
Aus der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung
(Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer: Prof. Dr. W. Klee)
Im Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Angefertigt unter der Leitung von

Prof. Dr. K. Nuss

Vergleichende Untersuchung der proximalen Paravertebralanästhesie und der modifizierten Schnittlinieninfiltration beim Rind

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von

Betty Johanna Gertraud Eiberle

aus Nürnberg

München 2010

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. J. Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. K. Nuss

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. R. Köstlin

Tag der Promotion: 13. Februar 2010

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

I	EINLEITUNG	1
II	LITERATURÜBERSICHT	2
1.	ANATOMIE DER FLANKE.....	2
1.1	<i>Schichten der Flanke.....</i>	2
1.2	<i>Nervenversorgung</i>	3
2.	TECHNIKEN DER LOKALANÄSTHESIE DER FLANKE	6
2.1	<i>Infiltrationstechniken</i>	6
2.1.1	Schnittlinieninfiltration.....	6
2.1.2	L-Block	7
2.2	<i>Leitungsanästhesie</i>	8
2.2.1	Distale Paravertebralanästhesie.....	8
2.2.2	Proximale Paravertebralanästhesie.....	9
2.2.3	Segmentale Epiduralanästhesie	11
3.	LOKALANÄSTHETIKA	13
4.	SCHMERZ.....	15
4.1	<i>Physiologie des Schmerzes</i>	15
4.2	<i>Schmerzäußerungen von Rindern.....</i>	15
4.3	<i>Schmerzbeurteilung.....</i>	16
4.4	<i>(Präoperative) Analgesie</i>	16
5.	SEDATION.....	17
III	PATIENTEN UND METHODEN.....	18
1.	VORERHEBUNGEN	18
2.	PATIENTEN	18
2.1	<i>Rasseverteilung</i>	18
2.2	<i>Beurteilung der Körperkondition</i>	19
2.3	<i>Altersverteilung</i>	22
2.4	<i>Diagnosen.....</i>	23
2.5	<i>Begleiterkrankungen</i>	24
2.6	<i>Ausschlusskriterien</i>	24
3.	FIXATION DER TIERE.....	25
4.	PRÄMEDIKATION.....	25
5.	DURCHFÜHRUNG DER ANÄSTHESIE	26
5.1	<i>Durchführung der proximalen Paravertebralanästhesie</i>	26
5.2	<i>Durchführung der modifizierten Schnittlinieninfiltration</i>	28

5.3	Anästhesierende	30
6.	OPERATIONEN	31
6.1	Eröffnen der Bauchhöhle	31
6.2	Intraoperative Handlungen	32
6.2.1	Manipulation und Fixation des Labmagens	32
6.2.2	Intraoperative Handlungen bei den übrigen Operationen	33
6.3	Verschluss der Bauchhöhle	33
6.4	Operateure	33
7.	NACHDOSIERUNG UND SEDATION	34
8.	DATENERHEBUNG	35
8.1	Anästhesieprotokoll	35
8.2	Operationsprotokoll	37
8.3	Wundprotokoll	42
8.4	Protokollführung	42
9.	STATISTISCHE METHODEN	42
IV	ERGEBNISSE	44
1.	AUSWERTUNG DER FRAGEBÖGEN	44
2.	SCHMERZANZEICHEN BEI DER DURCHFÜHRUNG DER LOKALANÄSTHESIE	45
2.1	Reaktionen bei der Durchführung der modifizierten Schnittlinieninfiltration	45
2.1.1	Dorsaler Applikationspunkt	45
2.1.2	Ventraler Applikationspunkt	47
2.2	Reaktionen bei der Durchführung der proximalen Paravertebralanästhesie	48
2.2.1	Lokalanästhesie der Haut und Leitungsanästhesie des zweiten Lendennervs	48
2.2.2	Lokalanästhesie der Haut und Leitungsanästhesie des ersten Lendennervs	50
2.2.3	Lokalanästhesie der Haut und Leitungsanästhesie des 13. Thorakalnervs	51
3.	REAKTIONEN BEIM ANBRINGEN DER BACKHAUSKLEMMEN	53
3.1	Kraniodorsale Position	53
3.2	Kaudodorsale Position	54
3.3	Kranioventrale Position	56
3.4	Kaudoventrale Position	57
4.	SCHMERZANZEICHEN BEI DER DURCHTRENNUNG DER SCHICHTEN DER BAUCHWAND	58
4.1	Inzision der Haut	58
4.2	Inzision des <i>M. obliquus externus abdominis</i>	60
4.3	Inzision des <i>M. obliquus internus abdominis</i>	61
4.4	Inzision des <i>M. transversus abdominis</i>	62
4.5	Inzision des Peritoneums	63
5.	REAKTIONEN AUF INTRAOPERATIVE MANIPULATIONEN	64
5.1	Exploration der Bauchhöhle	64

5.2	<i>Reaktionen auf Manipulation und Fixation des Labmagens</i>	65
5.2.1	Unterschiede der Fixationstechniken	66
5.3	<i>Reaktion auf intraoperative Handlungen bei den übrigen Operationen</i>	67
6.	UNSPECIFISCHE UND SPEZIFISCHE SCHMERZREAKTIONEN BEI ERÖFFNEN DER SCHICHTEN DER BAUCHWAND	68
7.	VERSCHLUSS DER BAUCHHÖHLE	72
7.1	<i>Verschluss des Peritoneums, der Faszie und des M. transversus abdominis</i>	72
7.2	<i>Naht des M. obliquus internus abdominis und des M. obliquus externus abdominis</i>	73
7.2.1	Adaptation der Mm. obliquus internus abdominis und obliquus externus abdominis mit einer Naht	73
7.2.2	Einzelnaht des M. obliquus internus abdominis	74
7.2.3	Einzelnaht des M. obliquus externus abdominis	76
7.3	<i>Naht der Subkutis</i>	77
7.4	<i>Naht der Haut</i>	78
7.4.1	Naht der Laparotomiewunde	78
7.4.2	Hautnaht über dem Knopf bei Omentopexie nach Dirksen	79
7.4.3	Nahttechniken bei beiden Anästhesieformen	80
7.4.3.1	Nahttechniken bei der Hautnaht unter proximaler Paravertebralanästhesie	80
7.4.3.2	Nahttechnik der Hautnaht unter modifizierter Schnittlinieninfiltration	81
8.	UNSPECIFISCHE UND SPEZIFISCHE SCHMERZREAKTIONEN BEI VERSCHLUSS DER SCHICHTEN DER BAUCHWAND	82
9.	EUTHANASIE EINES TIERES	85
10.	EINFLUSS DER ERFAHRUNG DER ANÄSTHESIERENDEN	86
10.1	<i>Wirksamkeit der Anästhesie</i>	86
10.2	<i>Verwendete Menge an Procain</i>	86
10.3	<i>Benötigte Zeit für die Durchführung der Anästhesie</i>	88
10.4	<i>Durchführbarkeit der Anästhesie</i>	89
11.	WIRKSAMKEIT DER LOKALANÄSTHESIE	91
11.1	<i>Einfluss der Durchführbarkeit der Anästhesie</i>	91
11.2	<i>Einfluss des Alters auf die Wirksamkeit der Anästhesie</i>	91
11.3	<i>Einfluss der Dauer der Operation</i>	92
11.4	<i>Einfluss der Operationsdauer auf die Reaktionen bei der Naht des Peritoneums</i>	92
11.5	<i>Einfluss der Dauer der Operation auf die Reaktionen bei der Hautnaht</i>	93
12.	EINFLUSS DER PROBLEME DES BEWEGUNGSAPPARATES AUF DIE REAKTION „UNRUHE/TRIPPELN“	93
13.	WUNDBEURTEILUNG AM FÜNFTEN POSTOPERATIVEN TAG	94
13.1	<i>Gesamtbeurteilung der Wunden</i>	94
13.2	<i>Orte der Befunde</i>	97
13.2.1	Palpationsbefunde	97
13.2.2	Wärme und Dolenz	97
13.2.3	Perkussion	97
13.3	<i>Einfluss des Vernähens der Mm. obliquus internus und externus abdominis in einer Schicht</i>	97
13.4	<i>Einfluss der Naht der Subkutis</i>	99

13.5	<i>Einfluss der Begleiterkrankungen auf die Wundheilung</i>	99
V	DISKUSSION	100
VI	ZUSAMMENFASSUNG	113
VII	SUMMARY	115
VIII	LITERATURVERZEICHNIS	117
IX	DANKSAGUNG	120

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

abdom.	abdominis
BCS	Body Condition Score
dtl.	deutlich
ext.	externus
FK	Fremdkörper
ggr.	geringgradig
hgr.	hochgradig
int.	internus
KI	Konfidenzintervall
L1 bis L6	1. bis 6. Lendenwirbel
LDA	Linksseitige Dislocatio abomasi
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
mgr.	mittelgradig
Mm.	Musculi
MSI	modifizierte Schnittlinieninfiltration
n	Anzahl
N.	Nervus
Nn.	Nervi
NSAID	non steroidal antiinflammatory drug
o.B.	ohne Besonderheit
obl.	obliquus
OR	odds ratio
PPVA	proximale Paravertebralanästhesie
RDA	Rechtsseitige Dislocatio abomasi
RR	relatives Risiko
spez.	spezifisch
Th13	13. Brustwirbel
transv.	transversus
unsp.	unspezifisch

I Einleitung

Laparotomien am stehenden Rind gehören zu den häufigsten chirurgischen Eingriffen in der Nutztierpraxis. Zu den Indikationen zählen neben dem Kaiserschnitt (Sectio caesarea) vor allem Labmagenverlagerungen, Blinddarmdilataationen und -dislokationen sowie Probelaparotomien. Die Operation am stehenden Rind bringt mehrere Vorteile: die Anatomie ist gut zu erfassen und Lagekorrekturen im Abdomen sind einfacher vorzunehmen. Im Gegensatz zur Allgemeinanästhesie kommt es weniger zur Herz-Kreislaufdepression oder einer Hemmung des Ruktusvorgangs. Aufwand und Kosten für die Operation sowie die Belastung des essbaren Gewebes sind geringer als bei einer Allgemeinanästhesie. Des Weiteren werden bei Operationen am stehenden Tier druckbedingte Muskel- und Nervenschädigungen umgangen (Steiner und von Rotz 2003).

Die Voraussetzung für einen Eingriff am stehenden Rind sollte die absolute Schmerzfreiheit bei der Inzision und beim Wundverschluss, sowie eine möglichst geringe Belastung bei der Manipulation der inneren Organe sein.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Methoden der Lokalanästhesie für die Laparotomie am stehenden Rind (Westhues und Fritsch 1960; Skarda 1986; Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Selten wird darin aber eine Bewertung der Wirksamkeit der Techniken vorgenommen. Untersuchungen über die Schmerzhaftigkeit bei der Anwendung der Anästhesietechniken oder die Art von Schmerzäußerungen der Rinder während der Laparotomie fehlen gänzlich.

Deswegen war es das Ziel der vorliegenden Arbeit, zwei gängige Lokalanästhesietechniken hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit, der benötigten Menge des Anästhetikums, der Zuverlässigkeit der Wirkung, der Arten der Schmerzäußerungen und der postoperativen Wundheilung zu vergleichen.

II Literaturübersicht

1. Anatomie der Flanke

1.1 Schichten der Flanke

Die Bauchhöhle (Cavum abdominis) ist von Peritoneum ausgekleidet (Berg, 1995) und wird von Muskelschichten, Sehnenplatten, Faszien und Haut umgeben, die als Bauchwand zusammengefasst werden. Die seitliche Bauchwand wird auch Flankengegend (Regio abdominis lateralis) genannt. Als Hungergrube (Fossa paralumbaris) wird der lendenseitige Abschnitt der seitlichen Bauchgegend bezeichnet (Salomon et al. 2005). Sie ist beim Rind eine dreieckige, prägnante Fläche, die dorsal durch die Lendenwirbelquerfortsätze, kranial durch die Kontur der letzten Rippe und kaudodorsal durch die zum Hüfthöcker ansteigende Muskelsehnen Grenze des inneren schiefen Bauchmuskels (M. obliquus internus abdominis) markiert wird (Nickel et al. 1992; Berg 1995; Budras und Wünsche 2002). Die Schichten der Flanke bestehen aus der Haut, der äußeren Rumpffaszie, dem M. cutaneus trunci, den Mm. obliquus externus und internus abdominis, dem M. transversus abdominis, der inneren Rumpffaszie und dem Peritoneum (König und Liebich 1999) (Abbildung 1).

- 1 Cutis und Tela subcutanea
- 2 Fascia trunci superf. mit M. cutaneus trunci
- 3 Fascia trunci prof.
- 4 M. obl. ext. abdom.
- 5 M. obl. int. abdom.
- 6 M. transv. abdom.
- 7 Fascia trunci int. und Peritoneum

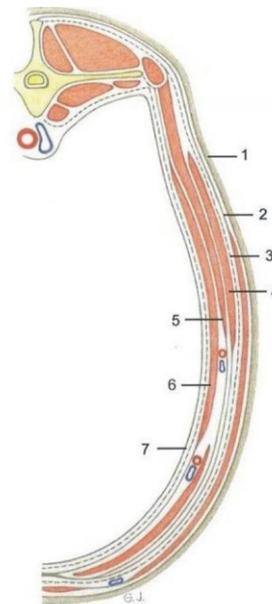


Abbildung 1 Stratigraphie der Bauchwand (aus: Budras und Wünsche 2002).

Die äußere Rumpffaszie (Fascia trunci externa) spaltet sich in zwei Blätter auf, wobei das äußere Blatt (Fascia trunci superficialis) den Rumpfhautmuskel (M. cutaneus trunci) umhüllt.

Das tiefe Blatt der äußeren Rumpffaszie (Fascia trunci profunda) ist beim Wiederkäuer stark mit elastischen gelben Fasern durchsetzt. Wegen diesen Fasern wird sie auch als „gelbe Bauchhaut“ (Tunica flava abdominis) bezeichnet (Nickel et al. 1992). Die Fascia trunci profunda umhüllt die beiden schiefen Bauchmuskeln komplett, während sie den M. rectus abdominis und M. transversus abdominis nur äußerlich bedeckt. Die innere Rumpffaszie (Fascia trunci interna) liegt an der lateralen und ventralen Bauchwand als Fascia transversalis von innen den Mm. transversus und den rectus abdominis an (Budras und Wünsche 2002). An die innere Rumpffaszie schließt sich das Peritoneum parietale an. Zwischen den genannten Schichten der Bauchwand ist je nach Ernährungszustand Fett eingelagert. Die vom Peritoneum ausgekleidete Höhle nennt sich Peritonealhöhle. Sie stellt einen kapillaren Spalt dar, dessen Aussackungen sich zwischen die verschiedenen Eingeweide erstrecken (Berg 1995). Die Peritonealhöhle enthält den von Peritoneum viscerales bedeckten Magen-Darm-Kanal, mit Ausnahme von Nieren, Rektum und Anus.

1.2 Nervenversorgung

Die Rückenmarksnerven sorgen für die sensible und motorische Versorgung der Flanke und entspringen aus der dorsalen und der ventralen Wurzel (Radix dorsalis und Radix ventralis) am Rückenmark.

- 1 Cornu dorsale
- 2 Cornu ventrale
- 3 Canalis centralis
- 4 Substantia alba
- 5 Radix dorsalis
- 6 Ganglion spinale
- 7 Radix ventralis
- 8 Ramus dorsalis
- 9 Ramus ventralis
- 10 Rami communicantes albi et grisei
- 11 Ganglion trunci sympat
- 12 Truncus sympathicus
- 13 Lig. denticulatum
- 14 Pia mater
- 15 Arachnoidea
- 16 Dura mater
- a M. psoas major
- b M. psoas minor

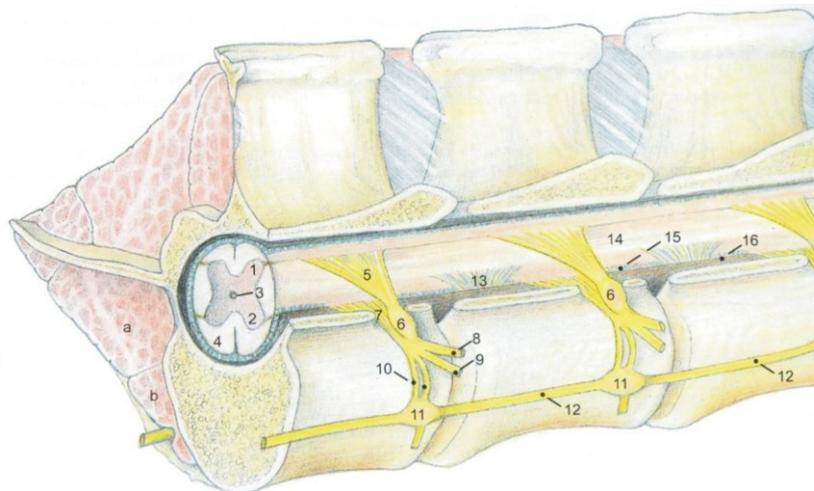


Abbildung 2 Spinalnervenaustritt aus dem Rückenmark (aus: Budras und Wünsche 2002).

In die Dorsalwurzeln der Rückenmarksnerven münden afferente, somato- und viszerosensible Fasern, deren Zellen im Spinalganglion liegen. Durch die Ventralwurzeln laufen efferente, somatomotorische- und viszeromotorische Fasern. Im Truncus nervi spinalis verbinden sich diese Fasern so, dass maximal gemischte Nerven mit somatomotorischen, somatosensiblen, viszeromotorischen und viszerosensiblen Fasern sowie vegetativen Fasern entstehen (Nickel et al. 1992).

Der Truncus nervi spinalis verlässt den Wirbelkanal durch das Foramen intervertebrale. Unmittelbar nach dem Austritt aus dem Foramen intervertebrale kommt es zur Aufteilung in einen Dorsal- und einen Ventralast (Ramus dorsalis und ventralis). Diese beiden Äste teilen sich in ihrem Verlauf wiederum in einen Ramus medialis und Ramus lateralis auf (Abbildung 3).

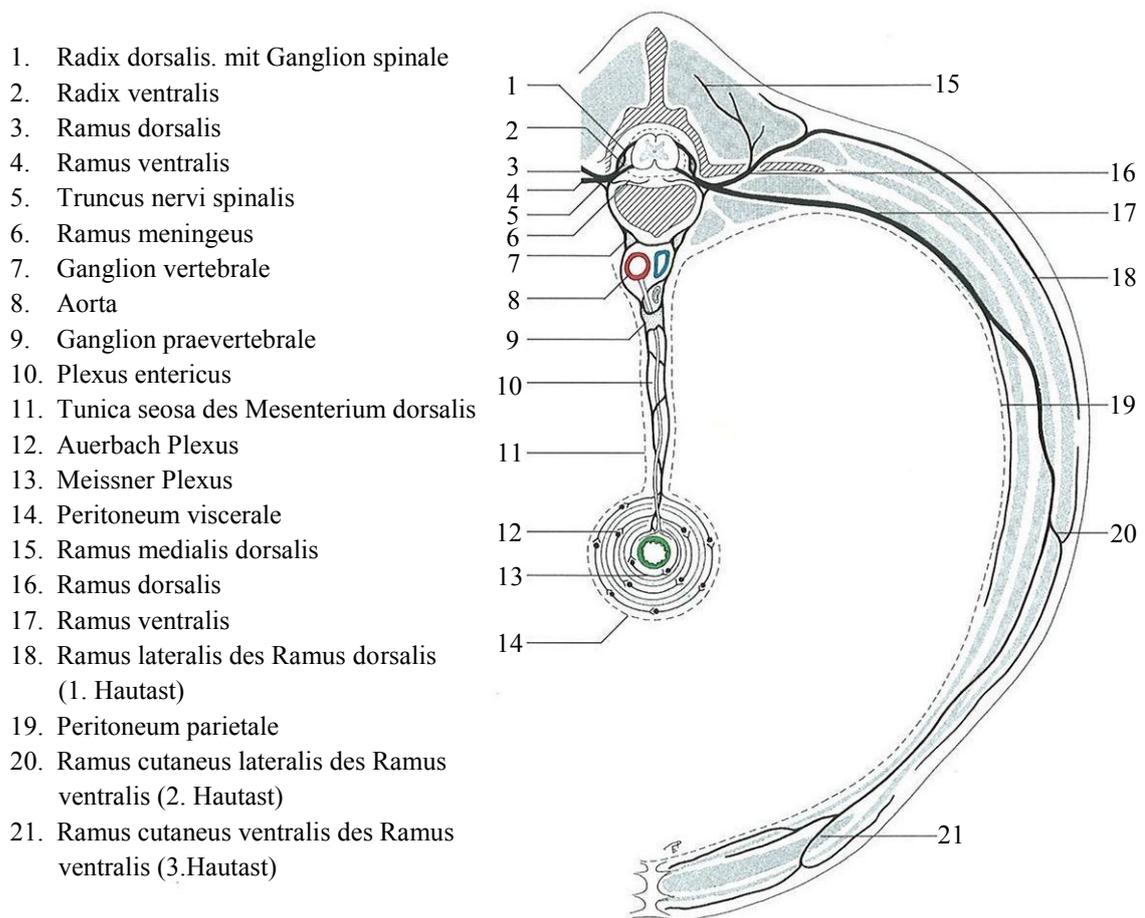


Abbildung 3 Schematische Darstellung des Verlaufs eines Rückenmarksnerven im Bauchbereich, nach Grau, 1974 (aus: König und Liebich 1999).

Die Dorsaläste versorgen die dorsale Rückenmuskulatur sowie die dorsale und seitliche Haut der Bauchwand. Die viel stärkeren Ventraläste verhalten sich je nach Region unterschiedlich. Sie versorgen die gesamte ventrale Muskulatur des Stammes und die entsprechenden Hautbezirke der Brust und Bauchwand. Stellenweise verbinden sie sich vor ihrer Aufteilung auch zu größeren Nervengeflechten und versorgen die Muskulatur und Haut der Gliedmaßen.

Der Anzahl der Lendenwirbel entsprechend sind sechs Lendenwirbelnerven vorhanden. Die Lendennerven versorgen motorisch die dorsale Lendenmuskulatur (Mm. longissimus und iliocostalis lumborum) sowie die vordere Kruppen- (N. gluteus caudalis) und Oberschenkelmuskulatur (N. femoralis aus dem Plexus lumbalis). Sensibel innervieren sie die Haut des Lenden-, Kreuz- und Hüfthöckerbereiches. Der Ventralast des ersten Lumbalnervs wird N. iliohypogastricus genannt. Sein medialer Ast, der bei der Anästhesie der Flanke weniger von Bedeutung ist, zieht in die Regio inguinalis. Sein lateraler Ast innerviert die Bauchmuskeln und tritt dabei zwischen diesen ein. Er entlässt zwei Hautäste, den Ramus cutaneus lateralis und den Ramus cutaneus medialis. Der Ramus cutaneus lateralis innerviert ein schmales Hautfeld in der Flankengegend, der Ramus cutaneus medialis innerviert den geraden Bauchmuskel. Weitere Fasern versorgen sensibel Hautgebiete ventral am Bauch, am Euter und medial am Oberschenkel.

Der Ventralast des zweiten Lendennerven, der N. ilioinguinalis, verzweigt sich in der Art des ersten Lendennervs. Das Innervationsgebiet des Ramus cutaneus lateralis schließt sich dem des ersten Lendennervs an. Das Hautinnervationsgebiet schließt im Bereich der Flanke direkt an das des N. iliohypogastricus an (König und Liebich 1999).

In einer experimentellen Untersuchung zur Erforschung der Nervenverläufe in der Flanke stellen Arnold und Kitchell (1957) fest, dass die Spinalnerven einem variablen Weg folgen, der im Zusammenhang mit der Ausprägung des Querfortsatzes des dazugehörigen Wirbels steht. Daraus schließen sie, dass die Orientierung an anatomisch markanten Punkten nicht für eine sichere Anästhesie ausreicht, weil der Diffusionsweg für das Lokalanästhetikum zum Nerven zu weit sein konnte. Als weiteres Hindernis für eine unzureichende Anästhesie identifizierten sie die starke Faszie über den Mm. intervertebrales, die ein Durchdringen des Lokalanästhetikums verhinderte. Für die ausreichende Desensibilisierung der Flanke müssen nicht weniger als drei Spinalnerven anästhesiert werden (Arnold und Kitchell 1957). Diese sind der 13. Thorakalnerv und die ersten beiden Lendennerven. Anästhesiert man zusätzlich noch den 3. Lendenwirbelnerv, so kann das anästhesierte Gebiet weiter nach kaudal

und ventral vergrößert werden. Dabei kommt es gelegentlich aber zu motorischen Störungen der Hinterhand (Arnold und Kitchell 1957). Der Ausschaltung der Sensibilität des Peritoneums wurde eine entscheidende Bedeutung beigemessen. Diese wird durch das Ausschalten des zweiten Spinalnervs erreicht. Dieser gibt einen Ast ab, der unter dem M. longissimus costarum hindurch zieht und auf der Oberfläche des Peritoneums verläuft. Dort spaltet er sich auf Höhe des Tuber coxae wieder in einen ventromedialen und einen ventrolateralen Ast auf (Arnold und Kitchell 1957). Die mittleren Schichten der seitlichen Bauchwand allerdings erlangten nur eine gute Anästhesie, wenn die ventralen Äste der Spinalnerven gut anästhesiert sind (Arnold und Kitchell 1957).

2. Techniken der Lokalanästhesie der Flanke

Sowohl Infiltrations- als auch Leitungsanästhesietechniken finden bei der Laparotomie in der Hungergrube Anwendung. Im Einzelnen werden die Schnittlinieninfiltration, der umgekehrte L-Block, die distale und die proximale Paravertebralanästhesie (PPVA) und die segmentale Epiduralanästhesie durchgeführt.

2.1 Infiltrationstechniken

2.1.1 Schnittlinieninfiltration

Bei der Schnittlinieninfiltration handelt es sich um die in der Praxis am häufigsten angewendete Methode (Skarda 1986). Der Vorteil dieser Technik liegt in der leichten Durchführbarkeit. Die in der Praxis üblicherweise vorhandenen Kanülen können verwendet werden.

Das Applizieren des Lokalanästhetikums kann auf zwei Arten erfolgen:

- Das Lokalanästhetikum wird über multiple Einstiche subkutan und anschließend 2-7cm tief platziert.
- Das Lokalanästhetikum wird mit Hilfe von langen Kanülen entlang der potentiellen Schnittlinie appliziert (Gabel 1964; Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Das prinzipiell gleiche Vorgehen erfolgt in den tieferen Muskelschichten.

Bei beiden Techniken muss der Anästhesierende für eine sichere Anästhesie jede Schicht der Bauchwand erreichen. Als Nachteile dieser Technik führen Ivany und Muir (2004) sowie

Muir et al. (2007) an, dass ein deutlich größeres Volumen an Lokalanästhetikum benötigt wird als bei der Leitungsanästhesie. Die Methode der Infiltration wird deswegen teurer und zeitaufwändiger. Durch die Infiltrationsanästhesie des betroffenen Gebietes kommt es nicht zur Muskelrelaxation. Eine möglicherweise unvollständige Anästhesie der tieferen Schichten ist zu erwarten (Ivany und Muir 2004). Durch die multiplen Injektionen kann es zu Hämatomen und Seromen kommen. Die Ödematisierung und die Durchsetzung der Schnittlinie mit Lokalanästhetikum führen möglicherweise zu Gewebeschädigungen und zu Wundheilungsstörungen (Gabel 1964; Steiner und von Rotz 2003; Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Probleme mit dem Erreichen der tieferen Schichten der Bauchwand treten bei gut bemuskelten oder fetten Tieren auf (Edmondson 2008). Ein weiterer Nachteil der Infiltration ergibt sich aus der Tatsache, dass es nicht ohne Weiteres möglich ist, den Schnitt des Bauchhöhlenzuganges zu verlängern. Hierfür sind ein Nachanästhesieren und damit das erneute Warten bis zum Wirkungseintritt erforderlich (Ivany und Muir 2004).

2.1.2 L-Block

Bei der Technik des L-Blockes, auch „umgedrehter L-Block“, oder „umgedrehte 7“ genannt, handelt es sich um eine „Leitungsanästhesie“, die durch die diffuse Infiltration von Lokalanästhetikum erzielt wird. Die Ecke des umgekehrten „L“ liegt im Winkel zwischen Rippenbogen und Lendenwirbelquerfortsätzen. Von dort aus wird das Lokalanästhetikum zunächst wenige Zentimeter kaudal und entlang der letzten Rippe bis in Höhe der Rippenknorpel injiziert. Zudem wird ein Depot wenige Zentimeter ventral der Querfortsätze bis zum 4. Lendenwirbel in allen Schichten der Bauchwand diffus verteilt. Die Applikation erfolgt in Form multipler Injektionen, indem subkutane Injektionen mit Injektionen von 2-7cm Tiefe kombiniert werden (Ivany und Muir 2004). Die Applikation des Lokalanästhetikums kann aber auch mit langen Kanülen erfolgen, die subkutan und in die gewünschten Muskelschichten vorgeschoben werden.

Ein Vorteil dieser Technik ist das Fehlen von Lokalanästhetikum im Bereich der Schnittlinie (Muir et al. 2007). Nachteilig wirkt sich aus, dass viel Lokalanästhetikum benötigt wird und die Technik zeitaufwändig ist (Edmondson 2008). Auch werden bei dieser Art der Infiltrationsanästhesie die tiefen Schichten oft nicht komplett anästhesiert, was dann wiederum in einer unbefriedigenden Schmerzausschaltung resultiert (Ivany und Muir 2004).

2.2 Leitungsanästhesie

2.2.1 Distale Paravertebralanästhesie

Die distale Paravertebralanästhesie stellt eine Technik zur Leitungsanästhesie der Dorsal- und der Ventraläste der ersten drei Lendennerven dar. Sie lässt sich auf verschiedene Arten durchführen. Sie wird einerseits als „Magda-“, „Cakala-“ oder „Cornell-Technik“, andererseits auch als Methode nach Götze, modifiziert durch Kalchschmidt, bezeichnet (Berge und Westhues 1969; Dietz und Henschel 1988; Geyer 1989). Die Äste der ersten beiden Spinalnerven verlaufen in kaudoventraler Richtung, so dass sie im Bereich der entsprechenden Lendenwirbelquerfortsätze anästhesiert werden können. Die Äste des zweiten Lendennervs verlaufen weitgehend nur nach kaudal (Nickel et al. 1992). Das bedeutet, dass sie die Basis des Querfortsatzes des L3 kreuzen und erst im Bereich des distalen Endes des 4. Lendenwirbelquerfortsatzes erreicht werden können (Cakala 1961). Bei der Durchführung geht man somit am distalen Ende der genannten Querfortsätze mit einer 7,7cm langen Kanüle tief in Richtung Mediane ein und verteilt dort fächerförmig 20ml Lokalanästhetikum. Dies erfolgt jeweils dorsal und ventral der Lendenwirbelquerfortsätze.

In einer vereinfachten Form der distalen Paravertebralanästhesie wird zur Blockade des 13. Thorakalnervs die Kanüle zwischen letzter Rippe und dem Querfortsatz des ersten Lendenwirbels, an dessen kraniallateralem Ende, senkrecht durch die Haut eingestochen. Die Kanüle wird bis in die Tiefe von ca. 4-6cm vorgeschoben und über dem Peritoneum das erste Depot gesetzt. Unter Zurückziehen wird kontinuierlich bis unter die Haut weiter injiziert und das zweite Depot subkutan gesetzt. Die gleiche Vorgehensweise erfolgt anschließend zur Anästhesierung der ersten beiden Lendennerven. Verwendet werden für jede Injektionsstelle 20-30ml Lokalanästhetikum.

Als Vorteile der distalen Paravertebralanästhesie gelten die Nutzung der üblichen Kanülengrößen sowie die im Vergleich zur PPVA geringere Gefahr einer Verletzung großer Gefäße. Ataxie oder Hinterhandschwäche treten nicht auf (Ivany und Muir 2004; Muir et al 2007). Als weiterer Vorteil wird das Ausbleiben der Skoliose, die bei der PPVA den Wundverschluss erschweren soll, genannt (Gabel 1964; Edmondson 2008). Nachteile der distalen Paravertebralanästhesie sind die oftmals nur ungenügende Anästhesie der Bauchwand, weil zum einen in diesem Bereich variable, individuelle Nervenverläufe beobachtet werden, zum anderen noch Fasern des 12. Thorakalnervs an der Versorgung dieses

Gebietes beteiligt sein sollen (Arnold und Kitchell 1957, Dietz und Henschel 1988, Ivany und Muir 2008, Edmondson 2008). Ein Nachanästhesieren im Bereich des ventralen Wundwinkels soll daher oftmals erforderlich sein (Berge und Westhues 1969). Bei sehr fetten Tieren kann es zu Schwierigkeiten im Auffinden der Querfortsätze kommen (Ivany und Muir 2004). Die Durchführbarkeit der distalen Paravertebralanästhesie wird von Cakala (1961) als leichter und sicherer, das Ergebnis zufriedenstellender als bei der von Farquharson (1940) beschriebenen Technik der PPVA angesehen. Gabel (1964) hingegen hält die Technik nach Cakala für schwieriger als die nach Farquharson.

2.2.2 Proximale Paravertebralanästhesie

Die Technik der PPVA erfordert genaue anatomische Kenntnisse der Verläufe der Spinalnerven. Die Vorbereitung des Tieres erfolgt durch Scheren des Fells im Bereich der Rückenlinie und Teilen der rippengestützten Bauchwand sowie der Flanke, danach erfolgt das Desinfizieren dieser Fläche (Farquharson 1940; Gabel 1964; Skarda 1986; Steiner und von Rotz 2003; Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007; Edmondson 2008). Bei der PPVA ist das Operationsfeld größer und daher die für die Vorbereitung benötigte Zeit länger als bei der distalen Paravertebralanästhesie oder der Schnittlinieninfiltration (Gabel 1964).

Die PPVA wurde im Jahr 1940 von Farquharson (1940) erstmals beschrieben. Danach sollten drei Spinalnerven (des Th13, L1 und L2) im Bereich des Austritts aus dem Foramen intervertebrale anästhesiert werden. Als wichtigste anatomische Anhaltspunkte am lebenden Tier nennt Farquharson die beiden ersten Lendenwirbel und die letzte Rippe. Farquharson (1940) beschreibt das Auffinden der Injektionsstellen folgendermaßen: die letzte Rippe soll nach dorsal hin mit dem Zeigefinger palpirt werden. Dort, wo das Gelenk zu spüren ist, befindet sich der erste Injektionspunkt. Dieser liegt ziemlich genau zwei Inches (5,08cm) lateral der Medianen. Damit die Äste der ersten und zweiten Lendennerven genau getroffen werden, wird eine senkrechte Linie zwischen der hinteren Basis der Spinalfortsätze und der Rückenlinie gezogen. Auf dieser Linie muss zwei Inches (5,08cm) nach lateral gegangen werden. Dies erfolgt sowohl auf der linken oder auch rechten Körperseite in Richtung der Enden der Querfortsätze (Farquharson 1940). Es bildet sich somit ein „Gitternetz“ aus der Linie zwischen den linken und rechten Querfortsätzen und den zwei Inches (5,08cm) parallel zur Rückenlinie laufenden Linien. Die Stelle, an der das Lokalanästhetikum deponiert wird, soll in etwa 5cm Tiefe liegen. Als zu verwendende Menge nennt Farquharson (1940) pro

Injektionsstelle 10ml Lokalanästhetikum.

Eine modifizierte Vorgehensweise zum erleichterten Aufsuchen der Knochenpunkte beschreiben diverse Autoren (Ivany und Muir 2004; Hodkinson und Dawson 2007; Muir et al. 2007). Sie orientieren sich dabei vorwiegend an den Querfortsätzen der Lendenwirbel L5 bis L2. Der Querfortsatz des L6 ist nicht zu tasten. Er liegt aufgrund seiner Anatomie in der Tiefe und ist bedeckt mit Muskulatur (Nickel et al. 1992). Der Anästhesierende palpiert daher zunächst den Querfortsatz des L5 und sucht von dort ausgehend den Querfortsatz des L3 auf. Auch der Querfortsatz des L1 ist meist schwierig bis nicht zu fühlen (Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Am dritten Lendenwirbelquerfortsatz beginnt die Anästhesierung. Der Anästhesierende ertastet zunächst die kraniale Ecke des Querfortsatzes des L3. Von dort aus wird eine Linie senkrecht zur Mittellinie des Rückens gezogen. Die Mediane des Tieres wird visuell durch den charakteristischen Haarverlauf oder durch Palpation der Dornfortsätze bestimmt. Die Injektionsstelle befindet sich auf dieser gedanklich gezogenen Linie etwa 5-7cm von der Mittellinie entfernt. Im Fall des dritten Lendenwirbels liegt die Applikationsstelle über dem Abgang des zweiten lumbalen Spinalnervs aus dem Wirbelkanal. An dieser Injektionsstelle wird, je nach Rückendicke, eine ca. 15cm lange Kanüle in die Tiefe geschoben, bis der Kontakt zum Querfortsatz hergestellt ist. Die Injektion erfolgt dann an zwei Stellen. Die größere Menge wird unter dem zwischen den Querfortsätzen verlaufenden Band, dem Lig. intertransversarium (König und Liebich 1999) appliziert, eine etwas kleinere Menge darüber (Muir et al. 2007). Nach anderen Autoren kann man unter- und oberhalb des Lig. intertransversarium auch die gleiche Menge an Lokalanästhetikum verwenden (Farquharson 1940; Berge und Westhues 1969) oder ein kleines Depot direkt über dem Peritoneum setzen und dann den Rest der Menge bis hin zur Subkutis beim Zurückziehen der Kanüle verteilen (Dietz und Henschel 1988).

Bei der Anästhesierung des ersten Lendennervs geht man entsprechend vor, indem man unter Aufsuchen des kranialen Endes des Querfortsatzes die Injektionsstelle bestimmt. Da sich der Querfortsatz des ersten Lendenwirbels häufig schlecht ertasten lässt wird der Abstand der beiden vorhandenen Einstichstellen nach kranial hin abgemessen und dort die Anästhesie des Spinalnervs des Th13 in der für den des L1 und L2 genannten Art durchgeführt (Ivany und Muir 2004; Hodkinson und Dawson 2007). Mehrere Autoren sprechen sich für das Setzen eines kleinen subkutanen Depots an Lokalanästhetikum an den drei Applikationsstellen aus (Hodkinson und Dawson 2007; Edmondson 2008).

Als Vorteile der PPVA gelten, dass sie sicher in der Schmerzausschaltung, aber auch einfach, schnell und mit wenig Lokalanästhetikum auszuführen ist (Farquharson 1940; Muir et al. 2007). Das Operationsgebiet ist in allen Schichten komplett und gleichmäßig anästhesiert (Ivany und Muir 2004). Bei entzündlichen Reaktionen im Bereich der Inzisionslinie in der Flanke oder bei Relaparotomien ist die proximale Paraverteralanästhesie die bessere Alternative (Gabel 1964). Durch das Erschlaffen der Bauchdecke soll dem Operateur ein leichteres Arbeiten möglich sein (Farquharson 1940). Den Vorteil, dass kein reizendes Lokalanästhetikum im Inzisionsbereich vorhanden ist, nennen mehrere Autoren (Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Gabel (1964) misst jedoch anderen Ursachen für Wundheilungsstörungen, wie abgestorbenen Feten bei Kaiserschnitten oder Stoffwechselerkrankungen, größere Bedeutung bei.

