Year: 2012

Vergleich zweier Lokalanästhesietechniken für die Laparotomie beim Rind

Nuss, Karl ; Eiberle, B J ; Sauter-Louis, C

Abstract: Gegenstand und Ziel: Vergleich zweier Lokalanästhesietechniken zur Laparotomie in der Flanke beim Rind hinsichtlich Durchführbarkeit und Wirksamkeit. Material und Methodik: Bei je 50 Rinderpatienten wurde eine modifizierte Schnittlinien-Infiltration (MSI) oder eine proximale Paravertebralanästhesie (PPVA) mit 2%igem Procain durchgeführt. Indikationen waren Labmagen- und Blinddarmverlagerungen, Rumenotomien und diagnostische Laparotomien. Registriert wurden Durchführbarkeit der Anästhesietechnik, Reaktionen auf das Setzen der Lokalanästhesie und benötigte Menge des Lokalanästhetikums. Bei der Operation wurden die Reaktionen auf die Durchtrennung der einzelnen Schichten der Bauchwand, die Reaktionen während der Bauchhöhlenexploration sowie beim Verschluss der Bauchhöhle erfasst. Ergebnisse: Die Durchführbarkeit der MSI wurde als schwieriger empfunden als die der PPVA ($p=0,13$), obwohl die durchschnittlich benötigte Zeit (8 Minuten) nicht differierte. Im Mittel wurde für die PPVA signifikant weniger Procainlösung benötigt als für die MSI (144 vs. 195 ml). Beim Vergleich der Techniken hinsichtlich „keine Reaktion“, „unspezifische Reaktion“ und „spezifische Reaktion“ der Patienten ergab sich für die PPVA ein signifikant ($p=0,01$) besseres Resultat, wenn alle Reaktionen auf die Eröffnung der Bauchhöhle aufsummiert wurden. Die PPVA erwies sich bei der Inzision des äußeren schiefen Bauchmuskels zwar als tendenziell schlechter, schnitt aber bei der Exploration der Bauchhöhle, bei der Naht des äußeren sowie des inneren schiefen Bauchmuskels signifikant ($p<0,05$) besser ab als die MSI. Schlussfolgerungen und klinische Relevanz: Beide Anästhesietechniken konnten die Schmerzreaktionen nur bei 49% der Tiere vollständig unterdrücken. Die Schmerzen waren unter PPVA zuverlässiger ausgeschaltet als unter MSI. Eine Nachdosierung von Lokalanästhetikum sollte bei beiden Techniken eingeplant werden. Für die PPVA sollte eine Kombination von Procain und Epinephrin Verwendung finden. Weiterhin erscheint eine leichte Sedation (Xylazin, 0,01mg/kg KM i.v.) der Tiere angebracht. Potentere Lokalanästhetika als Procain 2%, beispielsweise Lidocain, sollten für die Laparotomie beim Rind zugelassen werden.

DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1623111>

Other titles: Comparison of two methods of local anaesthesia for laparotomy in cattle

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-71676>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Nuss, Karl; Eiberle, B J; Sauter-Louis, C (2012). Vergleich zweier Lokalanästhesietechniken für die Laparotomie beim Rind. *Tierärztliche Praxis*, 40(3):141-149.

DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1623111>

Vergleich zweier Lokalanästhesietechniken für die Laparotomie beim Rind

K. Nuss¹; B. J. Eiberle²; C. Sauter-Louis²

¹Departement für Nutztiere, Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich; ²Klinik für Wiederkäuer, Tierärztliche Fakultät der Universität München

Schlüsselwörter

Rind, Flankenschnitt, Lokalanästhesie, Schmerzverhalten

Zusammenfassung

Gegenstand und Ziel: Vergleich zweier Lokalanästhesietechniken zur Laparotomie in der Flanke beim Rind hinsichtlich Durchführbarkeit und Wirksamkeit. **Material und Methodik:** Bei je 50 Rinderpatienten wurde eine modifizierte Schnittlinien-Infiltration (MSI) oder eine proximale Paravertebralanästhesie (PPVA) mit 2%igem Procain durchgeführt. Indikationen waren Labmagen- und Blinddarmverlagerungen, Rumenotomien und diagnostische Laparotomien. Registriert wurden Durchführbarkeit der Anästhesietechnik, Reaktionen auf das Setzen der Lokalanästhesie und benötigte Menge des Lokalanästhetikums. Bei der Operation wurden die Reaktionen auf die Durchtrennung der einzelnen Schichten der Bauchwand, die Reaktionen während der Bauchhöhlenexploration sowie beim Verschluss der Bauchhöhle erfasst. **Ergebnisse:** Die Durchführbarkeit der MSI wurde als schwieriger empfunden als die der PPVA ($p = 0,13$), obwohl die durchschnittlich benötigte Zeit (8 Minuten) nicht differierte. Im Mittel wurde für die PPVA signifikant weniger Procainlösung benötigt als für die MSI (144 vs. 195 ml). Beim Vergleich der Techniken hinsichtlich „keine Reaktion“, „unspezifische Reaktion“ und „spezifische Reaktion“ der Patienten ergab sich für die PPVA ein signifikant ($p = 0,01$) besseres Resultat, wenn alle Reaktionen auf die Eröffnung der Bauchhöhle aufsummiert wurden. Die PPVA erwies sich bei der Inzision des äußeren schiefen Bauchmuskels zwar als tendenziell schlechter, schnitt aber bei der Exploration der Bauchhöhle, bei der Naht des äußeren sowie des inneren schiefen Bauchmuskels signifikant ($p < 0,05$) besser ab als die MSI. **Schlussfolgerungen und klinische Relevanz:** Beide Anästhesietechniken konnten die Schmerzreaktionen nur bei 49% der Tiere vollständig unterdrücken. Die Schmerzen waren unter PPVA zuverlässiger ausgeschaltet als unter MSI. Eine Nachdosierung von Lokalanästhetikum sollte bei beiden Techniken eingeplant werden. Für die PPVA sollte eine Kombination von Procain und Epinephrin Verwendung finden. Weiterhin erscheint eine leichte Sedation (Xylazin, 0,01 mg/kg KM i. v.) der Tiere angebracht. Potentere Lokalanästhetika als Procain 2%, beispielsweise Lidocain, sollten für die Laparotomie beim Rind zugelassen werden.

