

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

УДК 619:616.12-008.3:617

Динаміка варіабельності серцевого ритму та стан ендогенної інтоксикації за різних схем анестезії у собак за вісцерального та соматичного типів больової реакції

Рубленко С.В. , Яремчук А.В. , Ільницький М.Г. , Чернозуб М.П. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Рубленко С.В. E-mail: Rubs@ukr.net; Яремчук А.В. E-mail: A.Yaremchuk@ukr.net

Рубленко С.В., Яремчук А.В., Ільницький М.Г., Чернозуб М.П. Динаміка варіабельності серцевого ритму та стан ендогенної інтоксикації за різних схем анестезії у собак за вісцерального та соматичного типів больової реакції. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2021. № 2. С. 203–214.

Rublenko S., Yaremchuk A., Ilnitsky M., Chornozub M. Dynamics of heart rate variability and the state of endogenous in toxication under different anesthesia regimens in dogs with visceral and somatic types of pain reaction. *Nauk. visn. vet. med.*, 2021. № 2. PP. 203–214.

Рукопис отримано: 21.10.2021 р.

Прийнято: 03.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2021-168-2-203-214

Собакам природно притаманний високий рівень травматизму, що може сягати до 50 % від загалу хірургічної патології. Водночас досить поширеною у цього виду тварин є абдомінальна патологія. Проведення оперативного лікування згаданих патологій супроводжується значною соматичною та вісцеральною больовою реакцією. Робота виконана на кафедрі хірургії та хвороб дрібних домашніх тварин Білоцерківського національного аграрного університету в період 2010–2020 рр. Матеріалом для дослідження були клінічно здорові та хворі собаки, що надходили в клініку хвороб дрібних тварин університету. Формуючи клініко-експериментальну базу для досліджень враховували нозологічні форми патології та частоту її виникнення, звертали увагу на особливості хірургічного втручання залежно від виду тварин, типу та інтенсивності больової реакції, коректність анестезіологічного забезпечення.

Вісцеральний тип больової реакції досліджували на собаках віком від 2-х до 10-ти років, яким проводили абдомінальні хірургічні втручання. Больова реакція соматичного типу характерна за переломів кісток та їх оперативного лікування. Включали у дослідження собак з переломами стегнової чи плечової кісток віком від 1-го до 10-ти років.

Високий рівень ендотоксикозу властивий патохімічній фазі абдомінальної хірургічної патології у собак, при цьому концентрації в крові малонового діальдегіду ($14,8 \pm 0,55$ мкмоль/л) та молекул середньої маси виявилася відповідно в 1,6 та вдвічі вищими від норми. Однак найменшим їх рівень виявлено за збалансованої ацепромазин-кетамін-пропофолової анестезії, при цьому відсутні вірогідні зміни середньомолекулярних пептидів і незначне підвищення рівня малонового діальдегіду лише в 1,1 раза ($p < 0,01$).

Ацепромазин-буторфанол-пропофол-кетамінова анестезія за соматичної больової реакції в собак забезпечує повну аналгезію з керованим та швидким виходом із наркозу без встановлених вірогідних змін, під час операції, спектральних показників варіабельності серцевого ритму. За соматичної больової реакції в собак незалежно від схеми анестезії зберігається доопераційний рівень ендотоксемії та за спектральним аналізом ВСР, зокрема за індексом симпато-парасимпатичного балансу в 30 % хірургічно хворих собак виявляють нормотонію – 0,85–1,15, у 27 % – симпатикотонію ($LF/HF > 1,15$), у 43 % – парасимпатикотонію ($LF/HF < 0,85$), що є ключовим критерієм вибору відповідної схеми анестезії.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, ендогенна інтоксикація, анестезія, собаки, типи больової реакції, вісцеральна іннервація, соматична іннервація.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Високоорганізовані біологічні організми, до яких належать сільськогосподарські та дрібні домашні тварини, здатні зазнавати страждань від болю [1–3], а тому його прояв

за хірургічних втручань недопустимий. Ступінь больової реакції у тварин складно виміряти кількісно, а тому його інтенсивність визначають місцем та особливостями пошкодження, природою травмуючого чинника, психоемо-

ційною реакцією тварини та досвідом лікаря. Зазвичай, коректна оцінка рівня інтенсивності болю та підбір оптимального способу для його попередження під час оперативних втручань, і відповідно наслідків больової реакції залежить від знань про фізіологію виникнення болю та розуміння фармакологічних властивостей сучасних знеболювальних засобів [4].

Більшість анестетиків, що використовують в хірургічній практиці, так чи інакше мають побічні ефекти. Водночас, власне травма, больовий синдром, фармакокінетичні та фармакодинамічні особливості засобів загальної чи місцевої анестезії, оперативне втручання та анатомо-топографічні особливості його зони, зумовлюють істотні зміни гомеостазіологічних реакцій, що може призвести до критичних станів організму. Наслідок взаємодії хвороба – пацієнт – анестезія – операція не завжди можна передбачити, що зумовлює ускладнення і навіть критичні стани. У зв'язку з цим важливого значення набуває моніторинг анестезованої тварини, який включає контроль за кардіо-васкулярною, дихальною, центральною нервовою системами та температурою тіла. Саме на ці системи знеболювальні засоби мають найбільший вплив [5].

У ветеринарній медицині за відсутності спеціального обладнання найбільшого поширення набули неінвазивні методи дослідження серцево-судинної системи (ССС) та дихання. Під час наркозу використовують визначення частоти пульсу, серцевого ритму, показників тканинної перфузії, артеріального тиску (осцилометричний метод). Кожен окремо взятий параметр відображає стан того чи іншого компонента ССС. Однак загальний стан ССС може бути оцінено лише за комплексного дослідження ряду показників.

Для моніторингу анестезованих тварин запропоновано „Карту анестезіологічного забезпечення тварин”, яка передбачає реєстрацію показників частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (АТ), спонтанного дихання (ЧСД), ректальної температури тіла (РТТ), тону скелетних м'язів, а також рефлексів рогівки, гортані, стану зіниць і слизових оболонок. Однак, такий об'єм досліджень без спеціального монітору провести під час операції складно. У зв'язку з цим відбувається подальший пошук критеріїв оцінки адекватності анестезії.

Контроль за зміною артеріального тиску може допомогти оцінити адекватність анестезії. За неадекватної анестезії (умовно поверхневому наркозі) хірургічне втручання призводить до раптового підвищення артеріального тиску в зв'язку з підвищенням тону симпатичної

нервової системи. Однак, якщо рівень анестезії надто глибокий, то гіпотензія може зумовити порушення циркуляції крові у зв'язку з послабленням функції серцевого м'яза і втратою адекватності гомеостатичних реакцій [6].

Також суб'єктивними показниками стану кровообігу вважають час наповнення капілярів кров'ю, колір слизових оболонок і поверхнів внутрішніх органів протягом операції. Перший може слугувати індикатором перфузії тканин. Його нормою вважається 1–2 с, яка визначається натисканням пальцем на слизову ротової порожнини чи піхви.

Одним із важливих неінвазивних методів контролю анестезії є електрокардіограма (ЕКГ). Вона дає змогу проводити пряме, постійне спостереження за величиною пульсу і ритмом роботи серця, на ранніх стадіях розпізнавати зміни пов'язані з порушенням серцевої провідності. Це насамперед стосується тварин із аритміями, травматичним міокардитом, порушенням електролітного складу крові [6]. Водночас традиційні кардіографи не дають змоги постійної візуалізації на дисплеї кривих ЕКГ, а комп'ютерні монітори апробовані у гуманній медицині для цієї мети потребують адаптації у ветеринарній анестезіології.

Як зазначено вище, більшість анестетиків впливають на функцію дихальної системи, яку відповідно необхідно контролювати у наркозованих тварин. Основні параметри дихальної системи – частота і глибина дихання визначають простим спостереженням за рухами грудної стінки [7].

