

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 138 (1996)

Heft: 6

Artikel: Sedation und Narkose bei Hund und Katze mit Herzkreislaufkrankheit, 3. Teil. Ventilation, Überwachung der Atmung, postoperative Schmerzbehandlung

Autor: Skarda, R.T. / Hubbell, J.A.E. / Muir, W.W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-591941>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Sedation und Narkose bei Hund und Katze mit Herzkreislaufkrankheit

III. Teil: Ventilation, Überwachung der Atmung, postoperative Schmerzbehandlung

R. T. Skarda, J.A.E. Hubbell, W.W. Muir, R.M. Bednarski, D.E. Mason

Zusammenfassung

Bei 137 Hunden und 13 Katzen mit angeborenen oder erworbenen Herzkrankheiten wurden am Department of Veterinary Clinical Sciences der Ohio State University folgende chirurgische Eingriffe unter Narkose durchgeführt: PDA-Ligatur (28%), Herzkatheter mit Angiogramm und Angioplastie (22%), Pacemaker-Implantation (18%), diagnostische Thorakotomie (8,7%), Korrektur eines persistierenden Aortenbogens (PRAA, 3,3%), Korrektur einer subvalvulären Aortenstenose (2,7%), PDA-Korrektur mit Spirale bei Patienten mit Mitralsinsuffizienz und kongestivem Herzversagen (2%), Perikardektomie und Entfernung eines Herzbasisstumors (2%) und Korrektur eines Ventrikelseptumdefektes (0,7%). Die daraus für die Ventilation und postoperative Analgesie gewonnenen Kenntnisse wurden hiermit zusammenge stellt. Die Beatmung erfolgte bei allen Thoraxpatienten während $2,3 \pm 1,3$ Stunden mit folgenden Narkotika und folgendem prozentualen Anteil der Tiere: Isofluran (64%), Halothan (32%), Propofol (2%) und Diazepam-Ketamin (0,7%). Eine postoperative Schmerzbehandlung war bei 20% der Tiere notwendig. Sie wurde mit folgenden Techniken und bei folgendem prozentualen Anteil der Tiere über mehrere Stunden aufrechterhalten: Buprenorphin i.v. (3,3%), interkostale Nervenblockade (8,7%), epidurale Morphinanalgesie (4%) und interpleurale Regionalanalgesie (4%).

Schlüsselwörter: Sedation – Narkose – Hund – Katze – Herzkrankheiten – Ventilation – Überwachung der Atmung – interkostale Nervenblockade – epidurale Opiatanalgesie – interpleurale Regionalanalgesie

Sedation and anesthesia in dogs and cats with cardiovascular disease. Part III: Ventilation, monitoring of respiration, and postoperative analgesia

The purpose of this study was to review ventilation and postoperative analgesic technics in 137 dogs and 13 cats with congenital or acquired heart disease. The animals were referred to the Department of Veterinary Clinical Sciences at The Ohio State University, U.S.A., for the following surgical interventions: correction of patent ductus arteriosus (PDA-ligation, 28%), cardiac catheterization with angiogram and angioplasty (22%), pacemaker implantation (18%), exploratory lateral thoracotomy (8.7%), correction of right aortic arch ring anomaly (3.3%), correction of subvalvular aortic stenosis (2.7%), correction of PDA with coil in patients with mitral regurgitation and congestive heart failure (2%), pericardectomy and removal of heartbase tumor (2%), and palliative surgery for ventricular septal defect (VSD, 0.7%). Controlled ventilation was used in all animals during thoracotomy. Anesthesia was maintained over 2.3 ± 1.3 hours by using either isoflurane, halothane, propofol, or diazepam-ketamine in 64%, 32%, 2%, and 0.7% of animals, respectively. Postoperative analgesia was necessary in 20% of animals and was provided by using different technics over several hours. The technics and respective percentages of animals in which they were used, were: intravenous buprenorphine (3.3%), intercostal nerve blocks (8.7%), epidural morphine (4%), and interpleural regional analgesia (4%).

Key words: sedation – anesthesia – dog – cat – heart disease – controlled ventilation – monitoring of respiration – intercostal nerve blocks – epidural opioid analgesia – interpleural regional analgesia

Ventilation des Thoraxpatienten

Alle Narkotika beeinträchtigen die Atmung. Zudem erhöhen intrathorakale Operationen die Atmungsdepression, weil beim offenen Thorax der minimale intrathorakale Unterdruck, der für die Lungendehnung nötig ist, fehlt. Die Lunge kann sich dabei nicht auszudehnen, obschon sich der Thorax infolge der Kontraktionen von Zwerchfell und anderen Atmungsmuskeln weitet. Das Atemzugvolumen, die funktionelle Residualkapazität, das Atemminutenvolumen und der Gasaustausch sind somit vermindert.

Manipulationen an der Lunge, wie z. B. das Wegschieben eines Lungenlappens aus dem Operationsfeld (das sogenannte «packing off»), sind weitere Behinderungen der Atmung. Der Anästhesist hat deshalb die primäre Aufgabe, die Einschränkung der Atmungsfunktion bei Thoraxpatienten in akzeptablen Grenzen zu halten und gleichzeitig dem Chirurgen ein geeignetes Operationsfeld zu ermöglichen.

