точки від бісектриси вліво вказує, на скільки даний серцевий

цикл коротший за попередній, вправо від бісектриси - на скільки він триваліший попереднього. Нормальна форма скатерограми являє собою еліпс, витягнутий вздовж бісектриси.

Скатерограма особливо ефективна при діагностиці аритмій. При побудові ритмограми, гістограми та скатерограми аналізуються значення R-R-інтервалів за останні 5 хвилин.

Аналіз спектральної щільності потужності коливань дає інформацію про розподіл потужності в залежності від частоти коливань. Застосування спектрального аналізу дає можливість кількісно оцінити різні складові частотних коливань ритму серця і графічно представити співвідношення різних компонентів серцевого ритму, що відображають активність окремих ланок регуляторного механізму.

Спектр потужності розраховує комп'ютерна програма автоматично за методом повного дискретного перетворення Фур'є.

За 5-хвилинні проміжки досліджень спектральну щільність потужності оцінюють у трьох загальноприйнятих діапазонах: 0,15-0,4Гц - спектр високих частот (High frequency - HF у  $\text{мс}^2$ ); 0,04-0,15Гц - спектр низьких частот (low frequency - LF у  $\text{мс}^2$ ); 0,003-0,04Гц - спектр дуже низької частоти (Very

low frequency - VLF у  $\text{мс}^2$ ). За результатами досліджень визначають LF/HF - відношення потужності коливань низької та високої частоти.

Статистичні методи аналізу ВСР застосовуються для безпосередньої кількісної оцінки ВСР у досліджуваному проміжку часу. При їх використанні кардіоінтервалограма розглядається як сукупність послідовних проміжків у часі - інтервалів R-R. Статистичні характеристики динамічного ряду кардіоінтервалів складаються: Мо (мода розподілення) - значення R-R-інтервалу, яке найбільш часто зустрічається у досліджуваному відрізку ЕКГ;

Амо (амплітуда моди розподілення) - кількість кардіоінтервалів у відсотках, що відповідають значенню моди, питома вага моди розподілу до об'єму вибірки; SDNN (середньоквадратичне відхилення від середньої тривалості всіх R-R-інтервалів за 5хв.); Cv - коефіцієнт варіації; PNN50 - відсоток від загальної кількості синусних інтервалів, які відрізняються більш ніж на 50мс; RMSSD - середньоквадратичне відхилення поміж тривалістю сусідніх синусних інтервалів.

Для інтерпретації отриманих результатів використовують дані про фізіологічні кореляти показників аналізу ВСР (схема 1).

Схема 1

#### Фізіологічні кореляти показників ВСР

Показник	Статистичні показники
SDNN, мс	Симпато-парасимпатична модуляція
Cv, у проц.	Нормована оцінка SDNN
PNN50, у проц.	Парасимпатична активність
RMSSD, мс	Парасимпатична активність
Спектральні показники	
VLF, $\text{мс}^2$	Гуморальна регуляція (ренін-ангіотензин-альдостеронової системи) активність центральних осциляторів коливань метаболізму
LF, $\text{мс}^2$	Симпатична активність
HF, $\text{мс}^2$	Парасимпатична активність
LF/HF	Симпато-парасимпатичний баланс

Моніторинг аналізу ВСР у ветеринарній хірургії може використовуватися з метою об'єктивної оцінки операційного стресу, контролю адекватності анестезії, для вибору схеми анестезії та контролю у післяопераційний період.

Важливе значення при оцінці результатів досліджень має порівняння отриманих даних із показниками норми. У зв'язку з цим нами проведено дослідження щодо визначення параметрів аналізу ВСР у клінічно здорових тварин, які наведені (табл.1-2).