Одним із важливих показників адекватності анестезії є рівень оксигенації артеріальної крові, найбільш точно його можна визначити на газовому аналізаторі. Метод пульсової оксиметрії менш точний, однак неінвазивний, простий у застосуванні і швидко дає результати. Він дозволяє визначити ступінь насиченості киснем гемоглобіну артеріальної крові. Крім цього, більшість пульсоксиметрів можуть визначати частоту пульсу, супроводжуючи його звуковим сигналом.

Водночас, застосування пульсоксиметрії у тварин, порівняно з людиною, має певні труднощі, оскільки потребує васкуляризованої ділянки та врахування типу нервової діяльності, яка досить варіативна навіть у межах виду. У анестезованої тварини найбільш точні вимірювання отримують за накладання датчика на язик, однак вони знову ж таки не є стандартизованими і загальноприйнятими.

Парціальний тиск кисню (P_{aO_2}) у артеріальній крові дає змогу оцінити оксигенаційну ефективність легень. Його визначення вико-

ристовують для діагностики гіпоксемії. Однак відомо [8], що анестезована тварина може мати PaO_2 у межах норми, але рівень кисню може бути зниженим (анемія, метгемоглобінемія).

Парціальний тиск CO_2 у повітрі, що видихається (кінець фази видиху), може бути вимірним спеціальним інфрачервоним спектрофотометром – капнографом. За даними [9], у здорових тварин тиск CO_2 має бути 35–45 мм.рт.ст., а його збільшення свідчить про гіповентиляцію (гіперкапнію), наслідком якої є стимуляція симпатoadреналової системи, зменшення кров'яного тиску, аритмія, вивільнення катехоламінів. Зменшення PaCO_2 свідчить про гіпервентиляцію та можливий розвиток гіпоксемії. Однак, незважаючи на певні напрацювання вітчизняної ветеринарної хірургії, протягом останніх 30–40 років такі дослідження не проводили.

До неінвазивних методів контролю діяльності нервової системи за анестезіологічного забезпечення оперативних втручань у тварин належать спостереження за активністю повікового, пальпебрального, корнеального, анального рефлексів, визначення тону жуйних м'язів. Визначення глибини анестезії цими методами є досить суб'єктивним. Хоча відсутність змін ЧСС, частоти дихання, мінімальний тонус жуйних м'язів, гіпотензія свідчить про надмірну глибину анестезії (небезпечно глибоке гальмування ЦНС). З іншого боку, часте моргання, виражений тонус жуйних м'язів, тремор, тахіпное і тахікардія є ознаками недостатнього рівня наркозу [10].

За анестезії також необхідно враховувати температуру тіла тварини, тому що досить часто вона супроводжується гіпотермією, оскільки анестетики впливають на центр терморегуляції гіпоталамуса. Додатково тепло втрачається внаслідок зниження активності метаболічних процесів у анестезованих тварин, розширення периферичних судин, у разі застосування для інфузій холодних розчинів та за оперативного доступу до анатомічних порожнин. Спричиняти гіпотермію може і фіксація на металевих операційних столах, особливо за низької зовнішньої температури. Однак іноді під час або після загальної анестезії у тварин трапляється гіпертермія [11].

Останнім часом, з появою комп'ютерних технологій на основі аналізу електрофізіологічної активності синусного вузла провідникової системи серця, розроблено неінвазивний метод комп'ютерної оцінки девіацій синусного серцевого ритму, за допомогою якого параметри варіабельності серцевого ритму (ВСР)

визначені як критерії функціонального стану вегетативної нервової системи (ВНС). Аналіз ВРС широко вивчають у медичній біології [12].

Отже, сучасне анестезіологічне забезпечення у ветеринарній хірургії передбачає різні методи та схеми анестезії. Водночас, більшість запропонованих схем анестезії містять недоступні ветеринарним практикам наркотичні препарати, що унеможлиблює їх застосування. Це стосується і анестезіологічного обладнання. Особливо гостро ця проблема стоїть у вітчизняній ветеринарній медицині. У зв'язку з цим, ветеринарна практика потребує розробки простих, надійних та доступних схем анестезії. Розв'язання цієї наукової проблеми можливе лише за комплексного вивчення видових особливостей больової реакції та систем її регулювання (ноцицептивної та антиноцицептивної), компонентів і схем анестезій з урахуванням патологічного стану організму тварин.

Метою роботи було вивчення динаміки змін варіабельності серцевого ритму та стану ендотоксикації за різних схем анестезії у собак за вісцерального та соматичного типів больової реакції.

Матеріал і методи дослідження. Роботу виконували на кафедрі хірургії та хвороб дрібних домашніх тварин Білоцерківського національного аграрного університету протягом 2010–2020 рр. Матеріалом для дослідження були клінічно здорові та хворі собаки, що надходили в клініку хвороб дрібних тварин університету.

У собак із загально хірургічної патології травми становлять близько 50 % [5], найбільш поширеними ускладненнями серед них є переломи кісток [6], що супроводжуються переважно соматичною больовою реакцією. Водночас значно поширена абдомінальна патологія (піометра, кишкова непрохідність та інші), її оперативне лікування зумовлює, здебільшого, вісцеральну больову реакцію. Зважаючи на зазначені особливості, за формування клініко-експериментальної бази досліджень враховували нозологічні форми патології, частоту її виникнення, особливості хірургічного втручання залежно від виду тварин, типу та інтенсивності больової реакції, адекватність їм компонентів схем анестезіологічного забезпечення.

Дослідження провели на собаках ($n=48$) віком від 2-х до 10-ти років, яким виконували абдомінальні операції (переважання вісцерального типу больової реакції): герніотомію – 20 гол., спленектомію – 15; резекцію кишкового – 10; гастротомію – 3 гол. Залежно від схе-

ми анестезії, тварин розподілили на три групи по 16 гол. у кожній. У 1-й та 3-й групах собак для премедикації за 15 хв до ін'єкції основного анестетика внутрішньом'язово вводили 1 % розчин ацепромазину у дозі 0,5 мг/кг маси тіла. Тваринам 2-ї групи за 30 хв до введення основного анестетика підшкірно ін'єктували 0,1 % розчин атропіну сульфату в дозі 0,03 мг/кг маси тіла, як компонент премедикації за 15 хв до ін'єкції основного анестетика їм внутрішньом'язово вводили 2 % розчин ксилазину у дозі 2 мг/кг маси тіла.

Тваринам 1-ї та 2-ї груп за 5 хв до оперативного втручання внутрішньовенно вводили 5 % розчин кетаміну в дозі 8 мг/кг маси тіла, та 2,5 мг/кг для подовження анестезії.

Внутрішньовенна анестезія у тварин 3-ї групи після премедикації ацепромазином (0,5 мг/кг) передбачала введення безпосередньо перед оперативним втручанням суміші в дозі 0,3 мл/кг, яка у 1 мл містила 7,5 мг пропофолу і 12,5 мг кетаміну. За потреби поглиблення чи подовження анестезії суміш ін'єктували в дозі 0,15 мл/кг. Для її приготування змішували 1 мл 5 % розчину кетаміну із 3 мл 1 % розчину пропофолу.

Переломи кісток та їх оперативне лікування (остеосинтез) супроводжує соматичний тип больової реакції. Собак з переломами стегнової чи плечової кісток віком від 1-го до 10-ти років (n=45) залежно від схеми анестезії розділили на три групи по 15 гол. у кожній. У 1-й групі для премедикації та анестезії за 15 хв до ін'єкції основного анестетика внутрішньом'язово вводили 1 % розчин ацепромазину (0,5 мг/кг) в комбінації з 5 % кетаміном (8 мг/кг). Безпосередньо перед остеосинтезом застосовували внутрішньовенно повільно 5 % розчин тіопенталу натрію в дозі 5 мг/кг маси тіла, для подовження анестезії – 2,5 мг/кг.

