МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДНУ «ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ»
СЛОВАЦЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА (СЛОВАЦЬКА РЕСПУБЛІКА)
ЧЕСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК (ЧЕХІЯ)
ПОМОРСЬКА АКАДЕМІЯ В СЛУПСЬКУ (ПОЛЬЩА)



Міжнародна науково-практична конференція

АГРАРНА ОСВІТА ТА НАУКА: ДОСЯГНЕННЯ, РОЛЬ, ФАКТОРИ РОСТУ

Сучасний розвиток ветеринарної медицини

14 вересня 2026 року

Біла Церква
2026

УДК 636.09'06

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Шуст О.А., д-р екон. наук, ректор.
Варченко О.М., д-р екон. наук.
Скиба В.В., д-р с.-г. наук.
Димань Т.М., д-р с.-г. наук.
Крауютієне І., д-р філософії.
Мамедова К.Х., д-р філософії.
Царенко Т.М., канд. вет. наук.
Козій Н.В., канд. вет. наук.
Василенко О.І., д-р філософії.
Мостипан О.В., відповідальний секретар.

Відповідальна за випуск – **Мостипан О.В.,** начальник редакційно-видавничого відділу.

Сучасний розвиток ветеринарної медицини: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 14 вересня 2026 р. Білоцерківський НАУ. 108 с.

Збірник підготовлено за авторською редакцією доповідей учасників конференції без літературного редагування. Відповідальність за зміст поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори.

©БНАУ

Секція 5. ВЕТЕРИНАРНА ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

УДК 636.5.09:616-089.5:617

ЄМЕЛЬЯНЕНКО О.В., канд. вет. наук, **ЧОРНОЗУБ М.П.,** канд. вет. наук
Білоцерківський національний аграрний університет

АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПТАХІВ ЗА ЗНЕБОЛЮВАННЯ

У статті описано анатомо-фізіологічні особливості, які слід ураховувати за розроблення протоколів анестезії та процедур знеболювання у птахів.

Ключові слова: птахи, знеболювання, дихальна система, інкубація.

YEMELIANENKO O.V., candidate of veterinary sciences, **CHORNOZUB M.P.,** candidate of veterinary sciences
Bila Tserkva National Agrarian University

ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BIRDS RELEVANT TO ANESTHESIA AND ANALGESIA

The article describes anatomical and physiological characteristics that should be taken into account when developing anesthesia protocols and pain management procedures for birds.

Keywords: birds, anesthesia/analgesia, respiratory system, incubation.

Наркоз птахів стає все більш звичним явищем у клінічній практиці. Щоб успішно забезпечити належне знеболювання птахів, потрібно розуміти їхні унікальні анатомічні та фізіологічні особливості. Ці відмінності часто впливають на процедури знеболювання, його інтраопераційне управління та моніторинг. Складність також полягає у тому, що лікарю доводиться мати справу із птахами різних видів (дикі, птахи-компаньони та промислові) і, відповідно, їхній розмір може коливатися від 100 г до 100 кг і навіть більше.

Тому, метою нашої роботи було проаналізувати анатомо-фізіологічні особливості птахів та визначити їхній вплив на процедури й етапи знеболювання.

Нині у ветеринарні анестезіології найбільш розповсюдженим є інгаляційне знеболювання, тому більшість особливостей пов’язані з дихальною системою та газообміном. Аналізуючи літературні дані, можна стверджувати, що анатомічні особливості впливають у першу чергу на процедури інтубації птаха. Гортань птахів розташована біля основи язика і виступає вперед у глотку у вигляді горбка у формі серця. Птахи не мають надгортанника та м'якого піднебіння, тому коли язик обережно витягують вперед, у більшості з них легко візуалізується гортань. Винятком є фламінго з його вентрозігнутим дзьобом і великим м'ясистим язиком, що ускладнює візуалізацію гортанного кільця. Ця особливість полегшує процедури інтубації у птахів. Типова трахея птахів у 2,7 раза довша, ніж у ссавців такого ж розміру. У той же час вона в 1,29 раза ширша, тому опір потоку газу більший у птахів. Об'єм мертвого простору трахеї приблизно у 4,5 раза більший, ніж у ссавців такого ж розміру, також на третину нижча частота дихання. Трахея розташована праворуч від стравоходу, а потім під ним входить через грудний отвір у грудочеревну порожнину. У всіх птахів трахеальні хрящі (кільця) є повність замкненими. Ця анатомічна особливість вказує на те, що класичної ендотрахеальної трубки із роздувною манжеткою ми не використовуємо через можливість травми.