Beurteilung der Atmung

Die Atmungsfunktion wird klinisch durch die Auskultation des Thorax, Bestimmung der Atemfrequenz, Schätzung der Atemtiefe und Prüfung der Schleimhautfarbe beurteilt. Eine intensive Atemüberwachung ist mit Messungen des Blut-pH und der Blutgase (PO_2 , PCO_2) möglich. Eine normale Ventilation resultiert in einer arteriellen Kohlendioxyspannung (PaO_2) von ca. 40 mm Hg. Eine normale Atmung bedingt eine normale Ventilation und Aufrechterhaltung einer ca. 97prozentigen Sättigung des Hämoglobins (Hb) mit Sauerstoff (Oxygenation). Arterielle O_2 -Partialdrücke über 90 mm Hg sättigen das Hb nahezu 100%. Mit dem Kapnometer wird die CO_2 -Konzentration (FCO_2) im Atemgas, meistens mit Infrarotsorption, gemessen. Auch Messungen von N_2O und volatilen Narkotika (z. B. Halothan und Isofluran) sind so möglich (Abb. 1). Der endexpiratorische PCO_2 entspricht dem alveolären und dieser beim Lungengesunden näherungsweise dem arteriellen Druck, womit eine Beurteilung der Ventilation und sehr grob auch der globalen Kreislauffunktion möglich ist (PCO_2 von 40 Torr oder mm Hg = 5,3 kPa = 5,3 Vol% FCO_2). Das Kapnometer wird deshalb häufig bei narkotisierten Patienten mit offenem Thorax für die Beurteilung der Beatmung eingesetzt. Bei fehlender Blutgasanalyse kann die Ventilation (Normo-, Hypo- oder Hyper-Ventilation) an Hand der kontinuierlichen, nichtinvasiven Spirometrie beurteilt werden (Abb. 1).

Mit dem Pulsoximeter ist eine indirekte, nichtinvasive, kontinuierliche Beurteilung der Oxygenation möglich. Dabei wird die arterielle O_2 -Sättigung (SaO_2 in % des Gesamthämoglobins (Hb) = $\text{O}_2\text{Hb} + \text{reduziertes Hb}$) durch Absorptionsspektroskopie mit 2 Wellenlängen (Rot und Infrarot) gemessen. Der Pulsoximeter bestimmt die prozentuale O_2 -Sättigung des Hb mit Lichtabsorption durch ein pulsierendes Gefäßbett (z. B. Zunge, Lippe).

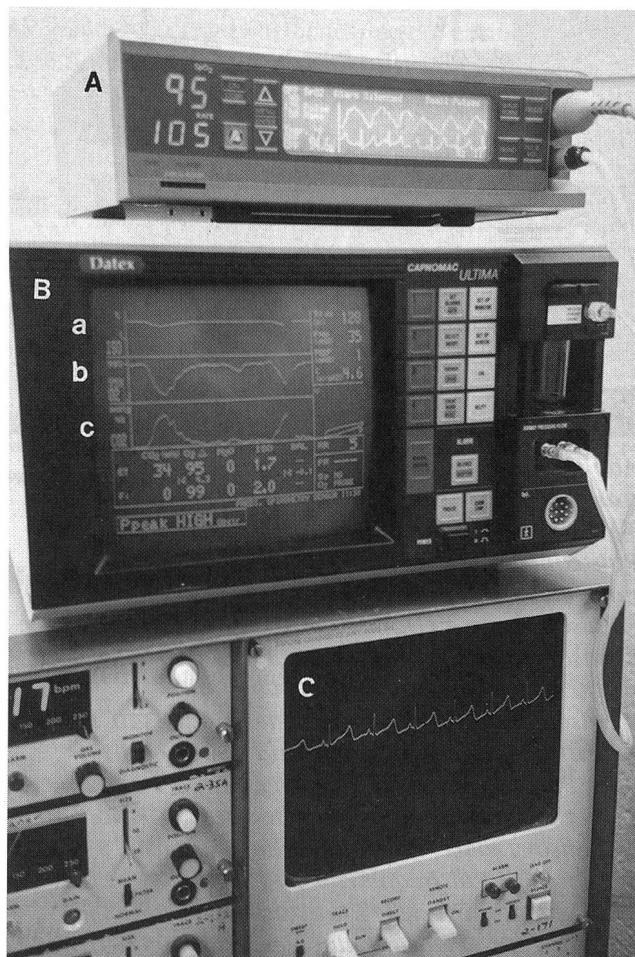


Abbildung 1: Intensive Überwachung von Herz, Kreislauf und Atmung bei einer narkotisierten Katze (männlich, 4 Monate, 1,8 kg) vor der Ligatur eines Ductus Botalli persistens.

Acepromazin-Butorphanol-Etomidat-Isofluran-Narkose. A = Pulsoximeter Vet/Ox Plus 4600 mit EKG, SpO_2 - und Temperatursonde (Sensor Device Inc., Waukesha, Wisconsin 53188, USA). Arterielle Saueroffsättigung = 95%, Pulsfrequenz = 105 Schläge/Min, ösophagale Temperatur = 34,8 C. B = Spirometer (Datex Medical Instrumentation, Tewksbury, MA 01876, USA). Folgende Parameter wurden mit einem einzigen Sensor am Endotrachealtubus im «side-stream spirometry»-Verfahren gemessen: Isoflurankonzentration, inspiratorisch = 2%, exspiratorisch = 1,7% (Kurve a); O_2 -Konzentration, inspiratorisch = 99%, exspiratorisch = 95% (Kurve b); endexspiratorische CO_2 -Spannung = 34 mm Hg (Kurve c); Atemzugvolumen (TV_{exsp}) = 128 ml, inspiratorischer Beatmungsdruck (P_{peak}) = 35 cm H_2O , endexspiratorischer Druck (PEEP) = 1 cm H_2O , Compliance = 4,6 ml/cm H_2O , Druck-Volumen-Diagramm, Atmungsfrequenz = 5 Atemzüge/Min. C = Elektrokardiogramm (Abl. II, 25 mm/s).