У 2-й групі для премедикації та анестезії за 15 хв до ін'єкції основного анестетика внутрішньом'язово вводили 2 % розчин ксилазину (2 мг/кг) у комбінації з 5 % кетаміном (8 мг/кг). Безпосередньо перед оперативним втручанням застосовували внутрішньовенно повільно 5 % розчин тіопенталу натрію в дозі 5 мг/кг, для подовження анестезії – 2,5 мг/кг.

Внутрішньовенна анестезія у тварин 3-ї групи після премедикації ацепромазином (0,5 мг/кг) передбачала введення безпосередньо перед оперативним втручанням суміші в дозі 0,3 мл/кг, яка у 1 мл містила 7,5 мг пропофолу і 12,5 мг кетаміну. За потреби поглиблення чи подовження анестезії суміш ін'єктували в дозі 0,15 мл/кг. Для її приготування змішували 1 мл 5 % розчину кетаміну з 3 мл 1 % розчину пропофолу.

Показники варіабельності серцевого ритму, гемодинаміки та перфузії тканин визначали за допомогою реанімаційно-хірургічного монітору ЮМ-300Р. Дані моніторингу (ЧСС, АТ, ЕКГ, SpO₂, показники ВСР) реєстрували в картці пацієнта та проводили архівацію за допомогою програми „MonMetrV3.5”. Ректальну температуру тіла визначали цифровим термометром. Проби крові у тварин для лабораторних досліджень відбирали до анестезії та за 1 год після операції.

За різноманітної патології, зокрема хірургічної, одним із складних порушень гомеостазу є ендогенна інтоксикація, зумовлена посиленням катаболітичних процесів у зв'язку із диспротеїнемією, активацією пероксидного окислення ліпідів, підвищенням рівнів гострофазних глікопротеїдів, накопиченням у крові олігопептидів, зниженням активності імунної та детоксикуючих систем [13].

Маркерами ендогенної інтоксикації вважаються речовини пептидної природи із середньою молекулярною масою (МСМ). Хоча в нормі вони є природними метаболітами, однак за умов накопичення в крові у великих концентраціях проявляють свої токсичні властивості, змінюючи проникність клітинних мембран, тонус судин, біоелектричну активність серця [14]. Рівень ендотоксикозу в тварин частково вивчали за хірургічної патології [15], однак даних щодо впливу на цей процес анестезіологічних засобів недостатньо, в зв'язку з чим у плазмі крові анестезованих тварин визначали рівень МСМ методом В.В. Ніколайчик із співавт. [16].

Операційна травма та анестезія здебільшого зумовлюють порушення кровообігу в органах і тканинах, розвиток гіпоксії з порушенням метаболізму, що призводить до підвищення у крові рівня стрес-гормонів [17]. Продукти їх метаболізму активують пероксидне окислення ліпідів (ПОЛ) [18]. Водночас анестетики та інші компоненти анестезії можуть як пригнічувати, так і посилювати ці процеси [19]. Однак даних щодо впливу загальної анестезії у комбінації з операційною травмою на процеси ПОЛ у тварин недостатньо. Один із кінцевих їх продуктів – малоновий діальдегід (МДА), відображає інтенсивність ПОЛ в організмі. Його рівень у плазмі крові визначали за методом Л.І. Андрєєвої із співавт. [20].

Результати дослідження. Як було встановлено попередніми дослідженнями [21], аналіз статистичних показників ВСР у тварин не дозволяє об'єктивно з високою вірогідністю дати оцінку адекватності анестезії, тимчасом її спектральний аналіз виявився

достатньо інформативним, тому у подальших дослідженнях використовували саме цей метод ВСП. Результати його у собак за абдомінальних оперативних втручань представлено в таблиці 1.

До анестезії показники САВСП знаходилися на верхній межі норми або перевищували її, що свідчить про напруження ВНС у відповідь на патологічний стан та психоемоційний стрес у тварин. У подальшому за анестезії відбувалося їх зниження. Зокрема рівень активності гуморальної регуляції – VLF, вірогідно зменшувався у собак усіх груп. Однак, якщо у 1-ї групі він знизився у 1,6 рази ($p < 0,05$), у всіх інших – у середньому в 1,9 рази ($p < 0,05$). Подібною була динаміка показників спектрів високих та низьких частот. Зокрема, рівень LF зменшився у 1-ї групі (ацепромазин-кетаміновий наркоз) – лише у 1,7 рази ($p < 0,05$), в інших групах – у середньому в 2,3 рази ($p < 0,05$). Причому активність спектру високих частот – HF, знизилася у собак усіх груп – у середньому в 2,2 рази ($p < 0,05$).

В результаті таких змін САВСП симпатовагусний індекс у тварин 1-ї групи на 23 % ($p < 0,05$) змістився у бік переважання симпатичної ланки ВНС. У собак решти груп вірогідних змін симпатовагусного балансу не встановили ($p > 0,05$). Отже, за будь-яких схем анестезії відбувається пригнічення активності нейрогуморальної регуляції, яке однак най-

більш виражене за ацепромазин-кетамінового наркозу з протилежним вектором гальмівного впливу на відділи ВНС.

Найбільш травматичні моменти операції характеризувалися коливанням показників САВСП у межах статистичної похибки. Зокрема, рівень VLF збільшувався у 1,2 рази ($p < 0,05$), спектру низьких частот LF – у 3,6 рази ($p < 0,05$), а високих HF – у 2,6 рази ($p < 0,05$), що вплинуло на симпато-вагусний індекс, який підвищився у бік симпатичної ланки ВНС на 41 % ($p < 0,05$). Це свідчило про активацію всіх ланок ВНС, однак найбільш істотно саме симпато-адреналової, що пов'язано з ноцицептивною стимуляцією.

Після операції зміни показників САВСП були спрямовані у бік підвищення активності всіх ланок ВНС. При цьому в собак усіх груп, показники спектрального аналізу відновлювалися на рівні періоду до анестезії.

Також слід відмітити зміщення на 17 % ($p < 0,05$) у бік симпатичної активності симпато-вагусного балансу у тварин 1-ї групи, що пов'язано із симпато-адреналовими ефектами кетаміну, які можуть зумовлювати такі небажані явища як аритмію та підвищення артеріального тиску.

Отже, результати САВСП виявилися достатньо інформативними щодо контролю перебігу анестезії у собак за абдомінальних операцій.

Таблиця 1 – Показники спектрального аналізу ВСП у собак під час абдомінальних операцій за різних схем анестезії

Група тварин, схема анестезії	Період досліджень	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF/HF
1-а ацепромазин-кетамін (n=16)	I	608,4±32,4	495,2±21,2	546,7±28,1	0,9±0,04
	II	384,8±25,6*	269,8±17,4*	242,4±19,3*	1,11±0,04*
	III	397,5±26,2*	285,6±18,1*	267,7±20,1*	1,06±0,03*
	IV	559,7±29,8 ⁰	461,7±23,6 ⁰	439,8±23,4* ⁰	1,05±0,04*
2-а ксилазин-кетамін (n=16)	I	508,1±29,4	395,8±21,7	474,2±27,8	0,83±0,04
	II	264,5±18,7*	161,4±14,3*	203,2±16,7*	0,79±0,03
	III	260,3±18,9*	183,2±14,9*	213,1±16,6*	0,86±0,04
	IV	454,2±27,0 ⁰	305,6±19,4* ⁰	344,5±21,0* ⁰	0,89±0,04
3-я ацепромазин-кетамін-пропофол (n=16)	I	531,4±26,4	429,3±16,1	397,4±17,4	1,08±0,03
	II	302,3±20,5*	200,6±14,2*	196,6±14,3*	1,02±0,04
	III	324,7±23,7*	213,9±15,3*	204,9±14,9*	1,04±0,04
	IV	507,8±28,2 ⁰	389,1±18,7 ⁰	380,7±19,1 ⁰	1,02±0,03

Примітки: 1. I – до анестезії; II – під час анестезії; III – найбільш травматичні моменти; IV – після операції;
 2. Значення p – * $p < 0,05$; решта $p > 0,05$, порівняно до анестезії; ⁰ $p < 0,05$; решта $p > 0,05$, порівняно з попереднім показником у групі.