Muir et al. (2007) nennen die oben angeführten Vorteile, stellen aber auch Nachteile dieser Technik fest: die Durchführung soll bei fetten Tieren sehr schwierig sein. Die Skoliose in Richtung der Inzision, hervorgerufen durch die Anästhesie der die Rückenmuskulatur versorgenden Spinalnerven, kann störend sein. Es kann dadurch zu Schwierigkeiten beim Wundverschluss kommen. 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 genannt (Dietz und Henschel 1988; Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007).

2.2.3 Segmentale Epiduralanästhesie

Die Technik der „segmentalen Epiduralanästhesie“ findet man in der Literatur auch unter der Bezeichnung „Arthur-Block“. Sie wurde erstmals im Jahr 1948 beschrieben. Hierbei handelt es sich um eine technisch anspruchsvolle Methode des Spinalnervenblocks (Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Dieser Aussage widersprechen allerdings Hiraoka et al. (2007). Ihren Untersuchungen nach gab es keine großen Schwierigkeiten diese Technik zu erlernen und in einer Universitätsklinik zu etablieren (Hiraoka et al. 2007).

Die segmentale Epiduralanästhesie erfolgt durch Applikation eines Lokalanästhetikums, durch den α_2 -Agonisten Xylazin oder einer Kombination aus beiden. Die Applikation erfolgt entweder in den Wirbelspalt zwischen dem ersten und dem zweiten Lendenwirbelkörper oder zwischen 13. Brustwirbelkörper und erstem Lendenwirbelkörper. Ziel ist es, eine große Anzahl von Nervenwurzeln dort zu anästhesieren, wo sie die Dura mater verlassen. Dadurch

kann ein gürtelförmiger anästhesierter Bereich um den Rumpf des Tieres geschaffen werden ohne das Standvermögen zu beeinträchtigen. Während des Injektionsvorgangs muss das Tier ausreichend fixiert werden, damit es nicht zur Verletzung des Rückenmarks kommt (Hiraoka et al. 2007).

Der Hautbereich kaudal zum Dornfortsatz des ersten Lendenwirbelkörpers oder 13. Brustwirbels wird auf beiden Seiten sorgfältig geschoren und steril vorbereitet (Ivany und Muir 2004). Eine kleine Kanüle wird im Bereich der kaudalen Kante des Dornfortsatzes des Lendenwirbels nahe der Zwischenwirbelbänder eingestochen. Dort wird ein subkutanes Depot von 2-4ml eines 2%igen Lokalanästhetikums gesetzt. Dies soll die Schmerzen bei der folgenden Punktion minimieren. Der Zwischenwirbelspalt des ersten und zweiten Lendenwirbels befindet sich 1,5-2cm kaudal zu einer imaginär gezogenen Linie zwischen der Rückenlinie und der kranialen Ecke des Querfortsatzes des zweiten Lendenwirbels. Dort geht der Anästhesierende mit einer Spinalkanüle ein und schiebt sie bis in den Zwischenwirbelspalt vor. Dieser wird aus den Spinalfortsätzen und dem Zwischenwirbelgelenksfortsatz gebildet. Sobald beim Vorschieben ein Widerstand spürbar wird, ist das Zwischenbogenband (Lig. flavum) durchdrungen. Hier befindet sich der Eingang zum Wirbelkanal. Der Einstichwinkel der Kanüle sollte 10-15° in ventromedialer Richtung und die Einstichtiefe 8-12cm betragen. Die Kanüle sitzt richtig, wenn weder Blut noch Zerebrospinalflüssigkeit zu aspirieren ist oder spontan austritt. Bei einer 500 kg schweren Kuh appliziert man 8ml einer 2%igen Lidocain- oder 5ml einer 2%igen Procainlösung. Diese Menge reicht aus, um eine Anästhesie des 13. Thorakalnervs und der ersten und zweiten Lendennervs für eine Dauer von 45-120min zu erreichen (Ivany und Muir 2004; Hiraoka et al. 2007; Muir et al. 2007). Eine nur einseitige Anästhesie kann erreicht werden, wenn die Kanülenspitze bei der Applikation innerhalb des Epiduralraumes über die Mittellinie gebracht wird. Dort werden kleine Volumina an Lokalanästhetikum an den Nervenwurzeln der gegenüberliegenden Seite abgesetzt. Der Anschliff der Spinalkanüle sollte nach kranial zeigen, um einen Abfluss von Lokalanästhetikum nach kaudal zu minimieren. Das Abfließen von Lokalanästhetikum nach kaudal kann einen Verlust der Kontrolle über die Beckengliedmaße mit sich bringen.

Der Vorteil dieser Technik liegt darin, dass nur ein Applikationspunkt benötigt wird. Bei gutem Sitz der Anästhesie kommt es zu einer Muskelrelaxation sowie einer gleichmäßigen Anästhesie der Haut, Muskeln und des Peritoneums. Erhöht man die Konzentration des

Lokalanästhetikums, so wird eine schnellere, länger anhaltende und wirksamere Anästhesie erzielt (Skarda und Muir 1979; Skarda 1986; Ivany und Muir 2004). Für die erfolgreiche Anwendung dieser Technik spielen mehrere Faktoren eine Rolle, einmal das Alter der Tiere, denn die Ligamenta flava verknöchern bei alten Tieren und das Eindringen mit der Kanüle in den Epiduralraum ist nicht mehr möglich (Skarda und Muir 1979). Im Gegensatz dazu wird im Alter die Durchlässigkeit der Dura mater immer größer, so dass das Lokalanästhetikum schneller diffundiert. Eine Konzentration von Lokalanästhetikum von 200µg/ml Zerebrospinalflüssigkeit ist erforderlich, damit eine Reizantwort auf tiefe Nadelstiche im Bereich der Flanke verhindert wird. Nachteile dieser Lokalanästhesietechnik sind der mögliche Verlust der Stehfähigkeit und die potentielle Traumatisierung des Rückenmarks oder das Anstechen venöser Sinus mit nachfolgenden Blutungen (Skarda 1986; Muir et al. 2007).

Beim Pferd wurde eine Studie mit dem Imidazolderivat Detomidin (potenteres α_2 -Mimetikum als Xylazin) durchgeführt (Wiesner und Ribbeck 1999; Frey und Löscher 2002). Hierbei wird festgestellt, dass die segmentale Epiduralanästhesie beim Pferd in keinem Fall eine ausreichende Analgesie für die Laparotomie in der Flanke hervorruft (Seyrek-Intas et al. 2001).

3. Lokalanästhetika

Lokalanästhetika sollten die Eigenschaften der Sterilisierbarkeit, des schnellen Wirkungseintrittes und der ausreichenden Wirkungsdauer besitzen. Die Wirkung muss vollständig reversibel sein, die Arzneimittel dürfen keine System- und Hirntoxizität aufweisen und sollen gut gewebeverträglich sein (Frey und Löscher 2002).

Man teilt alle synthetischen Lokalanästhetika in den Procain- bzw. Estertyp und in den Lidocain- bzw. Amidtyp ein (Wiesner und Ribbeck 1999). Die Grundstruktur besteht immer aus einem polaren und einem apolaren Bestandteil sowie einer Zwischenkette. Diese Eigenschaften sorgen für die Haftung am Wirkungsort. Da im Körper viele Enzyme in Form von unspezifischen Esterasen vorhanden sind, ist die Wirkdauer des Estertypes infolge des schnellen Abbaus nur sehr kurz. Die entstehenden Metaboliten sind nicht mehr wirksam (Frey und Löscher 2002). Dagegen kommt es beim Amid- Typ zu oxidativen Desalkylierungen oder zu Hydroxylierungen. Die daraus entstehenden Produkte sind ihrerseits noch schwach lokalanästhetisch wirksam. Diese Abbauvorgänge sind langsamer als die Spaltung der Ester.

Lokalanästhetika sind infolge ihrer chemischen Struktur lipophil, was ein Eindringen in die Zellen ermöglicht. Dort dissoziieren sie und es bildet sich ein Kation. Dieses Kation hängt sich von innen an die Natriumkanäle und dichtet die Membran der Zelle somit von innen her ab. Aus diesem Grund ist die Nervenzelle nicht mehr depolarisierbar, was zur Folge hat, dass keine Weiterleitung des Reizes mehr möglich ist (Frey und Löscher 2002). In einem entzündeten Gewebe kann diese Wirkung nicht erfolgen, denn dort liegt ein saurer pH Wert vor. Das Lokalanästhetikum dissoziiert daher zum größten Teil bereits vor Eindringen in die Zelle und bleibt wirkungslos (Frey und Löscher 2002).

Der Wirkungseintritt erfolgt bei einer Infiltrationsanästhesie sehr rasch, da der protonierte Teil des Anästhetikums das Nervenende sofort blockiert. Anders ist dies bei der Leitungsanästhesie. Dort wird das Lokalanästhetikum im Bereich eines markumscheideten Nervs appliziert. Die Zeitdauer, bis das Lokalanästhetikum in den Nerv eindringt, kann bei Procain bis zu zehn Minuten dauern (Link und Smith 1956; Frey und Löscher 2002). Lidocain beginnt nach sechs Minuten zu wirken (Link und Smith 1956). Zur Verlängerung der Wirkungsdauer, der Verminderung der Blutungsneigung und der Verhinderung resorptiver Nebenwirkungen können bei Lokalanästhetika Zusätze von Vasokonstriktoren eingesetzt werden. Durch den Einsatz dieser „Sperrkörper“ kann der Abtransport des Lokalanästhetikums vom Wirkungsort verzögert und somit die Wirkungsdauer bis um das Doppelte verlängert werden. Bevorzugt wird Adrenalin in einer Verdünnung von 1:80000 bis 1:200000 zugesetzt (Frey und Löscher 2002). Hierdurch verringert sich auch die Systemtoxizität, die beim Procain schon von vorneherein sehr gering ist (Frey und Löscher 2002). Nebenwirkungen bei Zusatz von Sperrkörpern können Nekrosen im Infiltrations- oder Kapillarbereich von Endstromgebieten sein (Fiedler et al. 2004).

Komplikationen bei der Anwendung von Lokalanästhetika können systemische Nebenwirkungen sein. Als Beispiel sei die Blockade von Neuronen genannt, was zuerst zu einer Dämpfung, dann zu Erregung und zu klonischen Krämpfen führt. Weitere Nebenwirkungen der Lokalanästhetika betreffen das kardiovaskuläre System in Form von Blutdrucksenkung auf Grund starker Vasodilatation sowie Herzarrhythmien (Frey und Löscher 2002).

Die Bedeutung von Procain in der Veterinärmedizin ist durch die Zulassungsbeschränkungen für Lidocain wieder sehr hoch. Die Wirkung von Procain kann je nach Konzentration bis zu zwei Stunden betragen (Frey und Löscher 2002). Bei einer vergleichenden Untersuchung

konnte festgestellt werden, dass Procain bei einer paravertebralen Applikation eine „zufriedenstellende“ Wirkung über eine Dauer von zwei Stunden hervorruft (Link und Smith 1956). Wenn zur Infiltration eingesetzt, beträgt die Wirkungsdauer durchschnittlich 1,6 Stunden (Link und Smith 1956). Die Diffusionseigenschaften von Procain liegen im Vergleich mit anderen Lokalanästhetika - Cyclain, Lidocain, Procain, und Pyribenzamin - an letzter Stelle (Link und Smith 1956).

4. Schmerz

Im Tierschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland steht im §1: „[...] Niemand darf einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen.“. Im weiter unten stehenden vierten Abschnitt zum Thema „Eingriffe an Tieren“ wird festgehalten, dass alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden müssen, um Schmerzen oder Leiden der Tiere zu verhindern (Tierschutzgesetz 2009). Alle Personen, die Verantwortung für Tiere tragen, müssen es als eine humane und ethische Verpflichtung sehen, Schmerzen zu bekämpfen (Robertson 2002; Hudson et al. 2008).

4.1 Physiologie des Schmerzes

Schmerzen sind bei Tieren vor allem an Verhaltensänderungen abzulesen (Robertson 2002). Schmerzen werden von verschiedenen Tierspezies und auch Individuen innerhalb dieser Spezies anders empfunden (Robertson 2002). Bei intensiven, wiederholten und andauernden Schmerzen kommt es zu einer Sensibilisierung. Diese Sensibilisierungen stellen keinen sinnvollen Mechanismus mehr dar (Robertson 2002; Hudson et al. 2008; Henke et al. 2008). Daher ist in solchen Fällen eine präventive Analgesie indiziert. Unbehandelte Schmerzzustände führen oft zu Gewichtsverlust, Muskelatrophie und respiratorischen Erkrankungen (Robertson 2002).

4.2 Schmerzäußerungen von Rindern

Beim Rind kann zwischen allgemeinen und besonderen Anzeichen des Leidens unterschieden werden (Feist et al. 2008). Zu den allgemeinen Zeichen gehören Zähneknirschen, aufstützen des Flotzmauls und ein bestimmter Gesichtsausdruck (Dirksen et al. 1990; Rademacher 2003; Feist et al. 2008; Hudson et al. 2008). Anzeichen für anhaltende Schmerzen sind beim Rind im Stehen und im Liegen unterschiedlich. Im Stehen können ein sich-Umsehen zum Bauch, ein Herüberlegen und Andrücken des Schwanzes, ein Anheben und Schlagen mit dem

Hinterbein, Scharren mit dem Vorderbein und häufiges Absetzen von Kot und Urin als Schmerz gewertet werden (Dirksen et al. 1990). Stöber nennt in diesem Buch weitere abnorme Verhaltensweisen wie Trippeln, hin- und her treten, Schlagen mit dem Hinterbein und Stöhnen (Dirksen et al. 1990). Wichtig ist, dass die/der untersuchende oder beurteilende Tierärztin/Tierarzt immer Änderungen im Verhalten und in der Haltung in ihrer/seiner Beobachtung erfasst und sie mit in ihre/seine Beurteilung einbezieht (Dirksen et al. 1990; O'Callaghan 2002; Feist et al. 2008).

4.3 Schmerzbeurteilung

Die Beurteilung von Schmerzen beim Rind setzt das Bewusstsein des Betrachters voraus, dass Schmerzen vorhanden sein können (Underwood 2002). Diese können vom Untersuchenden entweder subjektiv eingeschätzt oder auch nach Skalen beurteilt werden. Bei letzteren handelt es sich um sogenannte numerische Schmerzbewertungstabellen, in denen die Schmerzen einem Schweregrad zugeordnet werden, oder um visuelle Analogskalen, bei denen auf einer Linie zwischen „kein Schmerz“ und „unerträgliche Schmerzen“ ein Punkt festgelegt wird. Das große Manko dieser Schmerzbeurteilungsskalen ist, dass viele Parameter, die die Intensität von Schmerz beschreiben sollen, nie überprüft wurden (Holton et al. 2001). Ursprünglich wurden diese Skalen zur Schmerzbeurteilung in der Humanmedizin für Patienten die sich nicht äußern können (z.B. Säuglinge, Kleinkinder oder Demenzkranke) entwickelt. Die Schmerzbeurteilung wird von mehreren Autoren beim Rind als schwierig bezeichnet (Underwood 2002; Feist et al. 2008; Otto 2008). Es kommt immer auf den Beurteilenden an, der die Signale des Tieres deuten muss (Underwood 2002; O'Callaghan 2002).

4.4 (Präoperative) Analgesie

Die medikamentelle Schmerzbekämpfung soll den Heilungsprozess beschleunigen (Müller 2007). In einer Untersuchung zur Rekonvaleszenz von Kühen nach Omentopexie konnte festgestellt werden, dass Tiere, die vor der Operation eine einmalige Dosis von 2,2mg/kg Körpermasse Flunixin-Meglumin intravenös verabreicht bekommen, bereits kurz nach der Operation eine bessere Futteraufnahme, Pansenmotorik und Wiederkauverhalten als die Kontrollgruppe zeigen, die ohne Analgetikum blieb (Gieseler et al. 2008). Die Gabe von Schmerzmitteln bringt den Tieren einen Vorteil durch verbessertes Wohlbefinden (Feist et al. 2008). Ähnliches kann bei der Kastration von Kälbern festgestellt werden. Vergleicht man

Tiere, die eine Lokalanästhesie erhalten hatten mit Tieren, denen Ketoprofen (3mg/kg) appliziert worden war, zeigen die Tiere mit systemischer Analgesie weniger oft abweichende Körperhaltungen und einen geringeren Gewichtsverlust (Ting et al. 2003). Die präventive Gabe von Analgetika bei voraussichtlich eintretenden Schmerzen vermeidet ein Schmerzgedächtnis bzw. die Entwicklung eines pathologischen Schmerzes (Anderson und Muir 2005; Gieseler et al. 2008; Henke et al. 2008).

5. Sedation

Die Sedation der Rinder bei der Laparotomie wird kontrovers diskutiert. Es überwiegen in der neueren Literatur die Meinungen über die positiven Effekte einer leichten Sedation mit Xylazin (Anderson und Muir 2005; Muir et al. 2007). Als Nachteil wird ein etwaiges Niedergehen des Tieres angesprochen und die Schwierigkeit, dass Xylazin bei ruhigen Tieren geringer dosiert werden muss als bei sehr widerspenstigen oder nervösen Tieren. Bei Letzteren kann von einer Sedation nicht abgesehen werden (Edmondson 2008). Eine Garantie, dass ein Tier bei der Operation stehen bleibt, gibt es nicht (Chevalier und Provost 2004; Abrahamsen 2008). Der Vorteil der Sedation liegt in einer verbesserten Effizienz, da der Operateur in Ruhe und Sicherheit arbeiten kann (Ivany und Muir 2004; Abrahamsen 2008). Das Tier ist weniger gestresst und erträgt die Manipulationen gleichmütiger (Chevalier und Provost 2004).

Einen Unterschied in der Wirkung macht die jeweilige Applikationsart des Xylazins. Bei einer intravenösen Gabe kommt es zu einer schnelleren, intensiveren Wirkung und zu einer besseren Analgesie als bei einer intramuskulären Applikation. Bei der subkutanen Injektion besteht das geringste Risiko, dass das Tier niedergeht (Abrahamsen 2008). Auch die epidurale Gabe des Xylazins verringert den intraoperativen Stress des Tieres deutlich (Chevalier und Provost 2004).

III Patienten und Methoden

1. Vorerhebungen

Vor Beginn der Untersuchung erfolgte das Versenden eines kurzen Fragebogens. Der Fragebogen wurde an 250 Tierärztinnen und Tierärzte geschickt, deren Adressen von der Bayerischen Landestierärztekammer zur Verfügung gestellt wurden. Die Rinderpraktiker wurden zu der von ihnen bei Laparotomien genutzten Anästhesietechnik befragt. Der versendete Brief beinhaltete ein Anschreiben, den Fragebogen mit drei Fragen und ein adressiertes, frankiertes Rückkuvert. Versendet wurde dieser Brief Mitte November 2007. Bis zum Januar 2008 kamen 78 Fragebögen (31,2 %) zurück.

2. Patienten

Die eigenen Untersuchungen erfolgten an 100 Rindern, die an der Klinik für Wiederkäuer der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München einer Laparotomie unterzogen und stationär behandelt wurden. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich vom 12.12.2007 bis 26.2.2009. Die Patientenzahl wurde aufgrund von Überlegungen zur statistischen Aussagekraft festgelegt. Die Zuteilung von jeweils 50 Patienten zu der einen oder der anderen Anästhesiemethode erfolgte durch ein Zufallsverfahren. Dazu wurde beim ersten Patienten ein Münzwurf durchgeführt. Vorher wurde festgelegt, dass bei „Zahl“ die PPVA, bei „Kopf“ die modifizierte Schnittlinieninfiltration (MSI) durchgeführt werden sollte. Die Anästhesie aller weiteren Patienten erfolgte dann immer alternierend. Die Befunde wurden stets durch die Autorin der vorliegenden Dissertation erhoben.

2.1 Rasseverteilung

Entsprechend dem Einzugsbereich der Klinik für Wiederkäuer waren die Rassen Deutsches Fleckvieh, Deutsches Braunvieh, Deutsche Schwarzbunte (Holsteins) und Kreuzungsrassen vertreten (Abbildung 4).

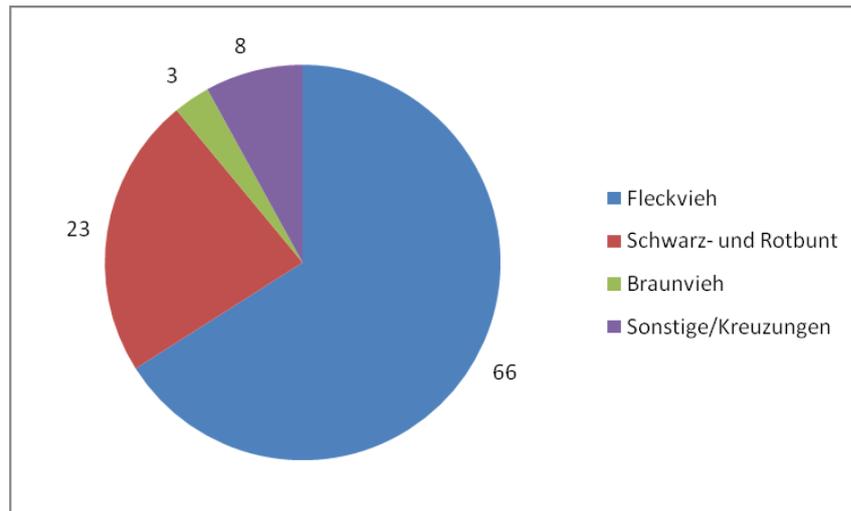


Abbildung 4 Rassenverteilung im Untersuchungszeitraum An der Untersuchung beteiligte Rinder.

An der Klinik für Wiederkäuer waren in den der Untersuchung vorausgehenden 12 Monaten in der gleichen Alterskategorie 78% Fleckvieh-, 13% Schwarz- und Rotbunte und 6% Braunviehrinder vertreten. Spezialrassen und Kreuzungsrassen nahmen einen Anteil von 3% ein.

2.2 Beurteilung der Körperkondition

Das Körpergewicht wurde nur bei 37 Tieren durch Wiegen bestimmt, der Body Condition Score (BCS) als wichtiges Kriterium für die Durchführbarkeit der Lokalanästhesien jedoch bei allen 100 Patienten. Die Beurteilung des BCS erfolgte anhand dem Schema nach (Edmonson et al.1989), modifiziert durch Metzner et al. (1993) sowie Schäfers (2000) (Abbildung 6a und 6b). Die Abschätzung des BCS wurde zunächst an 10 Patienten der Rinderklinik und an 80 Rindern eines Betriebs unter Anleitung geübt, bevor es an den Patienten der vorliegenden Untersuchung angewendet wurde.

	NOTE	Dornfortsätze	Verbindungsline Dorn- zu Querfortsätzen	Querfortsätze	Übergang zur Hungergrube
HOCHGRADIG ABGEMAGERT (kachektisch)	1.00	treten stark hervor, 'sägezahnähnlich'	tief eingesenkt	> 1/2 sichtbar	deutlicher Sims, eingesunken
	1.50				
	2.00	einzeln erkennbar	deutlich eingesenkt	1/2 Länge sichtbar	vorstehender Sims
KNOCHEN-VORSPRÜNGE GUT SICHTBAR	2.50			1/2 - 1/3 Länge sichtbar	
	3.00	deutlich hervorstehende Rückenlinie		1/3 - 1/4	mäßig vorstehend
	3.50	Dornfortsätze undeutlich, weiche Rückenlinie	leicht konkave Linie	< 1/4 sichtbar	kaum vorstehend
KNOCHEN-VORSPRÜNGE ANGEDEUTET	4.00	Dornfortsätze nicht erkennbar, Rückenlinie flach	leichte Neigung	Querfortsätze angedeutet	deutliche Leiste
	4.50		fast waagrecht	deutliche Leiste	Querforts. nicht einzeln sichtbar
	5.00	Dornfortsätze von Fettauflage verdeckt	abgerundet (konvex)	glatte, runde Kante	in Fettauflage verschwunden
HOCHGRADIG VERFETTET	5.00				nicht vorstehend
					vorgewölbt

Abbildung 5a (Teil I) Schema nach Schäfers (2000), aufbauend auf den Einteilungen von Edmonson et al. (1989) und der Modifikation nach Metzner et al. (1993).

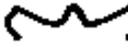
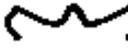
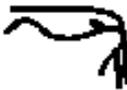
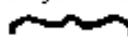
Hüftböcker	Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüft- & Sitz- beinhöcker	Bereich zwisch. Hüftböckern	Beckenausgangs- grube
		völliger Fleischverlust	extrem ingesunken	scharf, V-förmig Knochen stark hervortretend
				rund, U-förmig. Knochen hervortretend
		sehr ingesunken		
		dünne Fleischauflage	deutlich ingesunken	erste Anzeichen von Fett
				
		ingesunken	mäßig ingesunken	angedeutet, Knochen weich
		leicht ingesunken	leicht ingesunken	
		angedeutet	flach	ausgefüllt, Knochen abgerundet
		flach		
		abgerundet	abgerundet	ausgefüllt mit Fettfalten Knochen im Fett ingesunken
				

Abbildung 6b (Teil 2) Schema nach Schäfers (2000), aufbauend auf den Einteilungen von Edmonson et al. (1989) und der Modifikation nach Metzner et al. (1993).

Bei allen Tieren der vorliegenden Untersuchung erfolgte eine Beurteilung der Körperkondition. Insgesamt waren 63 Tiere, die der Laparotomie unterzogen wurden, gut genährt (BCS 2,75-3,5), 25 Patienten waren mager (BCS < 2,5) und zwölf Tiere wiesen eine mastige Körperkondition (BCS 3,75-4,25) auf. Bei beiden Anästhesietechniken waren annähernd gleich viele Tiere jeder Körperkondition vertreten (Abbildung 6).

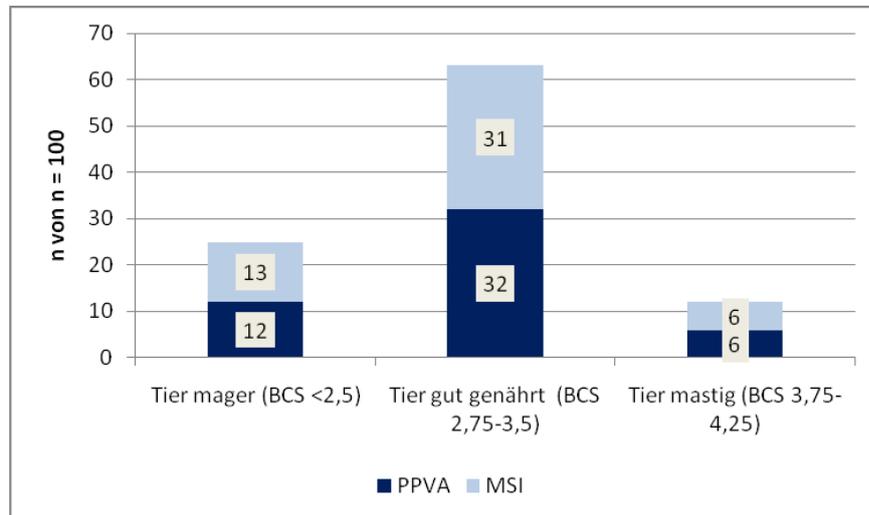


Abbildung 6 BCS Beurteilung und Verteilung auf die beiden Anästhesietechniken.

2.3 Altersverteilung

Die Patienten wurden in zwei Altersgruppen eingeteilt, und zwar in junge Tiere im Alter bis 3,5 Jahren und in ältere Tiere über einem Alter von 3,5 Jahren (Abbildung 7).

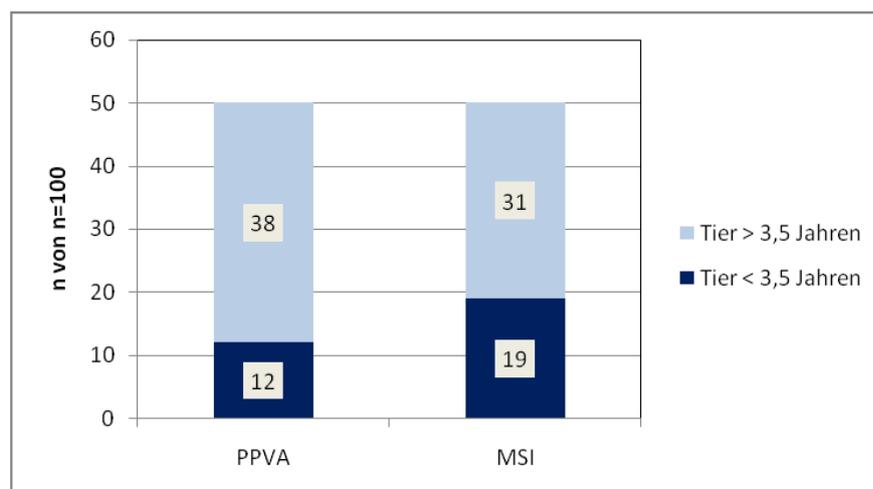


Abbildung 7 Zusammensetzung der Altersgruppen und ihre Verteilung auf PPVA und MSI.

Das jüngste in die Untersuchung einbezogene Rind war 1,4 Jahre, das älteste 12,2 Jahre alt. Insgesamt waren 31 Tiere der vorliegenden Untersuchung bis 3,5 Jahre alt und 69 Tiere älter als 3,6 Jahre. In der Gruppe der Tiere, die unter PPVA operiert wurden, waren mehr ältere, in der MSI-Gruppe mehr jüngere Tiere vertreten.

2.4 Diagnosen

Die Patienten wurden nach Einstellung in der Klinik gemäß Rosenberger untersucht (Dirksen et al. 1990). Bei allen 100 Patienten wurde im Anästhesieprotokoll die klinische Verdachtsdiagnose festgehalten (Abbildung 8).

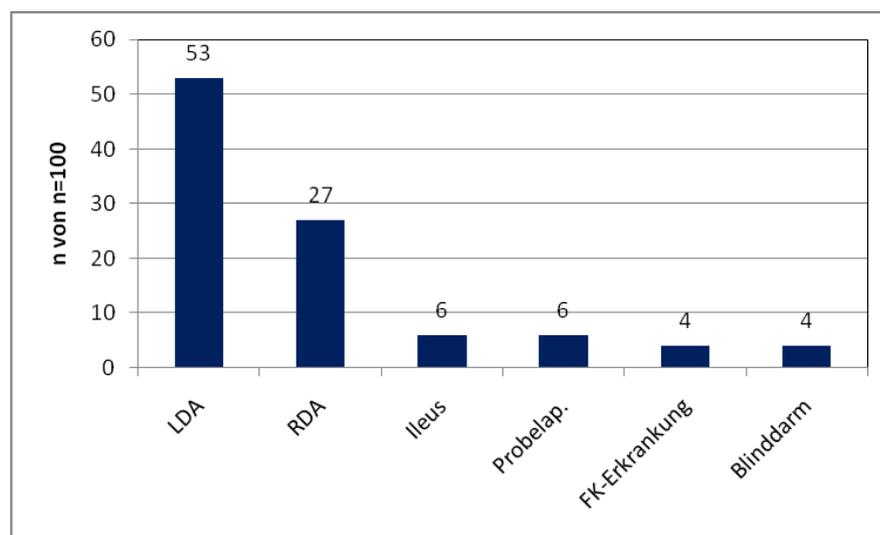


Abbildung 8 Verdachtsdiagnosen/Operationsvorbereitungen vor der Laparotomie.
 LDA=linksseitige dislocatio abomasi, RDA=rechtsseitige dislocatio abomasi, FK-Erkrankung=Reticuloperitonitis traumatica, Probelap.=Diagnose unklar, Probelaparotomie, Blinddarm=Blinddarmlslokation oder -dilatation.

Am häufigsten lautete die Verdachtsdiagnose „Labmagenverlagerung“ (80 Tiere). In 53 Fällen wurde der Verdacht auf eine linksseitige, bei 27 Tieren auf eine rechtsseitige Labmagenverlagerung geäußert. Bei einer weiteren Kuh mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung war gleichzeitig eine Torsio uteri vorhanden, die in der gleichen Sitzung behoben wurde („sonstige intraoperative Handlung“). Bei den übrigen 20 Tieren wurde ein Ileus-Geschehen (6), eine Blinddarmproblematik (4) oder eine Fremdkörpererkrankung (4) vermutet (Abbildung 8). Unklar war die Diagnose bei sechs Patienten, die einer Probelaparotomie unterzogen wurden. Bei zwei Tieren wurde im Verlauf der Probelaparotomie eine prophylaktische Omentopexie vorgenommen.

2.5 Begleiterkrankungen

Neben den Erkrankungen, aufgrund derer die Laparotomie durchgeführt wurde, wurden auch weitere Erkrankungen der Tiere erfasst. Diese Erkrankungen lagen schon vor der Laparotomie und somit auch vor der Anästhesierung vor. Bei je 48 Tieren der jeweiligen Anästhesieform wurde ein Harn-Schnelltest zur Ketonkörperbestimmung durchgeführt. Bei der PPVA wurde bei 25 Tieren ein Farbausschlag des Teststicks ersichtlich, bei der MSI war dies bei 24 Tieren der Fall.

Angaben zum Bewegungsapparat lagen bei 88 Tieren vor. Dabei zeigte sich, dass 66 Tiere (75%) Veränderungen im Bereich der Klauen aufwiesen. Darunter waren 32, die an schmerzhaften Erkrankungen wie Rehe, hochgradigen Stallklauen oder Sohlengeschwüren litten. An einer Endometritis waren 24 Tiere, jeweils 12 Tiere bei jeder Anästhesieform, erkrankt. Eutererkrankungen konnten bei insgesamt 31 Tieren festgestellt werden: An einer klinischen Mastitis waren 13 Tiere erkrankt, zwei Tiere wiesen eine Thrombophlebitis der Eutervene auf und bei sechs Tieren lagen Veränderungen an einer Zitze vor. Geburtsverletzungen wurden bei fünf Tieren diagnostiziert. Bei zwei Tieren waren subkutane Abszedierungen und bei einem Tier eine Schwanzspitzennekrose festzustellen.

2.6 Ausschlusskriterien

Aus der Studie ausgeschlossen wurden Tiere, die aufgrund ihres schlechten Allgemeinbefindens ein hohes Maß an Desinteresse für ihre Umwelt zeigten (moribunde Tiere). Dazu zählten auch Kühe, bei denen eine Sectio caesarea notwendig war. Diese Tiere befanden sich bei Einlieferung in die Klinik schon längere Zeit erfolglos in den Wehen, waren im Allgemeinbefinden deutlich beeinträchtigt und schienen indolent.

Auch Tiere, bei denen schon einmal eine Laparotomie in der Flanke durchgeführt worden war, wurden aus der Untersuchung ausgeschlossen. Bei diesen Probanden war nicht auszuschließen, dass es aufgrund von Verwachsungen, Vernarbungen oder veränderter Nervenversorgung zu stark abweichenden Ergebnissen hinsichtlich der Schmerzreaktionen kommen würde. Die Einschätzung des Allgemeinbefindens und die Entscheidung, ob das Tier in die Erhebung einfließen sollte, fielen nach der allgemeinen und speziellen Untersuchung der Tiere nach Rosenberger (Dirksen et al. 1990).

3. Fixation der Tiere

Zur Laparotomie wurden die Rinder in einem stationären oder in einem fahrbaren Zwangsstand fixiert (Abbildung 9). Der stationäre Zwangsstand konnte durch Verschieben seiner horizontalen Elemente an die Größe des Patienten angepasst werden. Der fahrbare Zwangsstand war weniger genau an die Größe der Patienten anzupassen.



Abbildung 9 Kuh im stationären, verstellbaren Zwangsstand (links) und fahrbarer, aber weniger verstellbarer Stand (rechts).

Im Zwangsstand wurden die Tiere mit einem Strickhalfter festgebunden und bekamen eine Halskette angelegt. Bei Tieren, die wenig an den Umgang mit Menschen gewohnt waren und Nervosität oder Unwillen zeigten, wurde eine Augenblende verwendet. Vor der Operation wurde jedem Tier ein Vergrittungsgeschirr angelegt und bei Anwendung der PPVA als Vorsichtsmaßnahme bis zum nächsten Tag am Tier belassen. Damit sollte einem intra- und postoperativen Ausgrätschen vorgebeugt werden.

4. Prämedikation

Vor Beginn der Laparotomie wurden 98 Tiere mit dem nicht steroidalem Antiphlogistikum Flunixin (1,1mg pro kg KGW, Flunidol®, CP-Pharma, Burgdorf, Deutschland) behandelt. Die Applikation erfolgte entweder subkutan oder intravenös. Zwei Tiere, die schon vor der Operation wegen einer Klauenerkrankung behandelt worden waren, erhielten das nicht steroidale Antiphlogistikum Ketoprofen (3mg pro kg KGW, Romefen®, Merial, Hallbergmoos, Deutschland), ebenfalls entweder subkutan oder intravenös.

5. Durchführung der Anästhesie

Anästhesiert werden durfte jeweils nur mit der zufallsbestimmten Anästhesietechnik. Als Lokalanästhetikum wurde stets Procain (Procasel 2%, Selectavet Dr. Otto Fischer GmbH, Weyarn-Holzolling, Deutschland) verwendet. Nach dem Setzen der jeweiligen Anästhesie wurde mindestens zehn und höchstens 20min gewartet, bevor die erste Backhausklemme für die Abdeckung des Operationsfeldes gesetzt wurde und die Operation begann.

5.1 Durchführung der proximalen Paravertebralanästhesie

Ausgehend vom sicher zu lokalisierenden fünften Lendenwirbelquerfortsatz wurde der dritte Lendenwirbelquerfortsatz durch Abtasten der Querfortsätze aufgesucht. Der Bezugspunkt für die Einstichstelle war die kraniale Ecke seines Querfortsatzes. Von dort aus wurde gedanklich eine Linie senkrecht zur Medianen des Rückens gezogen. Die mittig liegende Rückenlinie wurde visuell anhand des charakteristischen Haarverlaufs oder durch Palpation der Dornfortsätze bestimmt.



Abbildung 10 PPVA: Aufsuchen des kranialen Randes des rechtseitigen zweiten Lendenwirbelquerfortsatzes und Ziehen der Linie zur Medianen. Der Daumen der rechten Hand zeigt die Lage des Applikationspunktes an.

Die Applikationsstelle befand sich auf der gedachten Senkrechten zur Medianen, etwa 5-7cm von der Mittellinie entfernt. Das Aufsuchen dieses Applikationspunktes erfolgte wie in Abbildung 10 für den zweiten Lendenwirbelquerfortsatz gezeigt. Im Fall des L3 und seines

Querfortsatzes lag die Einstichstelle in etwa über dem Abgang des zweiten lumbalen Spinalnervs aus dem Wirbelkanal. Das entsprechende Vorgehen erfolgte am Querfortsatz des L2 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 (Abbildung 11). Am Ende dieser Strecke lag der Einstichpunkt zur Anästhesie des 13. Thorakalnervs.

Nach dem Festlegen der Einstichstellen wurde an jeder dieser Applikationsstellen ein kleines subkutanes Hautdepot gesetzt. Diese Injektionen erfolgten mit Hilfe von kleinen dünnen Injektionskanülen der Größe 20G oder 21G. Begonnen wurde mit dem Applikationspunkt des zweiten Lendennervs, gefolgt von den Applikationspunkten für den des L1 und des Th13. Danach folgte die Applikation in die Tiefe. Die 12cm lange und 1,2mm dicke Kanüle wurde im 90-Grad-Winkel zur Hautoberfläche in Richtung des Zwischenraums zwischen den Querfortsätzen vorgeschoben. Damit die Eindringtiefe richtig erkannt werden konnte, wurde mit der Spitze der Kanüle die kraniale Kante des Querfortsatzes aufgesucht, dann weiter in die Tiefe vorgeschoben, bis das Lig. intertransversarium durchstoßen war. An dieser Stelle wurde ein Depot des Lokalanästhetikums abgesetzt.