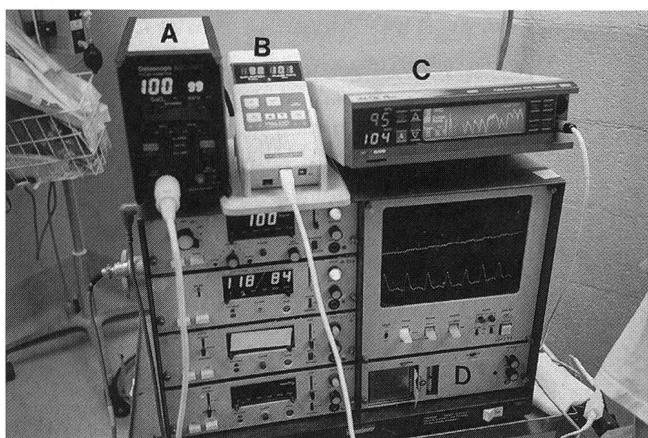


Abbildung 2: Vergleichbare Messungen der transmukösen arteriellen Sauerstoffsättigung (SpO_2 , %) und Pulsfrequenz mit 3 verschiedenen Pulsoximetern und Sensoren an der Zunge eines narkotisierten Hundes.

• Pulsoximeter A (Datascope Accusat Pulse Oximeter, Datascope Corp., Paramus, New Jersey 07653), SpO_2 = 100%, Pulsfrequenz = 99 Schläge/Min,
 • Pulsoximeter B (Pulse Oximeter Model 340, Palco Labs. Inc., Santa Cruz, California 95062), SpO_2 = 99%, Pulsfrequenz = 101 Schläge/Min,
 • Pulsoximeter C (Vet / Ox Plus 4600 Oximeter und SDI No. 440 Z, IM Sensor Device, Inc., Waukesha, Wisconsin 53186), SpO_2 = 95%, Pulsfrequenz = 104 Schläge/Min. Das EKG und der arterielle Blutdruck (Electronics for Medicine Inc., Pleasantville, New York 10570) wurden fortlaufend registriert und digital angezeigt. Herzschlagfrequenz = 100 Schläge/Min, Blutdruck systolisch = 118 mm Hg, mittlerer = 84 mm Hg.

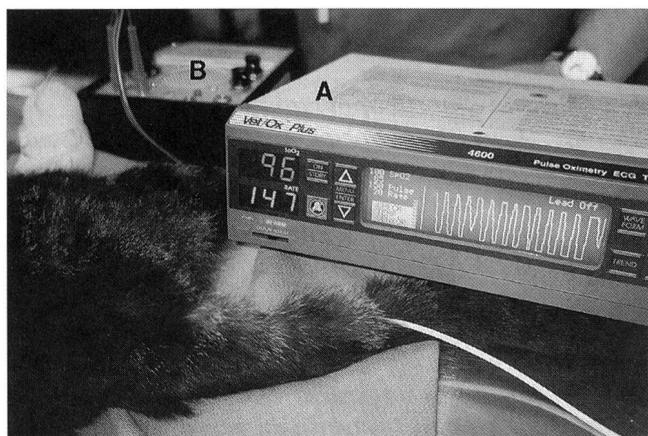


Abbildung 3: Fortlaufende und unblutige Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung (SpO_2 = 96%) und der Pulsfrequenz (= 147 Schläge/Min) bei einer narkotisierten Katze.

A = Pulsoximeter Vet/Ox Plus 4600 mit EKG, SpO_2 - und Temperatursonde im Rektum (Sensor Device Inc., Waukesha, Wisconsin 53188, USA). Die Pulswellen sind sichtbar. B = Ultrasonic Doppler mit Sensor an Pfote der rechten Hintergliedmasse (verdeckt). C = Infusionskatheter in V. saphena der linken Hintergliedmasse (unter Verband).

Schleimhaut, Kniefalte). Verschiedene Sensoren und Modelle sind für den Menschen bestimmt. Einige Modelle (z. B. Vet-Oxy, Vet-Oxy Plus, Palco) wurden neuerdings speziell für Tiere hergestellt (Abb.2). Die Geräte sind sehr handlich und relativ preisgünstig. Sie können während 8-12 Std. mit wiederaufladbaren Batterien betrieben werden. Allerdings sind uns noch keine Berichte über die Genauigkeit mit ihren lingualen, buccalen und rektalen Sensoren bei Hunden und Katzen bekannt (Abb.3).

Intermittierende positive Druckbeatmung (IPPV)

Sie wird häufig während der Narkose zur Atmungsunterstützung eingesetzt. Beim offenen Thorax ermöglicht sie die Atemfunktion des Patienten und sorgt auch für ein ruhiges Operationsfeld. Die IPPV garantiert Atemzüge im regulären Intervall, meist durch Kompressionen des Atembeutels am Narkosegerät, entweder manuell oder durch einen Ventilator mechanisch. Das Ziel der IPPV ist die Aufrechterhaltung des $PaCO_2$ im Bereich von 35 bis 40 mm Hg und die des PaO_2 über 90 mm Hg.