До премедикації рівень МДА в крові собак з абдомінальною патологією становив $14,8 \pm 0,55$ мкмоль/л (рис. 1), тобто його концентрація в 1,6 раза ($p > 0,05$) виявилася вищою за показник клінічно здорових собак. Це свідчить про активацію процесів вільнорадикального окиснення ліпідів і є стандартним явищем за абдомінальної патології.

Повторне дослідження рівня МДА після абдомінальних операцій засвідчило збільшення його концентрації в крові собак усіх дослідних груп. Однак, зважаючи на різні піки її підвищення у групах, на цей процес справляла вплив не лише операційна травма, а й відповідне анестезіологічне забезпечення. Зокрема, найвищим рівень МДА після операцій виявився в 2-й групі – у 1,2 раза, відповідно ($p < 0,05$), найменшим у 3-й – усього у 1,1 раза ($p < 0,05$).

Результати дослідження до премедикації рівня МСМ у плазмі крові собак як маркера ендотоксикозу (рис. 2) свідчать про те, що він був удвічі ($p < 0,05$) вищим – $1,16 \pm 0,09$ г/л, порівняно із клінічно здоровими тваринами. Після операції у тварин усіх груп прослідковувалася тенденція до його незначного підвищення, яке вірогідним ($p < 0,05$) виявилось у 2-й групі собак – у 1,4 раза ($p < 0,05$) – $1,58 \pm 0,09$ г/л.

Отже, за різних схем анестезії абдомінальних операцій у собак відбувається підвищення рівня МДА та МСМ, однак його механізми, ймовірно, залежать від наявності у схемах

анестезії компонентів, що мають про- чи антиоксидантні властивості та адекватне знеболювання.

Зокрема, підвищення рівня МДА у крові собак 1-ї, 2-ї груп за адекватного знеболювання можна пояснити наявністю у схемі анестезії кетаміну, який сприяє підвищенню рівня продуктів ПОЛ через стимуляцію симпато-адреналової системи. Водночас у 1-й групі це явище було менш вираженим, що можна пояснити наявністю у схемі анестезії ацепромазину, який належить до похідних фенотіазинового ряду.

Ще більш варіабельною є інтерпретація змін концентрації в крові МДА у тварин 5-ї групи. Зокрема, у перших накопичення продуктів ПОЛ зумовлено активацією симпато-адреналової системи внаслідок недостатнього анальгетичного ефекту. Водночас у 3-й групі, незважаючи на адекватність анестезії та анагезії, наявність у схемі знеболювання кетаміну та пропофолу в зв'язку з їх прооксидантними властивостями призводить до підвищення рівня МДА. Також відомо [22], що ефект індукції перекисного окиснення пропофолу незначний та недовготривалий.

За результатами представлених досліджень встановлено, що вміст у крові МСМ за умов проведених абдомінальних операцій не є об'єктивним критерієм адекватності анестезії з огляду на нетривалу експозицію дії анестетиків.

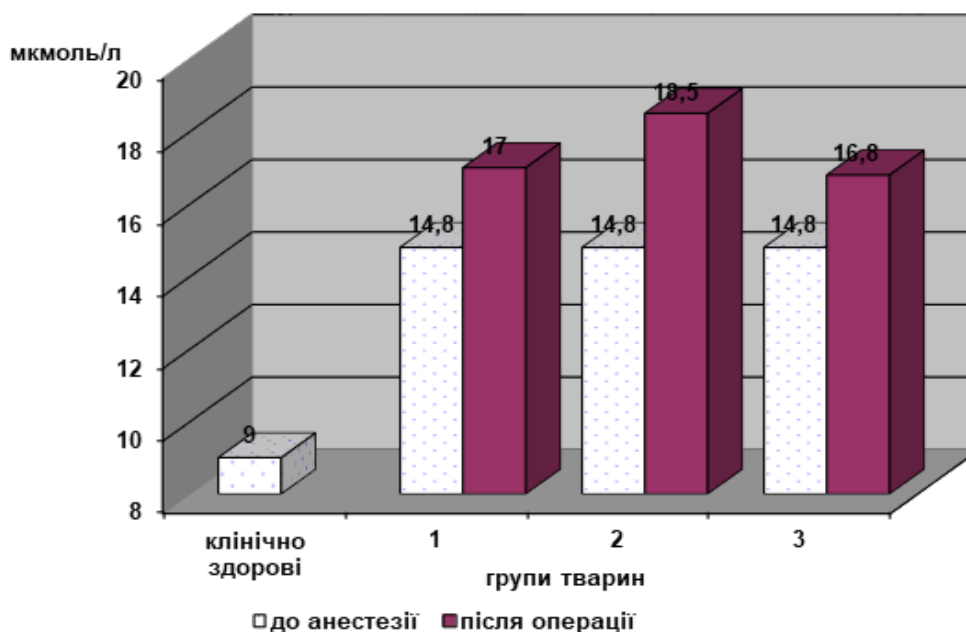


Рис. 1. Вміст МДА у крові собак за абдомінальних оперативних втручань за різних схем анестезії.

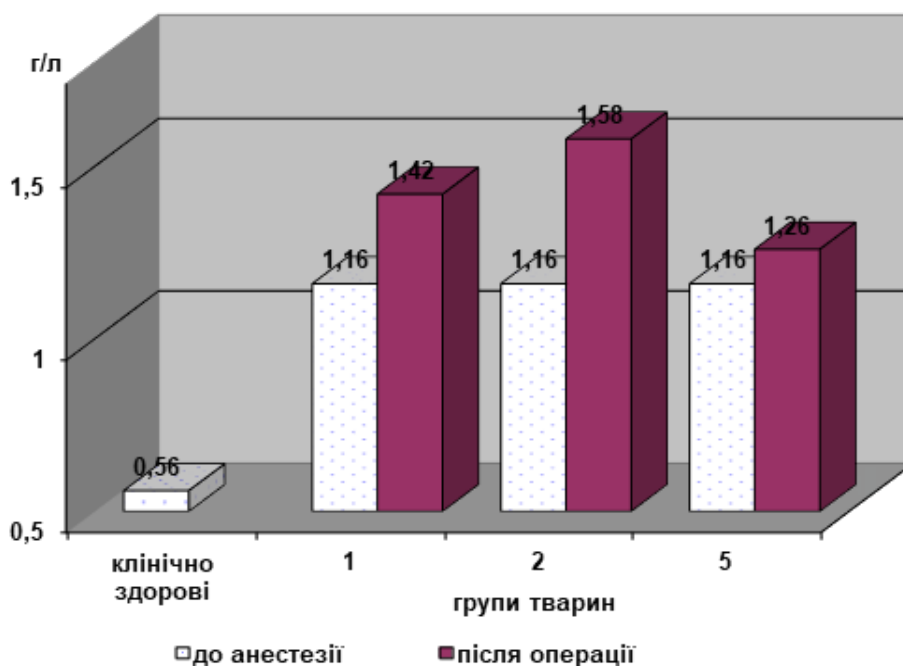


Рис. 2. Вміст МСМ у крові собак за абдомінальних оперативних втручань за різних схем анестезії.