Abbildung 11 PPVA: Abmessen der Strecke zwischen den Einstichstellen für die Spinalnerven L2 und L1. Diese Strecke wird zum Auffinden des Th13 nach kranial versetzt.

Die richtige Position der Kanüle konnte folgendermaßen gesichert werden: Der Anästhesierende schob die Kanüle so weit in die Tiefe vor, bis die Bauchhöhle erreicht war.

Das Erreichen der Bauchhöhle konnte durch Aufbringen von einigen Tropfen Lokalanästhetikum auf den Konus der Kanüle festgestellt werden. Sobald das Lokalanästhetikum eingesogen wurde hatte die Kanülenspitze die Bauchhöhle erreicht. Das Zurückziehen der Kanüle um 1-1,5cm machte das Absetzen des oben genannten Depots an Lokalanästhetikum unter dem Lig. intertransversarium möglich. Beim Zurückziehen der Kanüle wurde ein weiteres Depot an Lokalanästhetikum über dem Lig. intertransversarium appliziert. Damit konnte der sich dort befindende dorsale Ast des Spinalnervs anästhesiert werden. Als Anhaltspunkt des Volumens an Procainlösung galten bei den Hautdepots 5ml und bei den jeweiligen Segmentalnerven 40- 50ml Procainlösung (Procasel 2%,) pro Applikationsstelle.

5.2 Durchführung der modifizierten Schnittlinieninfiltration

In der Klinik für Wiederkäuer der Ludwig-Maximilians-Universität München wird traditionell eine Modifikation des „L-Blockes“ in Kombination mit der Schnittlinieninfiltration eingesetzt. Sie ist nicht in der Literatur beschrieben und wird im Folgenden als „modifizierte Schnittlinieninfiltration“ (MSI) bezeichnet. Diese Methode soll die Vorteile beider Techniken - einfache Anwendung und sichere Schmerzausschaltung - vereinen. Verwendet werden in der Klinik für Wiederkäuer wiederverwendbare Kanülen der Firma Hauptner-Herberholz (Solingen, Deutschland) mit einer Länge von 140mm und einem Durchmesser von 1,8mm.

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 den Querfortsätzen der Lendenwirbel gebildeten Dreieck (ca. 5-7cm) je nach Größe der Hungergrube. Damit die Injektionskanüle leichter eingeführt werden konnte, wurde zuerst mit einer Kanüle mit einem Durchmesser von 2,5mm und einer Länge von 65mm die Haut perforiert.



Abbildung 12 Dorsaler Applikationspunkt der MSI, mit angelegtem Querringel des umgekehrten L-Blockes.

Von dort aus applizierte man das Lokalanästhetikum (nicht fächerförmig) nach kaudal, kaudoventral und ventral in die Unterhaut und die tieferen Muskelschichten (Friedrich und Lorch 2007) (Abbildung 12). Die distale Hälfte der Schnittlinie wurde von einem zweiten ventralen Einstichpunkt aus anästhesiert.



Abbildung 13 MSI: Vom dorsalen Einstichpunkt nach kaudoventral gerichtete Kanüle bei MSI.

Zum Auffinden dieser Einstichstelle (Abbildung 14) maß man vom dorsalen Einstichpunkt aus etwa zwei Kanülenlängen nach ventral ab. Vom distalen Einstichpunkt ausgehend wurde das Lokalanästhetikum nach dorsal und ventral entlang der Schnittlinie zuerst subkutan, dann in die tieferen Schichten auf eine Länge von etwa 25cm injiziert. Dies erfolgte in der Art der oben beschriebenen Schnittlinieninfiltration.



Abbildung 14 Ventraler Applikationspunkt der MSI. Die Spitze der Kanüle erreicht den Bereich des schon durch die dorsale Applikationsstelle infiltrierten Gewebes.

Im Fall einer Omentopexie nach Dirksen (2006) wurde von dieser Einstichstelle aus zusätzlich ein subkutanes Depot im Bereich des zu setzenden Perlonknopfs appliziert. Als Richtmaß wurden 160ml Procainlösung für die gesamte Durchführung der MSI angegeben. Das Volumen der Procainlösung konnte durch den jeweiligen Anästhesierenden individuell variiert werden.

5.3 Anästhesierende

Die vorliegende Untersuchung ging von der Annahme aus, dass die Wirksamkeit der Anästhesie unabhängig vom durchführenden Anästhesierenden war, solange unerfahrene Tierärztinnen und Tierärzte entsprechend angeleitet wurden. Insgesamt waren 17 verschiedene Tierärztinnen und Tierärzte an dieser Untersuchung beteiligt, die zwischen einmal und 22mal eine Anästhesie durchführten (Abbildung 15).

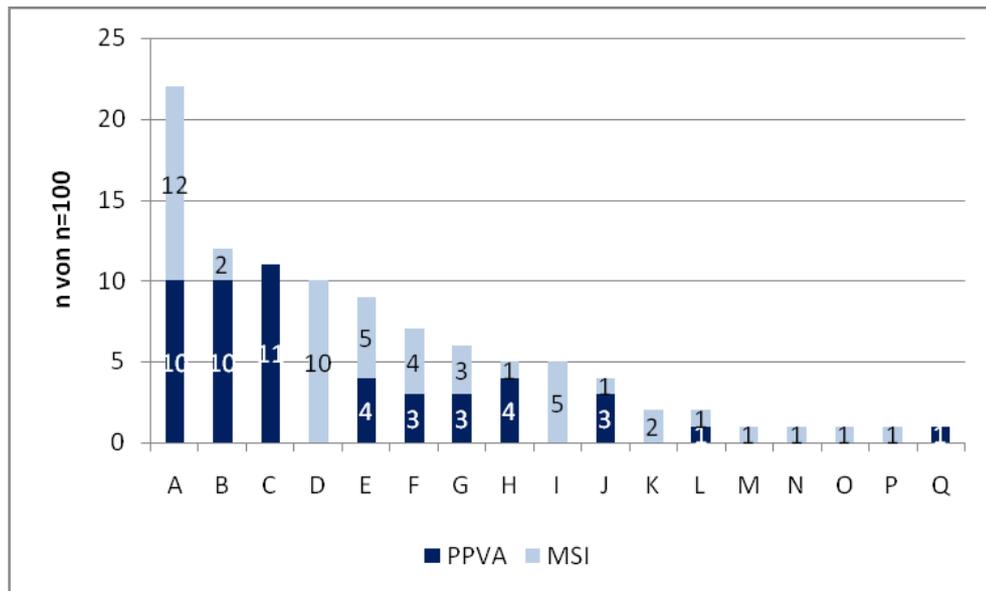


Abbildung 15 Beteiligte Anästhesierende (A-Q) und ihr Anteil an den beiden Anästhesietechniken.

Sieben Anästhesierende führten nur die MSI durch, davon vier Personen nur jeweils einmal. Zwei Tierärzte führten nur die PPVA durch. Alle anderen Anästhesierenden führten beide Techniken aus.

6. Operationen

Als Beginn der Operation zählte das Setzen der ersten Backhausklemme zum Befestigen der Abdeckung des Operationsfeldes, als Ende das Abdecken der Hautnaht mit einem Wundspray.

6.1 Eröffnen der Bauchhöhle

Der Hautschnitt erfolgte bei allen Operateuren mit dem Skalpell. Die Durchtrennung des M. obliquus externus abdominis erfolgte zuerst mit dem Skalpell, das weitere Eröffnen erfolgte mittels Knie- oder Metzenbaumschere. Die Durchtrennung des M. obliquus internus abdominis wurde unterschiedlich gehandhabt. In der ersten Variante erfolgte sie initial mit dem Skalpell und danach mit der Knie- oder Metzenbaumschere. Als zweite Möglichkeit wurde der Muskel in Faserrichtung stumpf mit den Fingern getrennt und weiter mit Knie- oder Metzenbaumschere geschnitten. Der M. transversus abdominis wurde entweder durch Trennen der Muskeln mit den Fingern stumpf eröffnet oder mit der Knie- oder Metzenbaumschere geschnitten. Der M. transversus abdominis und die tiefe Rumpffaszie

wurden in Faserrichtung des Muskels durchtrennt. Die Eröffnung und Durchtrennung des Peritoneums erfolgte nach Fixation mit einer oder zwei großen Klemmen mittels Knie- oder Metzenbaumschere.

6.2 Intraoperative Handlungen

6.2.1 Manipulation und Fixation des Labmagens

Lag eine Labmagenverlagerung vor (n=80), wurden entweder die Omentopexie nach Dirksen (2006) durchgeführt, das Netz oder der Pylorus in den ventralen Wundwinkel eingenäht oder das pylorusnahe große Netz mit Haltefäden an Peritoneum und Muskelschichten fixiert. Der Vorgang des Rückverlagerns des Labmagens und die Omentopexie selbst wurden als intraoperative Manipulationen gesondert hinsichtlich der Reaktionen beurteilt. Weil bei zwei Tieren mit einer Probelaparotomie zusätzlich eine Omentopexie durchgeführt wurde, beläuft sich die Gesamtzahl der Labmagenfixationen auf 82 (Abbildung 16).

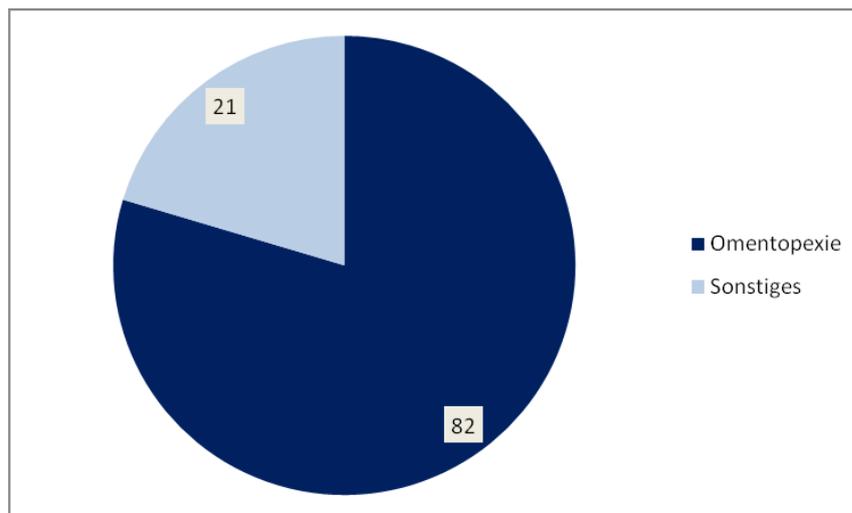


Abbildung 16 Intraoperative Handlungen (n=103).

6.2.2 Intraoperative Handlungen bei den übrigen Operationen

Spezielle Handlungen während der übrigen Operationen, wie Leberbiopsien, Hervorlagern des Dünndarmes, Blinddarmes oder Pansens sowie das Weitermassieren von koaguliertem Blut fielen unter den Begriff „sonstige intraoperative Tätigkeiten“ („Sonstiges“ in Abbildung 16). Die Operationen bei Verlagerungen und/oder Torsionen des Blinddarmes wurden im Untersuchungszeitraum wie bei Dirksen (2006) beschrieben durchgeführt. Die vier Rumenotomien erfolgten mit dem Weingart-Instrumentarium. Bei einer Kuh, die eine Labmagenverlagerung und eine Torsio uteri aufwies, wurden die Reaktionen bei Retorsion des Uterus als intraoperative Manipulation getrennt erfasst. Die Zahl der „sonstigen intraoperativen Handlungen“ beläuft sich deswegen auf 21.

6.3 Verschluss der Bauchhöhle

Nach Beendigung des operativen Eingriffs folgte die Naht des Peritoneums und des M. transversus abdominis, entweder in zwei Schichten oder in einer Schicht. Die zweischichtige Naht setzte sich zusammen aus einer fortlaufenden Matratzennaht auf deren Wundkamm ohne zwischenzeitliches Knoten eine Kürschnernaht gesetzt wurde. Die einschichtige Naht bestand aus einer Kürschnernaht. Die Mm. obliquus internus und externus abdominis wurden nach Wahl des jeweiligen Operateurs einzeln oder zusammengefasst adaptiert. Als Nahttechnik kam dabei immer die Kürschnernaht zum Einsatz. Der weitere Verschluss der Wunde erfolgte durch eine Unterhautnaht in Matratzentechnik. War die Wunde durch das Nähen der Muskulatur schon gut adaptiert, so wurde in zwölf Fällen vom Operateur auf eine Unterhautnaht verzichtet. Der Hautverschluss erfolgte in 62 Fällen mit einer Reverdin-Naht, in 37 Fällen mit U-Heften und einmal mit einer Intrakutannaht.

6.4 Operateure

Alle an der Klinik für Wiederkäuer tätigen Tierärztinnen und Tierärzte wurden an der Durchführung der Operationen beteiligt. Auch hier wurde davon ausgegangen, dass der gleiche Standard durch die Ausbildung oder die Anleitung durch erfahrene Operateure gegeben war. Dabei wurden keine expliziten Festlegungen hinsichtlich der Technik des Eröffnens der Bauchhöhle, der Operationstechnik und dem Wiederverschluss der Bauchhöhle getroffen.

Insgesamt waren an der Untersuchung 15 verschiedene Operateure beteiligt, die zwischen einmal und 19mal eine Laparotomie durchführten (Abbildung 17).

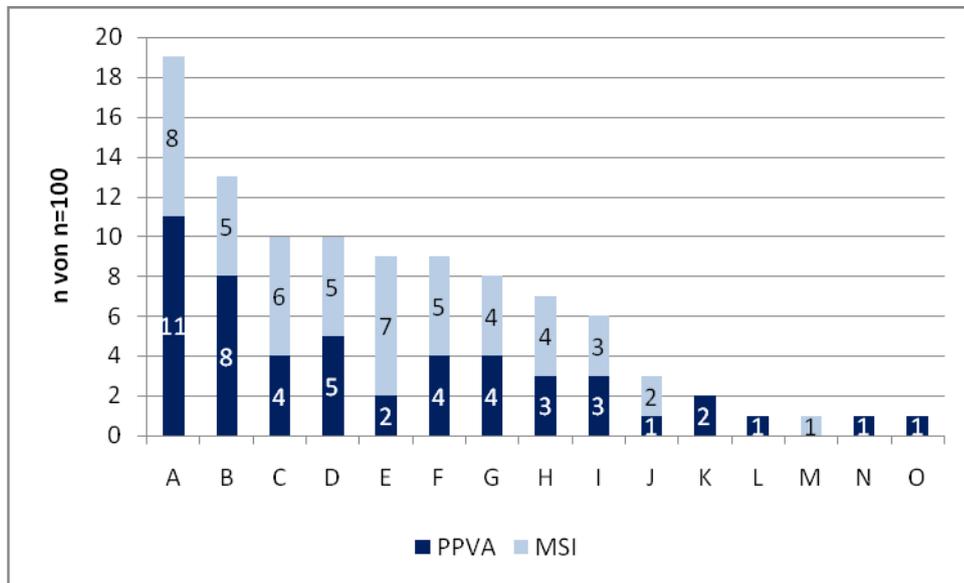


Abbildung 17 Beteiligte Operateure (A-O) und ihr Anteil an den beiden Anästhesietechniken.

7. Nachdosierung und Sedation

Im Falle von zu starken Abwehrreaktionen der Tiere wurde mit Procain 2% durch Infiltration nachdosiert (Abbildung 18). Eine Nachdosierung erfolgte bei neun Tieren.

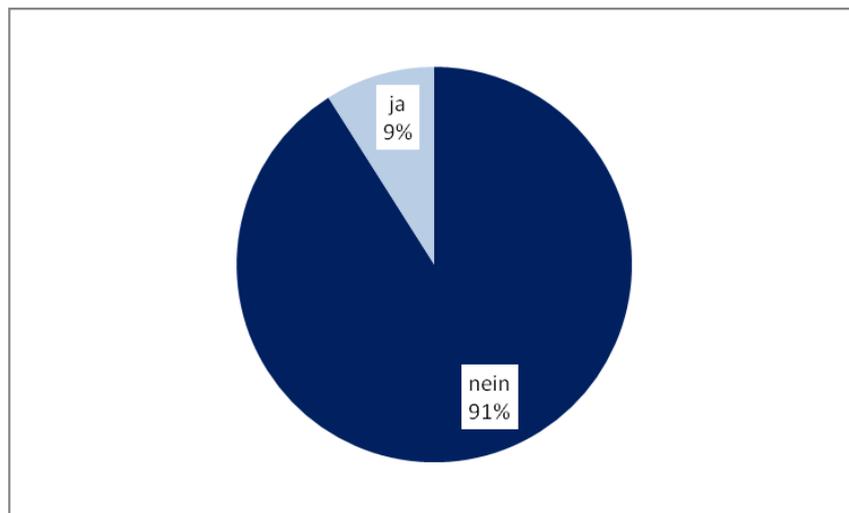


Abbildung 18 Anteil der Laparotomien, bei denen nachdosiert wurde. Dabei wurde sechs Mal bei der PPVA und drei Mal bei der MSI nachdosiert.

Eine Sedation der Tiere mit Xylazin wurde bei zwei von 100 Tieren durchgeführt.

8. Datenerhebung

8.1 Anästhesieprotokoll

In diesem Protokoll waren mehrere Teilprotokolle enthalten. Zunächst wurden das Verhalten und der Zustand des Tieres vor Beginn der Operation sowohl im Stall als auch im Zwangsstand erfasst (Tabelle 1). Des Weiteren erfolgte -als wichtigster Bestandteil -die Beurteilung der Reaktionen des Tieres auf das Setzen der Lokalanästhesie. Hierbei wurden sieben vorgegebene Reaktionen auf jeden einzelnen Schritt der jeweiligen Anästhesietechnik erfasst. Unter Punkt 7, „sonstige Reaktionen“, wurden von den vorgegebenen Kriterien abweichende Verhaltensäußerungen notiert. Darunter fielen Reaktionen wie Kopfschlagen, Zittern, Aufkrümmen des Rückens, Anlehnen und andere mehr. Weiterhin wurden die Erfahrung des Anästhesierenden und seine subjektive Beurteilung der Schwierigkeit des Setzens der jeweiligen Anästhesie („leicht/nicht leicht“) festgehalten. Die benötigte Menge an Lokalanästhetikum wurde vermerkt, genauso wie der Einfluss der Anästhesie auf das Stehvermögen des Tieres.

Tabelle 1 Einteilung der Verhaltensweisen der Patienten sowie Einschätzen der Erfahrung der Anästhesierenden.

Verhalten im Stall und Zwangsstand	apathisch	ruhig	unruhig	nervös
Reaktionen auf Setzen der Anästhesie	0= keine Reaktion	1= leichtes Haut- oder Muskelzucken	2= deutliches Muskelzucken	3= Trippeln/Unruhe
	4= Abwehrbewegungen, Schlagen mit dem Bein gegen die Stange	5= Vor- und Zurückgehen	6= Ausbruchversuch/ Niedergehen	7= sonstige Reaktionen
Erfahrung des Anästhesierenden	<15 Tiere = keine Erfahrung	15-49 Tiere= mäßige Erfahrung	>50 Tiere= viel Erfahrung	

Die Erfahrung des Anästhesierenden erfasste nur die Erfahrung mit genau dieser durchgeführten Anästhesietechnik, nicht die allgemeine Berufserfahrung oder das Geschick der jeweiligen Person. Die Personen mit mäßig und viel Erfahrung wurden zusammengefasst und den Tierärzten mit wenig Erfahrung in der jeweiligen Anästhesietechnik gegenübergestellt (Abbildung 19, Abbildung 20).

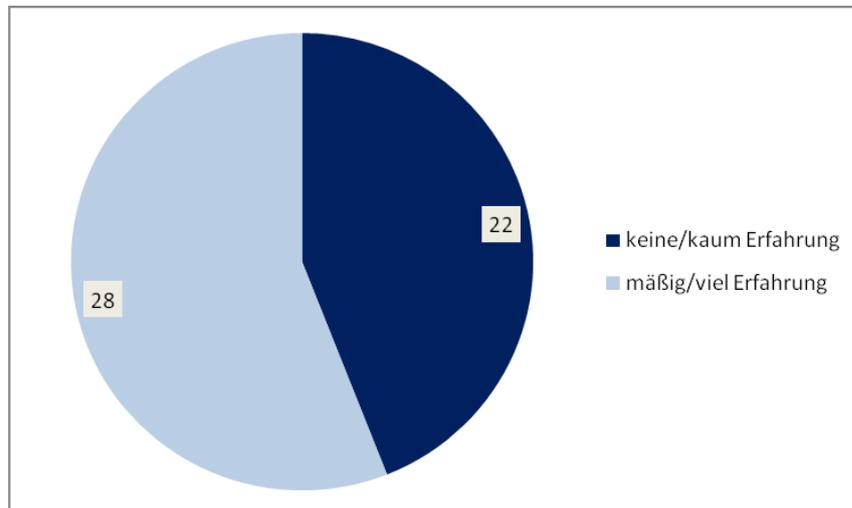


Abbildung 19 Anzahl der durchgeführten PPVAs durch Anästhesierende mit keiner/kaum Erfahrung: n=22 und mit mäßig/viel Erfahrung n=28.

Bei den PPVAs wurde etwas mehr als die Hälfte, bei den MSIs zwei Drittel der Anästhesien von erfahrenen Tierärztinnen und Tierärzten durchgeführt.

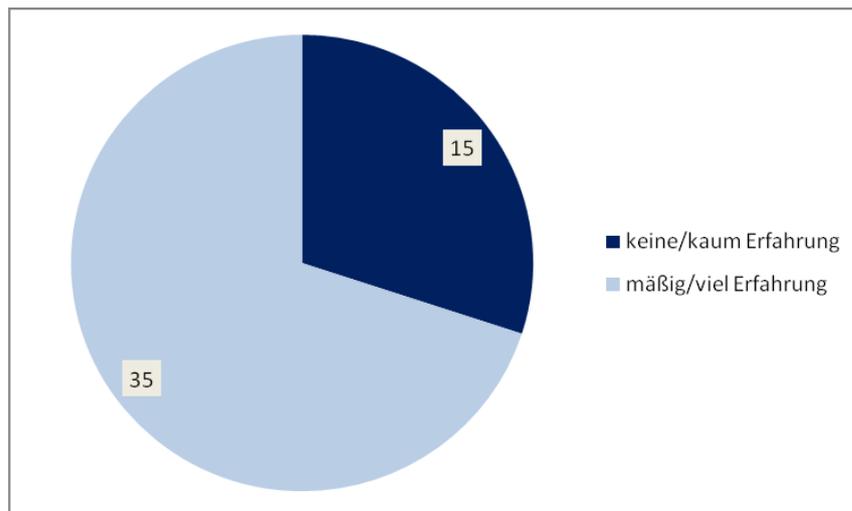


Abbildung 20 Anzahl der Durchgeführten MSIs durch Anästhesierende mit keiner/kaum Erfahrung: $n=15$ und mit mäßig/viel Erfahrung $n=35$.

Die Zeitdauer der Durchführung der Anästhesie wurde gemessen vom Einstich an der ersten Applikationsstelle bis zum Ablegen der Kanüle nach der letzten Applikation.

8.2 Operationsprotokoll

In diesem umfangreicheren Datenblatt wurden die Schmerzreaktionen im Verlauf der Operation festgehalten. Daneben wurden die Dauer der Operation, die Technik und die verwendeten Nahtmaterialien erfasst. Die Reaktionen der Kühe auf die einzelnen Schritte des Eröffnens und Verschließens der Bauchhöhle und die einzelnen Phasen der Operation wurden anhand der in Tabelle 2 gezeigten Reaktionen bewertet.

Tabelle 2 Einteilung der Verhaltensweisen der Patienten auf das Eröffnen/Verschließen der Bauchhöhle bzw. auf die Bauchhöhlenexploration [in Klammern].

Reaktionen auf Eröffnen und Verschließen der Bauchhöhle bzw. Exploration	0= keine Reaktion	1= leichtes Haut- oder Muskelzucken [bei Bauchhöhlenexploration: leichtes Stöhnen]	2= deutliches Muskelzucken [bei Bauchhöhlenexploration: starkes Stöhnen]	3= Trippeln/Unruhe
	4= Abwehrbewegungen, Schlagen mit dem Bein gegen die Stange	5= Vor- und Zurückgehen	6= Ausbruchversuch/ Niedergehen	7= sonstige Reaktionen

Dieses Schema entspricht mit Ausnahme der Bauchhöhlenexploration dem Bewertungsschema im Anästhesieprotokoll. Bei der Exploration der Bauchhöhle wurde anstatt des „geringgradigen Hautzuckens“ oder „deutlichen Muskelzuckens“ eine andere Reaktionsäußerung, nämlich „leichtes Stöhnen“ oder „starkes Stöhnen“, registriert.

In Tabelle 3 sind alle Reaktionen der Tiere aufgeführt, die bei allen 100 Fällen dokumentiert wurden. Diese im Operationsprotokoll vorgegebenen Reaktionen wurden in nicht sicher allein auf Schmerzen zurückzuführende „unspezifische“ sowie in mit großer Wahrscheinlichkeit auf Schmerzen zurückzuführende „spezifische“ Reaktionen unterteilt (Tabelle 3). Dabei wurden die Reaktionsweisen 1-3 als „unspezifische“ und die Reaktionsweisen 4–6 der als „spezifische“ Reaktionen gewertet. Haut- oder Muskelzuckungen wurden als nicht sicher spezifisch gewertet, weil sie auch durch andere Reize als durch Inzision oder Manipulation (beispielweise Juckreiz) ausgelöst werden konnten. Trippeln und Unruhe konnten ebenso wie Stöhnen auch von Schmerzen im Bewegungsapparat oder im gerade nicht untersuchten Bauchraum herrühren.

Tabelle 3 Einteilung der Reaktionen in „unspezifische“ und „spezifische“ Reaktionen.

als unspezifisch bewertete Reaktionen	als spezifisch bewertete Reaktionen
1=leichtes Haut- oder Muskelzucken	4=Abwehrbewegungen, Schlagen mit dem Bein gegen die Stange des Zwangsstandes
2=deutliches Muskelzucken	5=Vor- und Zurückgehen
3=Trippeln/Unruhe [Stöhnen]	6=Niedergehen

Bei den ersten 32 Patienten wurden viele weitere Verhaltensweisen die auf Schmerzen hindeuteten beobachtet. Deswegen wurden bei den nachfolgenden 68 Tieren detailliertere Aufzeichnungen gemacht. Dabei wurde insbesondere festgehalten, an welchen Orten, wie oft, und mit welcher Intensität Schmerzen gezeigt wurden. Anhand dieser feineren Einteilungen der Reaktionen erfolgte eine Kategorisierung der Reaktionen in eine Zehner-Skala (Tabelle 4a und 4b)

Bei einer Bewertung der Reaktion mit dem Grad 0 durfte das Tier keinerlei Reaktion während der durchgeführten Handlung zeigen. Erreichte das Tier die Bewertung mit Grad 1 oder Grad 2, so zeigte es unspezifische Anzeichen die nicht in Zusammenhang mit den Manipulationen des Anästhesierenden oder des Operateurs stehen mussten, also auch keine Aussage hinsichtlich Schmerzen zuließen. Die Grade 3 und 4 beschrieben Hinweise auf Anzeichen von

Schmerzhaftigkeit, die wiederum durch die individuellen Eigenschaften des Tieres beeinflusst sein konnten. Diese Grade ließen Rückschlüsse auf eine gewisse Schmerzhaftigkeit der durchgeführten Manipulationen zu. Zeigte das Tier deutliche Anzeichen von Unwillen und Abwehr, so wurde es mit den Graden 5 oder 6 bewertet. Diese Grade wurden als eindeutige Hinweise auf Schmerzen gewertet. Starke Schmerzen (Grad 7 bis 10), die nicht mit dem Tierschutz zu vereinbaren waren, wurden in der vorliegenden Arbeit nicht erreicht. Sie wurden frühzeitig durch die Applikation von zusätzlichem Lokalanästhetikum unterbunden.

Tabelle 4a (Teil 1) Einteilung der Reaktionen in Gradzahlen. Grün=guter Sitz der Anästhesie, gelb=mäßiger Sitz der Anästhesie, rot=inakzeptabler Zustand.

keine Anzeichen	unspezifische Anzeichen	wiederholt unspezifische Anzeichen	leichte Anzeichen	wiederholt leichte Anzeichen
Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
keinerlei Reaktion	leichtgradiges Haut- oder einmaliges Muskelzucken	wiederholtes Muskelzucken	dauerndes Muskelzucken	-
-	Trippeln unabhängig von Manipulation und nur an einer Stelle	ab und zu Trippeln	ständig Trippeln	ab und zu Vor- und Zurückgehen
-	-	einmaliges Schlagen in mäßiger Intensität	Abwehr mäßig und/ oder langsam und nur in einem Teil der Wunde	Abwehr mäßig und/ oder langsam im ganzen Wundbereich
-	-	-	einmaliges Schlagen beim Setzen der Backhausklemme	zweifach Schlagen oder Vor- und Zurückgehen beim Setzen der Backhausklemmen
-	-	-	-	-
-	-	ab und zu leichtes Stöhnen	dauerndes leichtes Stöhnen oder ab und zu starkes Stöhnen	starkes Stöhnen
-	Zittern, Kopfschlagen, Schwitzen, oder Anlehnen	nur an einer Stelle der Wunde vor und zurückgehen, sonst keine Reaktion	-	-
-	ggr. Unruhe oder Brummen	Unruhe, ab und zu Zähneknirschen	deutliche Unruhe, Zähneknirschen, ab und zu vor und zurückgehen	Unruhe und Stöhnen

Tabelle 4b (Teil 2) Einteilung der Reaktionen in Gradzahlen. Grün=guter Sitz der Anästhesie, gelb=mäßiger Sitz der Anästhesie, rot=inakzeptabler Zustand.

deutliche Anzeichen	wiederholt deutliche Anzeichen	starke Anzeichen	wiederholt starke Anzeichen	heftige Anzeichen	wiederholt heftige Anzeichen
Grad 5	Grad 6	Grad 7	Grad 8	Grad 9	Grad 10
-	-	-	-	Niedergehen und zeitweise liegenbleiben	Niedergehen mit Maulatmung
-	-	Tier geht nieder und steht wieder auf	Tier geht mehrmals nieder und steht wieder auf	-	Zusammenbrechen im Schock
schnellere Abwehr oder Schlagen im Wundbereich	Ständig heftige Abwehr oder Schlagen gegen die Stangen des Zwangsstandes	-	-	Befreiungsversuche	panisches Treten mit anschließendem Zusammenbrechen
-	-	-	-	-	-
einmal springen	mehrmals nach vorne springen	vor und zurück springen oder stürmen	unablässiges vor und zurück stürmen	springen über die Fixation mit 1 oder 2 Beinen	Ausbrechen
wiederholtes starkes Stöhnen	-	-	-	-	-
-	-	-	-	ab und zu Brüllen	dauerndes Brüllen oder Schreien
-	-	-	-	Anzeichen von Panik	-

8.3 Wundprotokoll

Die Wundheilung wurde anhand eines Protokolls am fünften postoperativen Tag nach den in Tabelle 5 genannten Kriterien beurteilt. Zu diesem Zeitpunkt sollten mögliche Unterschiede zwischen den Anästhesiemethoden erfasst werden.

Tabelle 5 Beurteilung der Laparotomiewunde am Tag fünf nach der Operation.

Adspektion	unauffällig	Schwellung bis 1/3 der Wunde	Schwellung bis 2/3 der Wunde	Schwellung von mehr als 2/3 der Wunde	Nahtdehiszenz
Palpation	unauffällig	fluktuierend	derb	emphysematös	
Wärme und Dolenz	unauffällig	vermehrt warm	geringgradig dolent	hochgradig dolent	
Schall-perkussion	physiologisch	tympanisch	dumpf fluktuierend	dumpf aufgrund Schwellung	
Klassifikation Wundheilung	o.B.	geringgradige Störung	mittelgradige Störung	hochgradige Komplikation	Komplikation mit infauster Prognose

Insgesamt konnten diese Daten von 68 Tieren erhoben werden, die übrigen Rinder wurden entweder vor diesem Termin nach Hause entlassen, verstarben oder wurden eingeschläfert.

8.4 Protokollführung

Alle Protokolle wurden von der Verfasserin der vorliegenden Untersuchung ausgefüllt. Dies erfolgte nach einer Einarbeitungsphase in die Anästhesiemethoden und in den Operationsablauf. Die Beurteilung der Schmerzhaftigkeit bei Operationen wurde mit anderen Mitarbeitern der Klinik abgeglichen. Nach dieser Einarbeitungszeit wurden die Protokolle erstellt und nicht mehr modifiziert. Zusätzliche Beobachtungen wurden jedoch festgehalten und flossen in die Ergebnisse und Auswertungen mit ein (siehe 8.2. Operationsprotokoll).

9. Statistische Methoden

Die Dateneingabe erfolgte durch Eingabe der Handprotokolle in das Programm „Data entry builder 4.0 für SPSS“. Die Datenblätter wurden eigens für die vorliegende Arbeit erstellt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Computerprogramms SPSS für Windows in der Version 16.0. Zur Anwendung kamen der Chi-Quadrat-Test in der nach Yates korrigierten Form oder der exakte Test nach Fisher. Des Weiteren wurde das relative Risiko

(RR) berechnet, außer für die Vergleiche zwischen den Anästhesieformen, bei denen die OR (odds ratio) ermittelt wurde, da ihre Auswertung einer Fall-Kontroll-Studie entsprach. Bei Zahlenwerten erfolgten die Berechnung eines Mittelwertes und der Medianen, das Erstellen von Boxplots und das Berechnen mittels Mann-Whitney-U-Test. Ein signifikanter Unterschied lag vor, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner oder gleich dem Signifikanzniveau war. Letzteres wurde in der vorliegenden Studie auf 5% festgelegt. Ein tendenzieller Unterschied lag vor, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,1$ betrug.

IV Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum wurden 111 Operationen dokumentiert. Elf Fälle mussten ausgeschlossen werden: bei vier Tieren wurde die Operation aufgrund aussichtloser Prognose abgebrochen und die Rinder wurden noch im Operationsaal euthanasiert. Sieben Tiere waren zum Teil Jahre zurückliegend schon in der gleichen Flanke einer Laparotomie unterzogen worden. Die fehlenden Fallzahlen wurden mit weiteren Patienten aufgefüllt, bis vollständige Datensätze für 100 Tiere (50 Tiere für jede Anästhesietechnik) zur Auswertung vorlagen.

Insgesamt konnten 88 der 100 Patienten durchschnittlich neun Tage (mindestens einen Tag, höchstens 25 Tage) in der Klinik untersucht werden. Zwölf Tiere mussten nach der Operation euthanasiert werden, jeweils sechs in der PPVA- und in der MSI-Gruppe. Bei 68 der 88 überlebenden Patienten war eine Beurteilung der Wunde am Tag 5 möglich. Vor dem Tag 5 post operationem wurden 20 Tiere von ihren Besitzern abgeholt.

1. Auswertung der Fragebögen

Von den verschickten 250 Fragebögen waren 55 (22%) auswertbar (Tabelle 6). In den befragten Praxen wurden vorwiegend Infiltrationstechniken durchgeführt. Insgesamt 60 (73%) der genannten Anästhesietechniken entfielen auf die Schnittlinieninfiltration, die Schnittlinieninfiltration kombiniert mit umgekehrtem L-Block und dem umgekehrtem L-Block allein. Paravertebralanästhesien wurden nur von 13 Praxen (16%) durchgeführt. Diese Prozentzahlen ergeben sich durch die Möglichkeit von Mehrfachnennungen.

Von den Tierärztinnen und Tierärzten wurde ein breites Spektrum an Operationen genannt, wobei die Korrektur von Labmagenverlagerungen und die diagnostische Laparotomie am häufigsten vertreten waren.

Die Wirksamkeit der Anästhesie schätzten 46 (85%) der befragten Tierärztinnen und Tierärzte zu 80% bis 100% ein, acht (15%) gingen davon aus, dass ihre Anästhesie nur zu 50 bis 70% wirksam war. Die Tierärzte gingen also davon aus, dass hier die Tiere nur eine Schmerzausschaltung von ca. 50% erfuhren, nicht die erhoffte komplette Schmerzausschaltung.

Tabelle 6 Auswertung des Fragebogens: Fragen, Antworten und Anzahl der Nennungen durch die Tierärztinnen und Tierärzte.

Frage:	Antwortmöglichkeiten	Anzahl (Mehrfachnennungen möglich)
Aufgrund welcher Indikation (außer der Sectio caesarea) führen Sie eine Laparotomie durch?	Labmagenverlagerung	23
	diagnostische Laparotomie	17
	Ileuszustände	4
	Fremdkörpererkrankung	3
	Blinddarkerkrankung	4
Welche Anästhesieformen führen Sie durch?	Infiltration der Schnittlinie	41
	Infiltration und L-Block	14
	umgekehrter L-Block	5
	proximale Paravertebrale	5
	distale Paravertebrale	8
	segmentale Epidurale	7
	Akupunktur	2
Als wie sicher schätzen Sie die Wirksamkeit Ihrer Anästhesie ein?	50%-70%	8
	80%-90%	37
	90%-100%	9

2. Schmerzzeichen bei der Durchführung der Lokalanästhesie

2.1 Reaktionen bei der Durchführung der modifizierten Schnittlinieninfiltration

Bei 49 von 50 Tieren wurde mit einer dicken Kanüle die Haut an der dorsalen und ventralen Applikationsstelle vorgestochen. Das Tier, bei dem die Haut nicht vorgestochen wurde, wurde nicht in die Beurteilung der Schmerzreaktionen auf das Setzen der Anästhesie mit einbezogen. Sowohl das Vorstechen als auch die Applikation des Lokalanästhetikums lösten Schmerzreaktionen aus.

2.1.1 Dorsaler Applikationspunkt

Am dorsalen Applikationspunkt der MSI zeigten 29 Tiere während des Vorstechens deutliche, als spezifisch bewertete Anzeichen von Schmerzen (Tabelle 3, Abbildung 21). Bei 16 Tieren waren Anzeichen geringerer Ausprägung, die als unspezifisch bewertet wurden, zu sehen. Nur vier Kühe blieben ohne jegliche Reaktion ruhig stehen.

Die nachfolgende Applikation des Lokalanästhetikums vom dorsalen Injektionspunkt war für 25 Tiere deutlich schmerzhaft. Bei 16 Patienten konnten unspezifische Reaktionen beobachtet werden, bei acht Tieren war keine Reaktion festzustellen (Abbildung 21).

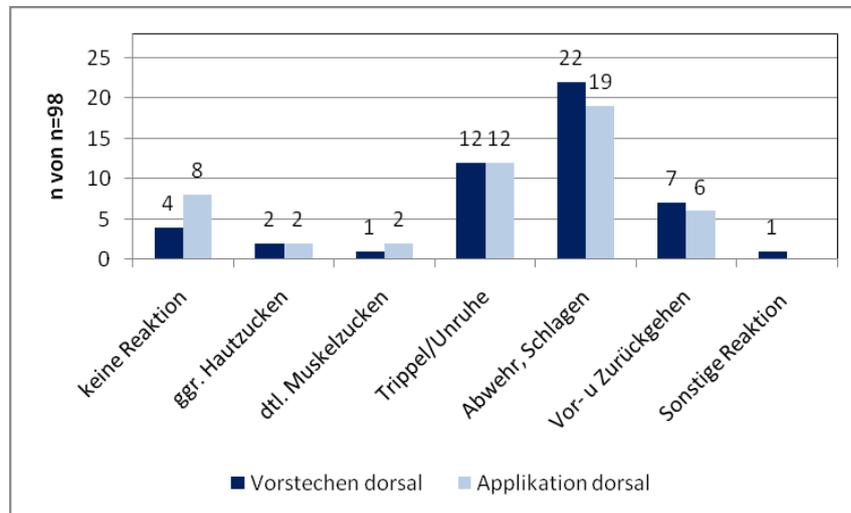


Abbildung 21 Schmerzzeichen beim Vorstechen und bei der Applikation des Lokalanästhetikums am dorsalen Applikationspunkt der MSI.