Als Richtgröße wird bei Hunden und Katzen ein Atemzugvolumen von 10-12 ml/kg KGW angegeben. Dieses führt in der Regel beim Hund mit einer Atemfrequenz von 8-12 / Min und bei der Katze mit einer Frequenz von 10-14 / Min zu normalen Blutgaswerten.

Falls das Atemzugvolumen nicht messbar ist, sollte der Patient mit einem endinspiratorischen Druck von 20 bis 25 cm H_2O beatmet werden. Die meisten Narkosegeräte haben ein sichtbares Druckmanometer eingebaut. Der Beatmungsdruck muss während der Narkose gelegentlich für eine sogenannte Seufzeratmung (= tiefer Atemzug während flacher Spontanatmung, in ca. 15-Min-Intervallen verabreicht) und bei Verdrängung der Lunge aus dem Operationsfeld erhöht werden.

Die IPPV soll unmittelbar nach der Intubation und vor der Thoraxöffnung erfolgen, am besten gleich nach der richtigen Lagerung und chirurgischen Desinfektion. Die spontanen Atembewegungen verschwinden ca. 5-10 Minuten nach Beginn der IPPV. Die Unterbrechung der Atmung oder das ruhige Operationsfeld erleichtern die Thoraxöffnung und vermindern die Gefahr einer Lungenverletzung beim Einschneiden in die Pleura. Tiere, die trotz IPPV weiterhin spontan atmen, sind entweder zu wenig beatmet, hypoxämisch oder in einer zu oberflächlichen Narkose.

Die Genügsamkeit der Ventilation wird mit der arteriellen Blutgasanalyse ($PaCO_2$) oder Kapnometrie (Messung des endexspiratorischen PCO_2) beurteilt. Beim Fehlen dieser Messgeräte wird die Atemfrequenz oder das Atemzugvolumen bzw. der endexspiratorische Beatmungsdruck erhöht, bis die Spontanatmung sistiert oder unter Kontrolle ist (sogenannte kontrollierte Beatmung).

Narkosetiefe

Die Narkosetiefe lässt sich durch das Öffnen des Maules (Prüfung des Kiefertonus) und auf Grund der Änderungen von Herzschlagfrequenz und arteriellem Blutdruck überprüfen. Eine Änderung von Atemfrequenz und Rhythmus während der Spontanatmung ist bei Hunden und Katzen oft das erste Zeichen einer Änderung der Narkosetiefe.

Die Schmerzfreiheit kann durch eine höhere Einstellung am Halothan- oder Isofluran- Verdampfer oder durch intravenöse Injektionen von Opiazen (z. B. Fentanyl, 0,002 bis 0,006 mg/kg KGW; Oxymorphon, 0,025- 0,05 mg/kg KGW; Butorphanol, 0,1-0,2 mg/kg KGW) erreicht werden. Die Opiazen bewirken eine ventilationsunabhängige Sedation und Analgesie. Sie sind für die Thoraxchirurgie deshalb von grossem Nutzen, weil sie die Schmerzfreiheit des Patienten auch bei gelegentlicher Unterbrechung der Beatmung aufrechterhalten oder vertiefen, was durch Inhalationssarkotika nicht möglich ist.

Muskelrelaxantien werden vorzugsweise bei Operationen eingesetzt, die eine absolute Immobilität erfordern. Atracurium (0,15-0,5 mg/kg KGW i.v.) ist ein beliebtes, nicht depolarisierendes d.h. reversibles Muskelrelaxans, das nach intravenöser Injektion sehr zuverlässig, kurz und sicher wirkt.

Einfluss der Beatmung auf den Kreislauf

Die IPPV reduziert das Herzminutenvolumen als Folge einer Hemmung des venösen Blutflusses zum Herzen. Während der normalen Spontanatmung ermöglicht der interpleurale Unterdruck die Lungendehnung. Bei der IPPV dehnt sich die Lunge auf Grund des erhöhten Druckes in den Atemwegen. Dieser Druck überträgt sich auch auf den Intrapleuralraum und erhöht den zentralvenösen Venendruck (ZVD). Die Zunahme des ZVD reduziert den Blutfluss zum Herzen (Pinsky, 1994). Dieser Effekt ist beim offenen Thorax minimalisiert. Die blutflusshemmende Wirkung des erhöhten intrathorakalen Druckes wird durch eine begrenzte Inspirationsdauer (Zeitspanne mit positivem Druck im Thorax) und lange Exspirationsdauer (Exspirationsphase und Pause zwischen den Atemzügen) niedrig gehalten. Eine Inspirationsdauer von ca. 1 Sekunde reicht für die Ventilation. Die Exspiration sollte mindestens doppelt so lange dauern. Ein übermässiger Beatmungsdruck (> 35 cm H₂O) muss vermieden werden.

Beatmung von Hand

Kompressionen des Atembeutels können manuell oder maschinell erfolgen. In beiden Fällen ist eine kontrollierte Beatmung mit vorgeschriebener Frequenz nötig, weil der Patient die Atmung nicht selber steuern kann. Eine

für die IPPV verantwortliche Person ermöglicht eine gute Koordination mit dem Chirurgen. Der Atemrhythmus kann auf Wunsch des Chirurgen schnell geändert oder unterbrochen werden. Auch kann der Assistent den Chirurgen nach einer angemessenen Pause von ca. 30 Sekunden darauf aufmerksam machen, dass wieder ein Beatmungszug fällig ist, und dann gefahrlos weiterbeatmen. Die Beatmungsfrequenz und der Beatmungsdruck sollen dem Patienten angepasst werden. Eine Abnahme der Lungendehnbarkeit (Compliance), wie z. B. infolge Lungenödem, oder «packing off» der Lunge können durch die Hand oder das Überwachungsgerät (Abb.1) schnell erfasst werden. Auch kann der Anästhesist, im Gegensatz zum Beatmungsgerät, wertvolle Überwachungsfunktionen übernehmen.