Дослідженням показників САВСР у собак із переломами довгих трубчастих кісток (табл. 2) встановлено симпатикотонію ВНС, про що свідчили високі показники симпто-вагусних індексів, які у собак усіх груп знаходилися у межах 1,15–1,32 за визначеної

нами фізіологічної норми 0,61–0,97 [23]. Показники VLF і LF були на верхній межі норми, або ж перевищували її. Тобто наявність ноцицептивного чинника у зв'язку з травмою кістки зумовлює активацію симпато-адреналової системи.

Таблиця 2 – Показники спектрального аналізу ВСР у собак за остеосинтезу та різних схем анестезії

Група тварин, схема анестезії	Період досліджень	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF/HF
1-а ацепромазин-кетамін-тіопенталнатрію (n=15)	I	527,4±29,2	430,5±24,2	375,4±23,1	1,15±0,03
	II	288,1±19,7*	165,8±17,4*	159,8±12,7*	1,04±0,02*
	III	302,3±20,4*	187,1±18,1*	184,4±14,5*	1,01±0,02*
	IV	484,7±27,5 ⁰	399,7±22,5 ⁰	381,4±27,4	1,05±0,03*
2-а ксилазин-кетамін-тіопенталнатрію (n=15)	I	613,2±35,4	497,7±27,4	409,5±25,1	1,22±0,04
	II	249,1±21,6*	130,1±14,2*	125,2±12,0*	1,04±0,03*
	III	237,5±20,5*	125,7±13,7*	128,3±13,1*	0,98±0,03*
	IV	437,6±29,3* ⁰	390,6±24,1* ⁰	369,3±25,0 ⁰	1,06±0,04*
3-я ацепромазин- буторфанол-пропофол-кетамін (n=15)	I	498,7±24,3	397,4±23,3	301,3±24,6	1,32±0,05
	II	309,8±21,2*	289,7±20,4*	265,3±19,7	1,09±0,04*
	III	321,4±21,9*	297,5±21,2*	271,4±22,3	1,1±0,04*
	IV	481,4±25,7 ⁰	389,4±25,7 ⁰	329,5±28,4	1,18±0,05

Примітки: 1. I – до анестезії; II – під час анестезії; III – найбільш травматичні моменти; IV – після операції;
 2. Значення p – *p<0,05; решта p>0,05, порівняно до анестезії; ⁰ p<0,05; решта p>0,05, порівняно з попереднім показником у групі.

Під час анестезії у собак усіх груп відмічали вірогідне зниження показників САВСР незалежно від їх початкового значення. Найбільш істотним воно виявилось у тварин 2-ї групи, у яких VLF зменшувався в 2,5 рази, LF – у 3,8 рази, HF – у 3,3 рази ($p < 0,05$). Це безумовно пов'язано з дією ксилазину та тіопенталу, які пригнічують надсегментарні відділи нервової системи. Натомість найменшими були зміни показників САВСР за ацепромазин-буторфанол-кетаміновою анестезії, за якої VLF зменшувався лише в 1,6 рази, а LF – лише у 1,4 рази ($p < 0,05$). Спектр високих частот залишився без змін ($p > 0,05$).

Відповідно до цього симпато-вагусний індекс під дією анестетиків змістився у бік симпато-вагусної рівноваги: у 1-й групі – на 10 % до $1,04 \pm 0,02$, а у 2-й і 3-й – в середньому на 17 % ($p < 0,05$), до $1,04 \pm 0,03$ та $1,09 \pm 0,04$.

В період найбільш травматичних моментів операції вірогідних змін показників САВСР не реєстрували в усіх групах тварин, що свідчить про достатній знеболювальний ефект застосованих схем анестезії.

Після операції показники спектрального аналізу ВСР відновлювалися до передопераційного рівня лише у собак 1-ї та 3-ї груп, тимчасом у тварин 2-ї групи рівні VLF у 1,4 рази, а LF у 1,3 рази ($p < 0,05$) залишалися нижчими за такі у період до анестезії. В усіх групах симпато-вагусні індекси були нижчими за такі у період до анестезії, тобто змістилися у бік динамічної рівноваги між симпатичним та

парасимпатичним відділами ВНС. Отже, за аналізом показників ВСР зазначені схеми анестезії забезпечують адекватний рівень знеболювання, але ксилазин-кетамін-тіопенталовий наркоз призводить до значного пригнічення механізмів регуляції ВНС.

Проведені дослідження щодо вмісту в крові МДА у собак із переломами трубчастих кісток засвідчили його високий рівень – $13,85 \pm 0,66$ мкмоль/л, який виявився в 1,5 рази ($p < 0,001$) вищим за показник у клінічно здорових тварин (рис. 3). Тобто як і абдомінальна патологія, так і переломи кісток у собак характеризуються посиленням вільнорадикальних процесів.

Після остеосинтезу рівень МДА продовжував збільшуватися лише у тварин 2-ї групи і досяг $16,28 \pm 0,8$ мкмоль/л, тимчасом у собак решти груп це не мало вірогідного прояву ($p > 0,05$). Водночас достовірної різниці між групами не встановлено ($p > 0,05$).

Отже, за остеосинтезу в собак відбувається деяке посилення вільнорадикальних процесів, яке у тварин 1-ї та 3-ї груп дещо нівелюється прооксидантними властивостями кетаміну й пропофолу та антиоксидантними ацепромазином і тіопенталу натрію.

За переломів трубчастих кісток у собак чітко прослідковується розвиток ендотоксикозу, оскільки вміст його біохімічного маркера в крові збільшується в 2,2 рази ($p < 0,001$), порівняно з показником у клінічно здорових собак – $0,56 \pm 0,02$ г/л (рис. 4).

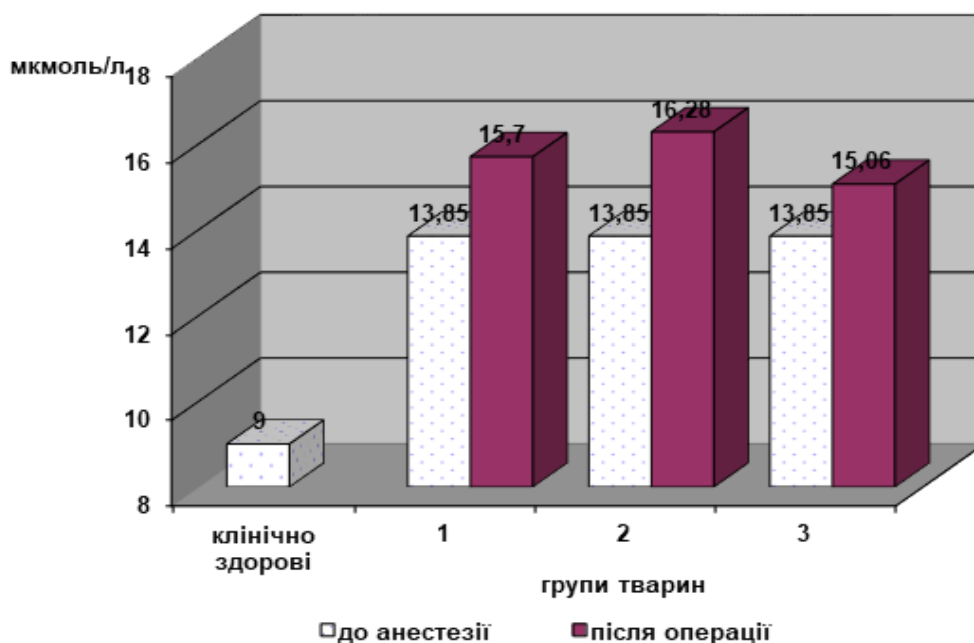


Рис. 3. Вміст МДА у крові собак за остеосинтезу.