Після проходження грудного відділу трахея поєднується із сиринксом (подібно до гортані ссавців) і ділиться на первинні бронхи. Далі анатомія птаха відрізняється від ссавців, оскільки первинні бронхи фактично повністю проходять через легеню, закінчуючись парними черевними повітряними мішками. Ці повітряні мішки також мають з'єднання з кількома порожнистими кістками у кінцівках птаха. Крім того, біля заднього кінця первинних бронхів є пара задніх грудних повітряних мішків, які з'єднані з первинними бронхами через латеробронхи. До первинних бронхів через одну з кількох вторинних трубок,

що називаються вентробронхами, приєднані парні передні грудні повітряні мішки та, залежно від виду птаха, зазвичай кілька інших попереду розташованих повітряних мішків.

Після потрапляння в легеню від первинного бронха відразу ж відгалужуються чотири вентробронхи [1, 2]. Далі вздовж первинного бронха є до десяти додаткових вторинних бронхів, які називаються дорсобронхами, що також відходять від первинного бронха. Дорсобронхи та вентробронхи багаторазово діляться, проникаючи у легеневу тканину. Зрештою, дорсобронхи з'єднуються з вентробронхами тисячами крихітних парабронхів, кожен із яких має діаметр лише близько одного міліметра. Парабронхіальні стінки схожі на решітку, широко перфоровану кишенями, які називаються передсердями, і самі мають заглиблення, відомі як воронки. Воронки з'єднуються численними крихітними повітряними капілярами (функціональні одиниці легень, аналоги альвеол у ссавців) діаметром приблизно 5 мікрометрів. Сама решітка складається із капілярних кровоносних судин, в які дифундують кисень і вуглекислий газ під час обміну цих газів між повітрям і кров'ю. Ця ділянка парабронхів і численні крихітні повітряні проходи, що відходять від них, обплетені дуже густою мережею кровоносних капілярів, які утворюють зону газообміну в легенях птахів.

Більшість птахів мають дев'ять повітряних мішків, чотири спарених і один непарний. Чотири спарені повітряні мішки включають шийний, краніальний та каудальний грудний і черевний. Непарним повітряним мішком є ключичний, який розташований дорсо-каудально до шлунку. Повітряні мішки – це тонкостінні структури, що складаються з простих плоских клітин, бідних судинним епітелієм. Як такі, повітряні мішки не мають істотного значення, а лише сприяють газообміну, бо змінюються в об'ємі лише на 1,6 %. Повітряні мішки не вносять значного внеску до газообміну, оскільки вони відносно аваскулярні.

Досить час у практиці використовують інтубацію повітряного мішка. Показаннями є обструкція трахеї, сиринкса або крупних бронхів; операції або процедури на дзьобі або в ротовій порожнині. З цією метою використовують каудальний грудний повітроносний мішок. Використовують вкорочену ендотрахеальну трубку, катетери Фолея із балонним наконечником, гумові живильні зонди та спеціальні канюлі для повітроносних мішків. Діаметр трубки дорівнює діаметру трахеї.

На відміну від ссавців, птахи не мають діафрагми (дихальний акт залежить від зміщення грудини, коракоїда і ребер), тому дихання в них – це активний процес, що вимагає м’язової роботи [3]. Інспірація виникає тоді, коли м'язи (зовнішні міжреберні) скорочуються, що спричиняє зниження тиску в повітроносних мішках для нижче атмосферного і дозволяючи повітрю надходити в дихальні шляхи. При цьому 50 % повітря в цей час потрапляє в легені та краніальні повітряні мішки, решта 50 % потрапляє в каудальні повітряні мішки. Поки це відбувається, повітря, яке вже знаходиться в зонах газообміну легень, переміщається з них у передні повітряні мішки, які також розширюються під час вдиху. Заміною цього повітря в легенях є частина багатого на кисень повітря з первинних бронхів, яке не потрапляє в задні повітряні мішки, а переміщується в задні відділи легень і спрямовується вперед до передніх відділів.

Під час видиху (скорочення внутрішніх міжреберних і черевних м’язів) як задні, так і передні повітряні мішки стискаються і їхній вміст спорожняється. Повітря із задніх повітряних мішків потрапляє в зони газообміну легень, ще не втративши кисню, і рухається в напрямку ззаду вперед. Повітря із передніх повітряних мішків, насичене вуглекислим газом, який дифундував із кровоносних капілярів, потрапляє в основні бронхи та видихається. Потім цикл повторюється із наступним вдихом.

Під час циклів вдиху та видиху повітря завжди проходить через зони газообміну в легенях птахів в одному напрямку – ззаду вперед. Повітря, що проходить через зони газообміну в легенях, також завжди містить відносно постійний і високий відсоток кисню, який може дифундувати в кров всередині кровоносних капілярів легень. Кров, що потрапляє в ці капіляри, багата на вуглекислий газ, який дифундує із крові в повітря, проходячи через легені на шляху до передніх повітряних мішків і, зрештою, виходить з організму.

