

# Auswirkungen laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie auf Lungenfunktionen

Ulrike Filzek, U. Fischer, Doreen Scharner und J. Ferguson

Chirurgische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig, Leipzig

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt die Auswirkungen des Kapnoperitoneums sowie der Beckenhochlagerung um 15–20° (Trendelenburglagerung) auf einige Atemparameter und Blutgase während der Narkose beim Pferd dar. Trotz intermittierender positiver Druckbeatmung (IPPV) kam es sowohl durch die Insufflation des Abdomens als auch durch die Beckenhochlagerung zu einem signifikanten Abfall des expiratorischen Atemzugvolumens, der dynamischen Compliance, des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes und zu einem jeweils signifikanten Anstieg des arteriellen Kohlendioxidpartialdruckes sowie des endexpiratorischen Kohlendioxidpartialdruckes. Bei laparoskopischen Eingriffen mit Aufbau eines Kapnoperitoneums und Trendelenburglagerung ist ein schnelles operatives Vorgehen dringend zu empfehlen.

**Schlüsselwörter:** Pferd, Narkose, Monitoring, Laparoskopie, Kapnoperitoneum, Trendelenburglagerung

## Effects on pulmonary functions during laparoscopic manipulations under general anaesthesia

This investigation describes the effects of capnoperitoneum and Trendelenburg position on pulmonary function and arterial blood gas measurements in ten anaesthetised horses. Values were obtained with the patient in dorsal recumbency immediately before insufflation of the abdomen, directly after insufflation to 10–12 mmHg and immediately following placement of the horse in the Trendelenburg position (15–20°). Values were also obtained after 25 minutes in the Trendelenburg position and 10 minutes following desufflation of the abdomen with the horse in the horizontal position. Values were measured over a three minute interval at each of the above described points. The data were recorded by a computer every ten seconds and the mean value plus standard deviation were calculated. Despite intermittent positive pressure ventilation (IPPV), insufflation of the abdomen in dorsal recumbency and head-down positioning resulted in statistically significant decreases of expiratory tidal volume, dynamic compliance, arterial partial pressure of oxygen, and significant increases in arterial partial pressure of carbon dioxide and end-expiratory carbon-dioxide. The mean values of all measured parameters returned to approximate baseline values within 10 minutes following desufflation and return to dorsal recumbency. All values remained within acceptable anaesthetic limits throughout the procedure. During laparoscopic surgery in anaesthetised horses with capnoperitoneum and head-down position, it is suggested that the surgical procedure time be kept as short as possible.

**Keywords:** horse, anaesthesia, monitoring, laparoscopy, capnoperitoneum, Trendelenburg position

## Einleitung

Die in der Humanmedizin aufgeführten Vorzüge der Laparoskopie wie verminderte Schmerzen, kleinere Wunden, geringere Infektionsgefahr, kürzerer Klinikaufenthalt und kurze Rekonvaleszenz (Cunningham 1993) können auf die Veterinärmedizin übertragen werden. Sie führten in den vergangenen Jahren ebenfalls zu einem zunehmenden Einsatz dieser Technik bei Tieren. Neben diesen aus chirurgischer Sicht vorhandenen Vorteilen ergeben sich aus anästhesiologischer Sicht Nachteile während laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie. Bedingt durch den erhöhten intraabdominalen Drucks und der speziellen Lagerung des Patienten kommt es zu einem erhöhten Druck auf den Thorakalraum.

In einer vorangegangenen Publikation wurde über den Operationsgang und die gewonnenen Erfahrungen während der laparoskopischen Kastration des kryptorchiden Hengstes unter Allgemeinanästhesie an der Chirurgischen Tierklinik Leipzig berichtet (Scharner *et al.* 1999). In der vorliegenden Arbeit wurden die Auswirkungen des erhöhten intraabdominalen Druckes und der Beckenhochlagerung während der Allgemeinanästhesie bei 10 Warmblutpferden auf die wichtigsten Atemparameter und Blutgase überprüft.