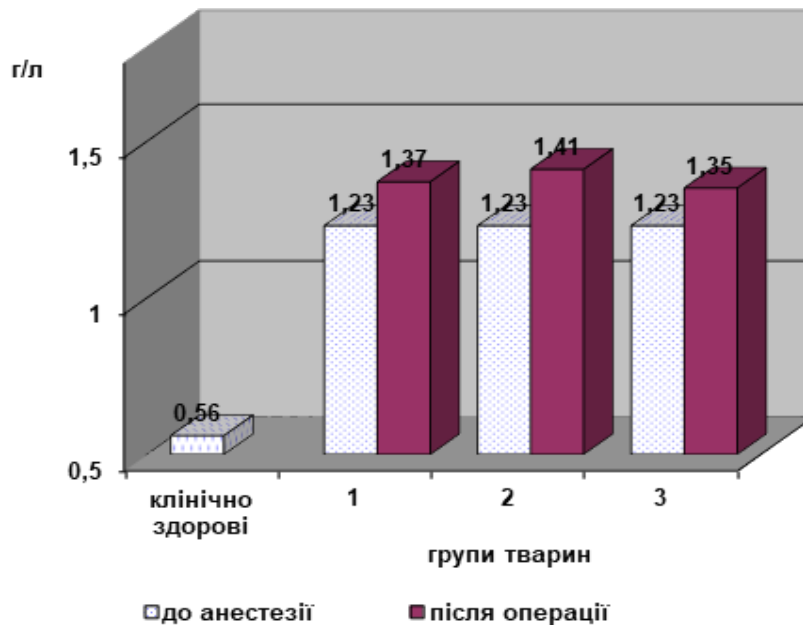


Рис. 4. Вміст МСМ у крові собак за остеосинтезу.

В подальшому після операції такий високий рівень МСМ у крові собак зберігається за відсутності вірогідної різниці між групами та відповідно впливу схем анестезії на рівень ендотоксикозу.

Обговорення. Однією з принципів відмінностей регуляції соматичного і вісцерального болю є їх анатомо-функціональна організація. За даними [22], соматичному болю притаманна чітка соматотопія, пропорційність відчуття інтенсивності ноцицептивному стимулу, формування адекватних проявів поведінки і захисно-приспосувальних реакцій. Вісцеральний біль, навпаки, не локалізований, часто відсутня залежність інтенсивності відчуття від обсягу пошкодження, формування адаптивної поведінки обмежено прийняттям вимушеної пози, а генералізація захисної реакції призводить до різкого зниження рухової активності.

Ендогенна інтоксикація – неспецифічний синдром, який розвивається за гострих та хронічних патологічних процесів. Деструктивні та запальні процеси порушують продукування клітинами пероксирадикалів, що спричинює накопичення в крові і тканинах продуктів пероксидного окиснення ліпідів та білків, що мають токсичні властивості. Водночас, дані [13] свідчать про те, що анестезія може безпосередньо впливати на швидкість вільнорадикального окиснення та опосередковано через вплив на метаболізм, рівень гормонів кровозабезпечення тканин і органів. Останнє безпосередньо залежить від рівня активації симпато-адреналової системи, яка може збуджуватися за не-

достатнього знеболювання у відповідь на ноцицептивні стимули, що загрожує розвитком ішемії міокарда, розладами дихання, моторики шлунково-кишкового тракту, метаболічними зрушеннями.

Отже, за результатами біохімічних досліджень, насамперед спектрального аналізу ВСР, застосування ацепромазин-кетамін-пропофолової схеми анестезії дає змогу за абдомінальних операцій у собак досягти адекватного знеболювання, ефективної керованості анестезією та швидкого післяопераційного відновлення тварин.

За результатами клінічних, гематологічних, САВСР, гемостазіологічних і біохімічних досліджень застосування ацепромазин-кетамін-тіопенталової чи ацепромазин-буторфанол-пропофол-кетамінової схеми анестезії дає можливість за остеосинтезу у собак досягти адекватного знеболювання та перебігу анестезії без ускладнень. Водночас, застосування останньої дозволяє проводити остеосинтез без глибокого пригнічення структур ЦНС, що вдвічі прискорює процес відновлення після анестезії.

Висновки. 1. Стан вегетативної нервової системи за абдомінальних операцій у анестезованих собак характеризується зниженням показників нейрогуморальної регуляції серцевого ритму, симпатичної та парасимпатичної активності у середньому в 1,6–1,9 рази, у випадку ксилазин-тіопенталової анестезії – у 2,2–4,2 рази ($p < 0,05$). Внаслідок цього за останньої розвивається парасимпатикотонія ($LF/HF = 0,77 \pm 0,02$) з наступним посиленням

активності симпатичної ланки ВНС (LF/HF $-1,09 \pm 0,04$) у відповідь на операційну травму, тимчасом за наявності в схемах анестезії кетаміну симпато-парасимпатичний індекс залишається без істотних змін.

2. Патохімічна фаза абдомінальної хірургічної патології у собак характеризується високим рівнем ендотоксикозу, за якого концентрація в крові малонового діальдегіду ($14,8 \pm 0,55$ мкмоль/л) та молекул середньої маси виявляється в 1,6 та вдвічі вищими за норму. При цьому післяопераційне підвищення їх вмісту є неоднозначним у зв'язку із схемами анестезії, оскільки їх компоненти мають виражені анти-, прооксидантні чи гіпоксичні властивості. Однак найменшим їх рівень виявляється за збалансованої ацепромазин-кетамін-пропофолової анестезії – відсутність вірогідних змін середньомолекулярних пептидів і підвищення рівня малонового діальдегіду лише в 1,1 рази ($p < 0,01$).

3. Ацепромазин-буторфанол-пропофол-кетамінова анестезія за остеосинтезу в собак забезпечує повну аналгезію зі швидким виходом зі наркозу без вірогідних змін під час операції спектральних показників варіабельності серцевого ритму.

4. За остеосинтезу в собак незалежно від схеми анестезії зберігається доопераційний рівень ендотоксемії, за спектральним аналізом ВСП та його індексом симпато-парасимпатичного балансу в 30 % хірургічно хворих собак виявляють нормотонію – $0,85-1,15$, у 27 % – симпатикотонію (LF/HF $> 1,15$), у 43 % – парасимпатикотонію (LF/HF $< 0,85$), що є критерієм вибору відповідної схеми анестезії.

Перспектива подальших досліджень полягає у розробці ефективних схем анестезіологічного забезпечення собак залежно від типу больової реакції.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження виконані на собаках, що надходили на лікування до клініки факультету із дотриманням біоетичних вимог щодо ставлення до тварин і відповідають Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006) та Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин» (1987).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Cellular and Molecular Mechanisms of Pain/ A. I. Basbaum et al. Cell. 2009. Vol. 139(2). P. 267–284. DOI:10.1016/j.cell.2009.09.028
2. Grubb T., Lobprise H. Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Descriptions of specific local and regional techniques (Part 2). Veterinary Medicine and Science. 2020. Vol. 6(2). P. 218–234. DOI:10.1002/vms3.218

3. A survey study on the recognition and treatment of pain in dogs and cats by Slovenian veterinarians/ K. Tomsic et al. Veterinary Anaesthesia and Analgesia. 2021. Vol. 48(3). P. 334–343. DOI:10.1016/j.vaa.2020.11.007

4. Smaller effect of propofol than sevoflurane anesthesia on dopamine turnover induced by methamphetamine and nomifensine in the rat striatum: an in vivo microdialysis study/ S. Taharabaru et al. Experimental Animals. 2018. Vol. 67(2). P. 147–153.