Insgesamt– wenn als unspezifisch und als spezifisch bewertete Reaktionen zusammengefasst und verglichen wurden– zeigten beim Vorstechen des oberen Applikationspunktes 45 Tiere eine Reaktion. Bei der nachfolgenden Applikation des Lokalanästhetikums reagierten noch 41 Tiere (Abbildung 22).

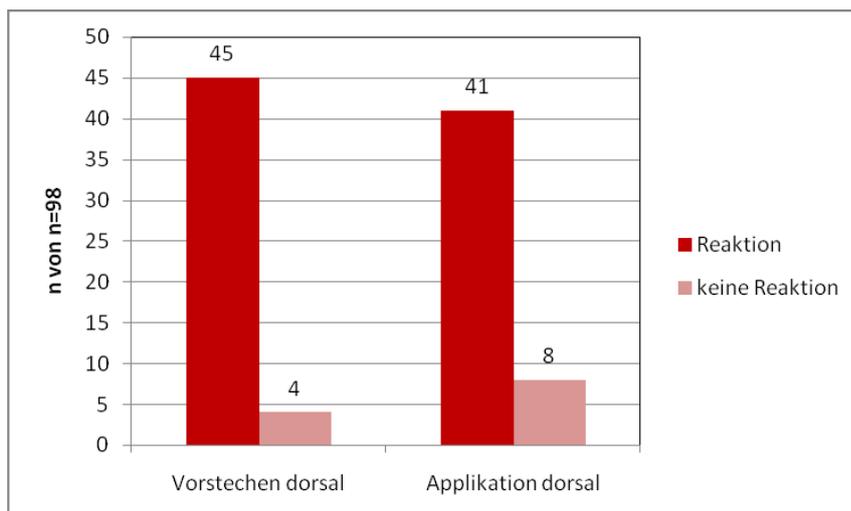


Abbildung 22 Vorstechen und Applikation des Lokalanästhetikums am dorsalen Applikationspunkt. Vergleich der Tiere mit und ohne Reaktion.

Zwischen Vorstechen und Applikation gab es keinen signifikanten Unterschied ($p=0,335$).

2.1.2 Ventraler Applikationspunkt

Beim Vorstechen des ventralen Applikationspunktes zeigten 29 Tiere für Schmerz spezifisch bewertete Verhaltensweisen (Tabelle 3, Abbildung 23). Bei 15 Tieren waren unspezifische Anzeichen zu sehen, fünf Tiere blieben während des Vorstechens ohne jegliche Reaktion.

Die nachfolgende Applikation vom ventralen Injektionspunkt in das umliegende Gewebe war für 25 Tiere deutlich schmerzhaft. Bei 11 Patienten konnten unspezifische Reaktionen beobachtet werden und bei 13 Tieren war keine Reaktion auf die Applikation des Lokalanästhetikums festzustellen (Abbildung 23).

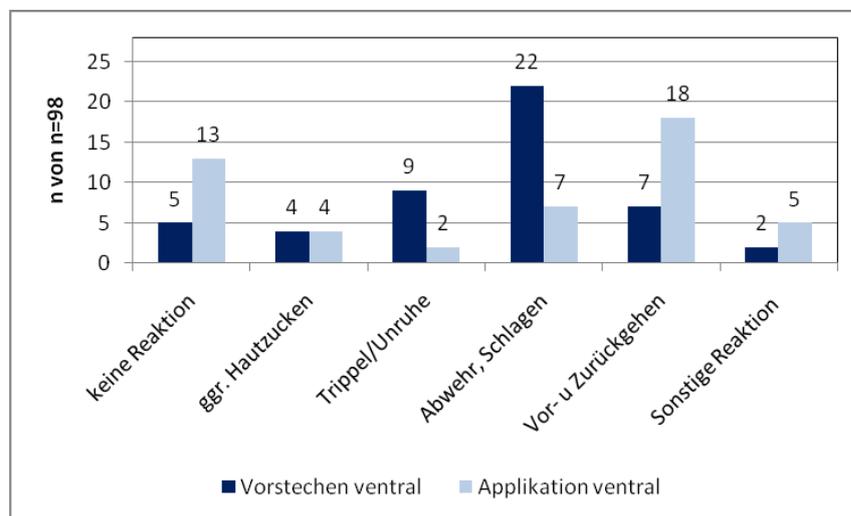


Abbildung 23 Schmerzzeichen beim Vorstechen und bei der Applikation des Lokalanästhetikums am ventralen Applikationspunkt der MSI.

Insgesamt zeigten beim Vorstechen des oberen Applikationspunktes 44 Tiere und bei Applikation des Lokalanästhetikums 36 Tiere eine Reaktion. Alle beobachteten unspezifischen und spezifischen Reaktionen wurden hierbei zusammengefasst (Abbildung 24).

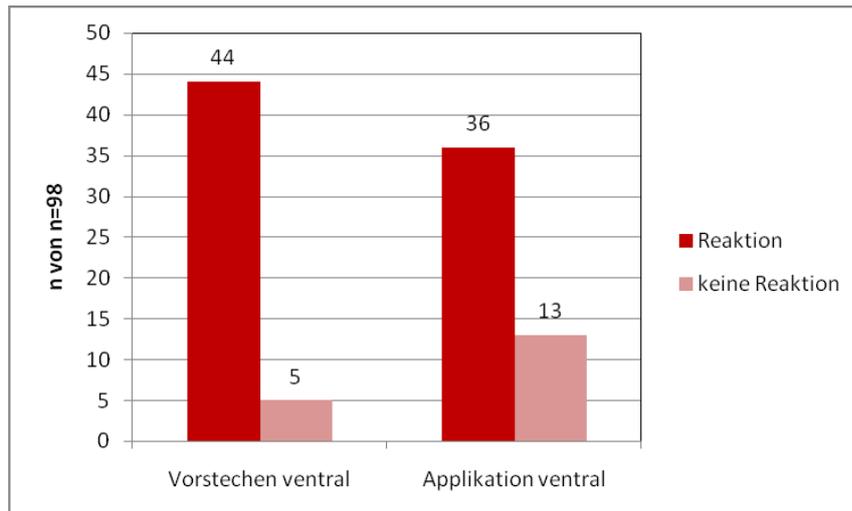


Abbildung 24 Vorstechen und Applikation des Lokalanästhetikums am ventralen Applikationspunkt. Vergleich der Tiere mit und ohne Reaktion.

Zwischen den Reaktionen auf das Vorstechen und denen auf die Applikation waren keine statistisch signifikanten Unterschiede festzustellen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier beim Vorstechen des ventralen Applikationspunktes eine Reaktion zeigte, war nur tendenziell größer als die Wahrscheinlichkeit dort bei der Applikation des Lokalanästhetikums zu reagieren ($p=0,068$).

2.2 Reaktionen bei der Durchführung der proximalen Paravertebralanästhesie

Bei der Durchführung der PPVA wurden in 43 von 50 Fällen die Applikationspunkte vor der eigentlichen Leitungsanästhesie mit einem 5ml Depot Lokalanästhetikum in der Kutis und Subkutis anästhesiert. Sieben Tieren, bei denen kein Depot gesetzt worden war, wurden nicht in den Vergleich der Reaktionen auf das Setzen der Anästhesie mit einbezogen.

2.2.1 Lokalanästhesie der Haut und Leitungsanästhesie des zweiten Lendennervs

Beim Einstich der Kanüle und dem Setzen eines Hautdepots am Applikationspunkt für den zweiten Lendennerv („Vorstechen“) zeigten 16 Tiere als spezifisch bewertete Schmerzzeichen, 23 Tieren reagierten mit unspezifischen Anzeichen und vier Tiere zeigten keinerlei Reaktion (Abbildung 25). Die Applikation der Leitungsanästhesie für den zweiten Lendennerv war für 10 Tiere deutlich schmerzhaft. Bei 18 Patienten konnten unspezifische, bei 15 Tieren keinerlei Reaktionen auf die Applikation festgestellt werden.

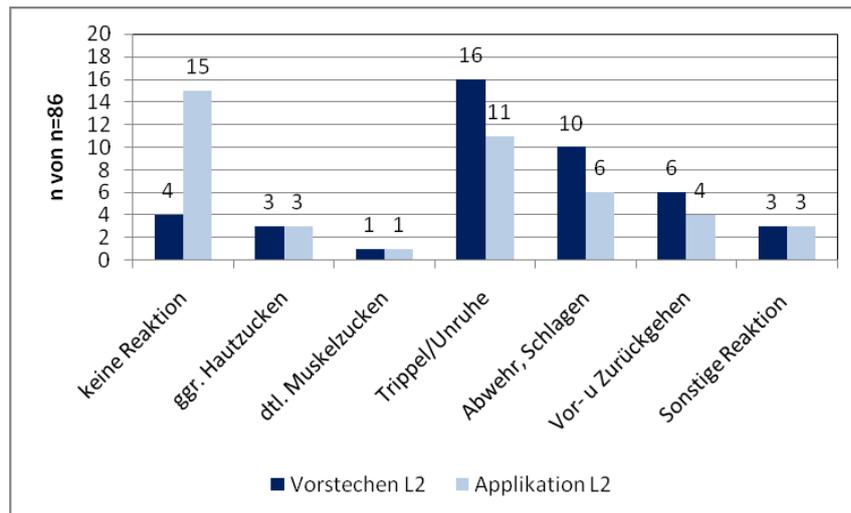


Abbildung 25 Schmerzanzeichen beim Setzen des kutanen Depots (Vorstechen) und bei der Leitungsanästhesie (Applikation) des zweiten Lendennervs im Vergleich.

Insgesamt zeigten 39 Tiere beim Setzen des kutanen Depots am zweiten Lendennerven eine Reaktion, wenn als unspezifisch und spezifisch beurteilte Reaktionen aufsummiert wurden (Abbildung 26). Auf die Leitungsanästhesie dieses Nervs reagierten noch 28 Tiere, 15 dagegen blieben ruhig stehen.

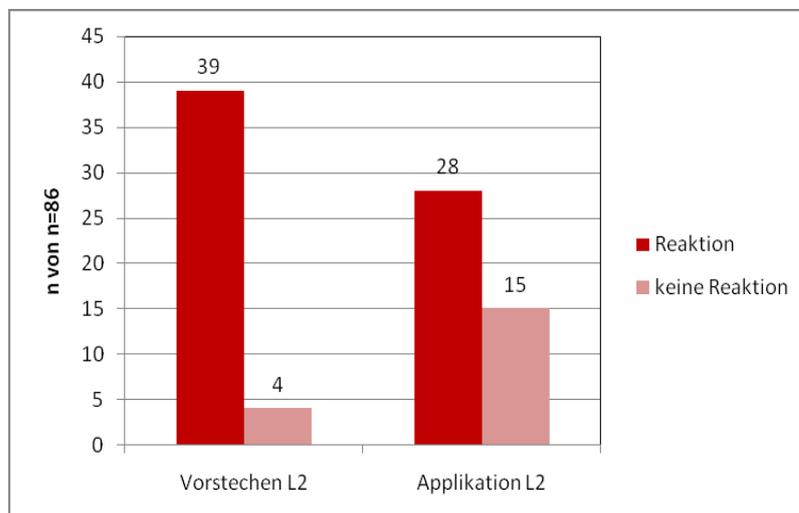


Abbildung 26 Setzen des kutanen Depots (Vorstechen) und der Leitungsanästhesie (Applizieren) des zweiten Lendennervs. Vergleich der Tiere mit und ohne Reaktion.

Beim Vergleich der Reaktionen auf das Vorstechen mit denen auf die Applikation, zeigt sich ein signifikanter Unterschied (Abbildung 26). Das Risiko, dass ein Tier eine Reaktion beim Vorstechen zeigte, war signifikant größer als bei der eigentlichen Applikation des

Lokalanästhetikums am zweiten Lendennerv $p=0,009$ (OR=5,22; 95% KI: 1,41-21,07). Dies weist darauf hin, dass die subkutane Applikation des Lokalanästhetikums die Schmerzen der Leitungsanästhesie minderte. Der Vergleich der Reaktionen der sieben Tiere ohne Setzen eines Hautdepots mit den 43 Tieren bei denen ein subkutanes Depot gesetzt wurde, ergab keinen signifikanten Unterschied.

2.2.2 Lokalanästhesie der Haut und Leitungsanästhesie des ersten Lendennervs

Beim Setzen des Hautdepots am Applikationspunkt für den ersten Lendennerv zeigten 16 Tiere deutliche Anzeichen von Schmerzen. Bei 22 Tieren waren unspezifische Anzeichen zu sehen. Fünf Tiere blieben ohne jegliche Reaktion stehen (Abbildung 27).

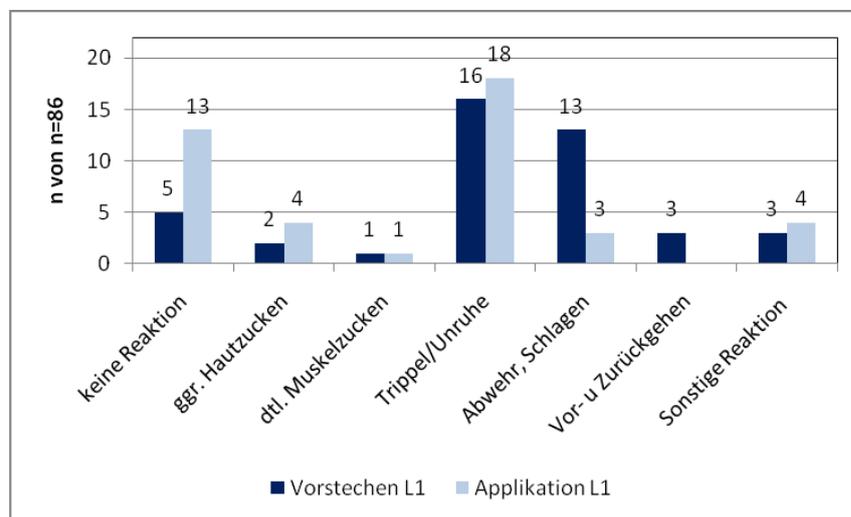


Abbildung 27 Schmerzzeichen beim Setzen des kutanen Depots (Vorstechen) und bei der Leitungsanästhesie (Applikation) des ersten Lendennervs im Vergleich.

Auf die Applikation am Injektionsort für den ersten Lendennerv reagierten drei Tiere mit als spezifisch bewerteten Schmerzzeichen. Bei 27 Patienten konnten unspezifische Reaktionen beobachtet werden und bei 13 Tieren war keine Reaktion auf die Applikation des Lokalanästhetikums festzustellen. Insgesamt zeigten beim Setzen des Hautdepots für den ersten Lendennerv 38 Tiere eine Reaktion (Abbildung 28). Nach dem Setzen dieses Depots reagierten noch 30 Tiere auf die Leitungsanästhesie. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier beim Vorstechen eine Reaktion zeigte war tendenziell, aber nicht signifikant größer als bei der eigentlichen Applikation ($p=0,064$).

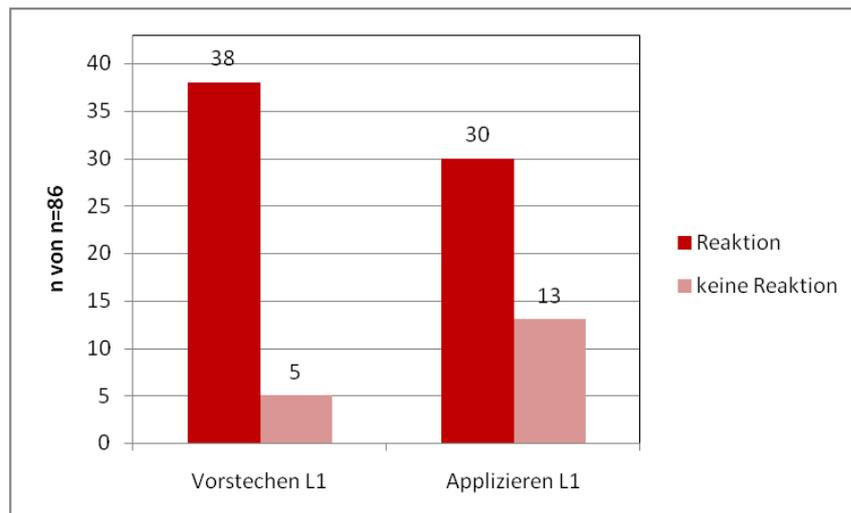


Abbildung 28 Setzen des kutanen Depots (Vorstechen) und der Leitungsanästhesie (Applizieren) des ersten LEndennervs. Vergleich der Tiere mit und ohne Reaktion.

Im Vergleich der Reaktionen der sieben Tiere beim Applizieren am ersten Lendenspinalnerv ohne Setzen eines Hautdepots mit den 43 Tieren mit subkutanem Depot, konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Vier der Tiere ohne ein Hautdepot zeigten Reaktionen, drei nicht.

2.2.3 Lokalanästhesie der Haut und Leitungsanästhesie des 13. Thorakalnervs

Beim Setzen des Hautdepots am Applikationspunkt für den 13. Thorakalnerv zeigten 14 Tiere deutliche Anzeichen von Schmerzen (Abbildung 29). Bei 25 Tieren waren unspezifische Anzeichen zu sehen. Vier Tiere blieben reaktionslos stehen. Die Leitungsanästhesie des 13. Lendennervs selbst war für sechs Tiere deutlich schmerzhaft. Bei 21 Patienten konnten unspezifische Reaktionen beobachtet werden und bei 16 Tieren war keine Reaktion festzustellen.

Zusammen mit den als unspezifisch bewerteten Reaktionen, zeigten 39 Tiere beim Vorstechen eine Reaktion. Nach dem Setzen des kleinen Depots an Lokalanästhetikum reagierten noch 27 Tiere auf die Applikation des Lokalanästhetikums.

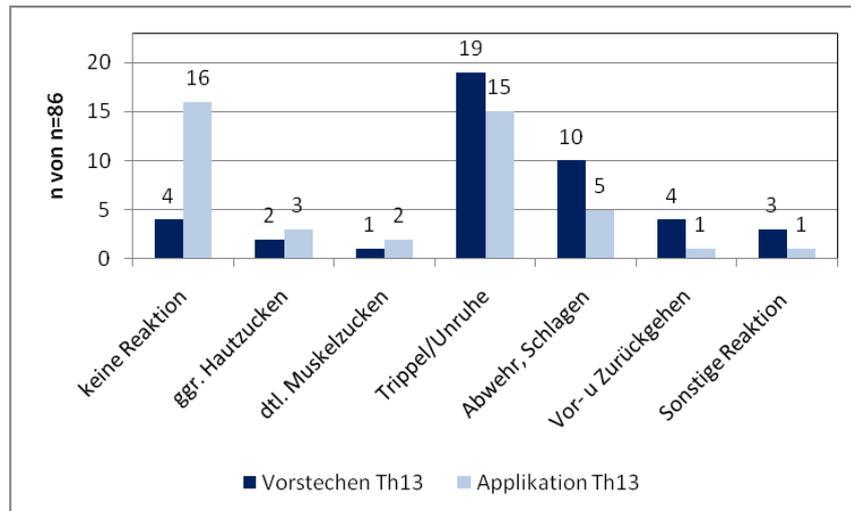


Abbildung 29 Schmerzanzeichen beim Setzen des kutanen Depots (Vorstechen) und bei der Leitungsanästhesie (Applikation) des 13. Thorakalnervs im Vergleich.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier bei der lokalen Infiltration am Injektionspunkt eine Reaktion zeigte, war signifikant größer als die für die eigentliche Applikation am Spinalnerv des Th13 $p=0,005$ (OR=5,78; 95% KI: 1,57-23,2) (Abbildung 30). Vergleich man die Reaktionen der Tiere während der Applikation am 13. Thorakalnerv ohne Setzen eines Hautdepots mit den Reaktionen der Tiere mit subkutanem Depot, so konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Vier der Tiere ohne ein Hautdepot zeigten Reaktionen, drei nicht.

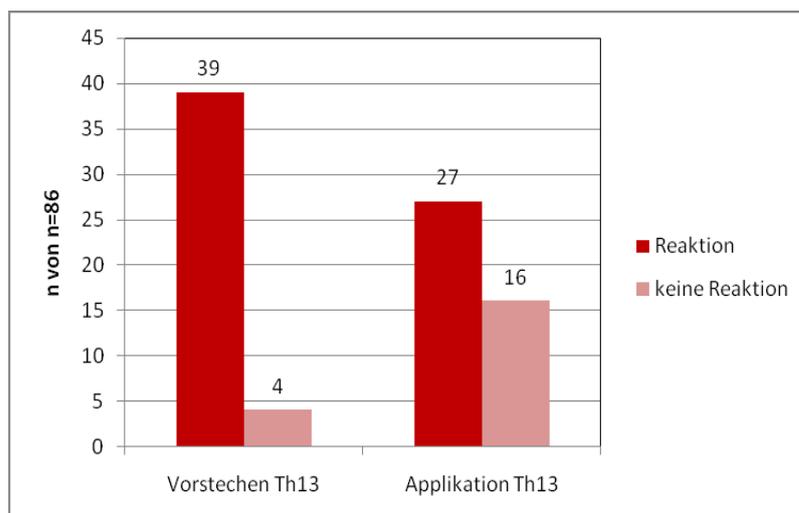


Abbildung 30 Setzen des kutanen Depots (Vorstechen) und der Leitungsanästhesie (Applizieren) am 13. Thorakalnerv. Vergleich der Tiere mit und ohne Reaktion.

3. Reaktionen beim Anbringen der Backhausklemmen

3.1 Kraniodorsale Position

Verglich man die Verteilung der Reaktionen auf das Setzen der Backhausklemme an der kraniodorsalen Position bei den beiden Anästhesietechniken, zeigten bei der MSI mehr Tiere eine Reaktion als bei der PPVA. Der Unterschied verfehlte die Signifikanz knapp ($p=0,056$) (Abbildung 31).

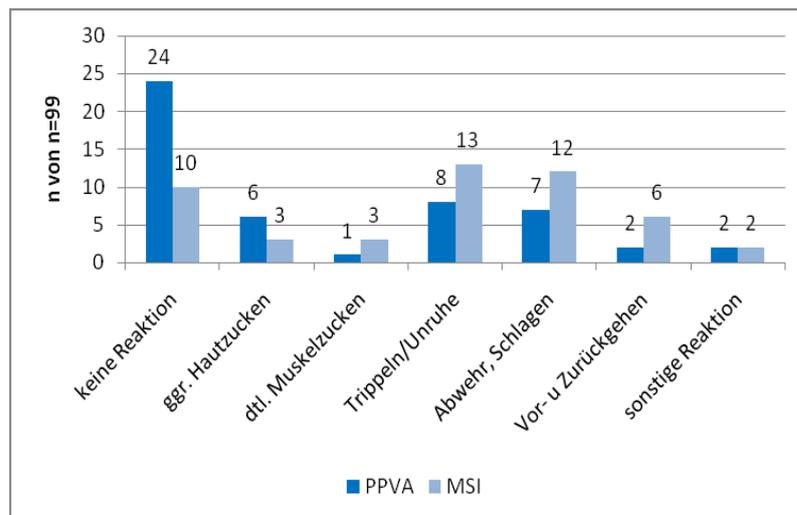


Abbildung 31 Schmerzzeichen beim Anbringen der Backhausklemme an der kraniodorsalen Position, PPVA und MSI im Vergleich.

Wenn die als spezifisch und unspezifisch bewerteten Reaktionen zusammengefasst wurden, zeigten unter PPVA 26 Tiere, unter MSI 39 Tiere Schmerzzeichen (Abbildung 32). Bei einem Tier wurde keine Backhausklemme an dieser Position angebracht.

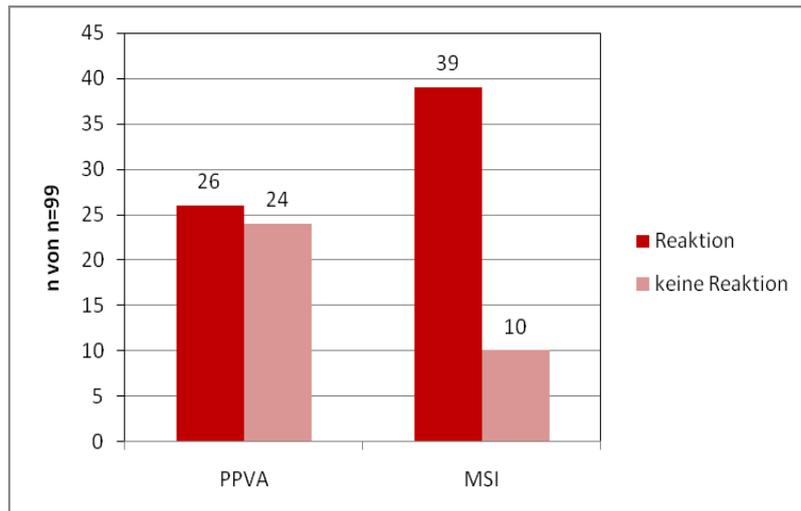


Abbildung 32 Anbringen der Backhausklemme an der kraniodorsalen Position. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion bei PPVA und MSI.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier beim Setzen der Backhausklemme im kraniodorsalen Bereich eine Reaktion zeigte, war bei MSI signifikant größer als bei PPVA ($p=0,007$ (OR=3,60; 95% KI: 1,36-9,69)).

3.2 Kaudodorsale Position

Verglich man die Reaktionen der Tiere beim Setzen der Backhausklemme an der kaudodorsalen Position, zeigte sich ein signifikanter Unterschied ($p=0,005$) (Abbildung 33).

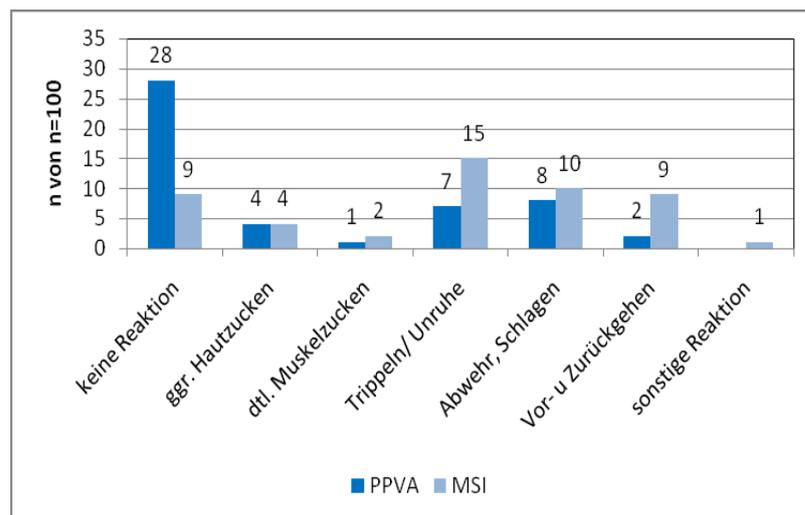


Abbildung 33 Schmerzanzeichen beim Anbringen der Backhausklemme an der kaudodorsalen Position. PPVA und MSI im Vergleich.

Wenn die als eindeutig spezifisch und die als unspezifisch bewerteten Reaktionen zusammengefasst wurden, zeigten unter PPVA 22 Tiere, unter MSI 41 Tiere Schmerzzeichen (Abbildung 34).

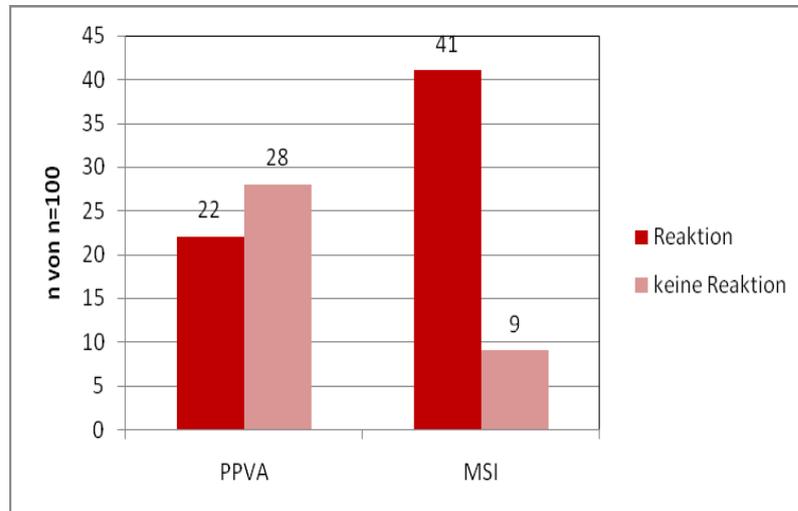


Abbildung 34 Anbringen der Backhausklemme an der kaudodorsalen Position. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion bei PPVA und MSI.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier beim Setzen der Backhausklemme im kaudodorsalen Bereich eine Reaktion zeigte, war bei MSI signifikant größer als bei PPVA ($p < 0,001$, OR=5,80, 95% KI: 2,14-2,61).

3.3 Kranioventrale Position

Beim Setzen der Backhausklemme im kranioventralen Bereich des Operationsfeldes zeigte sich kein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Anästhesietechniken ($p=0,159$) (Abbildung 35).

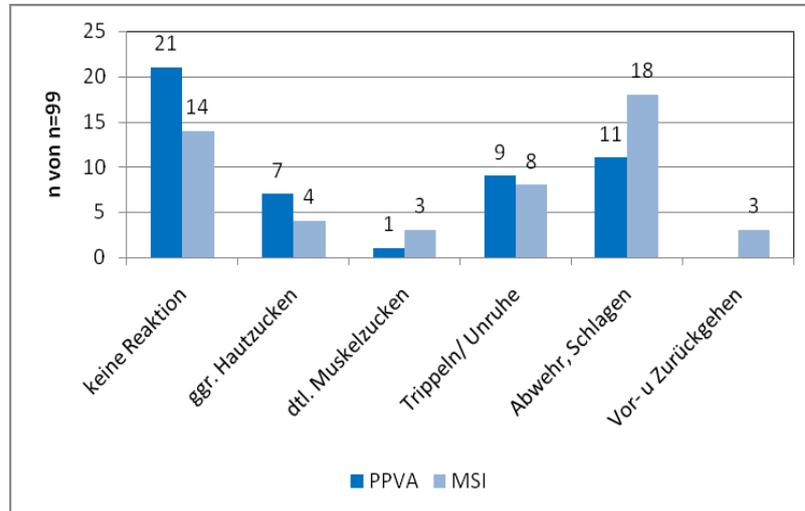


Abbildung 35 Schmerzanzeichen beim Anbringen der Backhausklemme an der kranioventralen Position, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten bei PPVA 28 Tiere, bei MSI dagegen 36 Tiere während des Schließens der Backhausklemme an der kranioventralen Position eine Reaktion (Abbildung 36).

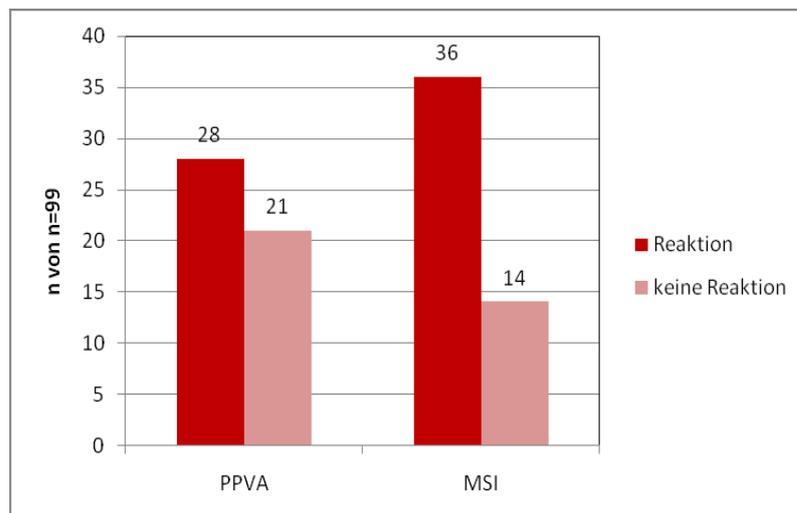


Abbildung 36 Anbringen der Backhausklemme an der kranioventralen Position. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion bei PPVA und MSI.

Das Risiko, dass ein Tier beim Anbringen der Backhausklemme im kranioventralen Bereich eine Reaktion zeigte, war unter MSI nicht signifikant größer als unter PPVA ($p=0,182$). Bei einem Tier wurde auf das Anbringen der Backhausklemme in diesem Bereich verzichtet.

3.4 Kaudoventrale Position

Beim Anbringen der Backhausklemme im kaudoventralen Bereich zeigte sich hinsichtlich der gesamten Reaktionen (Abbildung 37) ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Anästhesietechniken ($p=0,001$).

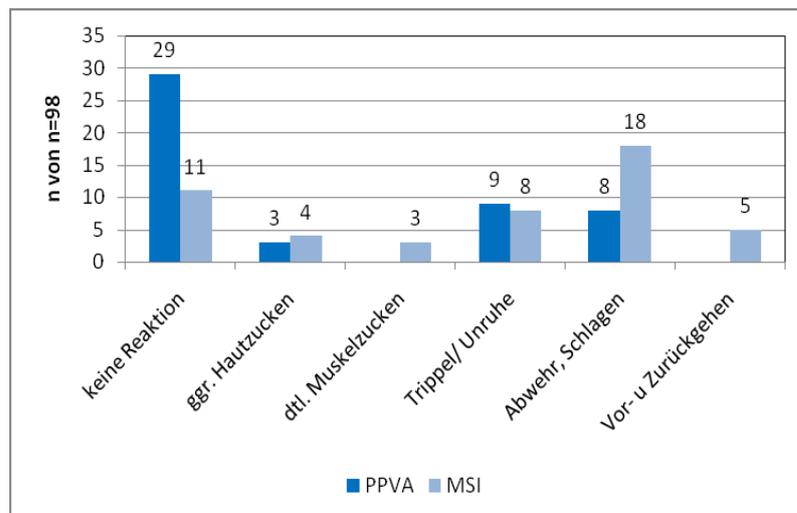


Abbildung 37 Schmerzzeichen beim Anbringen der Backhausklemme an der kaudoventralen Position., PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten bei PPVA an dieser Position 20 Tiere Schmerzzeichen und 29 Tiere keine Reaktion. Bei der MSI hingegen zeigten 38 Tiere Schmerzzeichen und 11 Tiere keine Reaktion (Abbildung 38). Bei zwei Tieren wurde keine Backhausklemme in diesem Bereich angebracht.

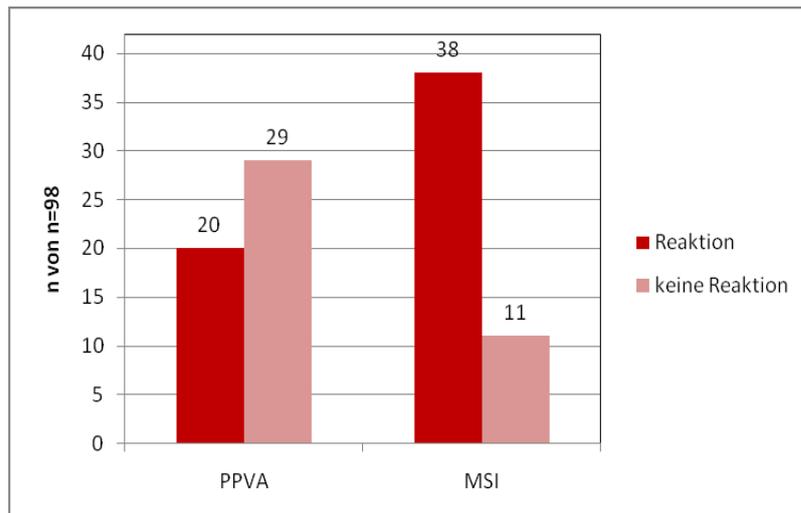


Abbildung 38 Anbringen der Backhausklemme an der kaudoventralen Position. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion bei PPVA und MSI.

Das Risiko, dass ein Tier beim Setzen der Backhausklemme im kaudoventralen Bereich eine Reaktion zeigte, war unter MSI signifikant höher als unter PPVA ($p < 0,001$, $OR = 5,01$; 95% KI: 1,91-13,38).

4. Schmerzanzeichen bei der Durchtrennung der Schichten der Bauchwand

4.1 Inzision der Haut

Am häufigsten standen die Tiere ohne erkennbare Schmerzreaktionen bei der Inzision der Haut. Oft konnten unspezifische Anzeichen, wie Trippeln und Unruhe, aber auch spezifische Schmerzanzeichen wie Schlagen und Abwehr beobachtet werden (Abbildung 39). Vergleich man alle gezeigten Reaktionen mit Hilfe des χ^2 -Tests, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen MSI und PPVA festgestellt werden.

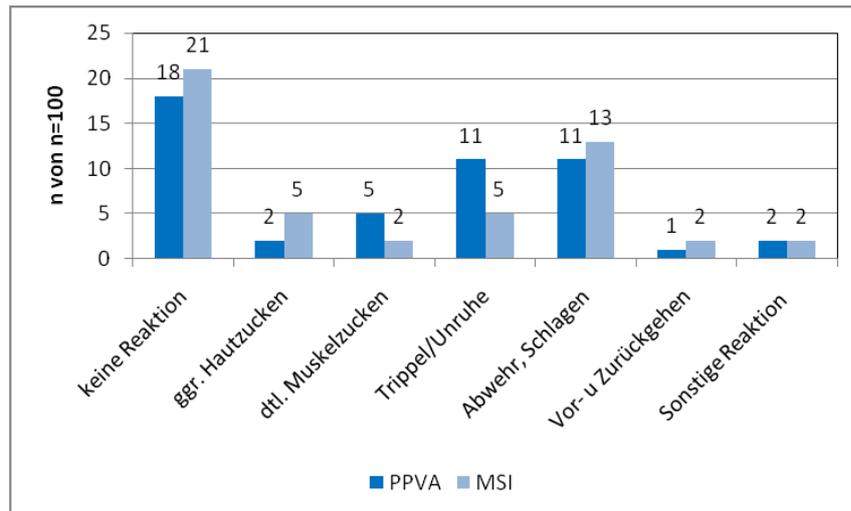


Abbildung 39 Art der Reaktionen der Tiere bei der Inzision der Haut., PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten während des Hautschnitts unter PPVA 32 Tiere, unter MSI 29 Tiere eine Reaktion (Abbildung 40). Damit bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Anästhesietechniken bei Inzision der Haut ($p=0,682$).