Key words

Cattle, flank laparotomy, local anaesthesia, pain behaviour

Summary

Objectives: To compare the feasibility and efficacy of two methods of local anaesthesia with procaine 2% for flank laparotomy in cattle. **Material and methods:** A total of 100 cattle undergoing laparotomy were divided into two groups of 50: one group underwent a modified infiltration anaesthesia (MIA) technique consisting of an incisional line block combined with an inverted L-block, and the other group underwent proximal paravertebral anaesthesia (PPVA). Indications for laparotomy were displaced abomasum, caecal disorders, rumenotomy and exploratory laparotomy. The two methods were compared with regard to the reaction of the cows to the application of anaesthesia, the degree of difficulty and the amount of time and anaesthetic agent required. The reactions of the cattle to incision of the various layers of the abdominal wall, abdominal exploration and surgical closure of the abdomen were assessed. **Results:** Both techniques required a mean of 8 minutes to complete but the MIA method was considered more difficult than the PPVA ($p = 0.13$). The PPVA required significantly ($p < 0.001$) less procaine than the MIA (144 vs. 195 ml). Comparison of the two techniques with respect to different types of pain reactions (no reaction, non-specific reaction, specific reaction) during cutting of the different layers of the abdominal wall revealed that PPVA provided significantly ($p = 0.01$) better analgesia than the MIA. After PPVA, pain reactions to incision of the external oblique abdominal muscle were more severe, but reactions to abdominal exploration and to suturing the two oblique abdominal muscles were significantly ($p < 0.05$) milder than after MIA. **Conclusion and clinical relevance:** Neither technique resulted in consistent and complete elimination of pain reactions in every patient, but overall PPVA had better results than the MIA. The analgesic effect of both techniques could be improved by repeated administration of procaine and mild tranquilization (Xylazine; 0.01 mg/kg i. v.) before laparotomy. For PPVA, a combination of procaine and epinephrine should be used. It would be advantageous to have anaesthetic agents, e. g. lidocaine, that are more potent than procaine 2% for local analgesia in cattle.

Korrespondenzadresse

Karl Nuss, Prof. Dr. med. vet., Dipl. ECVS, Dipl. ECBHM
Departement für Nutztiere
Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich
Winterthurerstrasse 260
8057 Zürich, Schweiz
E-Mail: knuss@vetclinics.uzh.ch

Comparison of two methods of local anaesthesia for laparotomy in cattle

Tierärztl Prax 2012; 40 (G): 141–149
Eingegangen: 15. Januar 2012
Akzeptiert nach Revision: 11. März 2012

Einleitung

Die Laparotomie gehört zu den häufigsten chirurgischen Eingriffen in der Nutztierpraxis. Sie wird meist am stehenden Rind durchgeführt. Dies bringt mehrere Vorteile: Die anatomischen Verhältnisse lassen sich gut erfassen und Lagekorrekturen im Abdomen sind einfacher vorzunehmen. Im Gegensatz zur Allgemeinanästhesie kommt es weniger zur Herz-Kreislauf-Depression und zu keiner Hemmung des Ruktusvorgangs. Aufwand und Kosten für die Operation fallen geringer aus als bei einer Allgemeinanästhesie (24). Für die Laparotomie ist eine absolute Schmerzfreiheit bei der Inzision und beim Verschluss der Bauchhöhle anzustreben. Für die ausreichende Desensibilisierung der Flanke müssen der 13. Thorakalnerv und die ersten beiden Lendennerven anästhesiert werden. Die Ausschaltung der Sensibilität des Peritoneums wird durch das Ausschalten des zweiten Lendennervs erreicht. Dieser gibt einen Ast ab, der auf der Oberfläche des Peritoneums verläuft (4). In der Literatur finden sich unterschiedliche Methoden der Lokalanästhesie für die Laparotomie im Bereich der Hungergrube (22, 26). Untersuchungen über die Schmerzfreiheit der Rinder während der Laparotomie fehlen jedoch.

Bei der **Schnittlinieninfiltration** handelt es sich um die in der Praxis am häufigsten angewendete Methode (21). Der Vorteil dieser Technik liegt in der leichten Durchführbarkeit. Das Lokalanästhetikum wird mithilfe von langen, in der Praxis üblicherweise vorhandenen Kanülen entlang der Schnittlinie in die verschiedenen Schichten appliziert. Für eine sichere Anästhesie muss jede Schicht der Bauchwand erreicht sein. Nachteile dieser Technik sind das benötigte große Volumen des Lokalanästhetikums und die fehlende Relaxation der Rücken- und Bauchwandmuskeln (13). Weiterhin werden eine unvollständige Anästhesie der tieferen Schichten bei schweren Tieren sowie Hämatome und Serome wegen der multiplen Injektionen genannt (6). Die Infiltration der Schnittlinie mit Lokalanästhetikum kann zu Gewebeschädigungen und zu Wundheilungsstörungen führen (24), insbesondere bei Zusatz von Vasokonstriktoren. Ein weiterer Nachteil der Schnittlinieninfiltration ist, dass eine intraoperativ notwendige Vergrößerung des Zugangs ein Nachanästhesieren und damit das erneute Warten bis zum Wirkungseintritt erforderlich macht (13).

Bei der Technik des **L-Blocks**, auch „umgedrehter L-Block“ oder „umgedrehte 7“ genannt, wird die Lokalanästhesie ebenfalls durch Infiltration erzielt. Die Ecke des umgekehrten „L“ liegt im Winkel zwischen dem Rippenbogen und den Lendenwirbelquerfortsätzen. Von dort aus wird das Lokalanästhetikum entlang der letzten Rippe bis in Höhe der Rippenknorpel injiziert, danach wenige Zentimeter ventral der Querfortsätze bis zum vierten Lendenwirbel in allen Schichten der Bauchwand diffus verteilt. Ein Vorteil dieser Technik ist das Fehlen von Lokalanästhetikum im Bereich der Schnittlinie. Als Nachteile gelten die erforderliche große Menge an Lokalanästhetikum und die zeitaufwendige Durchführung (6). Auch werden bei dieser Art der Infiltrationsanästhesie die tiefen Schichten oft nicht komplett anästhesiert, was in einer unbefriedigenden Schmerzausschaltung resultiert (13).

Die **proximale Paravertebralanästhesie** (PPVA) soll sicher in der Schmerzausschaltung sein und einfach, schnell und mit wenig Lokalanästhetikum ausgeführt werden können (9). Das Operationsgebiet ist in allen Schichten komplett und gleichmäßig anästhesiert (13), ohne dass reizendes Lokalanästhetikum im Inzisionsbereich verbleibt; eine Verlängerung des Schnitts ist jederzeit möglich. Bei entzündlichen Reaktionen im Bereich der Inzisionslinie in der Flanke oder bei einer Relaparotomie eignet sich die proximale Paravertebralanästhesie besser als die Schnittlinieninfiltration (22). Durch das Erschlaffen der Bauchdecke soll dem Operateur ein leichteres Arbeiten möglich sein (9). Als Nachteil dieser Technik wird zum einen die bei fetten Tieren schwierige Durchführung genannt; zum anderen führt die Orientierung an anatomisch markanten Punkten nicht immer zu einer sicheren Anästhesie, da die Spinalnerven einem variablen Weg folgen (4). Die Skoliose in Richtung der Inzision, hervorgerufen durch die Anästhesie der die Rückenmuskulatur versorgenden Spinalnerven, kann beim Wundverschluss störend sein. Zu den Gefahren der PPVA gehört auch die mögliche Penetration großer Blutgefäße. Weiterhin wird die Instabilität der Beckengliedmaßen bei Diffusion des Lokalanästhetikums in Richtung motorischer Nerven erwähnt (13, 22).