5. Davis K. D. Neurophysiological and anatomical considerations in functional imaging of pain. Pain. 2003. Vol. 105(1–2). P. 1–3. DOI:10.1016/s0304-3959(03)00174-x

6. Investigating the Probability of Response Bias in Owner-Perceived Pain Assessment in Dogs With Osteoarthritis/ A. Essner et al. Topics in Companion Animal Medicine. 2020. 39 p. DOI:10.1016/j.tcam.2020.100407

7. Consultation on Reporting of Critical Values/ J. R. Genzen et al. Pathology American Journal of Clinical Pathology. 2011. Vol. 135(4). P. 505–513. DOI:10.1309/ajcp9izt7bmbejrs

8. Turcott R.G., Pavak T.J. Hemodynamic sensing using subcutaneous photoplethysmography Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2008. Vol. 295(6). P. 2560–2572.

9. Benumof J.L., Saunders W.B. Monitoring Anesthesia for Thoracic Surgery. Philadelphia, 1995. P. 232–299.

10. Preliminary survey of the attitudes of Brazilian scientists towards pain management and assessment in animals used in science/R. M. Tomacheuski et al. Veterinary Anaesthesia and Analgesia. 2020. Vol. 47(5). P. 647–656. DOI:10.1016/j.vaa.2020.05.007

11. Post-anesthetic hyperthermia in cats /L.P. Posner et al. Vet. Anaesth. Analg. 2007. Vol. 34. P. 40–47.

12. Evaluation of pulse oximetry in dogs/ J.D. Jacobson et al. Am. J. Vet. Res. 1992. Vol. 53. P. 537–540.

13. Громашевська Л.Л. “Середні молекули” як один з показників “метаболічної” інтоксикації в організмі. Лабор. діагностика. 1997. № 1. С. 11–16.

14. Гунина Л.М. Маркеры эндотоксикоза и методы детоксикационной терапии. Біль знеболювання і інтенсивна терапія. 1998. № 4. С. 28–32.

15. Гаврилова О.Б. Зміни деяких показників антиоксидантної системи при операційному стресі у свиней. Наук. праці Полтавської держ. аграр. акад. 2002. Т. 2(21). С. 310–312.

16. Николайчик В.В., Моин В.М., Кирковский В.В. Способ определения “средних молекул”. Лабор. дело. 1991. № 10. С. 13–18.

17. Lewis J., Jordoff W., Sherman J. Adrenomedullary encephaline-like peptides may mediate opioid stress analgesis. Science. 1982. Vol. 217. P. 537–559.

18. Дягилев Н.А., Крайнова Н.Н., Эстрин В.В. Сравнительное изучение влияния комбинированной нейролептанальгезии и эпидуральной анестезии на перекисное окисление липидов. Анест. и реаниматол. 1990. № 2. С. 25–27.

19. Фархутдинов Р.Р., Бикбулатов И.Г. Свободно-радикальные процессы в норме и при патологии. Сов. терапия. 1983. № 9. С. 69–73.

20. Андреева Л.И., Кожемякин Л.А., Кишкун А.А. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой. Лабор. дело. 1988. № 11. С. 41–44.

21. Рубленко С.В. Сучасні методи дослідження вегетативної нервової системи та її стан у клінічно здорових собак. Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. 2004. Вип. 28. С. 215–221.

22. The impact of alfaxalone, propofol and ketamine on canine peripheral blood lymphocyte cytotoxicity in vitro/ C. A. Barr et al. Research in Veterinary Science. 2021. Vol. 136. P. 182–184. DOI:10.1016/j.rvsc.2021.02.019

23. Рубленко С.В. Клінічна характеристика різних схем анестезії у собак при оперативному втручанні. Вісник Полтавської держ. аграр. академії. 2007. № 3. С. 57–60.

REFERENCES

1. Basbaum, A.I., Bautista, D.M., Scherrer, G., Julius, D. (2009). Cellular and Molecular Mechanisms of Pain. Cell. Vol. 139 (2), pp. 267–284. DOI:10.1016/j.cell.2009.09.028

2. Grubb, T., Lobprise, H. (2020). Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Descriptions of specific local and regional techniques (Part 2). Veterinary Medicine and Science. Vol. 6(2), pp. 218–234. DOI:10.1002/vms3.218

3. Tomsic, K., Rakinic, K., Sokolov, C., Seliskar, A. (2021). A survey study on the recognition and treatment of pain in dogs and cats by Slovenian veterinarians. Veterinary Anaesthesia and Analgesia. Vol. 48 (3), pp. 334–343. DOI:10.1016/j.vaa.2020.11.007

4. Taharabaru, S., Satomoto, M., Tamura, T., Adachi, Y. U. (2018). Smaller effect of propofol than sevoflurane anesthesia on dopamine turnover induced by methamphetamine and nomifensine in the rat striatum: an in vivo microdialysis study. Experimental Animals. Vol. 67(2), pp. 147–153.

5. Davis, K. D. (2003). Neurophysiological and anatomical considerations in functional imaging of pain. Pain. Vol. 105(1–2), pp. 1–3. DOI:10.1016/s0304-3959(03)00174-x

6. Essner, A., Hogberg, H., Zetterberg, L., Hellstrom, K., Sjostrom, R., Gustas, P. (2020). Investigating the Probability of Response Bias in Owner-Perceived Pain Assessment in Dogs With Osteoarthritis. Topics in Companion Animal Medicine. Vol. 39, pp. 526–532. DOI:10.1016/j.tcam.2020.100407

7. Genzen, J. R., Tormey, C. A., Acad Clinical Lab Phys, S. (2011). Consultation on Reporting of Critical Values. Pathology American Journal of Clinical Pathology. Vol. 135(4), pp. 505–513. DOI: 10.1309/ajcp9izt7bmbcjr

8. Turcott, R.G., Pavek, T.J. (2008). Hemodynamic sensing using subcutaneous photoplethysmography Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. Vol. 295, pp. 2560–2572.

9. Benumof, J.L., Saunders, W.B. (1995). Monitoring Anesthesia for Thoracic Surgery. Philadelphia, pp. 232–299.

10. Tomacheuski, R. M., Taffarel, M. O., Ferrante, M., Luna, S. P. L. (2020). Preliminary survey of the attitudes of Brazilian scientists towards pain management and assessment in animals used in science. Veterinary Anaesthesia and Analgesia. Vol. 47(5), pp. 647–656. DOI:10.1016/j.vaa.2020.05.007

11. Posner, L.P., Gleed, H.N., Erb, J.W. (2007). Post-anesthetic hyperthermia in cats. Vet. Anaesth. Analg. Vol. 34, pp. 40–47.

12. Jacobson, J.D., Miller, M.W., Matthews, N.S., Knauer, K.W. (1992). Evaluation of pulse oximetry in dogs. Am. J. Vet. Res. Vol. 53, pp. 537–540.

13. Hromashevskaya, L.L. (1997). "Seredni molekuly" jak ody z pokaznykiv "metabolichnoi" intoksykacii v organizmi ["Medium molecules" as one of the indicators of

"metabolic" intoxication in the body]. Labor. diagnostyka [Laboratory diagnosis]. no. 1, pp. 11–16.

14. Hunyna, L.M. (1998). Markery jendotoksikoza i metody detoksikacionnoj terapii [Endotoxycosis markers and detoxification therapy methods]. Bil' zneboljuvannja intensivna terapija [Pain anesthesia and intensive care]. no. 4, pp. 28–32.

15. Havrylova, O.B. (2002). Zminy dejakyh pokaznykiv antyoksydantnoi' systemy pry operacijnomu stresi u svynej [Changes in some indicators of the antioxidant system during surgical stress in pigs]. Nauk. praci Poltavs'koi' derzh. agrar. akad [Scientific papers of Poltava State Agrarian Academy]. Vol. 2(21), pp. 310–312.

16. Nykolaichyk, V.V., Kyrkovskiy, V.V. (1991). Sposob opredelenija "srednih molekul" [Method for the determination of "medium molecules"]. Labor. delo [Laboratory business]. no. 10, pp. 13–18.

17. Lewis, J., Jordoff, W., Sherman, J. (1982). Adrenomedullary encephaline-like peptides may mediate opioid stress analgesis. Science. Vol. 217, pp. 537–559.