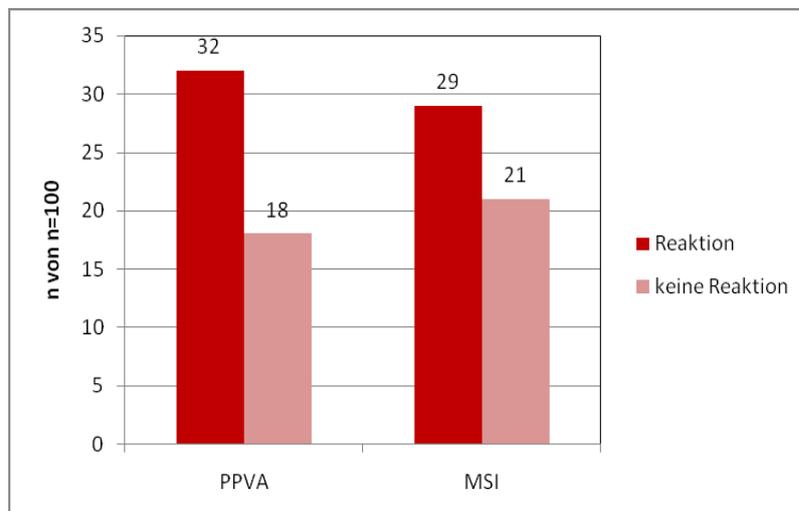


Abbildung 40 Inzision der Haut. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktionen, PPVA und MSI im Vergleich.

4.2 Inzision des *M. obliquus externus abdominis*

Bei der Inzision des *M. obliquus externus abdominis* zeigten 20 Tiere nach PPVA, 15 Tiere nach MSI als eindeutig schmerzhaft bewertete Reaktionen (Abbildung 41).

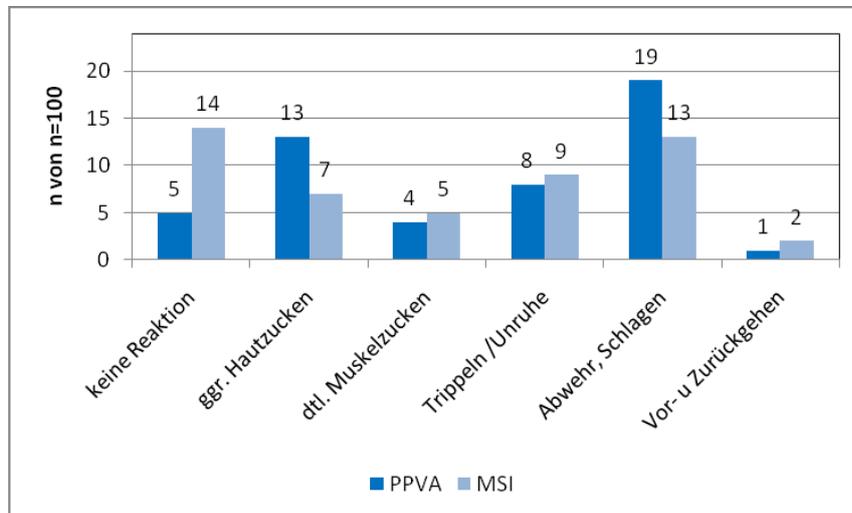


Abbildung 41 Art der Reaktionen bei Inzision des *M. obliquus externus abdominis*, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten während der Inzision des *M. obliquus externus abdominis* unter PPVA 45 Tiere und unter MSI 36 Tiere eine Reaktion (Abbildung 42).

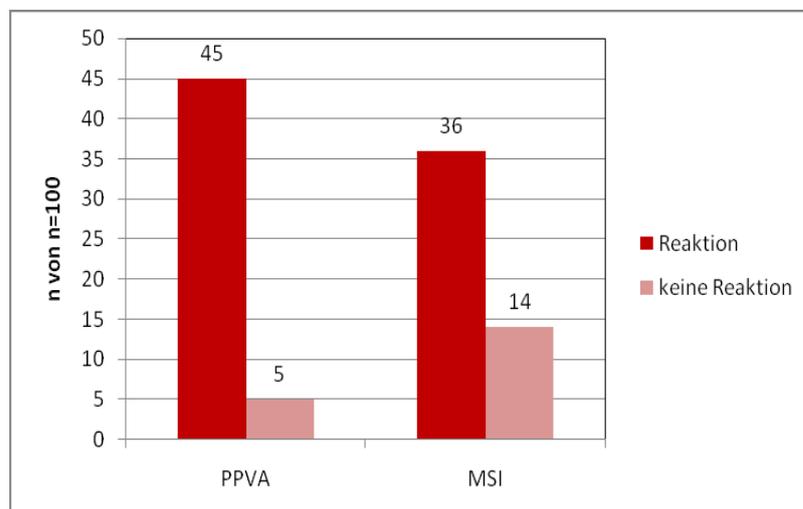


Abbildung 42 Inzision des *M. obliquus externus abdominis*. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier bei der PPVA eine Reaktion zeigte war signifikant größer als bei der MSI ($p=0,041$, $OR=3,5$; 95% KI: 1,04-12.41).

4.3 Inzision des *M. obliquus internus abdominis*

Bei der Inzision des *M. obliquus internus abdominis* zeigten 20 Tiere nach der PPVA als schmerzhaft beurteilte Reaktionen. Bei der MSI waren dies 17 Tiere (Abbildung 43).

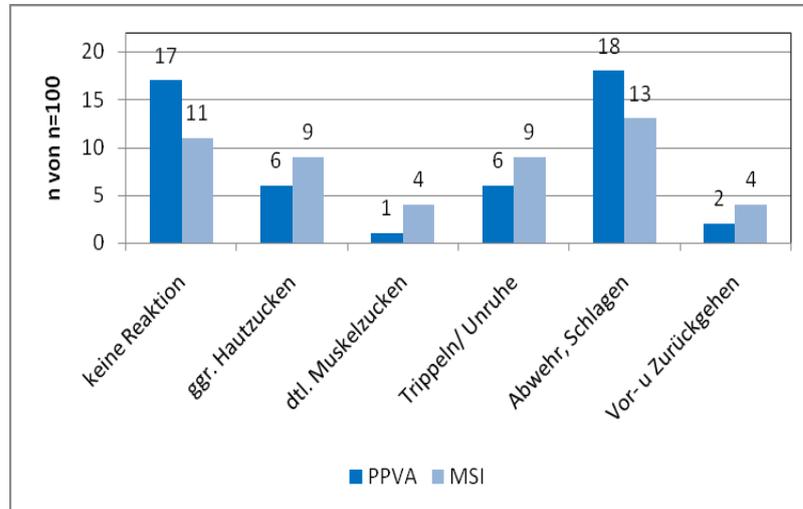


Abbildung 43 Art der Reaktionen bei Inzision des *M. obliquus internus abdominis*, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten bei Inzision des *M. obliquus internus abdominis* unter PPVA 33 Tiere eine Reaktion, unter MSI dagegen 39 Tiere (Abbildung 44).

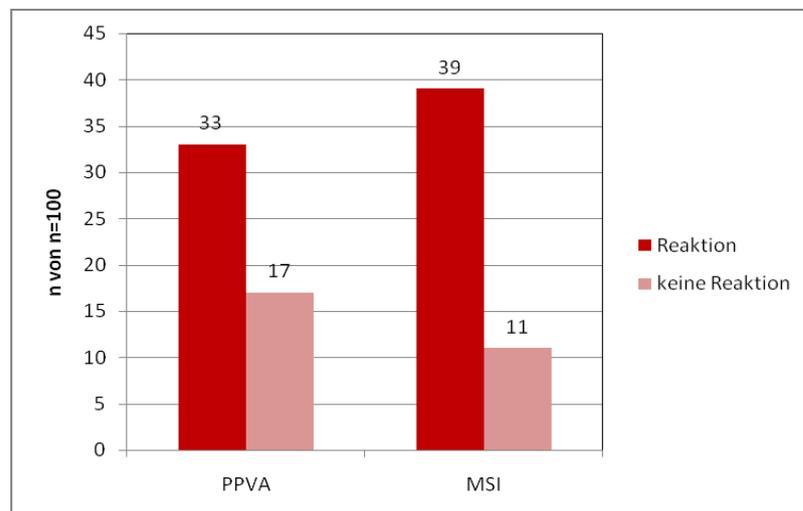


Abbildung 44 Inzision des *M. obliquus internus abdominis*. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Das Risiko, dass ein Tier bei der Inzision des *M. obliquus internus abdominis* eine Reaktion zeigte, war unter MSI nicht signifikant größer als unter PPVA ($p=0,266$).

4.4 Inzision des M. transversus abdominis

Bei der Inzision des M. transversus abdominis traten die Reaktionen bei beiden Anästhesietechniken in ähnlicher Form auf (Abbildung 45). Ein signifikanter Unterschied bestand nicht.

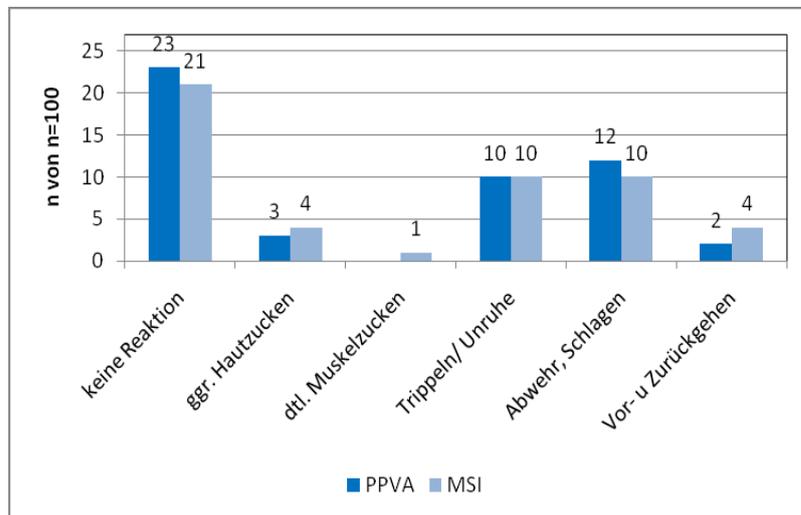


Abbildung 45 Art der Reaktionen bei Inzision des M. transversus abdominis, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten bei der Inzision des M. transversus abdominis nach PPVA 27 Tiere und nach MSI 29 Tiere eine Reaktion unterschiedlicher Art (Abbildung 46).

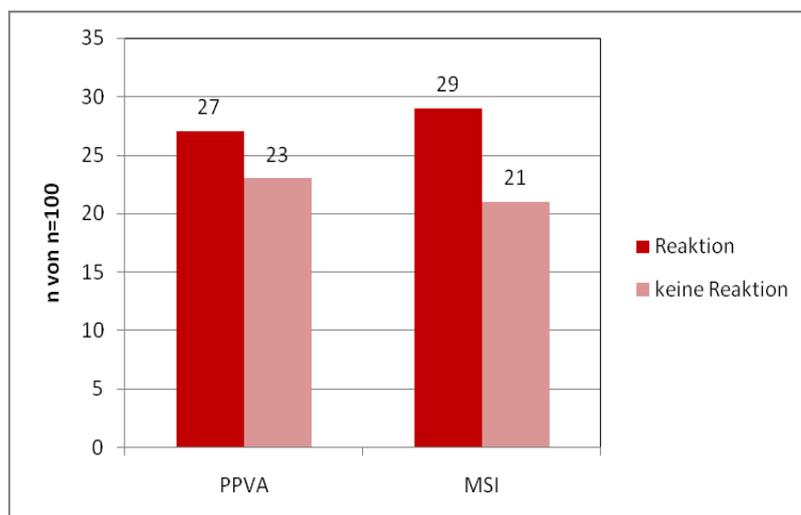


Abbildung 46 Inzision des M. transversus abdominis. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktionen, PPVA und MSI im Vergleich.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier unter MSI oder PPVA bei Inzision des M. transversus

abdominis eine Schmerzreaktion zeigte, war statistisch gesehen nahezu gleich ($p=0,840$).

4.5 Inzision des Peritoneums

Bei der Inzision des Peritoneums konnte beim Vergleich der einzelnen Reaktionen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Abbildung 47).

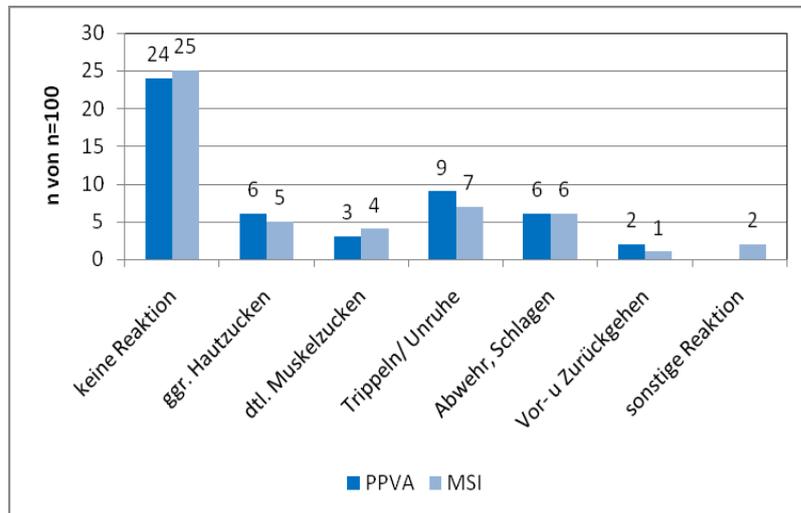


Abbildung 47 Art der Reaktionen bei Inzision des Peritoneums, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten beim Eröffnen des Bauchfels 26 Tiere unter PPVA eine Reaktion, bei MSI 25 Tiere (Abbildung 48).

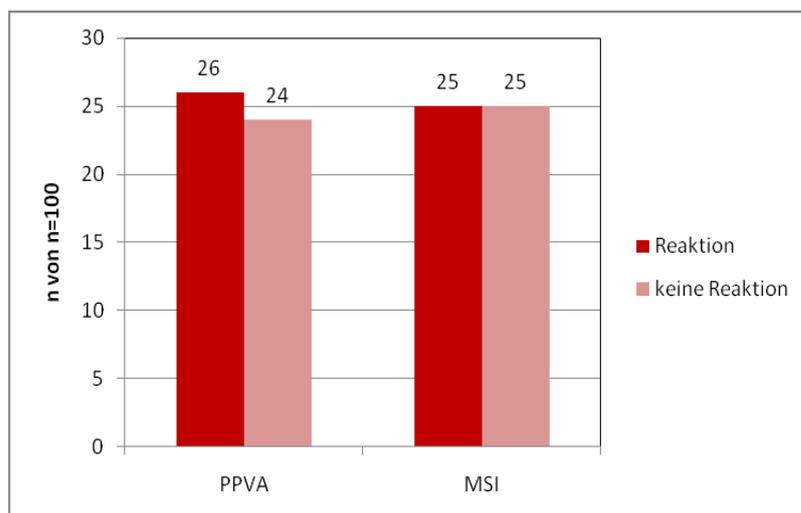


Abbildung 48 Inzision des Peritoneums. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Beim Vergleich der spezifischen und unspezifischen Reaktionen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden untersuchten Anästhesietechniken festgestellt werden ($p=1$).

5. Reaktionen auf intraoperative Manipulationen

5.1 Exploration der Bauchhöhle

Beim Vergleich aller Reaktionen während der Exploration der Bauchhöhle konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Anästhesietechniken festgestellt werden (Abbildung 49).

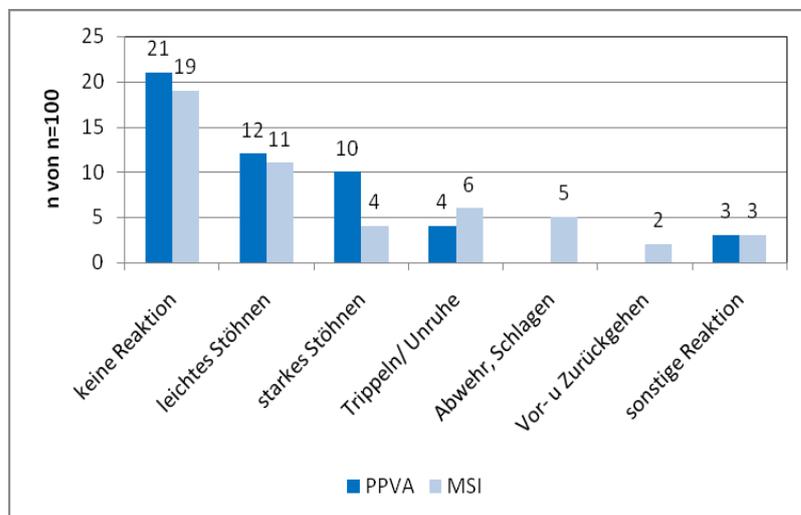


Abbildung 49 Schmerzanzeichen während der Exploration der Bauchhöhle, PPVA und MSI im Vergleich.

Bei der Exploration der Bauchhöhle zeigte unter PPVA kein Tier als deutlich schmerzhaft bewertete Reaktionen, unter MSI waren es sieben Tiere (Abbildung 49). Insgesamt zeigten bei der Manipulation im Bauchraum bei PPVA vier Tiere deutliche Unruhe, bei MSI dagegen waren es 13 Tiere die Unruhe, Abwehr und Vor- und Zurückgehen zeigten. Unter PPVA hingegen zeigten 22 Tiere, unter MSI 15 Tiere Stöhnen während der Untersuchung (Abbildung 50). Das Risiko, dass ein Tier Abwehrbewegungen oder deutliche Unruhe zeigte, war unter MSI signifikant höher als unter PPVA ($p=0,031$, $OR=4,77$; 95% KI: 1,13-21,68).

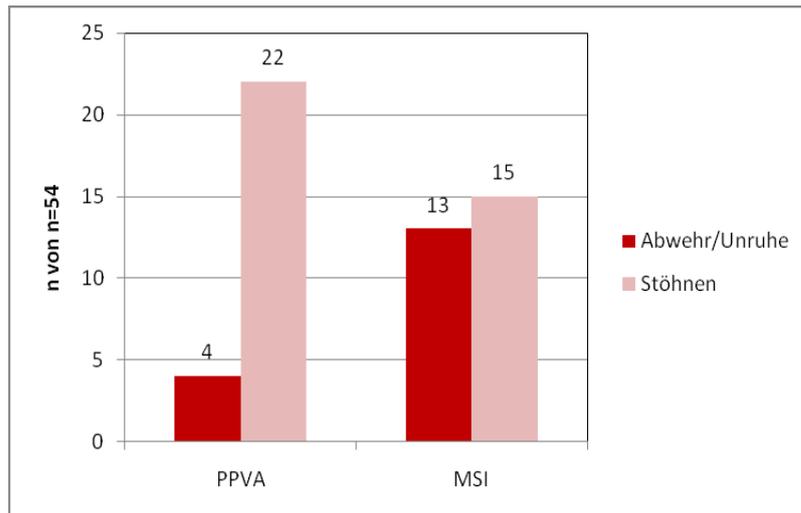


Abbildung 50 Schmerzäußerungen – „Stöhnen“ oder „Abwehr/Unruhe“ - bei der Exploration der Bauchhöhle, PPVA und MSI im Vergleich.

5.2 Reaktionen auf Manipulation und Fixation des Labmagens

Bei der Durchführung der Omentopexie konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Anästhesietechniken festgestellt werden (Abbildung 51). Haut- und Muskelzuckungen sowie Vor- und Zurückgehen waren bei beiden Anästhesietechniken nicht zu beobachten.

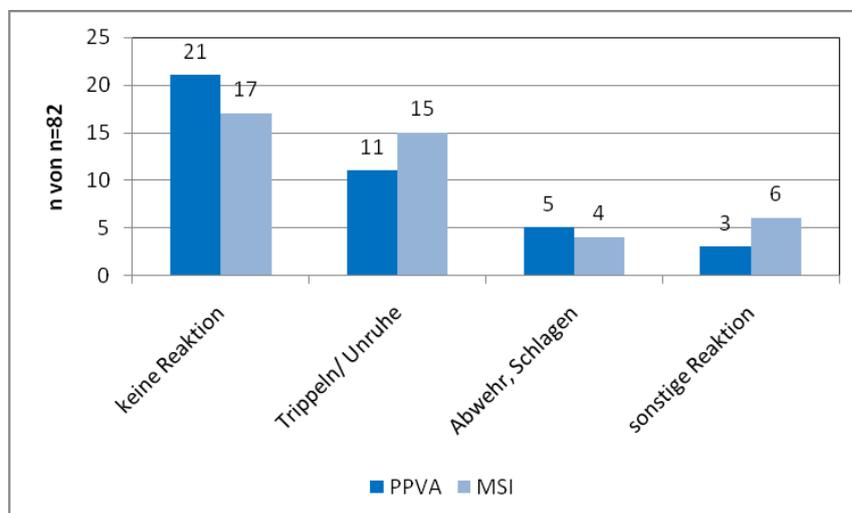


Abbildung 51 Schmerzzeichen der Tiere bei der Omentopexie, PPVA und MSI im Vergleich.

Bei Zusammenfassung aller Reaktionsweisen zeigten 19 Tiere unter PPVA während der Omentopexie eine Reaktion, bei MSI dagegen 25 Tiere. Beim Vergleich der beiden Anästhesieformen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Abbildung 52).

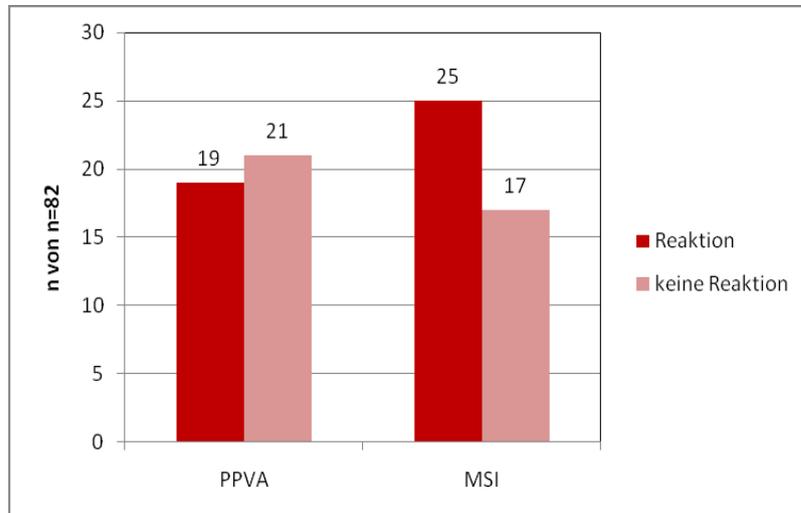


Abbildung 52 Durchführung der Omentopexie. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier bei der Omentopexie eine Reaktion zeigte, war bei MSI nicht signifikant höher als bei PPVA ($p=0,435$).

5.2.1 Unterschiede der Fixationstechniken

Beim Vergleich der verschiedenen Fixationstechniken -Omentopexie nach Dirksen, direktes Einnähen und Fixation mittels Haltefäden -konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Schmerzreaktionen der Tiere festgestellt werden. Dies traf sowohl beim Vergleich der Reaktionen während der beiden Anästhesieformen zusammengenommen ($p=0,905$), als auch bei den beiden Anästhesietechniken getrennt betrachtet zu (PPVA: $p=0,727$; MSI: $p=0,733$) (Abbildung 53).

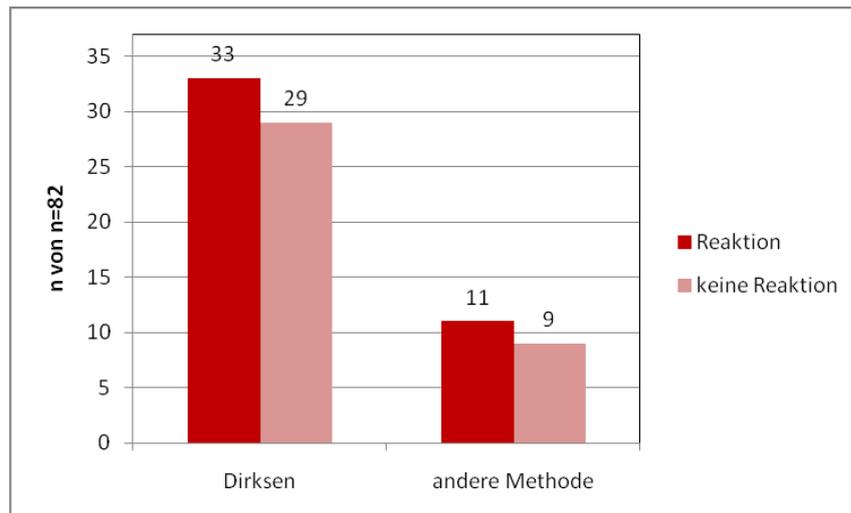


Abbildung 53 Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion bei unterschiedlichen Techniken der Labmagenfixation, PPVA und MSI zusammengenommen.

5.3 Reaktion auf intraoperative Handlungen bei den übrigen Operationen

Vergleich man die Art der Reaktionen auf die Manipulationen anderer Organe als den Labmagen, so blieben mehr Tiere unter PPVA reaktionslos, unter MSI waren erheblich mehr Tiere unruhig (Abbildung 54). Ein deutliches Muskelzucken und Schlagen war bei diesen Handlungen nicht zu verzeichnen.

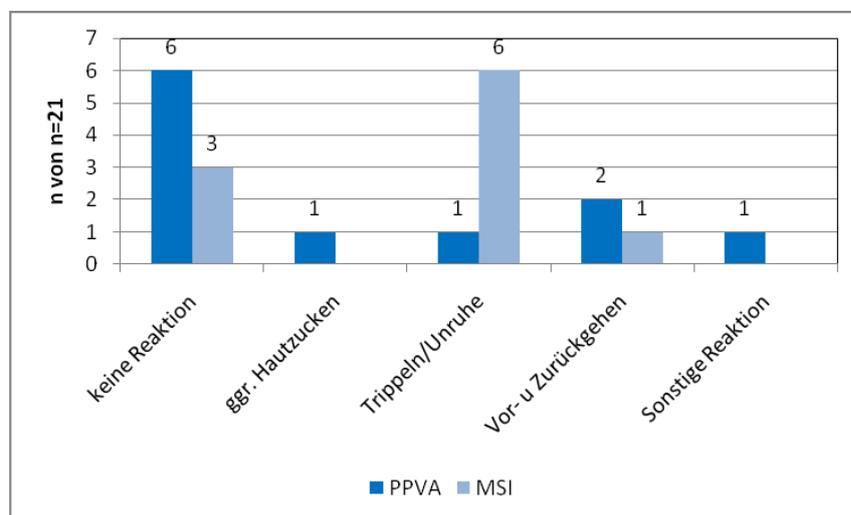


Abbildung 54 Art der Reaktion bei den „sonstigen intraoperativen Handlungen“, PPVA und MSI im Vergleich.

Bei den anderen Operationen zeigten bei der PPVA zwei Tiere eindeutig schmerzhafte Reaktionen, bei der MSI war dies bei einem Tier zu beobachten.

Insgesamt zeigten bei den „sonstigen intraoperativen Handlungen“ unter PPVA fünf Tiere eine Reaktion, bei der MSI dagegen waren es sieben Tiere (Abbildung 55). Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier bei diesen Manipulationen eine Reaktion zeigte, war zwischen den beiden Techniken nicht signifikant unterschiedlich ($p=0,387$).

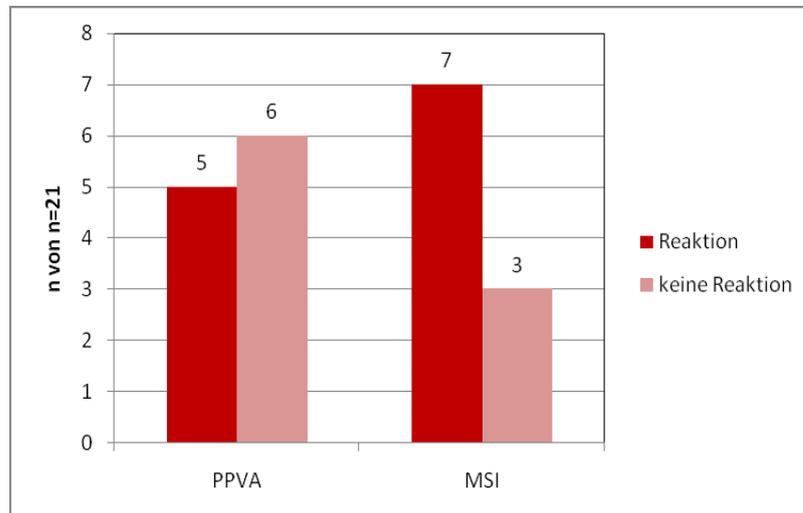


Abbildung 55 „Sonstige intraoperative Handlungen“. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

6. Unspezifische und spezifische Schmerzreaktionen bei Eröffnen der Schichten der Bauchwand

Bei statistischer Auswertung der einzelnen Schmerzreaktionen und der Gesamtzahl der Tiere mit und ohne Reaktionen ergaben sich nur wenige statistisch signifikante Unterschiede (Tabelle 7).

Tabelle 7 Anzahl der Tiere mit Reaktionen auf die Inzision der Bauchdecke und Manipulationen bei der Operation, PPVA und MSI gegenübergestellt.

Schicht/Punkt	PPVA				MSI			
	Σ	Keine	Unsp.	Spez.	Σ	Keine	Unsp.	Spez.
Backhaus kraniodorsal ^s	50	24	17	9	49	10	21	18
Backhaus kaudodorsal ^s	50	28	12	10	50	9	22	19
Backhaus kranioventral ^t	49	21	17	11	50	14	15	21
Backhaus kaudoventral	49	29	12	8	49	11	15	23
Inzision Haut	50	18	20	12	50	21	14	15
Inzision M. obl. ext. abdom. ^t	50	5	25	20	50	14	21	15
Inzision M. obl. int. abdom.	50	17	13	20	50	11	22	17
Inzision M. transv. abdom.	50	23	13	14	50	21	15	14
Inzision des Peritoneums	50	24	18	8	50	25	18	7
Exploration Bauchhöhle ^s	50	21	29	0	50	19	24	7
Omentopexie	40	21	14	5	42	17	21	4
sonstige intraoperative Tätigkeiten	11	6	3	2	10	3	6	1
Summe^s	549	237	193	119	550	175	214	161
%	100%	43%	35%	22%	100%	32%	39%	29%

s=signifikanter Unterschied der entsprechenden Reaktionen bei PPVA und MSI,

t = tendenzieller Unterschied der entsprechenden Reaktionen bei PPVA und MSI.

Beim Vergleich der Anästhesietechniken hinsichtlich der Ausprägung der Reaktionsniveaus konnten die oben genannten Signifikanzen und Tendenzen bestätigt werden. Bei der in Tabelle 7 mit ^s gekennzeichneten Maßnahmen lag ein signifikanter Unterschied vor. Bei den mit ^t gekennzeichneten Aktionen konnte eine Tendenz festgestellt werden.

Hinsichtlich der operativen Eröffnung der Bauchhöhle ergaben sich somit signifikante Unterschiede, die sowohl in den einzelnen Schichten, als auch in der Aufsummierung aller Schichten für eine bessere Wirkung der PPVA sprachen (Tabelle 8). Die MSI war lediglich bei der Inzision des inneren schiefen Bauchmuskels signifikant überlegen.

Tabelle 8 p-Werte des Unterschieds zwischen den beiden Anästhesietechniken hinsichtlich „keiner Reaktion“, „unspezifischer Reaktion“ und „spezifischer Reaktion“, Chi²-Test mit zwei Freiheitsgraden berechnet. In der zweiten Spalte wird im Falle eines signifikanten Unterschiedes diejenige Anästhesie genannt, bei der weniger oft Schmerzreaktionen gezeigt wurden.

	p-Werte
Backhaus kraniodorsal	p=0,01 PPVA
Backhaus kaudodorsal	p=<0,001 PPVA
Backhaus kranioventral	p=0,098 PPVA
Backhaus kaudoventral	p=<0,001 PPVA
Inzision der Haut	p=0,444
Inzision des M. obl. ext. abdom.	p=0,07 MSI
Inzision des M. obl. int. abdom.	p=0,146
Inzision des M. transv. abdom.	p=0,89
Inzision des Peritoneums	p=0,957
Exploration der Bauchhöhle	p=0,023 PPVA
Omentopexie	p=0,34
sonstige intraoperative Tätigkeiten	p=0,318
Summe von „keine Reaktion“, „unsp. Reaktion“, „Schmerzreaktion“	p=<0,001 PPVA

Wenn die Reaktionen den Schmerzgraden zugeordnet wurden, ergaben sich zwischen den beiden Anästhesietechniken keine signifikanten Unterschiede mehr (Tabelle 9). Weder bei den einzelnen Schichten noch in der Summe ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den Techniken bei Einteilung in Grade nachweisen.

Tabelle 9 Schmerzgrade bei Durchtrennung der verschiedenen Schichten der Bauchwand sowie auf Manipulationen, PPVA und MSI gegenübergestellt.

Eröffnete Schicht/Art der Manipulation	PPVA				MSI			
	Σ	Grad 0-3	Grad 4-6	Grad 7-10	Σ	Grad 0-3	Grad 4-6	Grad 7-10
Inzision Haut	34	28	6	0	32	27	5	0
Inzision M. obl. ext. abdom.	34	21	13	0	32	24	8	0
Inzision M. obl. int. abdom.	34	21	13	0	32	24	8	0
Inzision M. transv. abdom.	34	25	9	0	32	24	8	0
Inzision des Peritoneums	34	29	5	0	32	29	3	0
Exploration der Bauchhöhle	34	29	5	0	32	24	8	0
Omentopexie	27	24	3	0	26	23	3	0
sonstige intraoperative Tätigkeiten	7	6	1	0	5	5	0	0
Summe	238	183	55	0	223	180	43	0
%	100%	77%	23%	0%	100%	81%	19%	0%

7. Verschluss der Bauchhöhle

7.1 Verschluss des Peritoneums, der Faszie und des M. transversus abdominis

Beim Vergleich der beiden Anästhesietechniken hinsichtlich Schmerzanzeichen bei der Naht des Peritoneums ergab sich kein Unterschied (Abbildung 56).

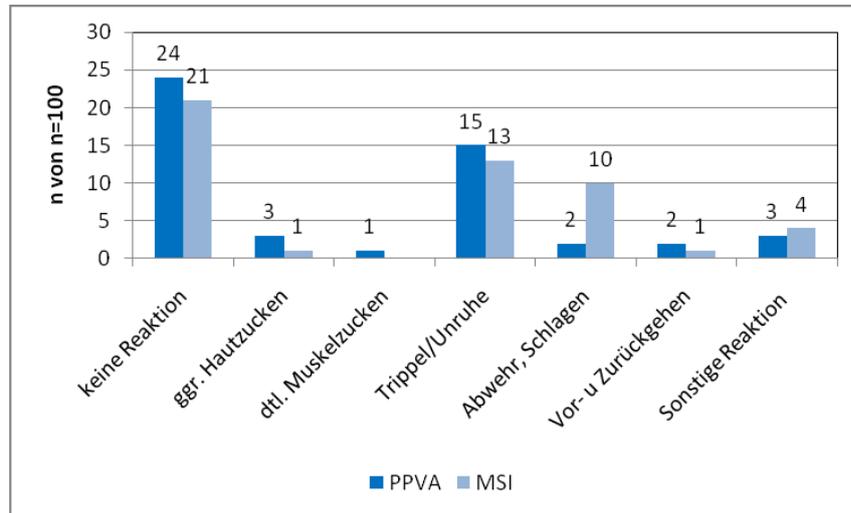


Abbildung 56 Art der Reaktionen bei der Naht des Peritoneums und des M. transversus abdominis, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt – wenn als unspezifisch und als spezifisch bewertete Reaktionen zusammengefasst wurden – reagierten bei der Naht des Bauchfells unter PPVA 26, unter MSI 29 Tiere (Abbildung 57).

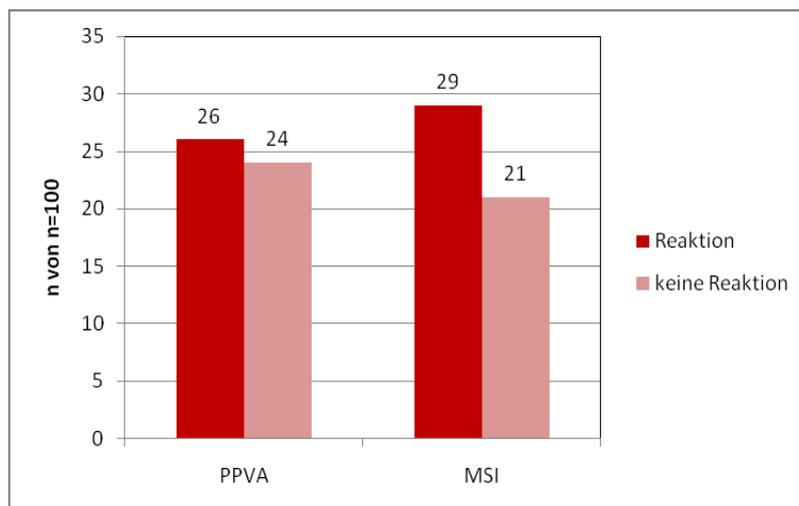


Abbildung 57 Naht des Peritoneums und des M. transversus abdominis. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Das Risiko, dass ein Tier bei Naht des Peritoneums und des M. transversus abdominis eine Reaktion zeigte, war unter MSI nicht signifikant größer als unter PPVA ($p=0,688$) (Abbildung 57).

7.2 Naht des M. obliquus internus abdominis und des M. obliquus externus abdominis

Bei 21 Laparotomien wurden diese beiden Muskelschichten gemeinsam mittels Kürschnernaht vernäht. Bei 79 Operationen entschieden sich die Operateure die beiden Muskeln jeweils in einer eigenen Schicht zu adaptieren.

7.2.1 Adaptation der Mm. obliquus internus abdominis und obliquus externus abdominis mit einer Naht

Bei dieser Naht war das aufgetretene Spektrum an Reaktionen klein. Lediglich „deutliches Muskelzucken“, „Trippeln/Unruhe“ oder „Abwehr, Schlagen“ wurde von den Tieren gezeigt. Unter PPVA wurden bei 15, unter MSI bei sechs Tieren die schiefen Bauchmuskeln in einer Schicht vernäht (Abbildung 58).

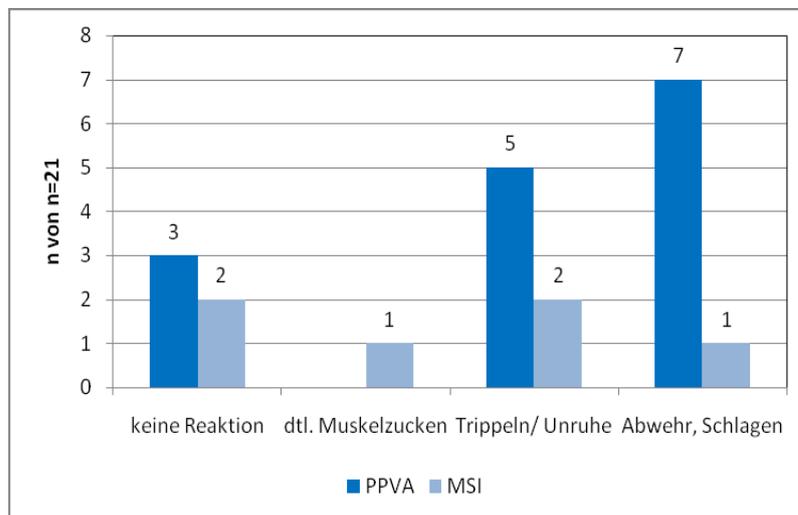


Abbildung 58 Art der Reaktion auf Naht der Mm. obliquus internus und externus abdominis in einer Schicht, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten bei der PPVA der Naht der beiden genannten Muskeln 12 von 15 Tieren, bei der MSI dagegen 4 von 6 Tieren eine Reaktion. Zwischen den beiden Anästhesietechniken ergab sich kein signifikanter Unterschied.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier bei der Naht der beiden Muskeln eine Reaktion zeigte, war bei der PPVA nicht signifikant höher als bei der MSI ($p=0,598$) (Abbildung 59).