Patienten und Methoden

Versuchsvorbereitung

Zu Beginn der Untersuchung wurde ein kurzer Fragebogen an 250 Nutztierpraxen versendet. Gefragt war nach Indikationen für eine Laparotomie beim Rind, der bevorzugten Anästhesie und der Einschätzung deren Wirksamkeit. Von den verschickten 250 Fragebögen ließen sich 55 (22%) auswerten. In den betreffenden Praxen wurden zu 73% Infiltrationstechniken durchgeführt. Die proximale oder die distale Paravertebralanästhesie fanden in 16% der Praxen Anwendung und verschiedene andere Techniken verteilten sich auf die restlichen 11%. Die Wirksamkeit der Anästhesie wurde wie folgt eingeschätzt: bis zu 80% (27% der Praxen), zu 80–90% (57% der Praxen), zu 90–100% (16% der Praxen).

Patienten

Die Untersuchungen fanden an 100 Rindern statt, die an der Klinik einer Laparotomie unterzogen und stationär behandelt wurden. Die Zuteilung von jeweils 50 Patienten zu den beiden Anästhesiegruppen, der proximalen Paravertebralanästhesie (PPVA) und der modifizierten Schnittlinieninfiltration (MSI), erfolgte beim ersten Patienten zufällig durch Münzwurf, danach alternierend. Bei den Tieren handelte es sich um Rinder der Rassen Deutsches Fleckvieh (n = 66), Deutsche Schwarz- und Rotbunte (n = 23), Kreuzungsrassen (n = 8) und Deutsches Braunvieh (n = 3). Schwarz- und Rotbunte Rinder waren im Vergleich zu ihrem Anteil am Gesamtpatientengut überrepräsentiert. Das jüngste in die Untersuchung einbezogene Rind war 1,4 Jahre, das älteste 12,2 Jahre alt. Der

Body Condition Score (BCS) (7, 16) lag bei 63 Tieren in der Norm (2,75–3,5), bei 25 Patienten war er zu niedrig ($\leq 2,5$) und bei 12 Tieren zu hoch (3,75–4,25).

Die Patienten wurden nach Einstellung in der Klinik gemäß Rosenberger (20) untersucht. Am häufigsten lautete die Verdachtsdiagnose „Labmagenverlagerung“ (80 Tiere; 53 linksseitig, 27 rechtsseitig). Bei einer Kuh mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung bestand gleichzeitig eine Torsio uteri, die in der gleichen Sitzung behoben wurde. Bei den übrigen 20 Tieren wurden ein Ileusgeschehen ($n = 6$), eine Blinddarmproblematik ($n = 4$) oder eine Fremdkörpererkrankung ($n = 4$) vermutet und eine Probelaaparotomie erfolgte bei sechs Patienten.

Neben den Erkrankungen, die Anlass zur Laparotomie gaben, wiesen 32 Tiere Anzeichen von Klauenrehe, Stallklauen oder Sohlengeschwüre auf. An einer Endometritis waren 24, an einer klinischen Mastitis 13 Tiere erkrankt, zwei Tiere wiesen eine Thrombophlebitis der Eutervene auf und bei fünf Rindern wurden Geburtsverletzungen diagnostiziert. Bei zwei Patienten lagen subkutane Abszedierungen und bei einem Tier eine Schwanzspitzennekrose vor. Der Einfluss dieser Erkrankungen auf die Anästhesie wurde nicht untersucht. Von der Untersuchung ausgeschlossen blieben moribunde Tiere und solche, bei denen schon einmal eine Laparotomie in der Flanke durchgeführt worden war.

Präoperative Maßnahmen

Zur Laparotomie wurden die Rinder in einem stationären oder einem fahrbaren Zwangsstand fixiert. Jedem Tier wurde ein Vergrütungsgeschirr angelegt und bei Anwendung der PPVA als Vorsichtsmaßnahme bis zum nächsten Tag belassen. Vor Beginn der Laparotomie erhielten 98 Tiere das nichtsteroidale Antiphlogistikum Flunixin (1,1 mg/kg KM, Flunisol®, CP-Pharma, Burgdorf, Deutschland) intravenös oder, wenn die Operation nicht sofort stattfand, auch subkutan. Bei zwei Tieren, die zuvor wegen einer Klauenerkrankung eingestallt waren, erfolgte die Applikation des nichtsteroidalen Antiphlogistikums Ketoprofen (3 mg/kg KM i. v. oder s. c., Romefen®, Merial, Hallbergmoos, Deutschland).

Lokalanästhesie

Als Lokalanästhetikum kam Procainlösung ohne weitere Zusätze zum Einsatz (Procasel 2%, Selectavet Dr. Otto Fischer GmbH, Weyarn-Holzolling, Deutschland). Nach Setzen der jeweiligen Anästhesie wurde mindestens 10 und maximal 15 Minuten gewartet, bevor die Operation begann. Die Durchführung beider Anästhesietechniken übernahmen verschiedene Tierärzte, aber immer unter Anleitung durch einen in der jeweiligen Methode erfahrenen Kollegen.

Proximale Paravertebralanästhesie (PPVA)

Ausgehend vom fünften Lendenwirbelquerfortsatz wurde der dritte Lendenwirbelquerfortsatz aufgesucht. Der Bezugspunkt für die

Abb. 1 Technik der proximalen Paravertebralanästhesie: Aufsuchen des kranialen Randes des Querfortsatzes (schematisiert durch weiße Linie; Zeigefinger der linken Hand), des zweiten Lendenwirbels. Gedankliches Ziehen einer Linie (gestrichelt) zur Rückenmedianen. Auf dieser Linie, ca. 5 cm paramedian, liegt die Einstichstelle (blauer Kreis) zur Anästhesie des ersten Lendennervs.

Fig. 1 Proximal paravertebral anaesthesia, technique: Palpation of the cranial edge of the transverse process (white line, index finger of the left hand) of the second lumbar vertebra. An imaginary line (dotted line) is drawn to the median on which, 5 cm paramedian, lies the injection point (blue circle) for the anaesthesia of the first lumbar spinal nerve.