Ventilatoren

Geräte, die das Beatmungsgas mit einer eingestellten Frequenz und Volumen liefern, sind zeit- und volumengesteuert. Weil sie ein bestimmtes Atemvolumen ganz unabhängig von der Compliance liefern, werden sie den sog. druckgesteuerten Respiratoren, die das nicht können, vorgezogen.

Am folgenden Beispiel wird die Einstellung eines volumengesteuerten Ventilators erläutert. Ein Hund (30 kg KGW) mit persistierendem Ductus Botalli (PDA) soll operiert und mit einem volumengesteuerten Ventilator beatmet werden. Das Atemzugvolumen des Hundes beträgt 300 ml (= 10 ml/kg KGW). Die anfängliche Atemfrequenz beträgt 10 Atemzüge pro Minute. Die inspiratorische Gasflussmenge wird so gewählt, dass ein Atemzug ca. eine Sekunde dauert. Die Kombination der Inspirationsdauer (1 Sek) und Atmungsfrequenz (10 Atemzüge pro Min) ergeben einen Atmungszyklus von 6 Sekunden und ein Verhältnis der Ein- und Ausatmung von 1:5, was für den venösen Blutrückfluss zum Herzen günstig ist. Der Ventilator wird dann an das Kreisatmungs- oder Nichtrückatmungssystem des Narkosegerätes angeschlossen. Ventilatoren haben automatisch funktionierende Überdruckventile. Das Überdruckventil am Narkosegerät muss für die Beatmung geschlossen werden. Anfänglich kann der Hund schneller atmen, als die Ventilatortfrequenz eingestellt ist. Mit Abnahme der PaCO₂-Spannung sistiert aber die Spontanatmung schon nach wenigen Minuten.

Das Narkosegerät soll auf eventuelle Undichtigkeiten, die nicht schon vor Beginn der IPPV erfasst wurden, überprüft werden. Undichtigkeiten treten meistens zwischen der Manschette des Endotrachealtubus und der Trachea auf. Man sollte sich auch vergewissern, dass der Patient das berechnete Atemzugvolumen, das an der Skala des Beatmungsbeutels ablesbar ist, tatsächlich erhält. Falls das Atemzugvolumen nicht verabreicht wird, muss der Beatmungsdruck erhöht werden. Falls der Atembeutel sich während der Exspiration nicht füllt, muss wiederum auf Undichtigkeiten geprüft und/oder die zuströmende Frischgasmenge erhöht werden.

Die Genügsamkeit der Ventilation wird bestenfalls mit arteriellen Blutgasproben (PaCO_2) beurteilt. Bei fehlender Blutgasanalyse kann ein Kapnometer wertvolle Informationen liefern.

Die Narkosetiefe muss beim Einsatz eines Ventilators häufig überprüft werden, weil eine Atmungsdepression als Hinweis auf eine tiefe Narkose fehlt. Der Verdampfer kann bei kontrollierter Beatmung oft zurückgestellt werden, ohne dass sich dabei die Narkosetiefe ändert. Grund dafür ist wahrscheinlich die regelmässige Zufuhr des Narkotikums.

Nach Thoraxverschluss und Wiederherstellung des intrathorakalen Unterdruckes kann der Patient vom Ventilator abgewöhnt werden. Dazu wird die Atemfrequenz reduziert und der Verdampfer zurück- oder abgeschalten. Die PaCO_2 -Spannung wird dann ansteigen, und der Patient wird wieder atmen.

Mögliche Ursachen für eine nachhaltige Atmungsdepression sind lange Wirkung der Opate und Muskelrelaxantien, Hypothermie und Pneumothorax. Solche Atmungsdepressionen lassen sich bei Bedarf mit Antagonisten, Wärmezufuhr und Aspiration des Interpleuralraumes beheben.

Nachsorge

Bei der Nachsorge in der postoperativen Phase achtet der Anästhesist vor allem auf Atmungskomplikationen, Hypothermie, Schockzustände und Schmerzen. Eine postoperative Schmerzfreiheit kann mit Opataien (z. B. Buprenorphin, 0,01 mg/kg i.v. oder i.m.), interkostaler Nervenblockade, epiduraler Injektion eines Morphinpräparates oder interpleuraler Injektion eines Lokalanästhetikums erzielt werden (Thompson und Johnson, 1991).