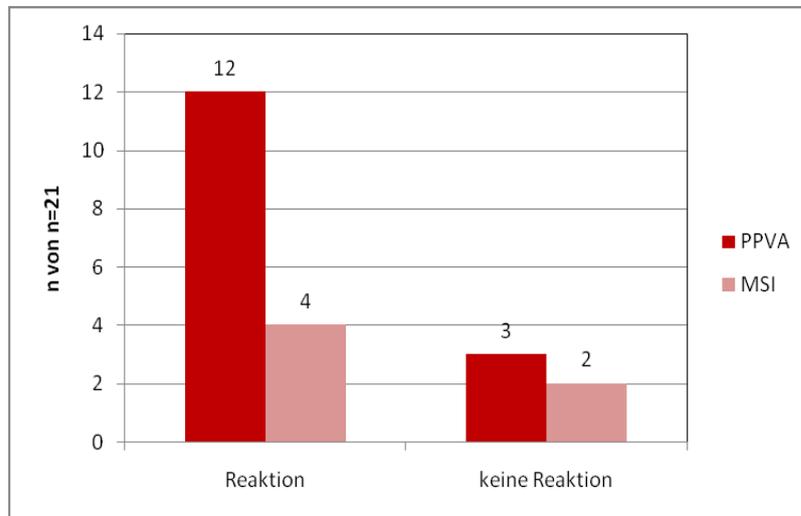


Abbildung 59 Naht der *M. obliquus internus abdominis* und *obliquus externus abdominis*. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

7.2.2 Einzelnahnt des *M. obliquus internus abdominis*

Bei der Naht des *M. obliquus internus abdominis* zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Techniken, wenn alle gezeigten Reaktionen statistisch verglichen wurden (Abbildung 60). Die Reaktion „dtl. Muskelzucken“ war nicht zu beobachten.

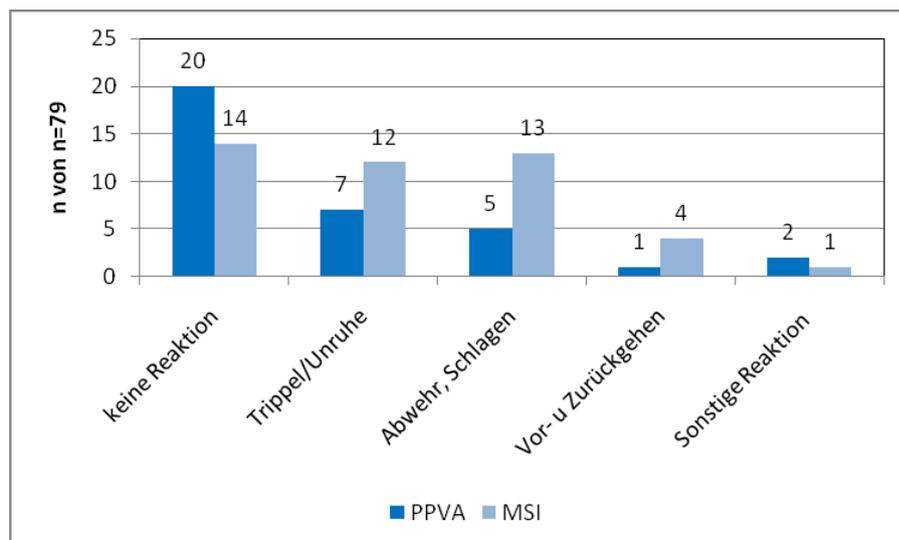


Abbildung 60 Art der Reaktion bei Einzelnahnt des *M. obliquus internus abdominis*, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten während der Naht des *M. obliquus internus abdominis* unter PPVA 15 Tiere eine spezifische oder unspezifische Reaktion, unter MSI waren es 30 Tiere (Abbildung 61).

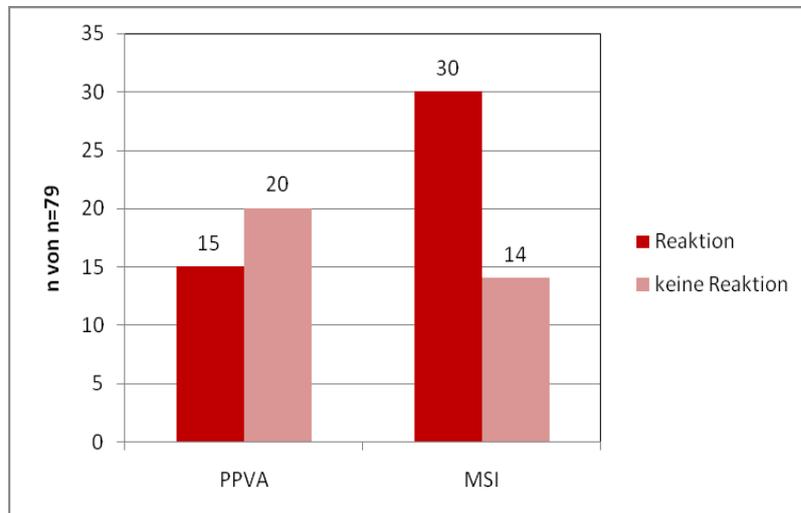


Abbildung 61 Einzelnahet des *M. obliquus internus abdominis*. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Das Risiko, dass das Tier unter MSI beim Nähen des *M. obliquus internus abdominis* eine Reaktion zeigte, war signifikant höher als bei PPVA ($p=0,042$, $OR=1,59$, 95% KI: 1,03-2,45).

7.2.3 Einzelnah des M. obliquus externus abdominis

Verglich man die Reaktionen der Tiere bei der Einzelnah des M. obliquus externus abdominis, so zeigte sich zwischen den beiden Anästhesietechniken kein signifikanter Unterschied (Abbildung 62).

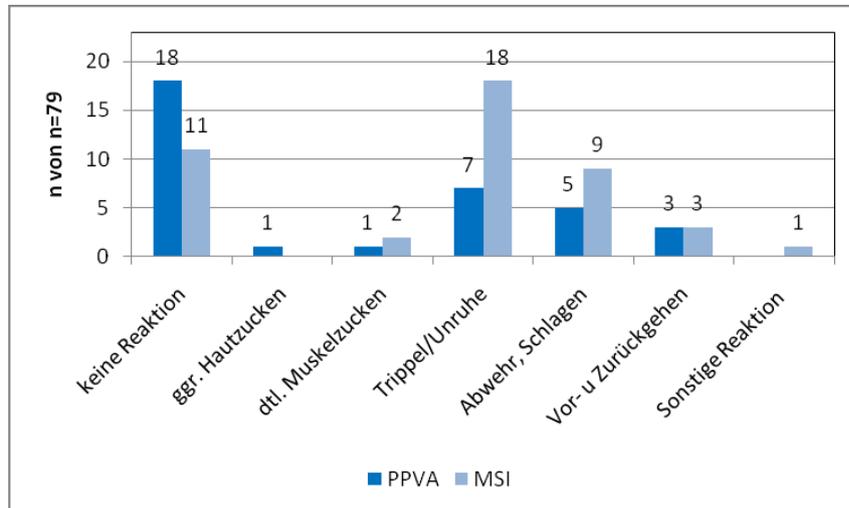


Abbildung 62 Art der Reaktion bei Einzelnah des M. obliquus externus abdominis, PPVA und MSI im Vergleich.

Beim Vernähen dieses Muskels zeigten bei PPVA acht, bei MSI 12 Tiere deutlich schmerzhaft Reaktionen. Insgesamt zeigten unter PPVA 17 Tiere eine Reaktion, unter MSI dagegen waren es 33 Tiere (Abbildung 63).

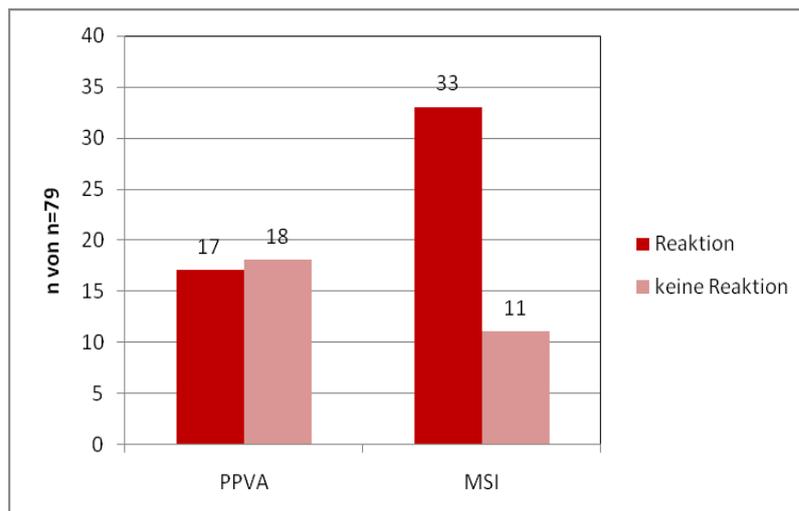


Abbildung 63 Nah des M. obliquus externus abdominis. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Das Risiko, dass das Tier unter MSI während des Vernähens des M. obliquus externus abdominis eine Reaktion zeigte, war signifikant größer als unter PPVA ($p=0,029$; $OR=3,18$; 95% KI: 1,11-9,24).

7.3 Naht der Subkutis

Eine Naht der Unterhaut wurde bei insgesamt 88 Tieren durchgeführt (Abbildung 64). Unter PPVA zeigten sieben Tiere deutlich schmerzhaft Reaktionen, unter MSI waren es acht Tiere.

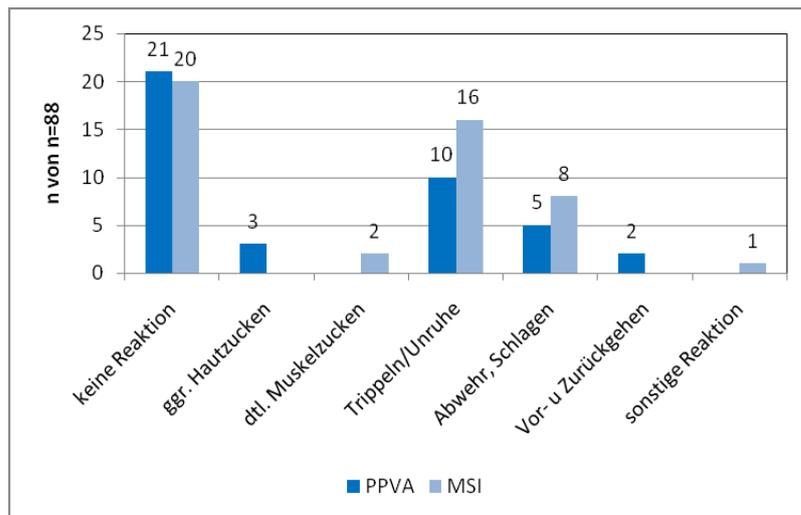


Abbildung 64 Art der Reaktionen bei Naht der Subkutis, PPVA und MSI im Vergleich.

Insgesamt zeigten während der Naht der Subkutis bei PPVA 20, bei MSI 27 Tiere eine Reaktion (Abbildung 65).

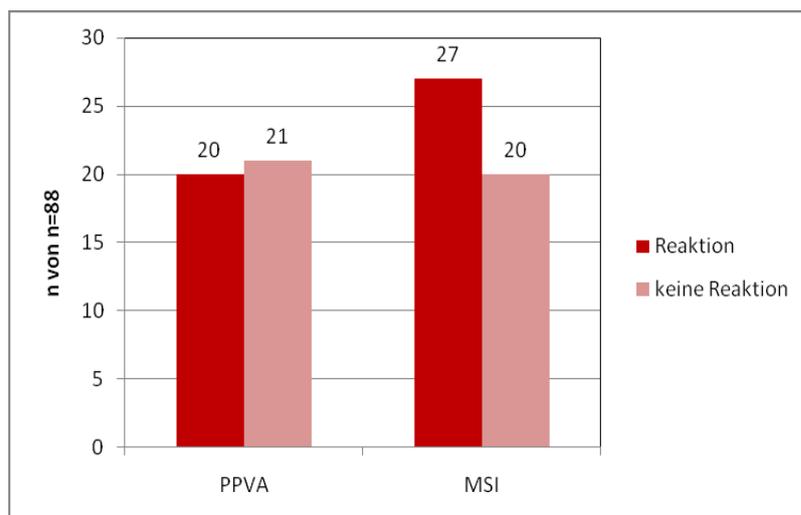


Abbildung 65 Naht der Subkutis. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier bei der MSI eine Reaktion bei Naht der Subkutis zeigte, war nicht signifikant höher als unter PPVA ($p=0,549$).

7.4 Naht der Haut

7.4.1 Naht der Laparotomiewunde

Bei der Hautnaht wurde nicht das ganze Spektrum der Reaktionen gezeigt, „geringgradiges Hautzucken“ und „deutliches Muskelzucken“ wurde nicht beobachtet (Abbildung 66).

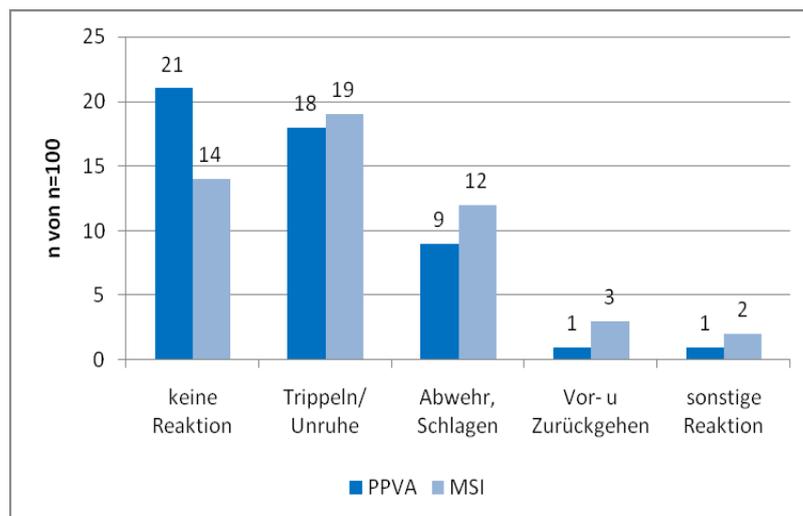


Abbildung 66 Art der Reaktion bei Naht der Haut, PPVA und MSI im Vergleich.

Bei der Naht der Haut zeigten unter PPVA zehn Tiere eine deutlich schmerzhaft Reaktion, bei der MSI waren dies 15 Tiere. Insgesamt zeigten bei der Hautnaht unter PPVA 29 Tiere eine Reaktion, unter MSI waren es 36 Tiere (Abbildung 67).

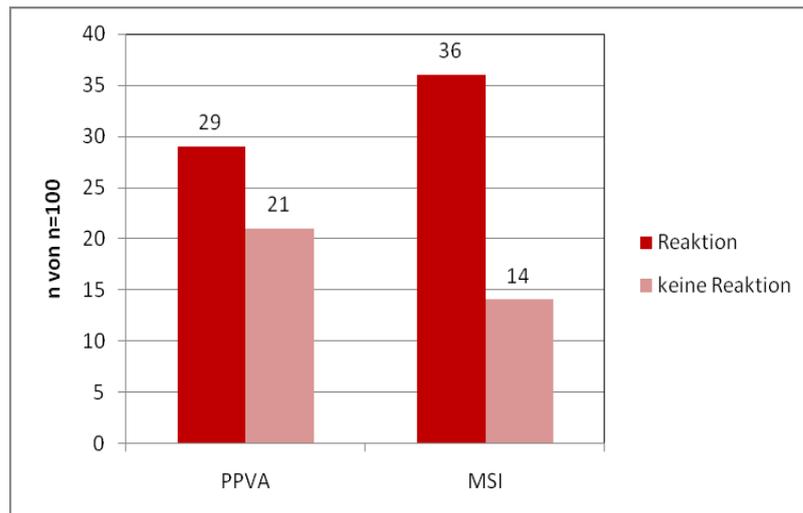


Abbildung 67 Naht der Haut. Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion, PPVA und MSI im Vergleich.

Das Risiko, dass ein Tier bei der MSI bei Naht der Haut eine Reaktion zeigte, war nicht signifikant größer als bei der PPVA ($p=0,208$).

7.4.2 Hautnaht über dem Knopf bei Omentopexie nach Dirksen

Beim Vergleich der beiden Anästhesien zeigten die Tiere nicht das komplette Spektrum der möglichen Reaktionen (Abbildung 68).

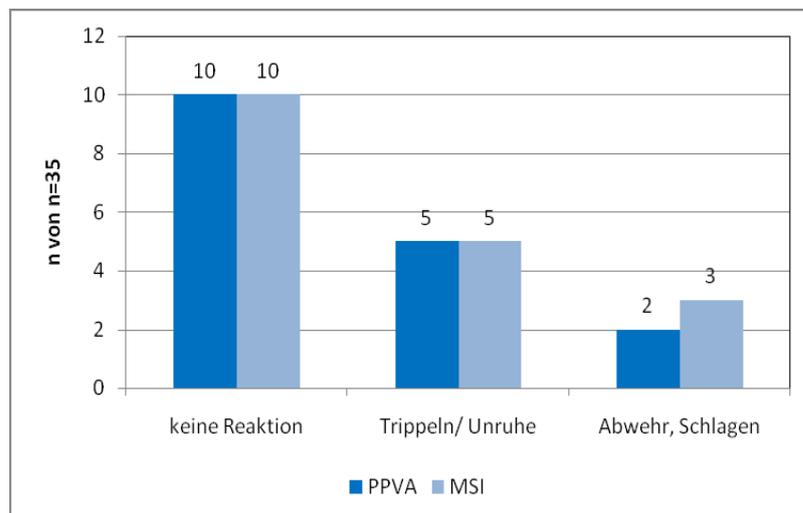


Abbildung 68 Art der Reaktion bei Naht der Haut über dem Perlonknopf bei Omentopexie nach Dirksen, PPVA und MSI im Vergleich.

7.4.3 Nahttechniken bei beiden Anästhesieformen

7.4.3.1 Nahttechniken bei der Hautnaht unter proximaler Paravertebralanästhesie

Unter PPVA wurde die Haut bei 23 Tieren mit einzelnen U-Heften, bei 27 mit einer Reverdin Naht adaptiert. Betrachtete man die Reaktionen der Tiere auf die verschiedenen Nahttechniken, war kein signifikanter Unterschied festzustellen (Abbildung 69).

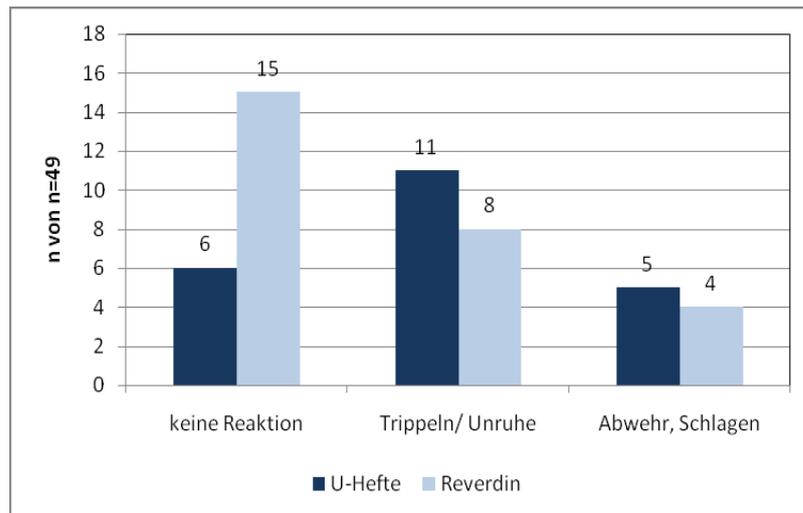


Abbildung 69 Art der Reaktion auf die Naht der Haut mittels Reverdin Naht oder U-Heften unter PPVA.

Insgesamt zeigten bei der Naht mittels U-Heften unter PPVA 16 Tiere eine als spezifisch schmerzhaft oder als unspezifisch bewertete Reaktion, bei der Reverdin-Naht dagegen waren es 12 Tiere.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier eine Reaktion zeigte, war bei den U-Hefte nicht signifikant höher als bei der Reverdin Naht, aber eine Tendenz war zu erkennen ($p=0,089$) (Abbildung 70).

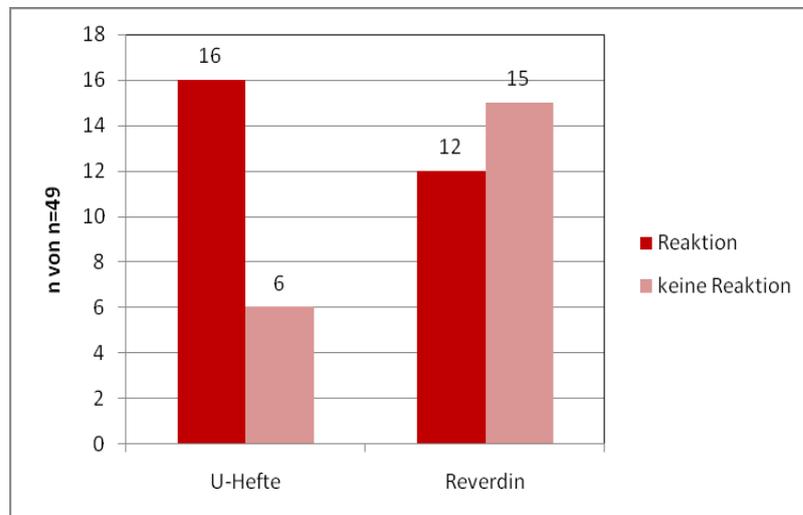


Abbildung 70 Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion bei Naht der Haut mittels Reverdin Naht oder U-Hefte unter PPVA.

7.4.3.2 Nahttechnik der Hautnaht unter modifizierter Schnittlinieninfiltration

Unter MSI wurde 35mal eine Reverdin Naht und 15mal U-Hefte durchgeführt. Bezüglich der Schmerzreaktionen zeigte sich unter MSI zwischen den beiden Nahttechniken der Haut kein auffallender Unterschied (Abbildung 71).

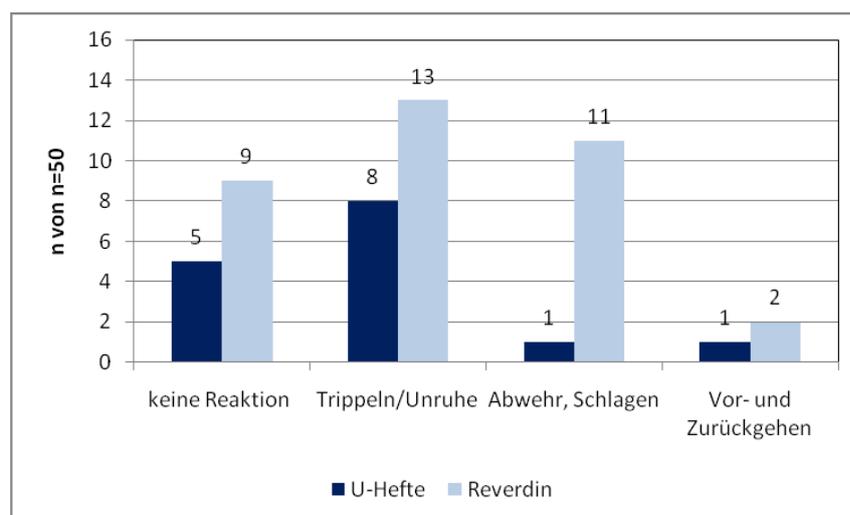


Abbildung 71 Art der Reaktion auf die Naht der Haut mittels Reverdin Naht oder U-Hefte unter MSI.

Insgesamt zeigten 10 von 15 Tieren bei der Naht der Haut mittels U-Heften unter MSI eine Reaktion, bei der Reverdin Naht dagegen waren es 25 von 34 Tieren (Abbildung 72).

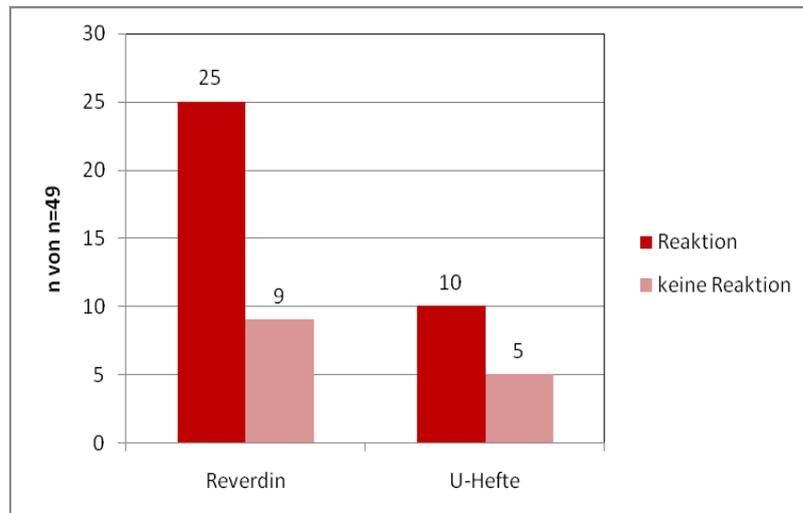


Abbildung 72 Anzahl der Tiere mit und ohne Reaktion bei Naht der Haut mittels Reverdin Naht oder U-Heften unter MSI.

Das Risiko, dass das Tier bei Naht der Haut mittels U-Heften eine Reaktion zeigte, war bei der MSI nicht signifikant größer als bei der Reverdin Naht ($p=0,735$).

8. Unspezifische und spezifische Schmerzreaktionen bei Verschluss der Schichten der Bauchwand

Die in der Tabelle 10 genannten Summen der jeweils ersten Spalte entsprechen der jeweiligen Anzahl an Tieren, bei denen die genannte Maßnahme durchgeführt wurde.

Tabelle 10 Reaktionen beim Verschluss der Bauchdecke und des Knopfloches bei Omentopexie nach Dirksen, PPVA und MSI gegenübergestellt.

Schicht/ Punkt	PPVA				MSI			
	Σ	Keine Reaktion	Unsp. Reaktion	Schmerz- reaktion	Σ	Keine Reaktion	Unsp. Reaktion	Schmerz- reaktion
Naht Peri- toneum u M. transv. abdom.	50	24	22	4	50	21	18	11
Naht M. obl. ext. abdom. u M. obl.int. abdom. Zusammen	15	3	5	7	6	2	3	1
Naht M. obl. int. abdom. ^s	35	20	9	6	44	14	13	17
Naht M obl. ext. abdom. ^s	35	18	9	8	44	11	21	12
Naht Subkutis	41	21	13	7	47	20	19	8
Hautnaht	50	21	19	10	50	14	21	15
Knopfnaht bei Omentopexie nach Dirksen	17	10	5	2	18	10	5	3
Summe^s	243	117	82	44	259	92	100	67
%	100%	48%	34%	18%	100%	36%	38%	26%

s=signifikanter Unterschied der entsprechenden Reaktionen bei PPVA und MSI

Bei PPVA zeigten insgesamt 18% und bei MSI 26% der Tiere deutliche Abwehrreaktionen (Tabelle 10). Bei den mit ^s gekennzeichneten Tätigkeiten konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der PPVA und der MSI festgestellt werden. Zur Überschaubarkeit sind diese rot unterlegt.

Die p-Werte der einzelnen Tätigkeiten beim Verschluss der Bauchhöhle sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11 p-Werte beim Vergleich der beiden Anästhesietechniken hinsichtlich „keine Reaktion“, „unspezifische Reaktion“, „Schmerzreaktion“. In der zweiten Spalte wird im Falle eines signifikanten Unterschiedes die Anästhesie genannt, bei der weniger oft Schmerzreaktionen gezeigt wurden.

	p-Werte
Naht des Peritoneums und M. transv. abdom.	p=0,145
Naht M. obl. ext. abdom. und M.obl. int. abdom. zusammen	p=0,439
Naht des M. obl. int. abdom. einzeln	p=0,047 PPVA
Naht des M. obl. ext. abdom. einzeln	p=0,042 PPVA
Naht der Subkutis	p=0,667
Hautnaht	p=0,287
Knopfnahat bei Omentopexie nach Dirksen	p=0,928
Summe „keine Reaktion“, „unspezifische Reaktion“, „Schmerzreaktion“	p=0,011 PPVA

Tabelle 12 Schmerzgrade beim Verschluss der verschiedenen Schichten der Bauchdecke sowie auf die Naht des Knopfloches bei Omentopexie nach Dirksen, PPVA und MSI gegenübergestellt.

Naht der Schicht/Art der Manipulation	PPVA				MSI			
	Σ	Grad 0-3	Grad 4-6	Grad 7-10	Σ	Grad 0-3	Grad 4-6	Grad 7-10
Naht des Peritoneums und M. transv. abd.	34	32	2	0	32	27	5	0
Naht des M. obl. int. abd. und M. ext. abd.	10	8	2	0	4	3	1	0
Naht des M. obl. int. abd. einzeln	25	22	3	0	28	20	8	0
Naht des M. obl. ext. abd. einzeln	25	22	3	0	28	25	3	0
Naht der Subkutis	30	26	4	0	31	27	4	0
Naht der Haut	34	29	5	0	32	24	8	0
Naht des Knopfloches	11	11	0	0	12	10	2	0
Summe^t	169	150	19	0	167	136	31	0
%	100%	89%	11%	0%	100%	81%	19%	0%

t=tendenzieller Unterschied

Bei den in Graden eingeteilten Reaktionen in Tabelle 12 sind weniger Tiere berücksichtigt, da nur 68 Tiere beurteilt wurden. Hier zeigte sich, dass bei PPVA 11% und bei MSI 19% der

Tiere eine Beurteilung von Grad 4-6 hatten. Das bedeutet, dass keine zufriedenstellende Anästhesie vorlag. Ein tendenzieller Unterschied ist mit ^t gekennzeichnet und grün unterlegt.

Tabelle 13 p-Werte beim Vergleich der PPVA und der MSI beim Verschluss der Bauchhöhle und des Knopfloches bei Omentopexie nach Dirksen bei Einteilung in Grad 0-3 und Grad 4-6. In der zweiten Spalte wird im Falle eines tendenziellen Unterschiedes, die Anästhesie genannt, bei der weniger oft höhere Schmerzgrade gezeigt wurden.

	p-Werte
Naht des Peritoneums und M. transv. abdom.	p=0,251
Naht der Mm. obl. ext. und int. abdom. zusammen	p=1
Naht des M. obl. int. abdom. einzeln	p=0,259
Naht des M. obl. ext. abdom. einzeln	p=1
Naht der Subkutis	p=1
Hautnaht	p=0,459
Knopfnaht nach Omentopexie nach Dirksen	p=0,478
Summe „keine Reaktion“, „unspezifische Reaktion“, „Schmerzreaktion“	p=0,083 PPVA

In Tabelle 13 sind die p-Werte bei Einteilung des Verschlusses der Bauchhöhle in Grade dargestellt. Dabei zeigte sich nur noch eine leichte Tendenz zu Gunsten der PPVA in der Gesamtsumme. Die bei den einzelnen Reaktionen gefundenen signifikanten Unterschiede zugunsten der PPVA ließen sich bei der Naht des M. obliquus externus abdominis und M. obliquus internus abdominis bei den Schmerzgraden nicht mehr darstellen.

9. Euthanasie eines Tieres

Insgesamt 12 Tiere der vorliegenden Untersuchung mussten nach der Operation aufgrund einer infausten Prognose oder einer Verschlechterung des Allgemeinzustandes euthanasiert werden, jeweils sechs Patienten bei beiden Anästhesietechniken. Der Abgangzeitpunkt lag bei vier Patienten der Gruppe mit PPVA innerhalb des ersten Tages post operationem. Bei den übrigen Tieren erfolgte die Euthanasie erst nach mehreren Tagen. Es bestand kein signifikant höheres Risiko, dass die später euthanasierten Tiere einen schlechteren Sitz der Anästhesie zeigten (p=0,429).

10. Einfluss der Erfahrung der Anästhesierenden

10.1 Wirksamkeit der Anästhesie

Betrachtete man jede einzelne Schicht der Bauchdecke für sich, so ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen unerfahrenen und erfahrenen Anästhesierenden. In Tabelle 14 werden die die p-Werte des relativen Risikos bei einem Konfidenzintervall von 95% aufgeführt.

Tabelle 14 p-Werte bei den Manipulationen der verschiedenen Schichten der Bauchdecke in Abhängigkeit der Erfahrung des Anästhesierenden.

	PPVA	MSI
Inzision der Haut	p=0,151	p=0,900
Inzision M. obl. ext. abdom.	p=0,315	p=0,243
Inzision M. obl. int. abdom.	p=0,315	p=0,243
Inzision M. transv. abdom.	p=0,175	p=0,9
Inzision des Peritoneums	p=0,119	p=0,537
Exploration der Bauchhöhle	p=0,881	p=0,669
Omentopexie gesamt	p=0,252	p=2,02
Naht Peritoneum	p=0,240	p=0,260
Naht M obl. ext. abdom. und M. obl. int. abdom. zusammen	p=0,525	p=1
Naht des M. obl. int. abdom. einzeln	p=0,807	p=0,738
Naht des M. obl. ext. abdom. einzeln	p=0,621	p=1
Naht der Subkutis	p=0,845	p=0,496
Naht der Haut	p=0,881	p=0,179
Naht der Haut über dem Perlonknopf (Omentopexie)	p=0,603	p=1

Ein Einfluss der Erfahrung der Anästhesierenden auf die Reaktionen der Tiere war in dieser Untersuchung nicht nachzuweisen.

10.2 Verwendete Menge an Procain

Bei der PPVA lag kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der benötigten Menge an Procainlösung vor (Abbildung 73). Bei der MSI bestand ein signifikanter Unterschied hinsichtlich verbrauchtem Volumen zwischen erfahrenen und unerfahrenen Anästhesierenden p=0,018 (Mann-Whitney-U-Test).

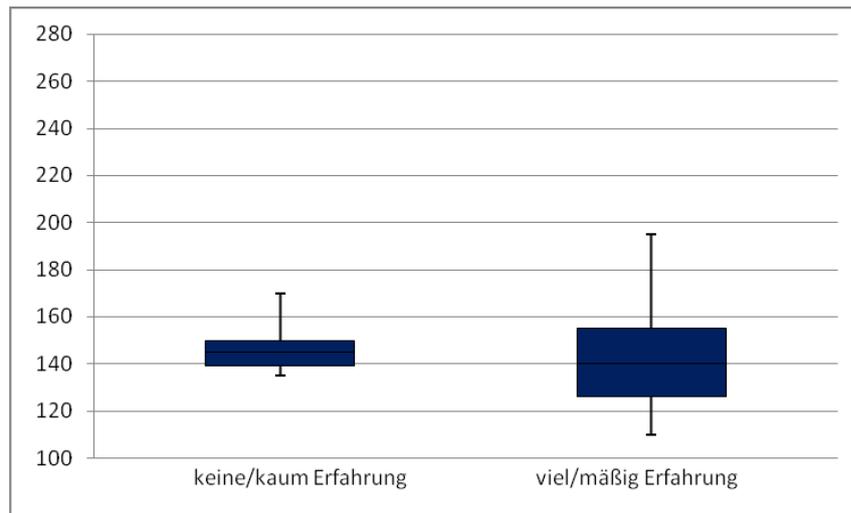


Abbildung 73 Boxplots: Verwendetes Volumen an Procainlösung in ml. Vergleich erfahrener und unerfahrener Anästhesierender bei PPVA.

Bei der PPVA hielten sich unerfahrene Anästhesierende erkennbar an die empfohlene Dosis, während bei den erfahrenen Anästhesierenden die Menge variierte.

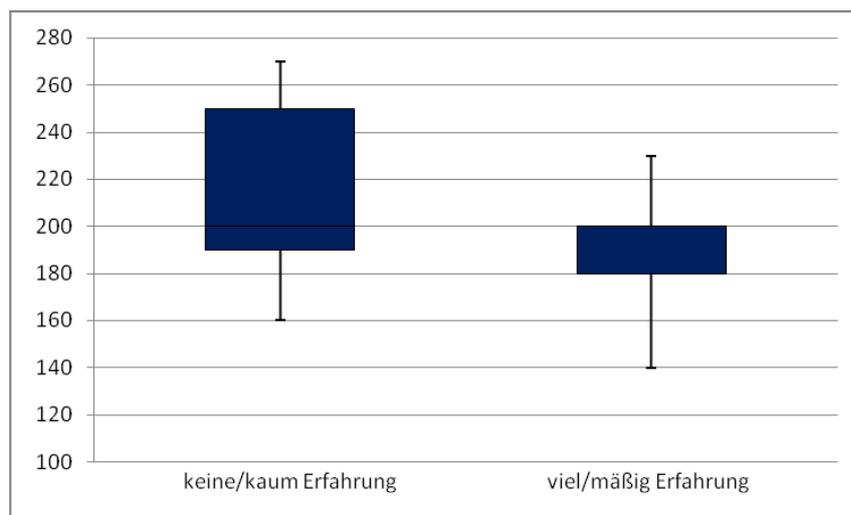


Abbildung 74 Boxplots: Verwendetes Volumen an Procainlösung in ml. Vergleich erfahrener und unerfahrener Anästhesierender bei MSI.

Bei PPVA wurden von erfahrenen Anästhesierenden im Durchschnitt 143ml Lokalanästhetikum, bei unerfahrenen Anästhesierenden 146ml Lokalanästhetikum verbraucht. Im Gegensatz dazu wurden bei MSI von erfahrenen Anästhesierenden durchschnittlich 186ml Lokalanästhetikum verwendet. Unerfahrene Anästhesierende verbrauchten durchschnittlich 211ml Procainlösung (Abbildung 74).

10.3 Benötigte Zeit für die Durchführung der Anästhesie

Bei beiden Anästhesietechniken war die Zeitdauer des Setzens der Anästhesie der unerfahrenen Tierärztinnen und Tierärzten signifikant länger als bei Erfahrenen (PPVA: $p=0,003$; MSI: $p=0,032$) (Abbildung 75, Abbildung 76).

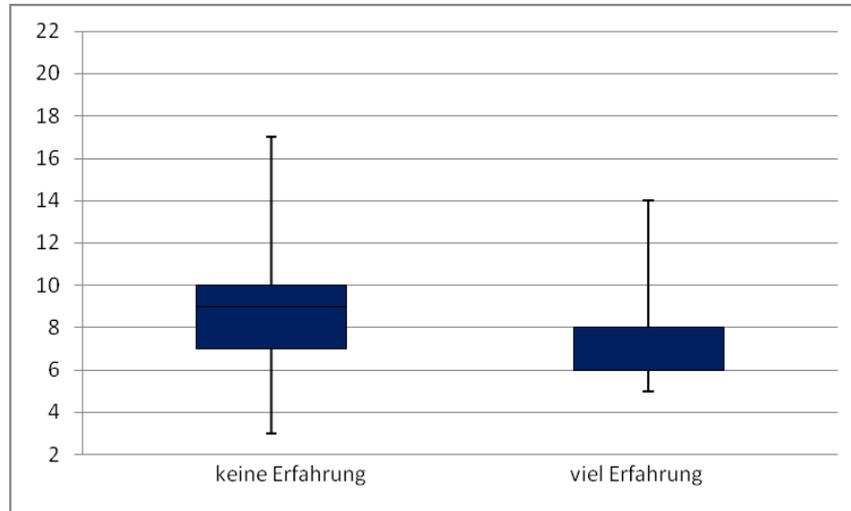


Abbildung 75 Bei der PPVA benötigte Zeitdauer in min. Vergleich des Setzens der Anästhesie bei erfahrenen und unerfahrenen Anästhesierenden.