Einstichstelle war die kraniale Ecke des dritten Querfortsatzes. Von dort aus wurde gedanklich eine Linie senkrecht zur Medianen des Rückens gezogen. Die Applikationsstelle für den zweiten Lumbalnerv befand sich dann auf der gedachten Senkrechten, etwa 5–7 cm von der Mittellinie entfernt (►Abb. 1). Das entsprechende Vorgehen erfolgte am Querfortsatz des zweiten Lendenwirbels für die Anästhesie des ersten Lendennervs. Zum Auffinden der Einstichstelle für den 13. Thorakalnerv wurde die Strecke zwischen den ersten beiden Einstichstellen abgemessen und um den gemessenen Abstand nach kranial verlängert. Am Ende dieser Strecke lag der Einstichpunkt zur Anästhesie des 13. Thorakalnervs.

Unmittelbar nach dem Festlegen der Einstichstellen wurde an jeder dieser Applikationsstellen ein kleines subkutanes Hautdepot von 5 ml gesetzt. Diese Injektionen erfolgten mit Injektionskanülen von 0,7 mm Dicke. Danach folgte die Leitungsanästhesie, beginnend am zweiten Lumbalnerv. Eine 12 cm lange und 1,2 mm dicke Kanüle wurde in Richtung des Zwischenraums zwischen den Lendenwirbelquerfortsätzen vorgeschoben. Um die Eindringtiefe richtig zu erkennen, wurde mit der Spitze der Kanüle die kraniale oder kaudale Kante des jeweiligen Querfortsatzes aufgesucht. Dann wurde oberhalb des Querfortsatzes ein Depot von 20 ml Lokalanästhetikum gesetzt, anschließend die Kanüle weiter in die Tiefe vorgeschoben, bis das Lig. intertransversarium durchstoßen war. Auch unterhalb des Querfortsatzes wurde ein Depot von etwa 20 ml gesetzt. Das Erreichen der Bauchhöhle wurde durch Auf-

Abb. 2 Technik der modifizierten Schnittlinieninfiltration (MSI); a) dorsaler Applikationspunkt in der Hungergrube, horizontale Positionierung zur Blockade der entsprechenden Bauchwandnerven (L-Block-Komponente der MSI); b) vom dorsalen Applikationspunkt nach kaudoventral gerichtete Kanüle zur Infiltration der Schnittlinie; c) vom ventralen Applikationspunkt aus nach dorsal gerichtete Kanüle. Die Spitze der Kanüle erreicht den Bereich des schon durch die dorsale Applikationsstelle infiltrierte Gewebes.

Fig. 2 Technique of the modified infiltration anaesthesia (MIA). a) Dorsal injection point in the right paralumbar fossa. The cannula is directed horizontally to block the spinal nerves innervating this part of the body wall (L-block component of MIA). b) From the dorsal injection point, the cannula is directed caudoventrally to infiltrate the tissues of the incision line. c) From the ventral injection point, the cannula is directed craniodorsally to infiltrate the tissues of the incision line. Care is taken to reach the tissue which has already been anaesthetised from the dorsal injection site.

bringen von einigen Tropfen Lokalanästhetikum auf den Konus der Kanüle festgestellt („hängender Tropfen“). Sobald das Lokalanästhetikum eingesogen wurde, hatte die Kanülenspitze die Bauchhöhle erreicht. Das Zurückziehen der Kanüle um 1–1,5 cm gewährleistete das Absetzen des oben genannten Depots an Lokalanästhetikum unter dem Lig. intertransversarium.

Modifizierte Schnittlinieninfiltration (MSI)

Die Modifikation bestand darin, dass ein „L-Block“ in Kombination mit der Schnittlinieninfiltration eingesetzt wurde. Zum Einsatz kamen wiederverwendbare Kanülen der Firma Hauptner-Herberholz (Solingen, Deutschland) mit einer Länge von 140 mm und einem Durchmesser von 1,8 mm. Bei dieser Form der Anästhesie wurden zwei Einstichstellen in der Flanke aufgesucht. Die erste, dorsale Einstichstelle befand sich in dem durch die letzte Rippe und die Querfortsätze der Lendenwirbel gebildeten Dreieck (ca. 5–7 cm je nach Größe der Hungergrube). Die zunächst vor-

genommene Perforation der Haut mithilfe einer größeren Kanüle (Durchmesser 2,5 mm, Länge 65 mm) diente dazu, das Einführen der Injektionskanüle zu erleichtern. Von der dorsalen Einstichstelle aus wurde das Lokalanästhetikum nach kaudal (►Abb. 2a), kaudoventral (►Abb. 2b) und ventral in die Unterhaut sowie die tieferen Muskelschichten appliziert. Die Anästhesie der ventralen Hälfte der Schnittlinie erfolgte von einem zweiten, weiter kaudoventral liegenden Einstichpunkt (►Abb. 2c) aus. Zum Auffinden dieser Einstichstelle wurden vom dorsalen Einstichpunkt aus etwa zwei Kanülenlängen nach kaudoventral abgemessen. Vom distalen Einstichpunkt ausgehend wurde das Lokalanästhetikum nach dorsal und ventral in die verschiedenen Schichten der Schnittlinie injiziert.

Datensammlung und -auswertung

Im Anästhesieprotokoll wurden die Reaktionen des Tieres auf das Setzen der Lokalanästhesie in sechs vorgegebenen Reaktionsgra-

den vermerkt (► Tab. 1). Die Dokumentation erfasste zudem die benötigte Menge an Lokalanästhetikum und die erforderliche Zeit für die Durchführung der Lokalanästhesie. Im Operationsprotokoll wurden die Schmerzreaktionen (► Tab. 1) in den verschiedenen Stadien des Eingriffs festgehalten. Bei einer Bewertung der Reaktion mit Grad 0 durfte das Tier während der durchgeführten Handlung keinerlei Reaktion zeigen. Ergab sich eine Bewertung mit Grad 1 bis 3, zeigte das Tier unspezifische Reaktionen, die nicht in Zusammenhang mit den Manipulationen des Anästhesierenden oder des Operateurs stehen mussten, also auch keine Aussage hinsichtlich Schmerzen zuließen. Ließ das Tier deutliche Anzeichen von Unruhe und Abwehr erkennen, resultierte eine Bewertung mit den als spezifisch beurteilten Reaktionen der Grade 4 bis 6.

Von 100 Rinderpatienten konnten 88 durchschnittlich 9 Tage (mindestens einen Tag, höchstens 25 Tage) täglich in der Klinik untersucht werden. Zwölf Tiere mussten kurz nach der Operation aufgrund einer Verschlechterung ihres Zustands euthanasiert werden, jeweils sechs in der PPVA- und in der MSI-Gruppe.