## Material und Methoden

### Patientengut

Die Messungen wurden an zehn Warmblütern vorgenommen. Es handelte sich um einseitig abdominale Kryptorchiden, die zur Kastration in der Chirurgischen Tierklinik Leipzig vorgestellt wurden. Das Alter der Tiere lag zwischen einem und fünf Jahren (→ 2,1 Jahre) und die Körpermasse zwischen 273 und 493 kg (→ 396 kg).

### Narkosevorbereitung

Alle Tiere wurden routinemäßig einer klinischen Untersuchung unterzogen und es erfolgte die Bestimmung der Blutparameter. Zwölf Stunden vor Einleitung der Narkose wurden Futter und Einstreu entzogen. Wasser erhielten die Pferde bis vor dem Eingriff *ad libitum*.

### Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung

Als Prämedikation erhielten die Pferde den  $\alpha_2$ -Agonisten Xylazin (Xylazin 2 %, Fa. medistar) in einer Dosierung von 1,1 mg/kg KM i.v. Unter aseptischen Kautelen wurde ein Venenverweilka-

theter (Braunüle MT, Größe 3/14G, Stichelänge 8 cm, Fa. Braun) in die rechte V. jugularis externa gelegt. Nach vollem Wirkungseintritt des Sedativums erfolgte die Infusion des zentral wirksamen Muskelrelaxans Guaifenesin (MY 301®, Fa. WDT) als 5%ige Lösung nach Schwerkraft, bis die Tiere schwankten. Hierbei wurden durchschnittlich 71,4 ± 12,74 ml/100 kg KM der 5%igen Lösung benötigt. Anschließend wurden 3 mg/kg KM Ketamin (Ketamin 10%, Fa. Medistar) i.v. appliziert, in dessen Anschluss sich die Tiere frei in der Ablegebox niederlegten.

Nach Intubation wurde der Tubus mit dem Kreissystem (Python 600, BDO Medipass) verbunden, es erfolgte von Beginn an eine assistiert/kontrollierte Beatmung mit intermittierendem positivem Druck (intermittent positive pressure ventilation - IPPV) (Smith Respirator LA-2000, BDO Medipass) mit Halothan in 100% Sauerstoff. Atemfrequenz und Beatmungsdruck wurden so eingestellt, dass der Et CO<sub>2</sub> (endexpiratorische Kohlendioxidpartialdruck) zwischen 30–40 mmHg lag. Hierzu wurden durchschnittlich Atemfrequenzen von sechs bis neun Zügen pro Minute und Beatmungsdrücke von 25 bis 30 cm H<sub>2</sub>O benötigt. Die zu Beginn der Narkose eingestellten Werte wurden während der gesamten Messdauer nicht verändert.

**Messmethoden und gemessene Parameter**

Mittels eines zwischen Tubus und Y-Stück geschalteten, für Großtiere modifizierten Seitenstromspirometriesensors fand die kontinuierliche Messung des Et CO<sub>2</sub> (endexpiratorischer Kohlendioxidpartialdruck), des TV exp. (expiratorisches Atemzugvolumen), der AF (Atemfrequenz) sowie der dynamischen Compliance statt (Datex, Capnomac Ultima, Type ULT-V-33 06). Die Werte wurden von einem angeschlossenen Computer mittels der entsprechenden Software alle zehn Sekunden aufgezeichnet und gespeichert. Für die Auswertung wurden die über drei Minuten errechneten Mittelwerte zu den in Tabelle 1 aufgeführten Messzeitpunkten herangezogen.

Aus einer im Kopfbereich arteriell gelegten Flügelkanüle wurde zu den jeweiligen Messzeitpunkten eine arterielle Blutprobe steril entnommen und der arterielle Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdruck (PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>) bestimmt (Blutgasanalysator STAT profile 3.7®, Fa. NOVA Biomedical).