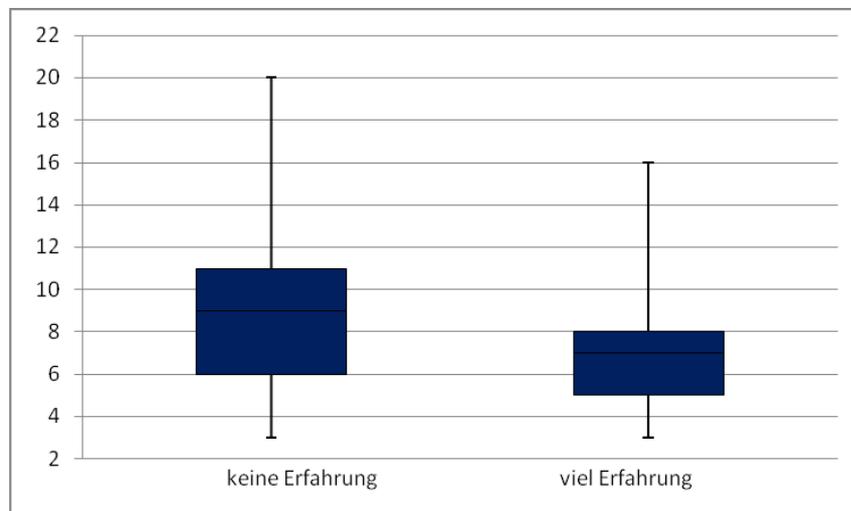


Abbildung 76 Bei der MSI benötigte Zeitdauer in min. Vergleich des Setzens der Anästhesie bei erfahrenen und unerfahrenen Anästhesierenden.

Die erfahrenen Anästhesierenden benötigten bei der PPVA im Durchschnitt sieben Minuten für das Aufsuchen der Punkte und das Applizieren des Lokalanästhetikums. Unerfahrene Anästhesierende der PPVA benötigten neun Minuten. Dieselbe Zeitdauer brauchten die

unerfahrenen Anästhesierenden auch bei der MSI, wohingegen erfahrenen Anästhesierende für die MSI sechs Minuten brauchten.

10.4 Durchführbarkeit der Anästhesie

Nach dem Setzen jeder Anästhesie wurden die Tierärztinnen und Tierärzte nach der Durchführbarkeit befragt. Dabei konnten Unterschiede zwischen den beiden Techniken festgestellt werden. Die Durchführbarkeit der MSI empfanden 30 von 50 Anästhesierenden als „nicht leicht“, bei PPVA waren es 21 von 50 (Abbildung 77). Dieser Unterschied war nicht signifikant ($p=0,110$).

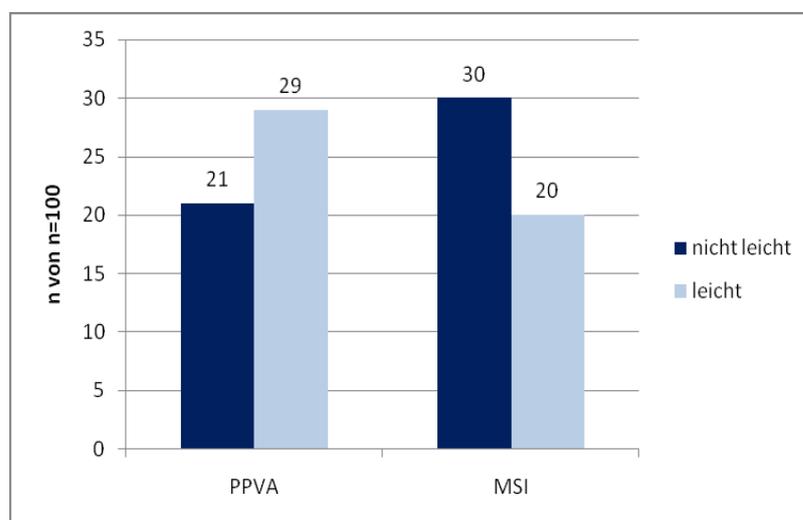


Abbildung 77 Durchführbarkeit der Anästhesie, unabhängig von der Erfahrung der Anästhesierenden, PPVA und MSI im Vergleich.

Unerfahrene Anästhesierende beurteilten die Durchführbarkeit der PPVA öfter als „nicht leicht“ als Erfahrene (Abbildung 78). Das Risiko, dass ein unerfahrener Anästhesierender die Durchführbarkeit als „nicht leicht“ empfand, gegenüber einem erfahrenen Anästhesierenden signifikant größer $p=0,002$, (RR=3,18 95% KI: 1,48-6,83).

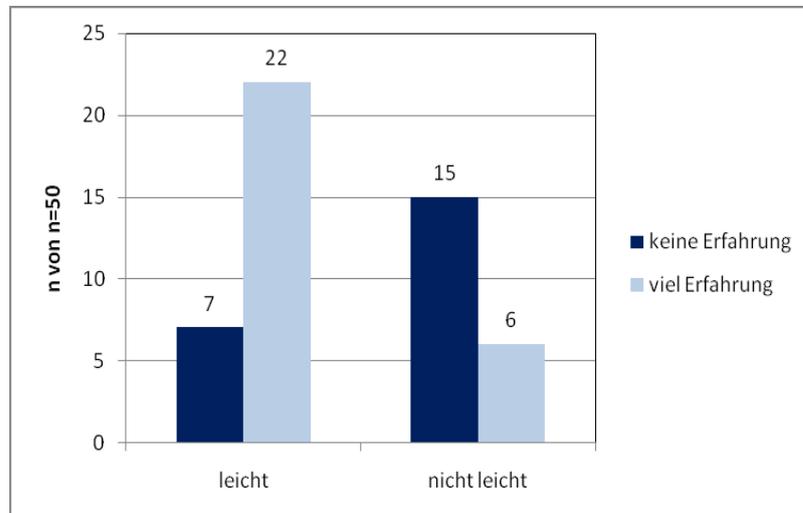


Abbildung 78 Durchführbarkeit der PPVA. Beurteilung erfahrener und unerfahrener Anästhesierender im Vergleich.

Bei MSI war das Risiko für den Unerfahrenen nicht signifikant größer, die Durchführbarkeit als „nicht leicht“ zu empfinden ($p=0,115$) (Abbildung 79).

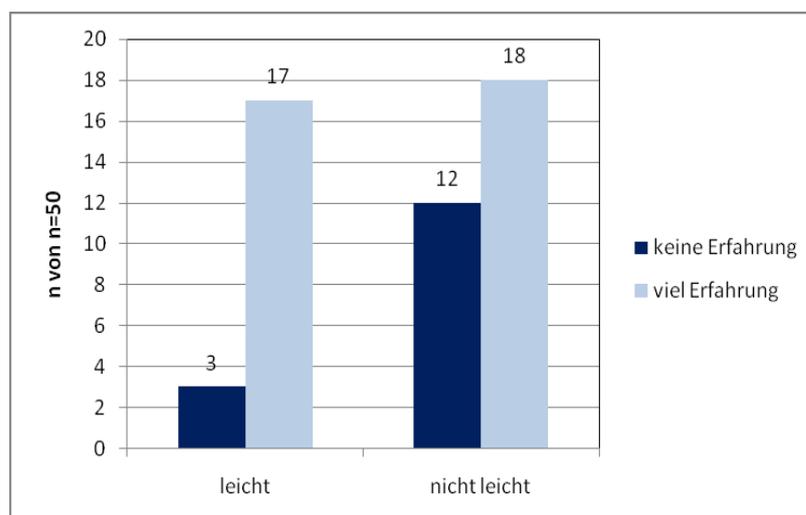


Abbildung 79 Durchführbarkeit der MSI. Beurteilung erfahrener und unerfahrener Anästhesierender im Vergleich.

Dies lag daran, dass mehr als 50% der erfahrenen Anästhesierenden die Durchführbarkeit der

MSI ebenfalls als „nicht leicht“ einstufen.

11. Wirksamkeit der Lokalanästhesie

11.1 Einfluss der Durchführbarkeit der Anästhesie

Bei der Naht des Peritoneums stieg bei einer als „nicht leicht“ empfundenen Durchführbarkeit der MSI tendenziell das Risiko, dass Tiere eine Reaktion zeigten ($p=0,070$). Für die Naht des M. obliquus internus abdominis war dieses Risiko signifikant höher ($p=0,040$; RR=1,73, 95% KI:1,01-2,96), ebenso wie für die Haut ($p=0,012$; RR=1,73, 95% KI: 1,09-2,75).

Bei der PPVA konnte bei keiner Schicht der Bauchdecke ein signifikanter Unterschied oder eine Tendenz festgestellt werden, die einen Hinweis auf einen Zusammenhang der Durchführbarkeit mit den gezeigten Reaktionen der Tiere gab.

11.2 Einfluss des Alters auf die Wirksamkeit der Anästhesie

In einem Punkt konnte ein Einfluss des Alters festgestellt werden. Das Risiko, dass ein Tier unter 3,5 Jahren eine Reaktion auf die Exploration der Bauchhöhle zeigte, war tendenziell, aber nicht signifikant größer als bei Tieren über 3,5 Jahren ($p=0,088$) (Abbildung 80).

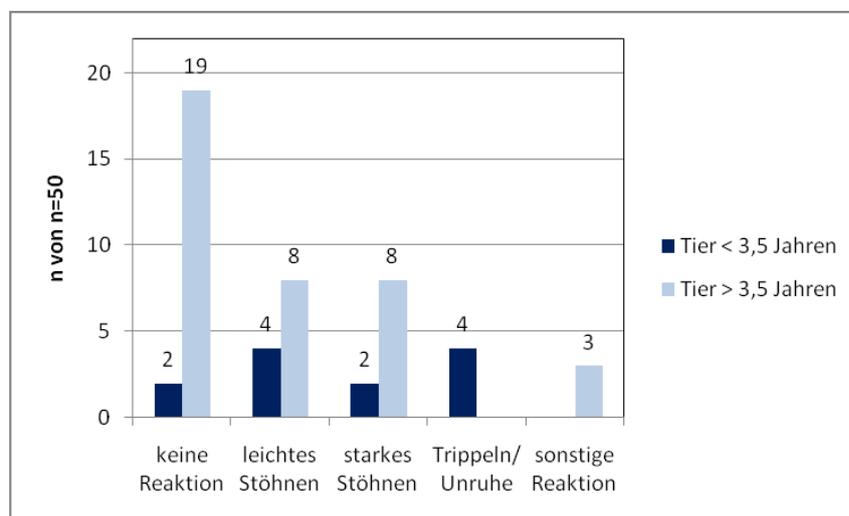


Abbildung 80 Art der Reaktion unter PPVA bei Exploration der Bauchhöhle. Altersgruppe von unter 3,5 Jahren im Vergleich mit der Altersgruppe über 3,5 Jahren.

Bei allen anderen Tätigkeiten während der Operation konnte kein Einfluss des Alters des Tieres auf die gezeigten Reaktionen festgestellt werden.

11.3 Einfluss der Dauer der Operation

Die kürzeste Operationsdauer in der vorliegenden Untersuchung betrug 41 Minuten, die längste drei Stunden und 13 Minuten. Bei den Operationen, die unter PPVA durchgeführt wurden, lag die Zeitdauer im Durchschnitt bei einer Stunde und 21 Minuten. Bei der MSI dauerten die Operationen im Durchschnitt eine Stunde und 34 Minuten. Es spielte für die benötigte Zeitdauer keine Rolle, ob der M. obliquus internus abdominis zusammen mit dem M. obliquus externus abdominis oder beide genannten Muskeln einzeln vernäht wurden. Ebenso machte es keinen Unterschied, ob die Subkutis genäht wurde oder nicht. Ein Einfluss der Dauer der Operation war bei der Naht des Peritoneums und der Haut nachzuweisen.

11.4 Einfluss der Operationsdauer auf die Reaktionen bei der Naht des Peritoneums

Von 34 Operationen, die weniger als 90min dauerten, blieben 20 Tiere reaktionslos. Bei 16 Tieren, bei denen die Operationen länger als 90min dauerten, zeigten vier keine Reaktion (Abbildung 81).

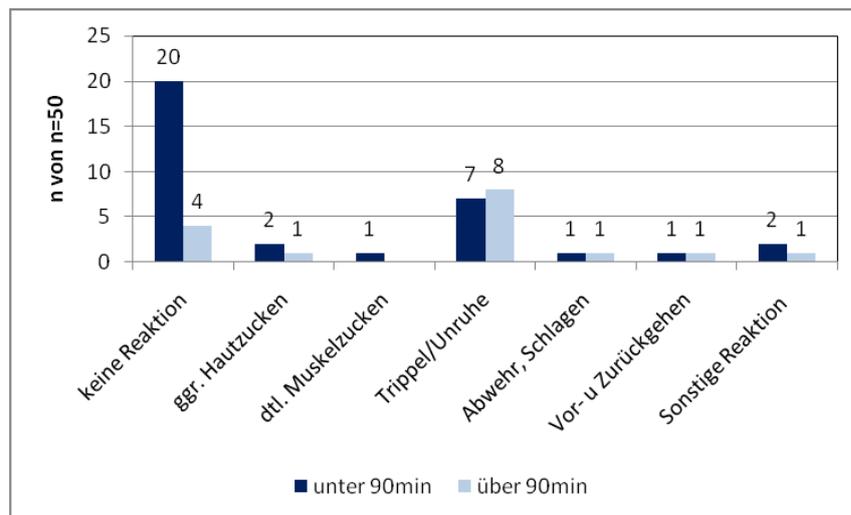


Abbildung 81 Anzahl der Tiere mit Schmerzreaktionen während der Naht des Peritoneums unter PPVA. Operationsdauer bei 34 Tieren unter und 16 Tieren über 90min im Vergleich.

Das Risiko, dass ein Tier unter PPVA bei einer Operationsdauer über 90min eine Reaktion zeigte, war tendenziell, aber nicht signifikant höher als bei einer Operationsdauer unter 90min ($p=0,054$). Bei der MSI zeigte sich hinsichtlich der Operationsdauer kein Unterschied ($p=0,650$).

11.5 Einfluss der Dauer der Operation auf die Reaktionen bei der Hautnaht

Insgesamt zeigten während der Hautnaht unter PPVA bei einer Operationsdauer unter 90min 16 von 34 Tieren eine Reaktion, bei einer Operationsdauer über 90min waren es 13 von 16 Tieren (Abbildung 82).

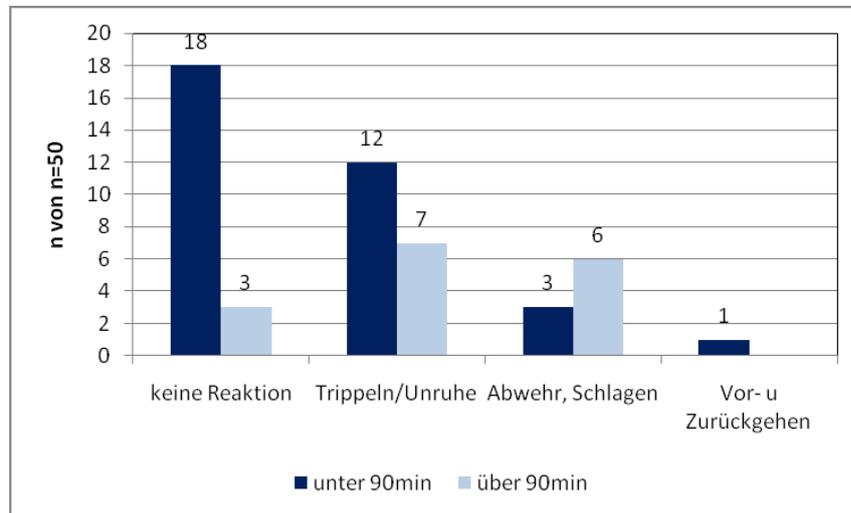


Abbildung 82 Art der gezeigten Reaktionen bei der Naht der Haut bei PPVA. Operationsdauer unter und über 90min im Vergleich.

Das Risiko, dass ein Tier unter PPVA bei einer längeren Operationsdauer während der Hautnaht eine Reaktion zeigte, war gegenüber einer Dauer unter 90min signifikant höher ($p=0,048$) (RR=1,73, 95% KI: 1,13-2,65).

Unter MSI zeigten die Tiere während der Hautnaht nicht das gesamte Spektrum der Reaktionen. Das Risiko, dass das Tier bei einer Operationsdauer über 90min bei der Hautnaht eine Reaktion zeigte, war bei der MSI nicht signifikant größer als bei einer Operationsdauer unter 90min ($p=0,391$).

12. Einfluss der Probleme des Bewegungsapparates auf die Reaktion „Unruhe/Trippeln“

Bei der PPVA zeigten deutlich mehr Tiere das Verhalten „Unruhe/Trippeln“, auch wenn keine Klauenerkrankungen vorlagen (PPVA: 40%, MSI: 16% der Tiere ohne Klauenveränderungen). Zwischen Tieren mit mittelgradigen/hochgradigen einerseits und Tieren mit keinen/geringgradigen Klauenveränderungen andererseits konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Reaktion „Trippeln/Unruhe“ festgestellt werden.

13. Wundbeurteilung am fünften postoperativen Tag

13.1 Gesamtbeurteilung der Wunden

Am fünften postoperativen Tag konnte eine Beurteilung der Wunden von 68 Tieren (58 davon nach einer Omentopexie) vorgenommen werden. Unter diesen wurden 29 Tiere unter PPVA und 39 Tiere unter MSI operiert. Insgesamt zeigten sich bei elf Tieren (16%) unauffällige Wunden (o.B.), 36 (53%) wiesen geringgradige Schwellungen und/oder Emphyseme auf. Mittel- bis hochgradige Wundkomplikationen waren bei 21 Tieren (31%) festzustellen (Tabelle 15). Die Befunde der Wundbeurteilung sind in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 15 Gesamtbeurteilung der Wunden (n=68) am Tag 5 post operationem, Vergleich PPVA (n=29) und MSI (n=39).

Wundbeurteilung	PPVA	MSI	Σ	prozentualer Anteil an allen beurteilten Wunden
o.B.	5	6	11	16%
Geringgradige Wundheilungsstörung	19	17	36	53%
Mittelgradige Wundheilungsstörung	4	11	15	22%
Hochgradige Wundheilungsstörung	1	3	4	6%
Infauste Wundkomplikation	0	2	2	3%

Teilte man ein in unauffällige Wunden (o.B.) und geringgradige Wundheilungsstörungen einerseits und schwerwiegendere Wundkomplikationen andererseits ein, traten nach MSI tendenziell aber nicht signifikant häufiger schwerwiegendere Komplikationen der Wundheilung auf ($p=0,067$) (Abbildung 83).

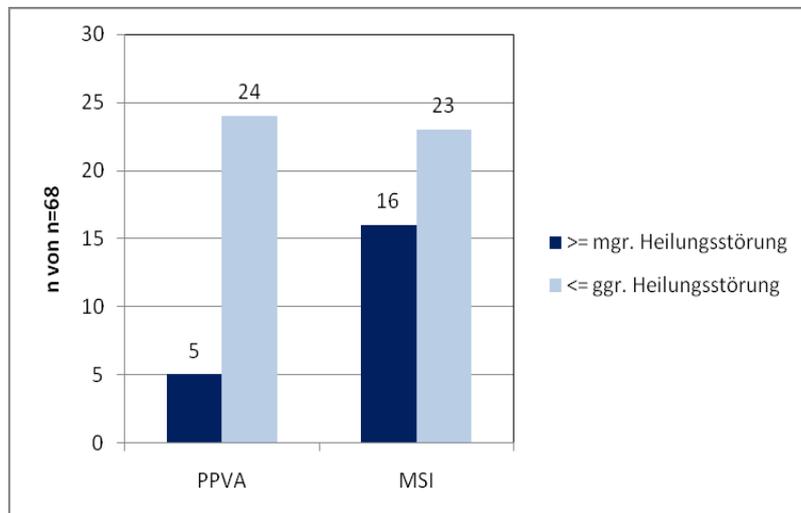


Abbildung 83 „Unauffällige Wunde/geringgradige Wundheilungsstörung“ und „mittelgradige bis hochgradige Wundheilungsstörung“ am Tag 5 post operationem, PPVA und MSI im Vergleich.

Bei zwei Tieren war eine Euthanasie aufgrund einer jauchigen, alle Schichten der Bauchwand erfassenden Wundheilungsstörung nötig. Diese beiden infausten Wundheilungsstörungen traten nach Omentopexie und nach MSI auf.

Tabelle 16 Wundbeurteilung am Tag 5 post operationem im Detail.

		PPVA		MSI	
Wunde am Tag 5 post operationem	Befunde	Σ	%	Σ	%
Adspektion	unauffällig	7	24%	16	41%
	Schwellung bis 1/3	15	52%	10	26%
	Schwellung bis 2/3	6	21%	8	20%
	Schwellung über 2/3	1	3%	3	8%
	Nahtdehesienz	0	0%	2	5%
Palpation	unauffällig	7	24%	11	29%
	fluktuierend	13	45%	13	34%
	derb	8	28%	13	34%
	emphysematös	1	3%	1	3%
Wärme und Dolenz	unauffällig	21	72%	26	68%
	warm	4	14%	5	13%
	ggr. dolent	2	7%	4	11%
	hgr. dolent	2	7%	3	8%
Perkussion	physiologisch	7	24%	10	27%
	tympanisch	11	38%	13	35%
	dumpf/fluktuierend	10	35%	9	34%
	dumpf über Schwellung	1	3%	5	14%

Bei den elf nach „sonstigen intraoperativen Tätigkeiten“ bewerteten Wunden wurde vier Mal eine geringgradige Wundheilungsstörung, in drei Fällen eine mittelgradige Wundheilungsstörung festgestellt, bei vier Tieren war die Wunde unauffällig. Dabei kam es bei zwei der bewerteten Wunden nach Rumenotomie zu mittelgradigen Wundheilungsstörungen. Von den Operationen am Blinddarm waren drei in der Wundbeurteilung, davon heilten zwei Wunden problemlos, eine Wunde fiel durch geringgradige Komplikationen auf.

13.2 Orte der Befunde

13.2.1 Palpationsbefunde

Der Ort der abweichenden Palpationsbefunde variierte. Bei PPVA und MSI wurden bei jeweils acht Tieren die Palpationsbefunde im kranioventralen Bereich erhoben und bei jeweils vier Tieren ringsherum um den gesamten Wundbereich. Bei PPVA konnte in keinem Fall, hingegen bei der MSI bei fünf Wunden der Palpationsbefund im Bereich der Fixationsstelle bei Omentopexie ertastet werden.

13.2.2 Wärme und Dolenz

Die vermehrt warmen und druckdolenten Bezirke lagen nach Operationen unter PPVA bei drei Tieren und unter MSI bei vier Tieren im kranioventralen Bereich. Bei PPVA zeigten zwei Tiere und bei vier Tiere ventral des Wundbereichs vermehrt Wärme oder Dolenz. Wiederum nur nach MSI waren die Befunde in drei Fällen im gesamten Wundbereich zu erheben.

13.2.3 Perkussion

Abweichende Perkussionsbefunde im kranioventralen Bereich waren nach Operationen unter PPVA bei sieben Tieren und unter MSI bei sechs Tieren festzustellen. Nach PPVA zeigten drei Tiere im Bereich der Omentopexie veränderten Perkussionsschall, nach MSI sieben. Im kaudoventralen Bereich waren jeweils drei Wunden betroffen. Nur nach MSI war in vier Fällen der gesamte Wundbereich verändert.

13.3 Einfluss des Vernähens der Mm. obliquus internus und externus abdominis in einer Schicht

Wenn der M. obliquus internus und externus abdominis in einer gemeinsamen Schicht vernäht wurden, bestand unter PPVA ein signifikant höheres Risiko dass sich eine mittel- bis hochgradige Wundheilungsstörung entwickelte ($p=0,022$) (RR=8,89, KI 95%: 1,15-68,72). Wurden die beiden Muskelschichten separat vernäht, bestand dieses Risiko nicht (Abbildung 84, Tabelle 17).

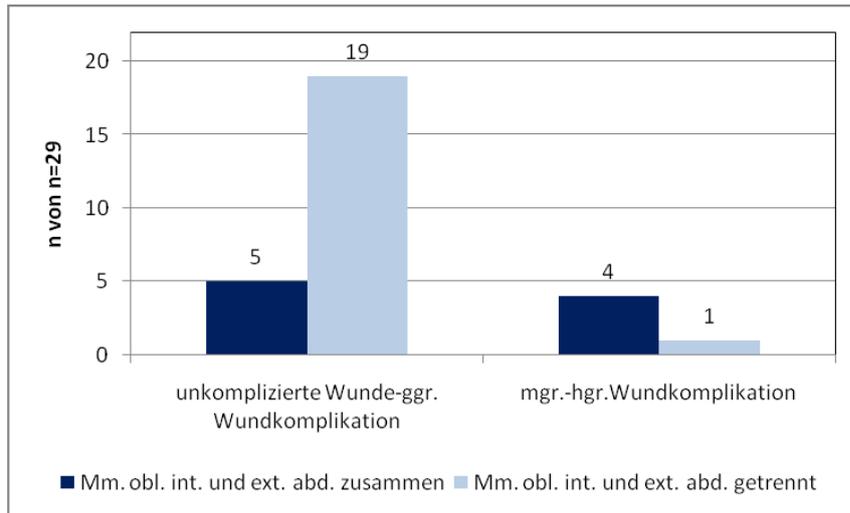


Abbildung 84 Wundheilungsstörungen unter PPVA. Vernähen der Mm. obliquus internus und externus abdominis in einer gemeinsamen und separaten Schicht im Vergleich.

In Abbildung 84 ist dieses Ergebnis in einem Diagramm dargestellt. Tabelle 17 fasst die beiden Anästhesieformen zusammen. Signifikante Unterschiede sind mit ^s gekennzeichnet und rot unterlegt.

Tabelle 17 Wundheilung bei Vernähen der Mm. obliquus externus und internus abdominis in einer gemeinsamen oder jeweils getrennten Schicht.

Naht des M. obl. int.abdom. und M. obl.ext. abdom.	PPVA			MSI		
	Σ	unauffällig bis ggr. verändert	Mgr. bis hgr. verändert	Σ	Unauffällig bis ggr. verändert	Mgr.-hgr. verändert
Beide Muskeln in einer Schicht	9	5	4	5	4	1
Muskeln getrennt, jeweils in separater Schicht	20	19 ^s	1 ^s	34	19	15

^s Statistisch signifikanter Unterschied

Nach der MSI traten insgesamt mehr mittel- bis hochgradige Wundheilungsstörungen auf. Ein signifikanter Unterschied zwischen der Anzahl der Wundheilungsstörungen nach separater oder gemeinsamer Naht der beiden Muskellagen war bei der MSI nicht festzustellen (p=0,631).

13.4 Einfluss der Naht der Subkutis

Beim Vergleich der Wundheilung bei vernähter oder nicht vernähter Subkutis konnte kein Unterschied zwischen den zwei Anästhesiemethoden festgestellt werden.

13.5 Einfluss der Begleiterkrankungen auf die Wundheilung

Bei der Auswertung der Wundheilung wurden 37 Patienten, die als Begleiterkrankung eine Mastitis, Endometritis oder Sohlengeschwüre aufwiesen, gesondert bewertet. Davon wiesen drei Tiere eine unauffällige Wunde auf. Bei 19 Tieren lag eine geringgradige Wundheilungsstörung und bei fünf Tieren eine mittelgradige Wundinfektion vor. Bei jeweils einem Tier wurde eine hochgradige und eine infauste Wundkomplikation am Tag 5 nach der Operation diagnostiziert. Die Wundheilung der Tiere mit bakteriellen Organerkrankungen unterschied sich somit nicht von der der Gesamtpopulation. Ein erhöhter Ketonkörpergehalt im Harn führte ebenfalls nicht zu einer signifikant schlechteren Wundheilung ($p=0,659$). Die zwei letalen Wundheilungsstörungen traten aber bei Tieren auf, bei denen ein hochgradig erhöhter Ketonkörpergehalt im Harn nachweisbar war.

V Diskussion

Die Lokalanästhesie wird seit jeher für die Laparotomie am stehenden Rind angewendet. Für schwierige Operationen, wie Nephrektomien oder Darmanastomosen, gilt die Schmerzausschaltung als nicht ausreichend. Für derartige Eingriffe wird die Allgemeinanästhesie empfohlen (Fubini und Ducharme, 2004). Diese Empfehlung deutet auf eine Unvollständigkeit der Schmerzausschaltung bei intraabdominalen Manipulationen hin. In den Lehrbüchern finden sich keine Angaben über Schmerzäußerungen von Rindern während der Laparotomie. In der vorliegenden Untersuchung erfolgten die Beurteilung der Tiere und die Protokollführung allein durch die Verfasserin der vorliegenden Dissertationsschrift. Underwood (2002) legt dar, dass die Beurteilung von Schmerzen abhängig von den beurteilenden Personen ist. Ihrer Meinung nach ist es besser wenn eine Person die Verhaltensbeobachtungen durchführt. Eine besondere Schwierigkeit bei der Beurteilung der Tiere war, dass nicht immer akute Schmerzen und chronische Schmerzen zu unterscheiden waren (Feist et al. 2008).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war zunächst, Unterschiede zwischen den beiden Anästhesietechniken zu finden. Die PPVA wurde ausgewählt, weil die Schmerzausschaltung sich auch auf die Bauchhöhlenorgane erstrecken soll (Farquharson 1940). Zudem sprachen die in der Literatur genannten Vorteile der mit wenig Lokalanästhetikum zu erreichenden vollständigen Anästhesie dafür. Und zuletzt lagen subjektiv auch gute Erfahrungen vor. Die MSI wurde ausgewählt, weil sie in der Klinik etabliert war und aufgrund der dortigen Erfahrungen als für die Tiere optimal galt. Der Name „modifizierte Schnittlinieninfiltration“ (MSI) rührt daher, dass sie Aspekte des umgekehrten L-Blocks und der Schnittlinieninfiltration in sich vereinigt. Zudem sollte die zweite Methode praxisnah und einfach durchzuführen sein.

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. Wenn man die Aufmerksamkeit bei den Laparotomien am stehenden Rind auf die Reaktionen der Tiere richtet, sind Vermutungen naheliegend, dass trotz der Anästhesie noch

Schmerzen bestehen. Dies wird insbesondere auch aus Kommentaren von Personen, die nicht unmittelbar an der chirurgischen Beseitigung der Erkrankung beteiligt sind, deutlich. Das Bewerten von Schmerzen ist nicht nur beim Rind sehr schwierig (Holton et al. 2001; Whay et al. 1998; O'Callaghan 2002; Feist et al. 2008). Über die spezifischen Schmerzäußerungen oder die individuelle Schmerzempfindlichkeit ist speziell beim Rind kaum etwas bekannt. Zudem entscheiden Ausbildung und Übung, aber auch Gewöhnung und Konzentration auf medizinische Veränderungen, wie Reaktionen beurteilt werden. Das individuelle Erleben und Zeigen von Schmerzen führt dazu, dass ungeübte Beobachter Schmerzzustände bei Tieren leicht „übersehen“ können (Waag 1984; O'Callaghan 2002; Robertson 2002; Whay 2002; Hudson et al. 2008). Da es wenig Arbeiten beim Rind gibt, kann man nicht auf grundlegende Daten zurückgreifen, sondern muss diese erst schaffen. In der vorliegenden Arbeit wurde ein Grundgerüst an Reaktionen verwendet und dieses beibehalten und ausgewertet (Tabelle 1). Im Verlauf der Untersuchung wurde die Intensität der Reaktionen mehr und mehr berücksichtigt, so dass für 68 Tiere eine Einteilung in Grade erstellt werden konnte (Tabelle 4a und 4b). Diese feinere Differenzierung ließ jedoch keine signifikanten Unterschiede mehr erkennen. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Tiere vor der Operation zunächst im Stall beurteilt und so der „Ruhelevel“ oder der „Charakter“ festgelegt. Es stellte sich heraus, dass „ruhige“ Rinder Schmerzreaktionen genauso häufig zeigten wie „nervöse“ Tiere, also der „Charakter“ der Tiere keinen signifikanten Einfluss auf die gezeigten Reaktionen hatte. Mit einer Ausnahme: bei der Exploration der Bauchhöhle zeigten im Stall als ruhig bewertete Tiere signifikant weniger Schmerzreaktionen. Hier kann der Grund auch in einer besseren Gewöhnung an den Menschen liegen.

Die MSI soll die Vorteile des umgekehrten L-Blockes und der Schnittlinieninfiltration vereinen, sollte also wirksamer sein als eine Technik allein. Allerdings bringt sie auch die Nachteile beider Techniken, wie den hohen Verbrauch an Lokalanästhetikum, die Infiltration im Wundbereich mit möglichen Konsequenzen auf die Wundheilung und die flächige Traumatisierung des Gewebes mit sich. Beide Infiltrationstechniken werden in der Literatur als sehr leicht durchführbar bezeichnet (Muir et al. 2007). Für diese Feststellung spricht auch, dass in der tierärztlichen Praxis, wie im Fragebogen festgestellt, überwiegend die Infiltrationstechniken angewendet werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen

jedoch die einfache Durchführbarkeit nicht. Die Durchführung der MSI bezeichneten nicht nur ungeübte, sondern auch mehr als 50% der geübten Tierärztinnen und Tierärzte als „nicht leicht“. Grund dafür waren die oftmals tiefe oder kleine Hungergrube, die Sorge Abdominalorgane zu verletzen, aber auch die Abwehrbewegungen der Tiere. Dabei wurden keine Angaben darüber gemacht, ob die Abwehrbewegungen selbst oder die Schmerzen die dadurch signalisiert wurden die Durchführung erschwerten. Mit einem gut sitzenden umgekehrten L-Block sind im besten Fall alle Nerven desensibilisiert, die den Bereich der Laparotomiewunde versorgen (Muir et al. 2007). Die bei dieser MSI vorgenommene Infiltration ist nicht mit dem in der Literatur beschriebenen umgekehrten L-Block gleichzusetzen, weil sie nur von einem Punkt mit einer Kanüle begrenzter Reichweite ausgeführt wurde.

Die für die PPVA in der Literatur genannten Volumina an Lokalanästhetikum sind trotz der unterschiedlichen Potenz der verwendeten Lokalanästhetika ähnlich (Link und Smith 1956; Frey und Löscher 2002). 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 angegeben verwendet. Nach Farquharson (1940) reichte ein Volumen von jeweils 10ml Procain (2%) für den Spinalnerv des Th13, L1 und L2 für eine gute Wirksamkeit aus. Eine Verbesserung der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung hinsichtlich der Wirksamkeit könnte unter Umständen erreicht werden, wenn die Injektionsstellen für das Anästhetikum anatomisch noch präziser bestimmt werden könnten. Selbst bei den relativ großen Volumina für die PPVA wurde signifikant weniger Anästhetikum als für die MSI benötigt. Die Tatsache, dass bei der PPVA weniger Lokalanästhetikum nötig ist, ist auch in der Literatur vermerkt (Steiner und von Rotz 2003; Muir et al. 2007).

Farquharsons (1940) Vorgehensweise, ein separates Depot an den Hautast des dritten Lendennervs zu setzen, wurde für die eigene Untersuchung nicht übernommen. Die Reaktionen der Tiere traten jedoch nicht vorwiegend im ventralen Bereich der Inzision auf, so dass keine Aussage darüber gemacht werden kann, ob eine zusätzliche Betäubung dieses Astes die Resultate verbessert hätte.

Nach der vorliegenden Untersuchung war die PPVA meist „leicht“ durchzuführen. Der Grund

hierfür lag vermutlich darin, dass die unerfahrenen Anästhesierenden stets unter Anleitung eines erfahrenen arbeiteten. Die PPVA war jedoch nicht in der Mehrzahl der Fälle, wie von Farquharson (1940) und Muir et al. (2007) beschrieben, sicher in der Schmerzausschaltung. Sie war zwar der MSI unter den vorliegenden Gegebenheiten in der Wirkung tendenziell überlegen, jedoch waren nicht alle Schichten der Bauchwand komplett anästhesiert.

Die für die Ausführung benötigte Zeit war bei beiden Anästhesieformen gleich. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Techniken den Studentinnen und Studenten genau beschrieben und gezeigt wurden. In der Praxis hätten die Anästhesien sehr wahrscheinlich zügiger durchgeführt werden können. Die für die Ausbildung benötigte Zeit erklärt auch, warum die Anästhesien von geübten und ungeübten Tierärztinnen und Tierärzten in annähernd gleicher Zeit durchgeführt wurden.

Empfanden die Tierärztinnen und Tierärzte die Durchführbarkeit der Anästhesie als „nicht leicht“, d. h. mäßig oder schwierig, 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. Grund dafür könnten die Schwierigkeiten, das Lokalanästhetikum bei einer eingesunkenen Hungergrube tief genug zu applizieren gewesen sein. Bei der PPVA dagegen konnte hinsichtlich der von den Tieren gezeigten Reaktionen bei keiner Schicht der Bauchdecke ein signifikanter Unterschied zwischen „leichter“ und „nicht leichter“ Durchführbarkeit festgestellt werden.

Durch die nach der Anästhesie einsetzende Muskelrelaxation weitete sich die Hungergrube nach der PPVA und eine Inzision war einfacher durchzuführen. Auch die Naht erschien leichter durchführbar, obwohl sich die Muskeln nach Durchtrennung bei beiden Anästhesiemethoden gleichermaßen kontrahierten und aus dem Bereich der Wunde zurückzogen, insbesondere der schiefe innere Bauchmuskel. Die genannten Gegebenheiten wurden jedoch nicht regelmäßig festgehalten und nicht ausgewertet.

Farquharson (1940) führt bei der von ihm entwickelten Methode der PPVA auch eine verkürzte Rekonvaleszenzzeit im Vergleich zu Infiltrationstechniken an. Den Vorteil, dass bei der PPVA kein reizendes Lokalanästhetikum die Wundheilung direkt negativ beeinflussen

kann, nennen mehrere Autoren (Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Gabel (1964) jedoch misst anderen Ursachen für Wundheilungsstörungen, wie abgestorbenen Feten bei Kaiserschnitten oder Stoffwechselerkrankungen, größere Bedeutung bei. In der vorliegenden Untersuchung wurde deswegen auch die Wundheilung beobachtet, allerdings nicht täglich und über einen langen Zeitraum, sondern nur am Tag 5 post operationem. In der vorliegenden Untersuchung lagen bei fast allen Tieren weitere Erkrankungen vor, die bei 37 von 68 Tieren mit entzündlichen Prozessen einhergingen. Diese Prozesse –Klauenerkrankungen, Mastitiden, Endometritiden –wirkten sich nicht auf die Wundheilung aus, wenn man diese Tiere mit Tieren ohne Begleiterkrankungen verglich. Die in der Untersuchung festgestellte hohe Inzidenz von Wundheilungsstörungen dürfte demnach nicht mit Begleiterkrankungen in Zusammenhang stehen. Hinsichtlich der Anästhesieformen war im Untersuchungszeitraum nach einer Operation unter PPVA am Tag 5 post operationem der Zustand der Wunde besser. Vor allem bei der MSI waren die ganze Wunde betreffende Schwellungen nachzuweisen. Zur Feststellung signifikanter Unterschiede wären aus statistischen Gründen jedoch eine viel größere Anzahl an beurteilten Wunden (etwa 220) nötig gewesen.