Retrospektive Studie

Bei 137 Hunden und 13 Katzen mit angeborenen oder erworbenen Herzkrankheiten wurden am Department of Veterinary Clinical Sciences der Ohio State University verschiedene diagnostische, therapeutische und chirurgische Eingriffe unter verschiedenen Narkosen durchgeführt. Die Narkosetechniken wurden im I. Teil Sedation und Narkose bei Hund und Katze mit Herzkreislaufkrankheit beschrieben (Skarda et al., 1995). Dabei wurden folgende chirurgischen Eingriffe bei folgendem prozentualen Anteil der Tiere durchgeführt: Ligatur eines Ductus Botalli persistens (PDA-Ligatur, 28%), Herzkatether mit Angiogramm und Angioplastie (22%), Pacer-implantation (18%), diagnostische Thorakotomie (8,7%), Korrektur eines persistierenden Aortenbogens (Ringenomalie, PRAA, 3,3%), Korrektur einer subvalvulären Aortenstenose (2,7%), Perikardektomie und Entfernung eines Herzbasis-tumors (2%) und Korrektur eines Ventrikelseptumdefektes (VSD, 0,7%). Eine manuelle oder maschinelle Beatmung erfolgte bei allen narkoti-

sierten Thoraxpatienten während $2,3 \pm 1,3$ Stunden mit folgenden Narkotika und bei folgendem prozentualen Anteil der Tiere: Isofluran (64%), Halothan (32%), Propofol (2%) und Diazepam-Ketamin (0,7%). Eine postoperative Schmerzbehandlung war bei 20% der Tiere notwendig. Sie wurde mit folgenden Techniken und bei folgendem prozentualen Anteil der Tiere während mehrerer Stunden aufrechterhalten: Buprenorphin i.v. (3,3%), interkostale Nervenblockaden (8,7%), epidurale Morphinanalgesie (4%) und interpleurale Regionalanalgesie (4%). Die Techniken waren sehr wirksam und ohne Komplikationen. Sie werden deshalb an Hand von Beispielen erläutert.

Interkostale Nervenblockade

Mit der interkostalen Nervenblockade ist eine regionale Schmerzfreiheit nach Thorakotomie und bei Rippenfrakturen möglich. Eine 25-gauge, 2,5 cm sterile Kanüle wird kaudal der Rippen (R3-6) und distal der Intervertebralfuramina in den Interkostalraum eingeführt (Abb. 4). Je nach Grösse des Hundes werden dort 0,25-1,0 ml einer 0,25%- oder 0,5%igen Bupivacain-Lösung mit oder ohne Adrenalin 1:200 000 injiziert. Die Schmerzfreiheit erfolgt innerhalb 15 Minuten und dauert 3-6 Stunden. Die Injektion kann bei Bedarf im Intervall von 6 Stunden bis zu 4× wiederholt werden. Bei guter Technik werden Pneumothorax und Atmungsdepressionen vermieden.

Beispiel: Hund, 1,7 kg KGW, Bupivacain 0,25% (= 2,5 mg/ml), Dosis = 1,5 mg/kg KGW.

Die injizierte Menge und das Volumen werden folgendermassen berechnet:

Menge = 1,5 mg/kg KGW \times 1,7 kg = 2,55 mg.

Volumen = 2,55 mg : 2,5 mg/ml = 1 ml Bupivacain.

Dieses wird auf 4 Interkostalräume verteilt.

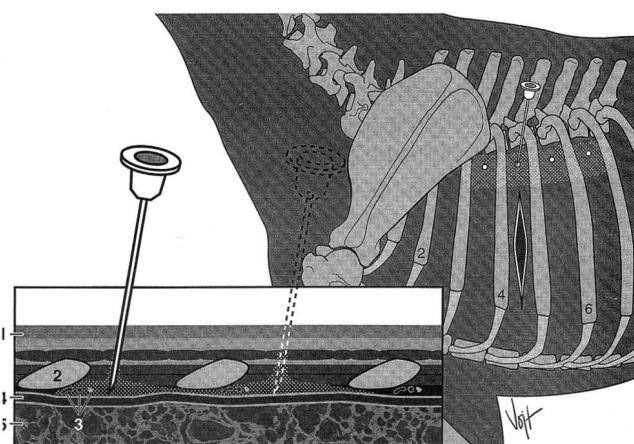


Abbildung 4: Topographie und Lage der Kanüle zur Infiltration der Interkostalnerven (R₃₋₆).

1 = Haut, 2 = III. Rippe (Querschnitt), 3 = A., V., N. intercostalis, 4 = Interpleuralspalt, 5 = Lunge.

Epidurale Opiatanalgesie

Die Technik der epiduralen Opiatinjektion ist der Technik der lumbosakralen Epiduralinjektion eines Lokalanästhetikums sehr ähnlich (Abb. 5). Indikation für die Opiatinjektion ist lange anhaltende intra- und postoperative Schmerzfreiheit. Hunde mit schlechtem Allgemeinbefinden sind für die Technik gute Kandidaten, weil sie weder Muskelparalyse noch hämodynamische Veränderungen bewirkt. Je nach gewünschter Analgesiedauer können verschiedene Opiate epidural verabreicht werden. Morphin (0,1 mg/kg KGW verdünnt mit 0,13–0,26 ml/kg KGW steriler 0,9%-NaCl-Lösung) bewirkt 30–60 Minuten nach der epiduralen Injektion eine intensive Schmerzfreiheit, die bis zu 24 Stunden anhält. Oxymorphone (0,05–0,1 mg/kg KGW verdünnt mit 0,26 ml/kg KGW steriler 0,9%-NaCl-Lösung) bewirkt eine Analgesie, die 20–40 Minuten nach der Injektion ausgeprägt ist und 10–20 Stunden anhält. Fentanyl (0,001–0,010 mg/kg

KGW verdünnt mit 0,26 ml/kg KGW mit steriler 0,9%-NaCl-Lösung) bewirkt eine Schmerzfreiheit, die 15–20 Minuten nach der Applikation eintritt und 3–5 Stunden anhält (Skarda, 1995). Nebenwirkungen sind nach der Opiatinjektion selten. Eine Atemdepression ist die Folge einer massiven Überdosierung (1 mg Morphin/kg KGW epidural).