18. Diahylev, N.A., Krainova, N.N., Estry, V.V. (1990). Sravnitel'noe izuchenie vlijanija kombinirovannoj nejroleptanal'gezii i jepidural'noj anestezii na perekisnoe oksilenie lipidov [Comparative study of the effect of combined neuroleptanalgesia and epidural anesthesia on lipid peroxidation]. Anest. i reanimatol [Anest. and reanimatol]. no. 2, pp. 25–27.

19. Farkhutdynov, R.R., Bykbulatov, Y.H. (1983). Svobodno-radikal'nye processy v norme i pri patologii [Free radical processes in health and disease]. Sov. terapija [Modern therapy]. no. 9, pp. 69–73.

20. Andreeva, L.Y., Kozhemiakyn, L.A., Kyshkun, A.A. (1988). Modifikacija metoda opredelenija perekisej lipidov v teste s tiobarbiturovoj kislotoj [Modification of the method for determining lipid peroxides in the test with thiobarbituric acid]. Labor. delo [Laboratory work]. no. 11, pp. 41–44.

21. Rublenko, S.V. (2004). Suchasni metody doslidzhennja vegetatyvnoi' nervovoi' systemy ta ii' stan u klinichno zdorovyh sobak [Modern methods of studying the autonomic nervous system and its condition in clinically healthy dogs]. Visnyk Bilocerktiv. derzh. agrar. un-tu. [Bulletin of Bila Tserkva State Agrarian University]. Issue 28, pp. 215–221.

22. Barr, C. A., Alvarado, F., Chang, Y. M., Luo, J., Garden, O. A. (2021). The impact of alfaxalone, propofol and ketamine on canine peripheral blood lymphocyte cytotoxicity in vitro. Research in Veterinary Science. Vol. 136, pp. 182–184. DOI:10.1016/j.rvsc.2021.02.019

23. Rublenko, S.V. (2007). Klinichna harakterystyka riznyh shem anestezii' u sobak pry operatyvnomu vtruchanni [Clinical characteristics of different anesthesia schemes in dogs during surgery]. Visnyk Poltavs'koi' derzh. agrar. akademii' [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 3, pp. 57–60.

Динамика вариабельности сердечного ритма и состояние эндогенной интоксикации при различных схемах анестезии у собак за висцерального и соматического типов болевой реакции

Рубленко С.В., Яремчук А.В., Ильницький Н.Г., Чернозуб Н.П.

Собакам естественно присущ высокий уровень травматизма, он может достигать до 50 % от массы хирургической патологии. Одновременно существенно

распространенной в данного вида животных является и абдоминальная патология. Проведение оперативного лечения упомянутых патологий сопровождается существенной соматической и висцеральной болевой реакцией. Работа выполнена на кафедре хирургии и болезней мелких домашних животных Белоцерковского национального аграрного университета в период 2015–2020 гг. Материалом для исследования были клинически здоровые и больные собаки, что поступали в клинику болезней мелких животных университета. Формируя клинико-экспериментальную базу для исследований учитывали нозологические формы патологии и частоту ее возникновения, обращали внимание на особенности хирургического вмешательства в зависимости от вида животных, типа и интенсивности болевой реакции и корректность анестезиологического обеспечения.

Висцеральный тип болевой реакции исследовали на собаках в возрасте от 2-х до 10-ти лет, которым проводили абдоминальные операции. Болевая реакция соматического типа сопровождает переломы костей и их оперативное лечение. Включали в исследование собак с переломами бедренной или плечевой кости в возрасте от 1-го до 10-ти лет.

Высокий уровень эндотоксикоза присущий патохимической фазе абдоминальной хирургической патологии у собак, при этом концентрация в крови малонового диальдегида ($14,8 \pm 0,55$ мкмоль/л) и молекул средней массы оказывается соответственно в 1,6 и вдвое выше нормы. Однако наименьшим их уровень выявлен при сбалансированной ацепромазин-кетамин-пропофоловой анестезии, при этом отсутствуют достоверные изменения среднемолекулярных пептидов и незначительное повышение уровня малонового диальдегида только в 1,1 раза ($p < 0,01$).

Ацепромазин-буторфанол-пропофол-кетаминная анестезия по соматической болевой реакции у собак обеспечивает полную анальгезию с управляемым и быстрым выходом из наркоза без установленных возможных изменений во время операции спектральных показателей вариабельности сердечного ритма. По соматической болевой реакции у собак независимо от схемы анестезии сохраняется дооперационный уровень эндотоксемии и по спектральному анализу ВСР, в частности по индексу симпатопарасимпатического баланса в 30 % хирургически больных собак обнаруживают нормотонию – $0,85-1,15$, в 27 % – симпатикотонию ($LF/HF > 1,15$), в 43 % – парасимпатикотонию ($LF/HF < 0,85$), что является ключевым критерием выбора соответствующей схемы анестезии.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, эндогенная интоксикация, анестезия, собаки, тип болевой реакции, висцеральная иннервация, соматическая иннервация.

Dynamics of heart rate variability and the state of endogenous in intoxication under different anesthesia regimens in dogs with visceral and somatic types of pain reaction

Rublenko S., Yaremchuk A., Ilnitsky M., Chornozub M.

Dogs are naturally characterized by a high level of injuries, which can reach up to 50 % of the total surgical pathology. At the same time, abdominal pathology is significantly common in this species of animals and surgical treatment of the seopathologies is accompanied by a significant somatic and visceral pain response. The work was performed at the Department of Surgery and Diseases of Small Pets of Bila Tserkva National Agrarian University in the period 2015–2020. The material for the study were clinically healthy and sick dogs admitted to the clinic of diseases of small animals of the university. Forming the clinical-experimental base for research, nosological forms of pathology and frequency of its occurrence were taken into account, attention was paid to the peculiarities of surgical intervention depending on the species of animals, type and intensity of pain response and correctness of anesthesia.

Visceral type of pain reaction was studied in dogs aged 2 to 10 years, who underwent abdominal surgery. Somatic pain reaction accompanies bone fractures and their surgical treatment. Included in the study of dogs with fractures of the femur or humerus aged from 1 to 10 years.

High levels of endotoxemia are characteristic of the pathochemical phase of abdominal surgical pathology in dogs, with the concentration in the blood of malonic dialdehyde (14.8 ± 0.55 $\mu\text{mol} / \text{l}$) and molecules of average weight is respectively 1.6 and twice higher than normal. However, the lowest level was found under balanced acepromazine-ketamine-propofol anesthesia, with no probable changes in molecular weight peptides and a slight increase in the level of malonic dialdehyde only 1.1 times ($p < 0,01$).

Acepromazine-butorphanol-propofol-ketamine anesthesia for somatic pain in dogs provides complete analgesia with controlled and rapid recovery from anesthesia without established probable changes during the operation of spectral indicators of heart rate variability. In somatic pain in dogs, regardless of the anesthesia regimen, the preoperative level of endotoxemia is preserved, and according to the spectral analysis of HRV and its sympathoparasympathetic balance index, 30 % of surgically ill dogs show normotonia – $0.85-1.15$, 27 % – sympathicotonia ($LF/HF > 1.15$), in 43 % – parasympathicotonia ($LF/HF < 0.85$), which is the key criterion for selecting the appropriate scheme of anesthesia.

Key words: heart rate variability, endogenous intoxication, anesthesia, dogs, types of pain reaction, visceral innervation, somatic innervation.



Copyright: Рубленко С.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Рубленко С.В.

Яремчук А.В.

Ільніцький М.Г.

Чорнозуб М.П.

<https://orcid.org/0000-0003-0678-5497>

<https://orcid.org/0000-0001-6715-5099>

<https://orcid.org/0000-0001-6130-6001>

<https://orcid.org/0000-0003-0282-8824>