Ein Nachteil der PPVA, dass sie bei fetten Tieren schwierig durchzuführen sei (Edwards 2001; Muir et al. 2007), konnte durch die Aussagen der Anästhesierenden nicht bestätigt werden. Der BCS der Tiere hatte bei den Tieren der vorliegenden Untersuchung keinen Einfluss auf die Durchführbarkeit. In Einzelfällen ist es jedoch durchaus denkbar, dass die Dicke von Rückenmuskulatur und -fett dazu führte, dass trotz guter Durchführbarkeit der ventrale Ast des Spinalnervs schlechter erreicht wurde. Deswegen sollten bei mastigen Tieren der Rasse Deutsches Fleckvieh mindestens 12cm lange Kanülen verwendet werden. Immer war ein Vergewissern des richtigen Sitzes der Kanüle nötig. Bei Tieren mit niedrigem BCS war es möglich, nach wenigen Zentimetern die Bauchhöhle zu erreichen. Komplikationen infolge der Penetration von großen Blutgefäßen traten 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, konnte nicht beobachtet werden. Diese Nachteile werden immer wieder in der Literatur für die PPVA genannt (Dietz und Henschel 1988; Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). In der vorliegenden Untersuchung ging keines der 100 Tiere während der Operation nieder, nur ein

Tier zeigte beim Zurückgehen in den Stall einen stark schwankenden Gang, kein einziges Tier aber stürzte, grätschte aus oder zog sich Verletzungen zu. Die in der vorliegenden Untersuchung angewendete Technik kann daher, mit Vorbehalt des Anlegens eines Vergrittungsgeschirrs bis zum Tag nach der Operation, empfohlen werden.

Das Setzen eines kleinen kutanen Depots an der Applikationsstelle für die PPVA beschrieben mehrere Autoren (Horney 1966; Hodkinson und Dawson 2007; Edmondson 2008). In der vorliegenden Erhebung konnte bei mehreren Tieren nach Setzen des Hautdepots ein deutlich ruhigeres Verhalten bei der nachfolgenden Leitungsanästhesie der Spinalnerven beobachtet werden. Aufgrund der zu geringen Vergleichszahlen ($n=7$) waren jedoch keine signifikanten Unterschiede zu denjenigen Tieren zu verzeichnen, die kein vorheriges Hautdepot erhalten hatten.

An der vorliegenden Untersuchung waren sehr viele Anästhesierende mit unterschiedlicher Erfahrung beteiligt, darunter auch Tierärztinnen und Tierärzte, die die Lokalanästhesie zum ersten Mal durchführten. Für die Wirksamkeit der PPVA ist Erfahrung wichtig, so dass ungeübte Anästhesierende möglicherweise schlechtere Resultate erzielen (Edmondson 2008). In der vorliegenden Untersuchung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen geübten und ungeübten Tierärztinnen und Tierärzten hinsichtlich der Schmerzreaktionen der Tiere festgestellt werden. Laut statistischer „Power-Analyse“ hätten allerdings die Fallzahlen pro Anästhesierenden deutlich größer sein müssen. Daher kann nur vermutet werden, dass Erfahrung ein besseres Ergebnis hinsichtlich des Sitzes der Anästhesie mit sich bringt. In der vorliegenden Untersuchung wurden ungeübte Anästhesierende stets von erfahrenen Tierärztinnen und Tierärzten angeleitet, was wahrscheinlich die Unterschiede verwischte. Eine Untersuchung mit jeweils einem geübten Anästhesierenden wäre vermutlich sinnvoller gewesen, sie ließ sich aber nicht in den Klinikalltag integrieren.

Hinsichtlich der Reaktionen auf die Operation, dem ersten Zweck der vorliegenden Untersuchung, führten die zur Fixation des Abdecktuches verwendeten Backhausklemmen besonders bei der MSI zu deutlichen Schmerzreaktionen. Das Setzen der Backhausklemmen erfolgte tief in die Haut und war somit an der nicht anästhesierten Haut vermutlich während der gesamten Operation deutlich schmerzhaft. Bei zwei der vier verschiedenen Positionen,

nämlich an der kaudodorsalen und der kranioventralen, konnte ein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Anästhesietechniken festgestellt werden. Bei einer weiteren, der kraniodorsalen Position, wurde eine Signifikanz nur ganz knapp verfehlt. Diese Ergebnisse waren zu erwarten, da der bei der MSI anästhesierte Bereich deutlich kleiner als bei der PPVA ist und die Gegend, in dem die Tuchklemmen gesetzt werden, nicht mit einschließt. Bei der PPVA liegen die kraniodorsale, kranioventrale und kaudodorsale Position auch nicht zwingend innerhalb des anästhesierten Bereichs. In diesem Punkt ist aber die PPVA deutlich von Vorteil für das Tier, solange darauf geachtet wird, dass die Tuchklemmen innerhalb des betäubten Bereichs gesetzt werden. Damit Schmerzen bei der Abdeckung unter MSI und auch unter PPVA vermieden werden, müssen jedoch anstatt der Fixation mit Tuchklemmen Klebetücher verwendet oder das Tuch mit Einzelknopfheften im Bereich der Wunde fixiert werden. Allerdings ist es bezeichnend für die Spezies Rind –und für die Problematik, Schmerzen bei dieser Tierart zu beurteilen –dass mehrere Tiere (durchschnittlich elf von 50 unter MSI) auf das Setzen der Backhausklemmen keine Reaktion zeigten, obwohl sie die Perforation der Haut gespürt haben mussten. Ob intraabdominale Schmerzen eine Reaktion verhinderten, ob die Tiere stark gestresst oder geängstigt waren oder ob sie aus anderen Gründen nicht reagierten, bleibt offen. Diese „Reaktionslosigkeit“ zeigt, dass Tiere auch während der Operation Schmerzen empfinden können ohne eine Reaktion zu zeigen.

Für die Beurteilung der Schmerzen während der Operation erscheint die Unterscheidung in „keine Reaktion“, „unspezifische Schmerzreaktion“ und „spezifische Schmerzreaktion“ am wichtigsten. In der vorliegenden Untersuchung wurden Abwehrbewegungen, Schlagen mit dem Bein, Vor- und Zurück- oder gar Niedergehen während eines Teilschrittes der Operation als spezifische Schmerzzeichen gewertet. Haut- und Muskelzuckungen oder Trippeln hingegen wurden als unspezifisch angesehen. Im Vergleich dieser Wertungen blieben unter PPVA durchschnittlich 43% der Tiere bei den verschiedenen Schritten der Eröffnung der Bauchhöhle ohne jegliche Reaktion, unter MSI signifikant weniger, nämlich 32% (Tabelle 7). Unter PPVA zeigten 22% der Tiere als sicher schmerzhaft bewertete Reaktionen, unter MSI waren es mit einem Anteil von 29% wiederum signifikant mehr. Stärkere schmerzhaft Reaktionen traten in nur neun Fällen wiederholt auf, worauf nachdosiert wurde. Auch dadurch konnte allerdings die Schmerzhaftigkeit nicht völlig ausgeschaltet werden. In der

entsprechenden Auswertung des Verschlusses der Bauchhöhle zeigte sich eine ähnliche Beurteilung, wobei etwas mehr Tiere reaktionslos ausharrten (Tabelle 10). Obwohl diese Verhältnisse, bei gebotener vorsichtiger Interpretation, für die Anwendung der PPVA sprechen, erstaunt es jedoch, dass gut 20% der Tiere unter PPVA und knapp 30% der Tiere unter MSI offensichtlich Schmerzen während der Operation erleiden. Dieses Ergebnis fordert dazu auf, die Techniken selbst oder ihre Anwendung zu verbessern oder weitergehende Maßnahmen, wie eine leichte Sedation, anzuwenden. Diese Empfehlung gründet sich auch auf die nachfolgend diskutierte Auswertung der Schmerzreaktionen bei den Teilschritten der Operation.

Die Reaktionen auf die einzelnen Teilschritte der Operation waren sehr unterschiedlich. Meist war die PPVA etwas besser wirksam, in einzelnen Schritten sogar signifikant. Die geringere Schmerzhaftigkeit bei der Exploration der Bauchhöhle ließ den Schluss zu, dass die inneren Organe und/oder das Peritoneum teilweise mit anästhesiert waren. Nur bei der Inzision des äußeren schiefen Bauchmuskels war der Schmerz unter MSI signifikant besser ausgeschaltet als unter PPVA.

Die Reaktionen auf die Inzision und das Vernähen der Haut waren bei beiden Anästhesietechniken gleich. Keine Technik konnte die Schmerzreaktionen jedoch ganz ausschalten. Die subkutane und die muskuläre Infiltration scheinen bei der MSI gut zu gelingen. Bei der Inzision des M. obliquus externus schnitt die PPVA signifikant schlechter als die MSI ab, bei der Naht dieses Muskels war es jedoch umgekehrt. Dies erlaubt folgenden Schluss: bei der Inzision ist das Lokalanästhetikum unter MSI noch im Bereich der Schnittlinie vorhanden. Im gut durchbluteten Muskel wird es jedoch durch unspezifische Esterasen schnell abgebaut (Frey und Löscher 2002). Daraus lässt sich erklären, dass die Tiere unter der MSI in der vorliegenden Untersuchung bei der Naht des M. obliquus externus abdominis und des M. internus abdominis signifikant mehr Reaktionen als nach PPVA zeigten. Bei PPVA liegt, bei richtigem Sitz, das Depot in dem den Nerven umgebenden Binde-/Fettgewebe, so dass der Abbau langsamer abläuft und die Wirkung länger gewährleistet zu sein scheint (Link und Smith 1956).

Wie in der vorliegenden Untersuchung festgestellt wurde, hat die Zeitdauer der Operation

einen Einfluss auf die Reaktionen der Tiere. Dieser Befund lag unter der PPVA während des Vernähens des Peritoneums zusammen mit dem M. transversus abdominis und bei Naht der Haut vor. Hierbei konnte festgestellt werden, dass bei der PPVA die Tiere nach Ablauf von 90min mehr Reaktionen zeigten als bis zu einer Operationsdauer von 90min. Da, wie oben beschrieben, im Muskel das Procain schneller als im Bindegewebe abgebaut wird, kann die Wirkung des Procains bei der MSI schon vor Erreichen von 90min abgeklungen sein und daher bei der MSI kein signifikanter Unterschied mehr zwischen einer unter und über 90minütigen Operationsdauer festzustellen sein.

Die Infiltration in die tieferen Muskelschichten war anscheinend schwieriger als in die oberflächlichen. Dies lag auch an der Sorge der Anästhesierenden, in der Bauchhöhle liegende Organe, insbesondere den Blinddarm oder den nach rechts aufgestiegene Labmagen zu verletzen. Im Gegensatz zu diesen Befürchtungen fiel das Urteil sowohl für die Inzision des M. obliquus internus abdominis, die Inzision und die Naht des M. transversus abdominis als auch die Inzision und die Naht des Peritoneums bei beiden Techniken gleich aus. Die in der Literatur erwähnte Schmerzfreiheit des Peritoneums unter PPVA konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht festgestellt werden. Das wider Erwarten gute Abschneiden der MSI bei den tiefen Schichten dürfte wohl auf ihre L-Block-Komponente zurückzuführen sein, die zu einer der PPVA gleichwertigen Anästhesierung der inneren Schichten beigetragen haben dürfte. Für eine Anästhesierung der Nervenleitung spricht auch, dass diese Schichten auch bei der Naht nach länger dauernden Operationen noch desensibilisiert waren. Die MSI bietet deswegen wohl gegenüber der alleinigen Schnittlinieninfiltration einen Vorteil, dennoch bleibt die Schmerzausschaltung nicht ganz befriedigend.

Die Exploration der Bauchhöhle rief bei der PPVA signifikant weniger Schmerzzeichen hervor. Nach Farquharson (1940) könnte das ruhigere Stehenbleiben dadurch verursacht sein, dass die Tiere durch den verminderten abdominalen Druck weniger beeinträchtigt werden als bei MSI. Wahrscheinlich ist auch, dass durch die tiefreichende Desensibilisierung der Bauchwand durch die PPVA die Exploration erträglicher als bei der MSI ist. Eine weitere Erklärung könnte sein, dass die Spinalnerven Nervenfasern ins Gekröse und die inneren Organe abgeben und somit bei der Exploration der Bauchhöhle weniger akute Schmerzen

entstehen. Allerdings lassen sich in der Literatur hierfür keine Angaben finden.

Zwischen den verschiedenen Techniken der Omentopexie konnte kein signifikanter Unterschied bei den beiden Anästhesiemethoden festgestellt werden. Auch bei der Omentopexie nach Dirksen, die abseits der Laparotomiewunde erfolgt, war die Reaktion auf die Hautinzision und -naht nicht unterschiedlich. Erklärt werden kann dies mit denselben Überlegungen wie für die Hautnaht: Die Anästhesierung der Haut gelingt durch die Infiltration recht gut.

Bei drei Tieren unter MSI und sechs Tieren unter PPVA wurde Lokalanästhetikum lokal nachinjiziert. Diese Tiere wurden separat erfasst, aber in der Studie belassen. Ein Teil der Berechnungen wurde unter Weglassung dieser neun Fälle erneut durchgeführt. Dabei konnten zwei Unterschiede festgestellt werden. Wenn diese Patienten ausgeklammert wurden, lag kein erhöhtes Risiko mehr vor, dass ein Tier bei der PPVA eine Reaktion bei Inzision des M. obliquus externus abdominis zeigte ($p=0,092$). Erklären lässt sich dieser Befund dadurch, dass die Tiere, die vermehrt eine Abwehr gezeigt hatten, nun weggefallen waren. Nachdosiert wurde im Untersuchungszeitraum meist erst nach Inzision des M. obliquus externus abdominis, wenn ersichtlich war, dass die Schmerzreaktionen zu stark blieben. Es stellt sich die Frage, warum in der Studie insgesamt bei nur neun Tieren eine Nachdosierung erfolgte, und nicht bei allen Tieren, die spezifische Schmerzreaktionen zeigten. In der vorliegenden Studie war es den Operateuren selbst überlassen, ob sie nachdosierten; dies ist durchaus üblich (Holton et al. 2001; Underwood 2002). Dabei wurde jedoch ersichtlich, dass auch an der Klinik für Wiederkäuer jede Tierärztin und jeder Tierarzt die Schmerzáußerungen der Tiere unterschiedlich wahrnimmt (O'Callaghan et al. 2002; Underwood 2002). Der Blick auf die Operation, die Konzentration darauf, den Eingriff korrekt auszuführen und der Wunsch, den Eingriff zügig zu beenden, könnten den Blick auf die Reaktionen des Tieres verstellen. Hier sollte eine Sensibilisierung erfolgen und im Fall von spezifischen Schmerzen öfter und schneller eine Nachanästhesierung durchgeführt werden. Diese sollte dann direkt im schmerzhaften Gewebe platziert werden und eine gewisse Zeit bis zum Fortfahren der Operation abgewartet werden, damit der Wirkungseintritt des Lokalanästhetikums gewährleistet werden kann. Die Nachdosierung eliminierte nachfolgend nicht alle Schmerzáußerungen. Diese Tatsache kann eine Erklärung dafür sein, warum nicht alle

Tierärztinnen und Tierärzte bei spezifischen Schmerzreaktionen nachdosierten.

Die Gabe von Schmerzmitteln bringt Kühen ein verbessertes Wohlbefinden und eine verbesserte Futteraufnahme (Feist et al. 2008). Alle Tiere der vorliegenden Untersuchung hatten präoperativ Schmerzmittel erhalten. Ein Einfluss dieser Medikamente konnte wegen des Fehlens einer Kontrollgruppe nicht überprüft werden.

Die Sedation der Rinder bei der Laparotomie wird in der Literatur kontrovers diskutiert, allerdings überwiegen in den letzten Jahren die Meinungen, dass die positiven Effekte einer leichten Sedation den Einsatz von Xylazin rechtfertigen (Anderson und Muir 2005; Muir et al. 2007). Als Nachteil der Sedation durch den Wirkstoff Xylazin wird ein etwaiges Niedergehen des Tieres angesprochen und die Schwierigkeit, dass Xylazin bei ruhigen Tieren geringer dosiert werden muss als bei sehr widerspenstigen oder nervösen Tieren. Bei letzteren kann von einer Sedation nicht abgesehen werden (Edmondson 2008). Eine Garantie, dass das Tier bei der Operation stehen bleibt, gibt es dabei nicht (Chevalier und Provost 2004; Abrahamsen 2008). Der Vorteil der Sedation liegt in einer verbesserten chirurgischen Effizienz, da der Operateur in Ruhe und Sicherheit arbeiten kann (Ivany und Muir 2004; Abrahamsen 2008). Außerdem ist das Tier weniger gestresst und erträgt die Manipulationen gleichmütig (Chevalier und Provost 2004). Eine Gabe von Xylazin während der Operation wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht standardmäßig durchgeführt. Da Xylazin auch eine schmerzdämpfende Wirkung besitzt, sollte der routinemäßige Einsatz erprobt werden, nicht nur bei nervösen Tieren. Nebenwirkungen bei stark im Allgemeinbefinden gestörten Tieren sind dabei zu beachten.

In der vorliegenden Untersuchung konnte ein signifikanter Unterschied bei jungen und älteren Tieren in den Reaktionen auf die Exploration der Bauchhöhle festgestellt werden. Bei Tieren unter 3,5 Jahren wurde bei der Exploration der Bauchhöhle deutlich öfter eine Reaktion gezeigt als bei Tieren über 3,5 Jahren. Dies kann daran liegen, dass Jungtiere den Umgang mit ungewohnten Situationen weniger gewohnt sind und gestresster reagieren als ältere Tiere. Whay et al. (1998) vermuten, dass bei Jungkühen um den Geburtstermin herum oft eine Hyperalgesie auftritt. Viele Tiere der vorliegenden Untersuchung wurden wenige Wochen nach der Abkalbung in die Klinik eingeliefert, daher kann es sein, dass die Schmerzreaktionen deutlicher ausfielen. Dagegen spricht, dass das Alter der Tiere keinen Einfluss auf die

Schmerzäußerungen zu haben schien.

Die Quote der Wundheilungsstörung in der vorliegenden Untersuchung war sehr hoch. Nur 16% der Tiere wiesen völlig unauffällige Wunden auf, bei 84% zeigten sich unterschiedliche Grade von Entzündungen bis hin zu abszedierenden, letalen Infektionen. Dieses große Problem ist in der Klinik bekannt, und in den vergangenen Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, die Quote an infizierten Wunden zu senken. Unter anderem sollte die vorliegende Untersuchung einen ersten Beitrag dazu leisten, auslösende Faktoren zu identifizieren. Die Untersuchung der Wunden am fünften postoperativen Tag stellte jedoch lediglich einen Nebenaspekt der vorliegenden Arbeit, eine Moment- und Bestandaufnahme dar. Eine weitere Verfolgung des Verlaufes der Rekonvaleszenz und der Heilung der Inzisionswunde erfolgte im Rahmen dieser Untersuchung nicht. Für den Vergleich der Wundheilung nach den beiden Anästhesietechniken wären erheblich mehr Patienten zur Feststellung signifikanter Unterschiede notwendig gewesen.

Die Anästhesietechniken unterschieden sich hinsichtlich der Wundheilung nicht signifikant. Es darf vermutet werden, dass andere Faktoren als die Anästhesieform für den hohen Anteil verantwortlich sind. Aus statistischer Sicht bestand die Tendenz, dass nach MSI, vermutlich infolge der Schwächung des Gewebes durch die lokale Infiltration, häufiger als nach PPVA Störungen auftraten. Diese waren zudem erheblich stärker ausgeprägt. Den Vorteil der PPVA, dass kein reizendes Lokalanästhetikum im Inzisionsbereich vorhanden ist, betonen mehrere Autoren (Farquharson 1940; Ivany und Muir 2004; Muir et al. 2007). Der Ansicht von Gabel (1964), dass andere Ursachen für die Wundheilungsstörungen, wie bakterielle Infektionen von Organen oder Stoffwechselerkrankungen, verantwortlich seien, kann nur bedingt zugestimmt werden. Bei der Auswertung der Wunden der Tiere der vorliegenden Untersuchung, die eine oder mehrere lokale Infektionen aufwiesen (n=37), zeigten sich nur bei drei Tieren die Wunden unauffällig, 34 Tiere wiesen geringgradige bis infauste Wundkomplikationen auf. Somit bestand kein signifikanter Unterschied zur Gesamtzahl der Wunden. Es lag kein Unterschied im Gehalt an Ketonkörpern im Harn zwischen Tieren mit unauffälligen und infizierten Wunden vor. Bei der Naht der beiden schiefen Bauchmuskeln in einer Schicht, ergaben sich signifikante Unterschiede. Diese Unterschiede, wenn die schiefen Bauchmuskeln getrennt oder in einer Schicht genäht worden waren, ergaben sich nur unter PPVA. Die

weniger situationsgerechte Naht der Mm. obliquus externus abdominis und obliquus internus abdominis in einer Schicht war mit signifikant mehr Wundheilungsstörungen verbunden, als eine Einzelnaht dieser Muskeln.

Somit liegen bei beiden untersuchten Anästhesietechniken noch Mängel in der Wirksamkeit vor. Diese unbefriedigende Wirkung kann an der Durchführung, aber auch an der relativ schwachen Wirkung von Procain liegen. Schlussfolgerungen daraus sind, dass die Techniken weiter verbessert werden müssen und eventuell andere Lokalanästhetika für das Rind wieder zugelassen werden sollten. Weiterhin sollte eine Sedation der Tiere erwogen und eine Nachdosierung eingeplant werden.

VI Zusammenfassung

Vergleichende Untersuchung der proximalen Paravertebralanästhesie und einer modifizierten Schnittlinieninfiltration beim Rind

Ziel der vorliegenden Arbeit war, zwei Techniken der Lokalanästhesie in der Flanke beim Rind zu vergleichen. Anhand von Laparotomien bei 100 Rinderpatienten wurde eine modifizierte Schnittlinieninfiltration (MSI) mit der proximalen Paravertebralanästhesie (PPVA) verglichen. Die MSI besteht aus einer klassischen Schnittlinieninfiltration kombiniert mit einer L-Block-Komponente. Indikationen für den Eingriff waren Labmagen- und Blinddarmverlagerungen, Rumenotomien und diagnostisch-therapeutische Laparotomien. Insgesamt 17 Tierärztinnen und Tierärzte der Klinik für Wiederkäuer der Ludwig-Maximilians-Universität München, die die Lokalanästhesie durchführten und 15 Tierärztinnen und Tierärzte, die operierten, waren an der Untersuchung involviert. Als Lokalanästhetikum wurde im Untersuchungszeitraum 2%iges Procain verwendet. In einem Anästhesieprotokoll wurden der Body Condition Score, der Zustand des Tieres vor Beginn der Operation, die Reaktionen des Tieres auf das Setzen der Lokalanästhesie, die Durchführbarkeit, die Zeitdauer sowie die benötigte Menge des Lokalanästhetikums erfasst. Im Operationsprotokoll wurden die Reaktionen der Tiere auf die Durchtrennung der einzelnen Schichten der Bauchwand, die Reaktionen während der Bauchhöhlenexploration sowie beim Verschluss der Bauchhöhle registriert. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte durch den Chi²-Test und Kreuztabellen mit der Berechnung des „Relativen Risikos“ oder der „Odds Ratio“.

Der Anästhesievorgang dauerte bei beiden Anästhesiemethoden im Durchschnitt acht Minuten ($p=0,719$). Die Durchführbarkeit der MSI wurde von den anästhesierenden Tierärzten als schwieriger empfunden als die der PPVA ($p=0,132$). Die Menge an verwendetem Lokalanästhetikum war bei der PPVA mit durchschnittlich 144ml deutlich geringer als bei der MSI mit durchschnittlich 195ml. Der Body Condition Score hatte auf die Wirkung der Anästhesie keinen signifikanten Einfluss. Erfahrene Anästhesierende benötigten zwar weniger Zeit für die Durchführung und weniger Lokalanästhetikum, „Erfahrung“ machte jedoch keinen signifikanten Unterschied aus, was Reaktionen der Tiere während der Operation anbelangte. Die Schmerzreaktionen fielen individuell unterschiedlich aus. Dies war besonders beim Setzen der Tuchklemmen erkennbar, bei dem manche Tiere unter der MSI keinerlei Reaktion zeigten, obwohl der Bereich nicht anästhesiert war. Bei beiden

Anästhesietechniken waren meist noch unspezifische, aber auch spezifische Schmerzreaktionen vorhanden. Verglich man die Anästhesietechniken hinsichtlich „keine Reaktion“, „unspezifische Schmerzreaktion“ und „spezifische Schmerzreaktion“, schnitt die PPVA signifikant besser ab, wenn alle Schritte des Eröffnens der Bauchhöhle aufsummiert wurden. Die Reaktionen auf die einzelnen Teilschritte der Operation waren jedoch sehr uneinheitlich. Die PPVA schnitt bei der Inzision des äußeren schiefen Bauchmuskels tendenziell schlechter, aber bei der Exploration der Bauchhöhle, bei der Naht des äußeren und der des inneren schiefen Bauchmuskels signifikant besser ab als die MSI. Hinsichtlich der Summe der Reaktionen während des Bauchwandverschlusses zeigten die Tiere unter PPVA signifikant weniger Reaktionen.

Bei der Beurteilung der Wunden am Tag 5 post operationem musste eine sehr hohe Quote an Wundheilungsstörungen verzeichnet werden. Bei 16 Tieren war die Wunde unauffällig, 53 zeigten geringgradige und 31 Tiere mittel- bis hochgradige Heilungsstörungen. Nach der MSI traten Störungen häufiger auf und diese waren zudem auch stärker ausgeprägt als nach der PPVA, jedoch waren diese Unterschiede nicht signifikant. Signifikant erhöht war die Zahl der Wundschwellungen, wenn die beiden schiefen Bauchmuskeln in einer Schicht zusammengefasst vernäht worden waren ($p=0,022$).

Die vorliegenden Ergebnisse unterstreichen einerseits, dass die beiden untersuchten Anästhesietechniken die Schmerzreaktionen nur bei wenigen Tieren vollständig unterdrücken konnten, andererseits aber auch, dass die objektive Schmerzbeurteilung beim Rind auf Grund der individuell unterschiedlichen Reaktionen schwierig ist. Die PPVA war sowohl hinsichtlich der Schmerzhaftigkeit als auch der Wundheilung etwas besser zu beurteilen als die MSI. Eine Nachdosierung von Lokalanästhetikum sollte jedoch bei beiden Techniken von Beginn an in Betracht gezogen und durchgeführt werden. Weiterhin erscheint es angebracht, zur Minderung der Schmerzreaktionen eine leichte Sedation der Tiere durchzuführen und eine Verbesserung der Anästhesietechnik anzustreben. Durch die Zulassung von potenteren Lokalanästhetika, wie Lidocain, für das Rind könnte eine Verbesserung der Analgesie erreicht werden.

VII Summary

Comparison of two techniques of local analgesia for laparotomy in cattle

The purpose of this study was to compare a modified infiltration analgesia technique that consisted of an incisional line block combined with an inverted L-block, with a proximal paravertebral block for laparotomy in cattle. A total of 100 cattle, which underwent correction of displaced abomasum and caecal disorders, rumenotomy or exploratory laparotomy, were used. Seventeen veterinarians performed the anaesthesia and fifteen surgeons of the Clinic for ruminants of the Ludwig-Maximilians-University were involved in the study. The following variables were assessed in each patient before the operation: body condition score, general condition and demeanour, reaction to the application of analgesia, degree of difficulty and time and amount of analgesic agent (Procain 2%) required for analgesia. The following variables were recorded during the operation: reaction to cutting of the various layers of the abdominal wall, reaction to abdominal exploration and to surgical closure of the abdomen. For statistical analysis, the chi-square test for association was carried out and relative risks and odds ratios were calculated.

Body condition score had no effect on analgesia. The mean time required was eight minutes for both procedures ($p=0.719$). Generally, infiltration analgesia was considered more difficult than the proximal paravertebral block ($p=0.132$). The paravertebral block required less analgesic agent than infiltration (means, 144ml versus 195ml). Although experienced operators required less time and smaller amounts of analgesic agent than less experienced operators, the factor experience did not significantly affect the outcome. There was a large individual variability in the expression of pain reactions; for instance, several cows that underwent infiltration analgesia did not react to the placement of towel clamps, although those particular areas of skin were not desensitized. After both techniques, there were non-specific, but also specific, pain reactions. Comparison of the two techniques with respect to the endpoints 'no pain reaction', 'nonspecific pain reactions' and 'specific pain reactions', and considering all layers of the abdominal wall, the paravertebral block fared significantly better than local infiltration, although the reactions of the patients to cutting of the individual layers were not uniform. Reactions to the incision of the external oblique abdominal muscle tended to be more severe after the paravertebral block, but reactions to abdominal exploration and to suturing the two oblique muscles were milder than after local infiltration. Overall there

were fewer reactions during suturing after a paravertebral block.

Five days after the operation, the incision site looked normal in 16 patients, but there were mild and moderate to severe complications in 53 and 31 patients, respectively. The complications after local infiltration tended to be more frequent and more severe than after paravertebral block, but the difference was not significant. Regardless of the analgesic technique used, swelling of the incisional site was more severe when the two oblique muscles were sutured continuously in one layer, rather than in two individual layers.

This study has shown that because of large individual variation, the objective assessment of pain suffered by cattle during laparotomy is difficult. Neither technique resulted in consistent and complete elimination of pain reactions in all patients. With respect to analgesia and wound healing, the paravertebral block appeared to be slightly better than local infiltration. The analgesic effect of either technique can be improved by topping up when necessary. Furthermore, mild tranquillisation before the start of the procedure should be considered since it helps to reduce reactions of the patients to surgical manipulations and improves analgesia. By legalizing the use of stronger agents like Lidocain in cattle one could also improve analgesia.

VIII Literaturverzeichnis

1. Abrahamsen, E., 2008. Chemical Restraint in Ruminants. *Vet Clin Food Anim* 24, 227-243.
2. Anderson, D., Muir, W., 2005. Pain Management in Ruminants. *Vet Clin Food Anim* 21, 19-21.
3. Arnold, J.P., Kitchell, R.L., 1957. Experimental Studies of the Innervation of the Abdominal Wall of Cattle. *American Journal of Veterinary Research* 67, 229-240.
4. Berg, R., 1995. Anatomie und topographische Anatomie der Haustiere. Stuttgart, Parey.
5. Berge, E., Westhues, M., 1969. Tierärztliche Operationslehre. Berlin, Parey.
6. Budras, K.-D., Wünsche, A., 2002. Atlas der Anatomie des Rindes. Hannover, Schlütersche.
7. Chevalier, H., Provost, P., 2004. Effect of caudal epidural xylazine on intraoperative distress and post-operative pain in Holstein heifers. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 31, 1-10.
8. Cakala, S., 1961. A Technic for the Paravertebral Lumbar Block in Cattle. *Cornell Vet* 51, 64-67.
9. Dietz, O., Henschel, E., 1988. Anästhesie und Operationen bei Groß- und Kleintieren. Stuttgart, Enke.
10. Dirksen, G., Gründer H.-D., Stöber, M., 1990. Gustav Rosenberger: Die Klinische Untersuchung des Rindes. Berlin und Hamburg, Parey.
11. Dirksen, G., Gründer, H.-D., Stöber, M., 2006. Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. Stuttgart, Parey.
12. Edmondson, M., 2008. Local and Regional Anesthesia in Cattle. *Vet Clin Food Anim* 24, 211-226.
13. Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G., 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 72, 68-78.
14. Edwards, B., 2001. Regional anaesthesia techniques in cattle. *In Practice März*, 142-149.
15. v. Engelhardt, W., Breves, G., 2000. Physiologie der Haustiere. Stuttgart, Enke.
16. Farquharson, J., 1940. Paravertebral Lumbar Anesthesia in the Bovine Spezies. *J Am Vet Med Assoc.* 97, 54-57.
17. Feist, M., Köstlin, R., Nuss, K., 2008. Untersuchung des Schmerzausdrucksverhaltens von Kühen nach Klauenoperationen. *Tierärztliche Praxis* 36, 367-376.
18. Fiedler, A., Maierl, H., Nuss, K., 2004. Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes. Stuttgart, Enke.
19. Frey, H.-H., Löscher W., 2002. Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. Stuttgart, Enke.
20. Friedrich, A., Lorch, A., 2007. Modifizierte Schnittlinieninfiltration. Mündliche Mitteilung.
21. Fubini, S.L., 2004. Surgery of the kidney. In: Fubini, S, Ducharme, N., *Farm Animal Surgery*. St. Louis: Saunders, 419-422.

22. Gabel, A., 1964. Practical Technics for Bovine Anesthesia. Modern Veterinary Practice Oktober, 39-44.
23. Gieseler, T., Wittek, T., Füll, M., 2008. Effekte von Flunixin-Meglumin bei Kühen nach chirurgischer Korrektur der linksseitigen Labmagenverlagerung. Tierärztliche Praxis 36, 15-19.
24. Henke, J., Erhardt, W., Tacke, S., 2008 Analgesieprotokolle vor, während und nach der Anästhesie von Hunden und Katzen mit schmerzhaften Zuständen. Tierärztliche Praxis (Kleintiere) 36, 27-34.
25. Hiraoka, M., Miyagawa, T., Kobayashi, H., Takahashi, T., Kishi, H., Kobayashi, H., Lee, I., 2007. Successful introduction of modified dorsolumbar epidural anesthesia in a bovine referral center. J Vet Sci. 8, 181-184.
26. Hodkinson, O., Dawson, L., 2007. Practical anesthesia and analgesia in sheep, goats and calves. In Practice 29, 586-603.
27. Horney, F.D., 1966. Anesthesia in the bovine. Can Vet Jour. 10, 224-230.
28. Holton, L., Reid, J., Scott, E. M., Pawson, P., Nolan, A. 2001. Development of a behavior-based scale to measure pain in dogs. The Veterinary Record 148, 525-531.
29. Hudson, C., Whay, H., Huxley, J., 2008. Recognition and management of pain in cattle. In Practice 30, 126-134.
30. Ivany, J.M., Muir, W.E., 2004. Farm Animal Anesthesia. In: Farm Animal Surgery, 97-112. St. Louis, Saunders.
31. Junhold, J., Schneider, J., 2002. Untersuchungen zur analgetischen Wirkung des Alpha-2-Agonisten Xylazin (Rompun®) nach epiduraler Applikation beim Rind. Tierärztliche Praxis 30, 1-7.
32. König, H. E., Liebich H.-G., 1999. Anatomie der Haussäugetiere. Band 1 Bewegungsapparat. Stuttgart, Schattauer.
33. König, H. E., Liebich H.-G., 1999. Anatomie der Haussäugetiere. Band 2 Organe, Kreislauf- und Nervensystem. Stuttgart, Schattauer.
34. Lee, I., Yamagishi, N., Oboshi, K., Yamada, H., 2003. Effect of Epidural Fat on Xylazine-induced Dorsolumbar Epidural Analgesia in Cattle. The Veterinary Journal 165, 330-332.
35. Link, R. P., Smith, J. C., 1956. Comparison of Some Local Anesthetics in Cattle. J Am Vet Med Assoc. 129, 306-309.
36. Metzner, M., Heuwieser, W., Klee, W., 1993. Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement. Der Praktische Tierarzt 11, 991-998.
37. Muir, W., Hubbel, J., Bednarsky, R., Skarda, R., 2007. Handbook of Veterinary Anesthesia. 5. Auflage, Columbus, Mosby, Elsevier.
38. Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E., 1992. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 1 Bewegungsapparat. Berlin und Hamburg. Parey.
39. Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E., 1992. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 4 Nervensystem, Endokrine Drüsen, Sinnesorgane. Berlin und Hamburg. Parey.
40. O'Callaghan, K.A., 2002. Lameness in cattle and associated pain in cattle-challenging traditional perceptions. In Practice 24, 212-219.
41. O'Callaghan, K.A., Murray, R., 2002. Behavioural indicators of pain associated with lameness in dairy cattle. In: Shearer, A.G., 12. International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, Florida. 309-312.

42. Otto, K. A., 2008. Intraoperative und postoperative Schmerzerkennung und-Überwachung. Tierärztliche Praxis 36, 12-18.
43. Rademacher, G., 2003. Kälberkrankheiten. Stuttgart, Ulmer.
44. Robertson, S.A., 2002. What is pain? J Am Vet Med Assoc. 221, 202-205.
45. Salomon, F.-V., Geyer, H., Gille, U., 2005. Anatomie für die Tiermedizin. Stuttgart, Enke.
46. Schäfers, M., 2000. Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen der Rasse „Fleckvieh“ unter den Haltungsbedingungen des nördlichen Oberbayerns. München, Ludwig-Maximilians-Universität.
47. Seyrek-Intas, D., Topal, A., Röcken, M., Kirmizigül, A. H., Cihan, M., 2001. Untersuchungen zur subarachnoidalen thorakolumbalen Anästhesie mit Detomidin beim Pferd. Pferdeheilkunde 17, 220-224.
48. Silbernagl, S., Despopoulos, A., 2001. Taschenatlas der Physiologie. Stuttgart, Thieme.
49. Skarda, R., Muir, W., 1979. Segmental Lumbar Epidural Analgesia in Cattle. American Journal of Veterinary Research 40. 52-57.
50. Skarda, R., 1986. Techniques of local anesthesia in ruminants and swine. Vet Clin North Am: Food Anim Pract 2, 621-663.
51. Steiner, A., von Rotz, A., 2003. The most important local anesthesia in cattle: a review. Schweiz Arch Tierheilkd 145, 621-663.
52. TierSchG 1972. Tierschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland. Zuletzt geändert am 15.7.2009. Deutschland, Bundesministerium für Justiz.
53. Ting, S., Earley, B., Hughes J., Crowe, M., 2003. Effect of ketoprofen, lidocaine local anesthesia, and combined xylazine and lidocaine caudal epidural anesthesia during castration of beef cattle on stress responses, immunity, growth and behavior. J Anim Sc 81, 1281-1293.
54. Underwood, W., 2002. Pain and distress in agricultural animals. J Am Vet Med Assoc. 221, 208-211.
55. Whay, H.R., Waterman, A.E., Webster, A.J., O'Brien, J.K., 1998. The influence of lesion type on the duration of hyperalgesia associated with hindlimb lameness in dairy cattle. Vet J 156, 23-29.
56. Westhues, M., Fritsch, R., 1960. Die Narkose der Tiere. Band 1. Lokalanästhesie. Berlin und Hamburg, Parey
57. Wiesner, E., Ribbeck, R., 1999. Lexikon der Veterinärmedizin. Stuttgart, Enke.

IX Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, besonders:

Herrn Prof. Dr. K. Nuss für die Überlassung des Themas, die gute Betreuung und die gewährte Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Frau Dr. Carola Sauter-Louis für die unermüdliche Betreuung und Hilfe bei den statistischen Auswertungen.

Herrn Prof. Dr. W. Klee für die Möglichkeit zur Durchführung der Arbeit an der Klinik für Wiederkäufer.

Meinen Doktoranden-Kollegen Bruno, Julia und Mona für unermüdliche moralische Unterstützung und ihre Freundschaft.

Karl-Thomas Hübner für die Unterstützung bei allen PC-Problemen, für die Motivation, für sein Verständnis und seine Geduld.

Meinen geliebten Eltern für die immerwährende Unterstützung.