Alle Protokolle wurden von einer Person (JE) ausgefüllt. Das Erstellen der Protokolle und die Aufzeichnung der Daten erfolgten nach einer Einarbeitung in die Beurteilung des BCS, in die Anästhesiemethoden und sowie in den Operationsablauf. Zur Dateneingabe dienten speziell erstellte Datenblätter im Programm „Data Entry Builder 4.0 für SPSS“. Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS Version 16.0 (SPSS Inc., Chicago). Die Unterschiede in den Mittelwerten wurden mittels Mann-Whitney-U-Test berechnet. Weiterhin kamen der Chi-Quadrat-Test in der nach Yates korrigierten Form oder der exakte Test nach Fisher zur Anwendung. Für die Vergleiche zwischen den Anästhesieformen wurde die Odds Ratio (OR) ermittelt. Ein p-Wert von < 0,05 galt als signifikant.

Tab. 1 Einteilung der Reaktionen der Patienten beim Setzen der Anästhesie, auf das Eröffnen/Verschließen der Bauchhöhle sowie auf die Bauchhöhlenexploration

Table 1 Grading of patient reactions that occurred during application of procaine, during abdominal incision/closure and during exploration of the abdominal cavity.

Grad der Reaktion		Verhaltensweisen
0		keine Reaktion
1	unspezifische Reaktion	leichtes Haut- oder Muskelzucken (leichtes Stöhnen)
2		deutliches Muskelzucken (starkes Stöhnen)
3		Trippeln/Unruhe
4	spezifische Reaktion	Abwehrbewegungen wie Schlagen mit dem Bein
5		Ausweichversuche wie Vor- und Zurückgehen
6		Ausbruchversuch/Intention zum Niedergehen

Ergebnisse

Sowohl das Vorstechen als auch die sich anschließende Applikation des Lokalanästhetikums lösten Schmerzreaktionen aus (► Abb. 3). Das Risiko, dass ein Tier eine Reaktion beim Vorstechen zeigte (OR = 5,22), war bei der PPVA signifikant ($p = 0,009$) größer als bei der Applikation des Lokalanästhetikums. Bei der MSI erwiesen sich das Vorstechen und die Anästhetikaapplikation als gleich schmerzhaft. Hinsichtlich der operativen Eröffnung der Bauchhöhle ergaben sich einige signifikante Unterschiede. Die MSI schnitt bei der Durchtrennung des M. obliquus externus besser ab

Abb. 3 Prozentualer Anteil der Schmerzreaktionen beim Vorstechen und bei der Applikation von Procain, PPVA und MSI im Vergleich. Grüne Säule: keine Reaktion; blaue Säule: unspezifische Reaktionen; rote Säule: spezifische Schmerzreaktionen.

Fig. 3 Percentage of pain reactions during preparation of the injection site and during application of procaine, comparison of PPVA and MIA. Green bar: no reaction; blue bar: nonspecific reactions; red bar: specific pain reactions.

Tab. 2 Eröffnung der Bauchhöhle: Unterschiede zwischen den beiden Anästhesietechniken hinsichtlich „keiner Reaktion“, „unspezifischer Reaktion“ und „spezifischer Reaktion“; Chi-Quadrat-Test mit zwei Freiheitsgraden berechnet.

Table 2 Difference between the two anaesthetic techniques with respect to the frequency of “no reaction”, “non-specific reaction” and “specific reaction” in response to incision of the abdominal wall (chi²-test).

Inzision/Exploration	p-Werte
Haut	p = 0,44
M. obliquus externus abdominis	p = 0,07 MSI*
M. obliquus internus abdominis	p = 0,15
M. transversus abdominis	p = 0,89
Peritoneum	p = 0,95
Exploration der Bauchhöhle	p = 0,02 PPVA*
* Im Fall eines signifikanten Unterschiedes wird diejenige Anästhesie genannt, bei der die Tiere weniger oft Schmerzreaktionen zeigten.	

Tab. 3 Verschluss der Bauchdecke: Vergleich der Anästhesietechniken hinsichtlich „keiner Reaktion“, „unspezifischer Reaktion“, „spezifischer Reaktion“ beim Verschluss der Bauchhöhle; Chi-Quadrat-Test mit zwei Freiheitsgraden berechnet.

Table 3 Difference between the two anaesthetic techniques with respect to the frequency of “no reaction”, “non-specific reaction” and “specific reaction” in response to closure of the abdominal wall (chi²-test).

Vernähte Schicht	p-Werte
Peritoneum und M. transversus abdominis	p = 0,15
M. obliquus externus und M. obliquus internus abdominis einschichtig	p = 0,44
M. obliquus internus abdominis separat	p = 0,05 PPVA*
M. obliquus externus abdominis separat	p = 0,04 PPVA*
Subkutis	p = 0,67
Haut	p = 0,29
Summe aller Schichten „Grad 0“, „Grad 1–3“, „Grad 4–6“	p = 0,01 PPVA*
* Im Fall eines signifikanten Unterschiedes wird diejenige Anästhesie genannt, bei der die Tiere weniger oft Schmerzreaktionen zeigten.	

als die PPVA, die PPVA bei der Exploration der Bauchhöhle (► Tab. 2). Bezüglich des Bauchhöhlenverschlusses fanden sich signifikante Unterschiede zugunsten der PPVA (► Tab. 3): 89% der Tiere zeigten unter PPVA unspezifische Reaktionen, während es nach MSI 81% waren.

Ein Einfluss der Erfahrung der Anästhesierenden auf die Reaktionen der Tiere ließ sich nicht nachweisen. Bei der MSI bestand zwischen erfahrenen und unerfahrenen Anästhesierenden ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des verbrauchten Volumens an Lokalanästhetikum (p = 0,018). Zur PPVA benötigte ein erfahre-

ner Anästhesist im Durchschnitt 143 ml, ein unerfahrener 146 ml. Im Gegensatz dazu betrug im Fall der MSI der durchschnittliche Verbrauch eines erfahrenen Anästhesisten 186 ml und der eines unerfahrenen 211 ml. Bei beiden Anästhesietechniken dauerte das Setzen der Anästhesie bei unerfahrenen Tierärzten signifikant länger als bei erfahrenen (PPVA: p = 0,003, 7 vs. 9 Minuten; MSI: p = 0,032, 6 vs. 9 Minuten).