Таблиця 1

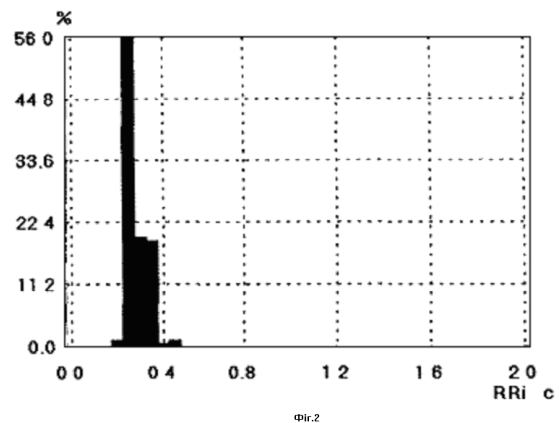
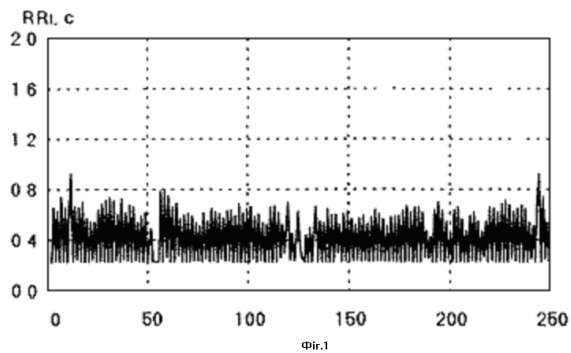
Показники норми функціональної активності автономної  
нервової системи у собак при комп'ютерному аналізі ВРС (n=60)

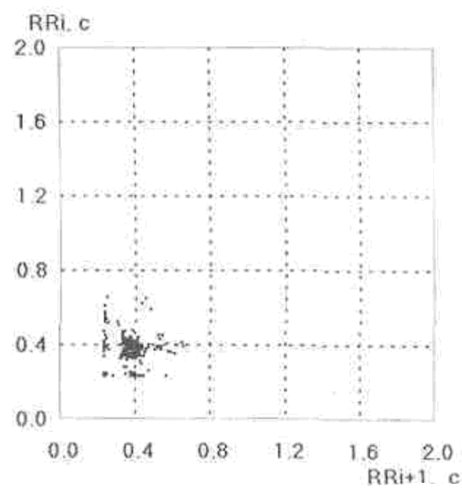
Показник	Нормальне значення $M \pm m$	$\pm \sigma$	$M \pm \sigma$
RR (мода), мс	513 $\pm$ 8,9	69,0	444-582
Amo, у проц.	30,8 $\pm$ 1,2	9,3	21,5-40,1
SDNN, мс	112 $\pm$ 4,9	37,7	74,3-149,7
Cv, у проц.	20,5 $\pm$ 0,8	6,0	14,5-26,5
PNN50, у проц.	54,6 $\pm$ 1,8	13,8	40,8-68,4
RMSSD, мс	120 $\pm$ 4,7	36,2	84-156
VLF, мс <sup>2</sup>	456 $\pm$ 13,4	103,6	352-560
LF, мс <sup>2</sup>	328 $\pm$ 11,8	86,6	241-415
HF, мс <sup>2</sup>	442 $\pm$ 17,0	132	312-574
LF/HF	0,79 $\pm$ 0,02	0,18	0,61-0,97

Таблиця 2

Показники норми функціональної активності автономної  
нервової системи у свиней при комп'ютерному аналізі ВРС (n=62)

Показник	Нормальне значення $M \pm m$	$\pm \sigma$	$M \pm \sigma$
RR (мода), мс	363,3 $\pm$ 3,9	30,9	332,4-394,2
Amo, у проц.	30,5 $\pm$ 1,2	9,3	21,2-39,8
SDNN, мс	105,3 $\pm$ 3,8	29,8	75,5-135,1
Cv, у проц.	30,8 $\pm$ 1,2	8,1	22,7-38,9
PNN50, у проц.	51,5 $\pm$ 1,8	13,9	37,6-65,4
RMSSD, мс	140,4 $\pm$ 5,3	41,6	98,8-182
VLF, мс <sup>2</sup>	431,7 $\pm$ 19,2	151,5	280,2-583,2
LF, мс <sup>2</sup>	330 $\pm$ 13,7	104,5	225,5-434,5
HF, мс <sup>2</sup>	392,3 $\pm$ 13,3	104,7	287,6-497
LF/HF	0,83 $\pm$ 0,02	0,12	0,71-0,95





Фиг.3