Beispiel: Hund, 30 kg KGW, Morphin-Konzentration = 15 mg/ml, Dosis = 0,1 mg/kg KGW.

Die nötige Menge Morphin und die nötigen Volumina des Morphins und Verdünnungsmittels (0,9%-NaCl-Lösung) werden berechnet:

Morphinmenge = 0,1 mg/kg KGW × 30 kg = 3 mg, Morphinvolumen = 3 mg: 15 mg/ml = 0,2 ml.

Volumen des Verdünnungsmittels = 0,13 ml/kg KGW × 30 kg = 3,9 ml.

Gesamtvolumen = 0,2 ml Morphin + 3,9 ml Verdünnungsmittel = 4,1 ml. Dieses wird dem narkotisierten

Sédation et narcose chez le chien et le chat atteints de maladies cardiovasculaires. Partie III: Ventilation, surveillance de la respiration et traitement postopératif des douleurs

Plusieurs narcoses ont été effectuées chez 137 chiens et 13 chats atteints de maladies cardiaques congénitales ou acquises dans le Department of Veterinary Clinical Sciences de l'Ohio State University, USA: ligature du ductus arteriosus persistant (28%), cathéter cardiaque avec angiogramme et angioplastie (22%), implantation d'un pacemaker (18%), thoracotomie diagnostique (8,7%), correction d'un arc aortique persistant (PRAA, 3,3%), correction d'une sténose subvalvulaire de l'aorte (2,7%), correction d'un ductus arteriosus persistant avec une spirale chez des patients atteints d'une insuffisance des valves mitrales et d'une insuffisance cardiaque congestive (2%), péricardectomie (2%) et correction d'un défaut du septum du ventricule (VSD, 0,7%). Les connaissances acquises pour la ventilation et l'analgésie postopérative ont été rassemblées. La respiration assistée a été utilisée lors de toutes les thoracotomies. L'anesthésie a été maintenue pendant plusieurs $2,3 \pm 1,3$ heures avec les narcotiques et le pourcentage d'animaux suivants: isoflurane (64%), halothane (32%), propofol (2%) et diazepam-ketamine (0,7%). Un traitement postopératif de la douleur a été nécessaire chez 20% des patients et maintenu pendant plusieurs heures avec les techniques et le pourcentage d'animaux suivants: Buprenorphine i.v. (3,3%), blocage intercostal des nerfs (8,7%), analgésie épидurale à la morphine (4%) et analgésie interpleurale régionale (4%). Les techniques sont expliquées à l'aide d'un exemple.

Sedazione e narcosi in cani e gatti con malattie cardiovascolari. Parte III: Ventilazione, controllo della respirazione, trattamento antidolorifico postoperatorio

In 137 cani e 13 gatti (100% della popolazione) con malattie cardiovascolari innate o acquisite sono state effettuate diverse operazioni chirurgiche sotto narcosi: legatura PDA (28%), catetrizzazione del cuore con angiogramma e angioplastia (22%), implantazione di pace-maker (18%), toracotomia diagnostica (8,7%), correzione di un arco aortico persistente (3,3%), correzione di una stenosi aortica subvalvolare (2,7%), correzione PDA con una spirale in pazienti con un'insufficienza della valvola mitrale e congestione cardiaca (2%), pericardectomia con asportazione di un tumore alla base del cuore (2%), correzione di difetti dei setti ventricolari (0,7%). Le conclusioni tratte dalla ventilazione e dall'analgesia postoperatoria vengono qui riunite e presentate. La ventilazione dei pazienti a torace aperto avveniva durante diverse ore ($2,3 \pm 1,3$ h) con i seguenti narcotici nelle percentuali elencate in parentesi: isofluoran (64%), halothan (32%), propofol (2%) e diazepam-ketamina (0,7%). Una medicazione analgesica postoperatoria era necessaria nel 20% dei casi: essa era effettuata con i metodi seguenti e mantenuta per diverse ore nelle percentuali elencate: buprenorphin i.v. (3,3%), blocco dei nervi intracostali (8,7%), analgesia epidurale con morfina (4%) e analgesia regionale interpleurale (4%). I metodi vengono descritti tramite un esempio.

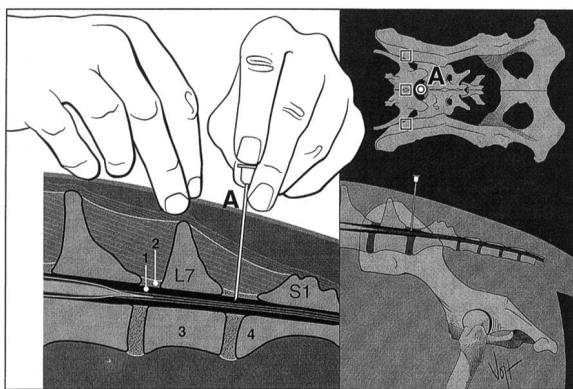


Abbildung 5: Laterale und dorsale Ansicht der Kanüle für die epidurale Opiatanalgesie.
A = Spinalkanüle, 1 = Fettreiches Bindegewebe des Epiduralkanals, 2 = Lig. interarcuatum (Lig. flavum), 3 = 7. Lendenwirbel (L7), 4 = 1. Kreuzwirbel (S1).