Die Durchführbarkeit der MSI wurde 30-mal als „nicht leicht“ bewertet, die der PPVA 21-mal (p = 0,11). Unerfahrene Anästhesierende beurteilten die Durchführbarkeit der PPVA öfter als „nicht leicht“ als erfahrene. Bei der MSI stuften auch viele erfahrene Anästhesierende die Durchführbarkeit als „nicht leicht“ ein. Empfanden die Anästhesisten die Durchführbarkeit als „nicht leicht“, konnten Unterschiede hinsichtlich der Schmerzreaktionen zwischen den beiden Techniken festgestellt werden: Beim Nähen des Peritoneums stieg bei einer „nicht leicht durchzuführenden“ MSI tendenziell das Risiko, dass Tiere eine Reaktion zeigten. Beim M. obliquus internus abdominis war dieses Risiko signifikant höher, ebenso wie für das Vernähen der Haut. Dagegen ließ sich bei der PPVA hinsichtlich der von den Tieren gezeigten Reaktionen bei keiner Schicht der Bauchdecke ein signifikanter Unterschied zwischen „leichter“ und „nicht leichter“ Durchführbarkeit festgestellt werden. Ein Einfluss des Alters war nur bei Tieren unter 3,5 Jahren feststellbar, die tendenziell (p = 0,09) stärker auf die Exploration der Bauchhöhle reagierten.

Die kürzeste Operation dauerte 41 Minuten, die längste 3 Stunden und 13 Minuten. Für die unter PPVA durchgeführten Eingriffe ergab sich eine durchschnittliche Operationszeit von 1 Stunde und 21 Minuten, im Fall der Eingriffe unter MSI betrug sie 1 Stunde und 34 Minuten. Das Risiko, dass ein Tier unter PPVA bei einer Operationsdauer von über 90 Minuten eine Reaktion zeigte, war tendenziell, aber nicht signifikant höher als bei einer Operationsdauer von unter 90 Minuten (p = 0,05). Im Fall der MSI war hinsichtlich der Operationsdauer kein Unterschied (p = 0,65) feststellbar, da Reaktionen auf den Bauchhöhlenverschluss auch bei kurzen Operationszeiten relativ häufig auftraten. Das Risiko, dass ein Tier unter PPVA bei einer längeren Operationsdauer während der Hautnaht eine Reaktion erkennen ließ, war gegenüber einer Dauer von weniger als 90 Minuten signifikant höher (p = 0,048; relatives Risiko = 1,73; 95%-Konfidenzintervall: 1,13–2,65).

Der BCS hatte weder einen Einfluss auf die Menge des Anästhetikums noch auf die Durchführbarkeit oder Wirksamkeit der Anästhesie. Nachdosiert wurde bei neun Tieren, die stärkere Schmerzreaktionen zeigten, davon sechs Patienten unter PPVA und drei unter MSI. Vor der Operation als „ruhig“ beurteilte Rinder zeigten Schmerzreaktionen genauso häufig wie als „nervös“ eingestufte Tiere.

Diskussion

Die Beurteilung des Schmerzverhaltens von Rindern gestaltet sich schwierig (10, 19, 25). Über ihre spezifischen Schmerzäußerungen

oder die individuelle Schmerzempfindlichkeit ist wenig bekannt (3, 10). Zudem entscheiden Ausbildung und Übung der Beobachtenden, aber auch Gewöhnung (18, 27) und Konzentration auf die Laparotomie darüber, wie Reaktionen auf die Operation beurteilt werden. Ungeübte Beobachter können einerseits Schmerzzustände bei Tieren leicht übersehen (12), andererseits aber Haut- und Muskelzuckungen als spezifische Schmerzáußerungen deuten, obwohl diese auch reizbedingt sein können, beispielsweise bei Durchtrennung eines anästhesierten Nerven.

In der vorliegenden Studie wurde der Empfehlung (25) entsprochen, dass eine Person die Verhaltensbeobachtungen durchführen sollte. Nur wenige Reaktionsarten (► Tab. 1) wurden registriert. Sie hätten um viele Details erweitert werden können, doch zeigte sich, dass dadurch signifikante Unterschiede verwischt wurden (8). Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war zunächst, die bessere Anästhesietechnik herauszufinden. Im Verlauf der Untersuchung wurde deutlich, dass nicht nur der Vergleich der beiden Methoden, sondern auch die Wirksamkeit der Lokalanästhesie an sich auf dem Prüfstand stand. Die Unvollständigkeit der Schmerzausschaltung bei Laparotomien an stehenden Rindern ließ sich auch aus den Fragebögen ablesen, die Tierärzte in freien Praxen beantwortet hatten.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigten die „einfache Durchführbarkeit“ der Infiltrationsanästhesie nicht. Nach den erhaltenen Resultaten war die PPVA leichter durchführbar. Die Durchführung der MSI bezeichneten nicht nur die ungeübten, sondern auch mehr als 50% der erfahrenen Anästhesierenden als „nicht leicht“. Grund dafür waren die oftmals tiefe oder kleine Hungergrube, die Sorge, Abdominalorgane zu verletzen, sowie Abwehrbewegungen der Tiere. Vermutlich spielte dabei auch eine Rolle, dass die Injektionskanülen für die MSI wegen der größeren Länge auch einen größeren Durchmesser aufwiesen als diejenigen für die PPVA. Für die Infiltrationsanästhesie sollten somit möglichst dünne Kanülen Verwendung finden, um die Schmerzen bei der Applikation möglichst gering zu halten.

Die Anleitung der Anästhesierenden durch erfahrene Kollegen führte bei beiden Methoden dazu, dass für die Anästhesie relativ viel Zeit benötigt wurde. Beide Techniken lassen sich bei entsprechender Übung wesentlich schneller durchführen. In der vorliegenden Untersuchung konnten hinsichtlich der Schmerzreaktionen der Tiere keine signifikanten Unterschiede zwischen erfahrenen und unerfahrenen Tierärzten festgestellt werden. Ungeübte Anästhesierende wurden stets von erfahrenen Kollegen angeleitet, was wahrscheinlich diese Unterschiede verwischte. Gemäß statistischer „Power-Analyse“ hätten zudem die Fallzahlen pro Anästhesierenden deutlich größer sein müssen.

Die laut Literaturangaben für die PPVA benötigten Volumina sind trotz der unterschiedlichen Potenz der verwendeten Lokalanästhetika ähnlich (9, 14, 22, 23, 26). In der vorliegenden Untersuchung wurden in der Erwartung, eine bessere Verteilung des Anästhetikums und dadurch eine bessere Wirkung zu erzielen, größere Volumina als in der Literatur empfohlen injiziert. Bei keinem der Rinder konnten toxische Erscheinungen beobachtet werden.