Щоб зрозуміти компактну та ефективну конструкцію легень птахів, достатньо виміряти співвідношення площі поверхні, яку вони використовують для газообміну, до об'єму легень.

Це значення приблизно в десять разів більше, ніж співвідношення, виявлене у ссавців, що дозволяє в будь-який момент часу переносити більше крові на одиницю об'єму легень. Це важливо лише тоді, коли враховується, що в капілярах легень птахів більше крові на одиницю об'єму, ніж у легень ссавців. Оскільки лише кров у капілярах може поглинати кисень і позбавлятися вуглекислого газу, цінність таких особливостей очевидна: малі та дуже ефективні легені. Враховуючи такі особливості, здавалося б, що концентрація анестетика у вдихуваній газовій суміші повинна бути меншою. Але як показує практика, це правило не працює і вона така ж, як у ссавців. Рекомендують починати індукцію ізофлураном при концентрації 0,5 %. Концентрації 1,5–3 %, як правило, спричиняють хірургічну анестезію за 7–10 хвилин. Стійка анестезія для операції із застосовуванням ізофлурану підтримується в концентрації від 1 % до 2,5 % в суміші кисню. Концентрація ізофлурану може бути знижена до 0,5 % на початку закриття операційної рани, а потім до 0 % в кінці операції.

Дихальна система птахів досить ефективна, незважаючи на довгу, велику трахею багатьох із них. У повній свідомості, здоровий, немедикаментозний птах може компенсувати більший мертвий простір трахеї, маючи відносно низьку частоту дихання (приблизно на третину менше, ніж у ссавців), що зменшує вплив великого трахеального мертвого простору на вентиляцію. Отже, хвилинна вентиляція трахеї приблизно 1,5–1,9 раза більша, ніж у ссавців. Пташині повітряні мішки збільшують ефективність дихання, дозволяючи свіжому повітрю потрапляють в легені як на вдиху, так і на видиху.

Ефективність дихання птахів може бути серйозно порушеною під час анестезії. Положення птиці під час анестезії може суттєво вплинути на вентиляцію. Наприклад, розташувавши птицю на спині (дорсальне положення), вентиляція значно зменшується, оскільки органи каудальної частини тиснуть на легені та повітряні мішки, тим самим зменшуючи їх ефективний об’єм. Загальне знеболювання також може впливати на вентиляцію шляхом зменшення активності м’язів на вдиху і видиху.

У птахів багато однакових анатомофізіологічних особливостей для контролю дихання, як і в ссавців. Ці компоненти включають центральний дихальний генератор у довгастому мозку, центральні хеморецептори, які чутливі до парціального тиску вуглекислого газу, та багато подібних периферичних хеморецепторів. Птахи мають унікальну групу периферичних рецепторів у легенях, так звані внутрішньолегеневі хеморецепторами, які гостро чутливі до діоксиду вуглецю і нечутливі до гіпоксії.

Загально відомо, що основним транспортером кисню є молекула гемоглобіну, яка функціонує аналогічно, як у ссавців. У більшості видів птахів кількість гемоглобіну, що міститься у крові, незначна (особливо хижі, для яких характерний планерний політ з мінімальними затратами кисню) за винятком пірнаючих. Дослідження пірнаючих птахів виявили вищий рівень міоглобіну та гемоглобіну, які переносять кисень у крові, що дозволяє їм вдихати менше разів, підтримуючи необхідний рівень кисню в крові. Якщо рівень кисню у них нижчий, вони можуть продовжувати пірнати, активно перенаправляючи насичену киснем кров до мозку, життєво важливих органів та м'язів, що використовуються під час пірнання. Пірнаючі птахи також мають більші еритроцити, цим збільшуючи час, протягом якого вони можуть затримувати дихання. Пінгвіни також надувають повітряні мішки, щоб регулювати плавучість під час переслідування здобичі під водою. Враховуючи ці обставини можемо стверджувати, що такі птахи менш чутливі до гіпоксії і під час знеболювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Maina J.N. (2012). Comparative molecular developmental aspects of the mammalian- and the avian lungs, and the insectan tracheal system by branching morphogenesis: recent advances and future directions. Front Zool 2012. (9): 16.

2. Locy W.A., Larsell O. (1916). The embryology of the bird’s lung based on observations of the bronchial tree. Part I. Amer J Anat. 19: 447–504.

3. Dumont E.R (2010). Bone density and the lightweight skeletons of birds.Proc R Soc B 277: 2193–2198. doi:10.1098/rspb.2010.0117