Patienten mindestens 30 Minuten vor dem Aufwachen epidural injiziert.

Alternativ gibt es für die epidurale Injektion ein spezielles Morphinpräparat (Astramorph/PF, Astra Pharmaceuticals, Westborough, MA 01581, USA) in niedriger (0,5 mg/ml) Konzentration und ohne Präservative.

Beispiel: Hund, 30 kg KGW, Dosis: 0,1 mg/kg KGW epidural.

Die Menge wird berechnet: $0,1 \text{ mg/kg KGW} \times 30 \text{ kg} = 3 \text{ mg}$; dies ergibt ein Volumen von $3 \text{ mg} : 0,5 \text{ mg/ml} = 6 \text{ ml}$.

Interpleurale Regionalanalgesie

Schmerzen infolge Thorakotomie und Rippenfrakturen können mit der interpleuralen Infusion von 1-2 mg Bupivacain/kg KGW (0,5%ige Lösung mit oder ohne Adrenalin 1:200 000) beseitigt werden.

Die Injektion erfolgt durch einen Katheter entweder perkutan oder unter Sicht vor Thoraxverschluss (Abb.6). Die Schmerzfreiheit tritt ca. 15 Minuten nach der Injektion ein und dauert 3-12 Stunden. Die postoperative Analgesie nach interkostaler Thorakotomie ist bei Hunden mit interpleuraler Infusion (1,5 mg Bupivacain/kg KGW, 0,5%ige Lösung) besser und die arteriellen Sauerstoffspannungen und Sättigungen sind höher als die nach der intravenösen Injektion von Buprenorphin (0,010 mg/kg KGW) (Conzemius et al., 1994).

Der genaue Wirkungsmechanismus für die interpleurale Analgesie ist unbekannt. Multiple interkostale Nervenblockaden infolge Diffusion des Lokalanästhetikums durch die Pleura wurden nachgewiesen. Eine Verlegung des Katheters und Ansammlung von Blut und Flüssigkeit im Thorax und Pleuritis machen die Technik unwirksam.

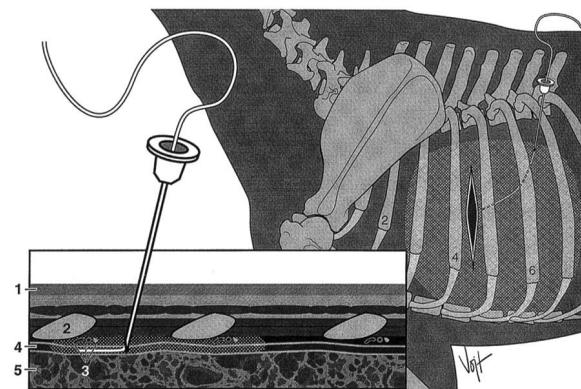


Abbildung 6: Topographie und Lage der Kanüle und Katheter zur Infiltration des Interpleuralspaltes.
1 = Haut, 2 = VI. Rippe (Querschnitt), 3 = A., V., N. intercostalis, 4 = Interpleuralspalt, 5 = Lunge.

Beispiel: Hund, 20kg KGW, Bupivacain = 0,25% (= 2,5 mg/ml), Dosis = 1,5 mg/kg KGW.

Die injizierte Menge und das Volumen werden berechnet: Menge = $1,5 \text{ mg/kg KGW} \times 20 \text{ kg} = 30 \text{ mg}$. Volumen = $30 \text{ mg} : 2,5 \text{ mg/ml} = 12 \text{ ml}$. Dieses wird dem narkotisierten Patienten 20 Minuten vor dem Aufwachen injiziert.

Literatur

Conzemius M.G., Brockman D.J., King L.G. et al. (1994): Analgesia in dogs after intercostal thoracotomy: a clinical trial comparing intravenous buprenorphine and interpleural bupivacaine. *Vet. Surg.* 23, 291-298.

Pinsky M.R. (1994): Cardiovascular effects of ventilatory support and withdrawal. *Anesth. Analg.* 79, 567-576.

Skarda R.T. (1995): Local anesthesia in dogs and cats. In *Handbook of Veterinary Anesthesia*, 2nd edition, William W. Muir, John A.E. Hubbell, Roman T. Skarda, Richard M. Bednarski (eds.), Mosby, USA.

Skarda R.T., Bednarski R.M., Muir, W.W. et al. (1995): Sedation und Narkose bei Hund und Katze mit Herz-Kreislauf-Krankheit. I. Teil. Narkoseplanung nach Risikobeurteilung, hämodynamische Wirkung der Pharmaka, Monitoring. *Schweiz. Arch. Tierheilkde.* 137, 312-321.

Thompson S.E., Johnson J.M. (1991): Analgesia in dogs after intercostal thoracotomy. A comparison of morphine, selective intercostal nerve block, and interpleural regional analgesia with bupivacaine. *Vet. Surg.* 20, 72-77.

Dank

Unser aufrichtiger Dank geht an Jennifer Ford, Jill Moore, Diane Hurley, Earl Harrison und Steve Drab für ihre Hilfe bei der Durchführung und Überwachung der Narkosen.

Korrespondenzadresse: Roman Thomas Skarda, Dr. med. vet., PhD; Diplomate American College of Veterinary Anesthesiologists, Associate Professor, College of Veterinary Medicine, The Ohio State University, Columbus, Ohio 43210-1089, USA

Manuskripteingang: 11. Oktober 1994