Die PPVA war jedoch nicht in der Mehrzahl der Fälle, wie beschrieben (9, 22), verlässlich in der Schmerzausschaltung. Sie zeigte sich zwar unter den vorliegenden Gegebenheiten der MSI in der Wirkung tendenziell überlegen, doch ließ sich nicht immer eine komplette Anästhesie aller Schichten der Bauchwand erzielen. Eine Verbesserung der Wirkung könnte unter Umständen durch eine präzisere Bestimmung der Applikationsstellen erreicht werden, beispielsweise durch ultrasonographische Lokalisation der Nerven. Weiterhin wäre es wünschenswert, potentere Lokalanästhetika (23) für Nutztiere zur Verfügung zu haben, insbesondere für länger dauernde Operationen.

Der genannte Nachteil der PPVA, dass sie bei gut genährten Tieren schwieriger durchzuführen ist (17), wurde durch die Aussagen der Anästhesierenden nicht bestätigt. Der BCS der Tiere beeinflusste in der vorliegenden Untersuchung weder die Durchführbarkeit noch die Wirksamkeit der Anästhesie. Bei Tieren mit niedrigem BCS kam es vor, dass bei der PPVA nach wenigen Zentimetern die Bauchhöhle erreicht wurde. Komplikationen infolge der Penetration von großen Blutgefäßen traten jedoch nicht auf. Bei Blutungen wurde die Kanüle zurückgezogen und anders platziert. Eine Diffusion des Lokalanästhetikums in Richtung Beckengliedmaße, erkennbar an unsicherem Stand oder Niedergehen der Patienten (13, 17), konnte bei keinem der Tiere beobachtet werden. Nur ein Rind zeigte beim Zurückführen in den Stall einen stark schwankenden Gang. Die in der vorliegenden Untersuchung angewendete PPVA kann daher, mit Vorbehalt des Anlegens eines Vergrittungsgeschirrs bis zum Tag nach der Operation, auch in dieser Hinsicht empfohlen werden.

Für die Beurteilung der Schmerzen während der Operation erschien die Unterscheidung in „keine Reaktion“, „unspezifische Reaktion“ und „spezifische Reaktion“ am wichtigsten. Obwohl die Ergebnisse, bei gebotener vorsichtiger Interpretation, für die Anwendung der PPVA sprechen, erstaunt es, dass die Tiere während einzelner Teilschritte offensichtlich Schmerzen erlitten. Stärkere schmerzhaft Reaktionen traten in nur neun Fällen wiederholt auf, worauf nachdosiert wurde. Auch dadurch konnte allerdings die Schmerzhaftigkeit nicht völlig ausgeschaltet werden. Diese Befunde fordern dazu auf, die Anaesthesietechniken zu verfeinern und zudem weitergehende Maßnahmen, wie eine leichte Sedation, anzuwenden.

Die subkutane und die muskuläre Infiltration bei der MSI gewährleisten eine gute Anästhesie. Bei der Inzision des M. obliquus externus schnitt die PPVA signifikant schlechter ab als die MSI. Bei der Naht dieses Muskels ergaben sich jedoch umgekehrte Verhältnisse. Offensichtlich war das Lokalanästhetikum bei der Inzision unter MSI im Bereich der Schnittlinie zunächst wirksam und wurde dann im gut durchbluteten Muskel schnell durch unspezifische Esterasen abgebaut (15). Beim Wundverschluss war die Wirkung dann abgeklungen, sodass beim M. obliquus externus und internus abdominis signifikant mehr Reaktionen als nach PPVA auftraten. Die Wirkungsdauer des Procains war damit zu kurz. Nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung sollte Procain für die PPVA mit Zusatz eines Vasokonstriktors verwen-

det werden. Der Zusatz von Epinephrin wird bei der Infiltrationsanästhesie wegen möglicher Nekrosen der Wundränder nicht empfohlen (23). Bei der PPVA liegt das Depot in dem den Nerven umgebenden Binde- und Fettgewebe, sodass der Abbau des Wirkstoffs langsamer abläuft und die Wirkung länger gewährleistet ist (14). Bei der MSI waren wegen des schnellen Abklingens der Wirkung auch keine Unterschiede in der Schmerzhaftigkeit bei lang dauernden und kurz dauernden (> 90 bzw. > 90 Minuten) Operationen festzustellen. Daher sollte für die Laparotomie beim Rind ein potenteres Lokalanästhetikum zur Verfügung stehen.

Bezüglich der schwieriger zu infiltrierenden tieferen Muskelschichten ergaben sich keine Unterschiede zwischen MSI und PPVA hinsichtlich der Wirksamkeit. Das wider Erwarten gute Abschneiden der MSI bei den tiefen Schichten dürfte auf ihre L-Block-Komponente zurückzuführen sein, die vermutlich zu einer der PPVA gleichwertigen Anästhesie der inneren Schichten beigetragen hat. Die Exploration der Bauchhöhle rief bei der PPVA signifikant weniger Schmerzzeichen hervor. Dies ist ein Hinweis darauf, dass das Peritoneum und der Wundbereich besser anästhesiert waren.

Bei drei Tieren unter MSI und sechs Tieren unter PPVA wurde Lokalanästhetikum nachinjiziert. Die Berechnungen zur Wirksamkeit der Anästhesie erfolgten unter Ausschluss dieser neun Fälle. Nachdosiert wurde im Untersuchungszeitraum meist erst nach Inzision des M. obliquus externus abdominis, wenn ersichtlich war, dass die Schmerzreaktionen zu stark blieben. In der vorliegenden Untersuchung war es den Operateuren selbst überlassen, ob sie nachdosierten. Dies wurde auch in anderen Studien praktiziert (11, 25), wobei sich zeigte, dass Operierende die Schmerzäußerungen der Tiere unterschiedlich wahrnahmen (18, 25). Die Konzentration darauf, den Eingriff korrekt auszuführen und zügig zu beenden, könnte den Blick auf die Reaktionen des Tieres verstellen. Hier sollte eine Sensibilisierung erfolgen und im Fall von spezifischen Schmerzen unverzüglich eine Nachanästhesierung durchgeführt werden.

Alle Tiere der vorliegenden Untersuchung hatten präoperativ nichtsteroidale Antiphlogistika erhalten. Der Grad des Einflusses dieser Medikamente konnte wegen des Fehlens einer Kontroll-

gruppe nicht überprüft werden, doch wurden Schmerzäußerungen durch diese Wirkstoffe nicht verhindert. Eine Sedation der Rinder bei der Laparotomie wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In den letzten Jahren überwiegen allerdings die Meinungen, dass die positiven Effekte den Einsatz von Xylazin rechtfertigen (3, 17). Bei sehr widerspenstigen oder nervösen Tieren ist eine Sedation unumgänglich (6). Eine Garantie, dass das Tier bei der Operation stehen bleibt, gibt es nicht. Die Sedation ermöglicht ein effizienteres Operieren. Außerdem ist das Tier weniger gestresst und erträgt die Manipulationen gleichmütiger (1, 2, 5). Für die Sedation ist die Applikationsart des Xylazins wichtig: Die intravenöse Gabe führt zu einer schnelleren, intensiveren Wirkung und zu einer besseren Analgesie als die intramuskuläre Applikation. Bei der subkutanen Injektion besteht das geringste Risiko, dass das Tier niedergeht (1, 2). Auch eine epidurale Gabe des Xylazins verringerte den intraoperativen Stress des Tieres deutlich (5). Diese positiven Aspekte lassen es angezeigt erscheinen, Xylazin (Dosierungsempfehlung 0,01 mg/kg KM i. v.) regelmäßig bei Laparotomien einzusetzen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass mit beiden untersuchten Anästhesietechniken bei einem Teil der Tiere keine zufriedenstellende Schmerzausschaltung erreicht wurde. Diese unbefriedigende Wirksamkeit kann an der technischen Durchführung der Anästhesie, aber auch an der relativ schwachen Wirkung und kurzen Wirkungsdauer von Procain liegen. Eine Nachdosierung bei unbefriedigender oder nachlassender Wirkung sollte von vornherein eingeplant werden.

Danksagung

Wir danken den Kollegen der Tierarztpraxen für das Ausfüllen und Zurücksenden des Fragebogens.

Interessenkonflikt

Die Autoren bestätigen, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Abrahamsen EJ. Chemical restraint in ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2008; 24 (2): 227–243.
2. Abrahamsen EJ. Ruminant field anesthesia. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2008; 24 (3): 429–441.
3. Anderson DE, Muir WW. Pain management in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2005; 21 (3): 623–635.
4. Arnold JP, Kitchell RL. Experimental studies of the innervation of the abdominal wall of cattle. *Am J Vet Res* 1957; 18 (67): 229–240.
5. Chevalier HM, Provost PJ, Karas AZ. Effect of caudal epidural xylazine on intraoperative distress and post-operative pain in Holstein heifers. *Vet Anaesth Analg* 2004; 31 (1): 1–10.
6. Edmondson MA. Local and regional anesthesia in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2008; 24 (2): 211–226.
7. Edmondson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J Dairy Sci* 1989; 72: 68–78.
8. Eiberle BJG. Vergleichende Untersuchung der proximalen Paravertebralanästhesie und der modifizierten Schnitlinieninfiltration beim Rind. Inaugural-Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München 2010.

Fazit für die Praxis

Die proximale Paravertebralanästhesie (PPVA) erzielte insgesamt eine bessere Schmerzausschaltung als die modifizierte Schnitlinieninfiltration (MSI). Zudem wurde weniger Lokalanästhetikum benötigt und die Durchführung wurde als leichter empfunden. Dennoch zeigten viele Tiere bei beiden Techniken nach der Lokalanästhesie Schmerzreaktionen. Dies weist darauf hin, dass die Applikationstechnik verbessert werden sollte, vor allem aber darauf, dass ein Bedarf für potentere Lokalanästhetika mit Zulassung für das Rind besteht. Bei der PPVA sollte Procain zur Wirkungsverstärkung und -verlängerung zusammen mit Epinephrin eingesetzt werden. Eine leichte Sedation vor einer Laparotomie ist, wenn immer möglich, zu empfehlen.

9. Farquharson J. Paravertebral lumbar anesthesia in the bovine species. *J Am Vet Med Assoc* 1940; 97: 54–57.
10. Feist M, Köstlin R, Nuss K. Untersuchung des Schmerzausdruckverhaltens von Kühen nach Klauenoperationen. *Tierärztl Prax* 2008; 36 (G): 367–376.
11. Holton L, Reid J, Scott EM, Pawson P, Nolan A. Development of a behaviour-based scale to measure acute pain in dogs. *Vet Rec* 2001; 148: 525–531.
12. Huxley JN, Whay HR. Current attitudes of cattle practitioners to pain and the use of analgesics in cattle. *Vet Rec* 2006; 159 (20): 662–668.
13. Ivany JM, Muir WE. Farm animal anesthesia. In: *Farm Animal Surgery*. Fubini S, Ducharme N, eds. St. Louis: Saunders 2004; 97–112.
14. Link RP, Smith JC. Comparison of some local anesthetics in cattle. *J Am Vet Med Assoc* 1956; 129 (7): 306–309.
15. Löscher W. Lokalanästhetika. In: *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*, 7. Aufl. Löscher W, Ungemach FR, Kroker R, Hrsg. Stuttgart: Parey in MVS Medizinverlage 2006; 125–130.
16. Metzner M, Heuwieser W, Klee W. Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement. *Prakt Tierarzt* 1993; 11: 991–998.
17. Muir WW, Hubbell JA, Bednarski RM, Skarda RT. Local anesthesia in ruminants and pigs. In: *Handbook of Veterinary Anesthesia*, 4th edn. Muir WW, Hubbell JA, Bednarski RM, Skarda RT, eds. St. Louis: Mosby Elsevier 2007; 72–99.
18. O'Callaghan KA. Lameness in cattle and associated pain in cattle – challenging traditional perceptions. In *Pract* 2002; 24: 212–219.
19. Otto K. Intraoperative und postoperative Schmerzerkennung und -überwachung. *Tierärztl Prax* 2008; 36 (K): 12–18.
20. Rosenberger G. Die klinische Untersuchung des Rindes, 3. Aufl. Berlin, Hamburg: Parey 1990.
21. Skarda RT. Techniques of local anesthesia in ruminants and swine. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1986; 2 (3): 621–663.
22. Skarda RT, Tranquilli WJ. Local and regional anesthetic and analgesic techniques: ruminants and swine. In: *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 4th edn. Tranquilli WJ, Thurmon JC, Grimm KA, eds. Oxford: Blackwell 2007; 643–681.
23. Skarda RT, Tranquilli WJ. Local anesthetics. In: *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Tranquilli WJ, Thurmon JC, Grimm KA, eds. Ames, Iowa: Blackwell 2007; 395–418.
24. Steiner A, von Rotz A. Die wichtigsten Lokalanästhesien beim Rind: Eine Übersicht. *Schweiz Arch Tierheilk* 2003; 145 (6): 262–271.
25. Underwood WJ. Pain and distress in agricultural animals. *J Am Vet Med Assoc* 2002; 221 (2): 208–211.
26. Westhues M, Fritsch R. Die Narkose der Tiere. Band I. Lokalanästhesie. Berlin, Hamburg: Parey 1960.
27. Whay H, Main D, Green L, Webster A. Farmer perception of lameness prevalence. *Proc. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants*. Orlando, Florida, USA 2002; 355–358.