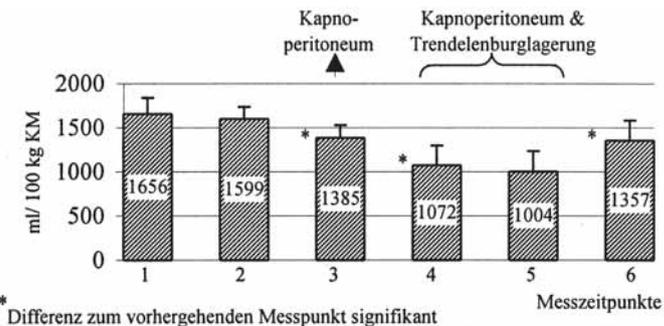
Die Verlaufsuntersuchungen wurden mit dem Wilcoxon Test für gepaarte Stichproben auf Signifikanz geprüft.

**Ergebnisse**

**Expiratorisches Atemzugvolumen (Abb.1)**

Das TV exp. zeigte zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten nur geringgradige Veränderungen (p>0,05). Unmittelbar

nach der CO<sub>2</sub>-Insufflation fand ein Abfall der Werte von 1599 ± 138 ml/100 kg KG auf 1385 ± 143 ml/100 kg KG statt (p≤0,05), der nochmals von einem deutlichen Fallen der Werte auf 1072 ± 228 ml/100 kg KG nach Beckenhochlagerung der Tiere gefolgt wurde (p≤0,05).



**Abb. 1:** Expiratorisches Atemzugvolumen während laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie mit assistiert/kontrollierter Beatmung (Mittelwerte und Standardabweichung)

*Expiratory tidal volume during laparoscopic surgery under general anaesthesia with assisted-controlled ventilation (mean values and standard deviation)*

Die Werte des TV exp. lagen zu Beginn und Ende der Trendelenburglagerung nahezu gleich und zeigten keine signifikanten Veränderungen (p>0,05). Im Vergleich zu Messzeitpunkt 2 war das TV exp. bei der zweiten Messung während der Trendelenburglagerung (Messzeitpunkt 5) um durchschnittlich 29,87 ± 13,38 % gefallen. Nach Rücklagerung in die Horizontallage und Desufflation stiegen die Werte im Vergleich zu Messzeitpunkt 5 wieder an (p≤0,05), lagen mit Durchschnittswerten von 1357± 227 ml/100 kg KG aber noch 16,32 ± 12,94% unter den Messwerten vor Beginn der Insufflation zu Messzeitpunkt 2 (p >0,05).

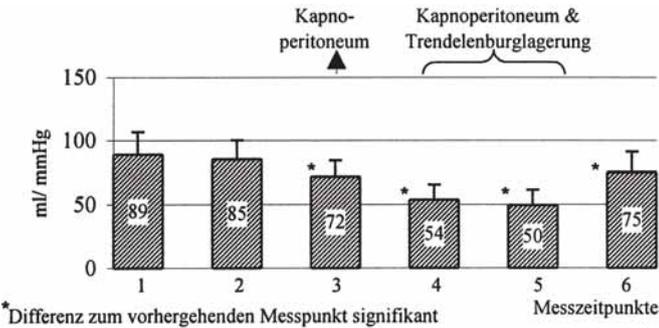
**Dynamische Compliance (Abb.2)**

Zwischen den ersten zwei Messzeitpunkten zeigte die C<sub>dyn</sub> keine signifikanten Unterschiede (p>0,05). Durch die CO<sub>2</sub>-Insufflation kam es zu einem Abfall der C<sub>dyn</sub> um 15,44 ± 7,22 %, von 85 ± 15 ml/mmHg auf 72 ± 12 ml/mmHg (p ≤0,05). Nach Verbringen in die Trendelenburglagerung fiel die C<sub>dyn</sub> im Vergleich zu Messzeitpunkt 3 nochmals, auf 54 ± 12 ml/mmHg, deutlich ab (p≤0,05). Dieses Abfallen der C<sub>dyn</sub> setzte sich während der 25 Minuten Trendelenburglagerung fort (p≤0,05) und wurde nach der Rücklagerung der Pferde in die Horizontale wieder von einem erkennbaren Anstieg der Werte im Vergleich zu Messzeitpunkt 5, von 50 ± 12 ml/mmHg auf 75 ± 16 ml/mmHg, gefolgt (p≤0,05). Zum Messzeitpunkt 5 lag die C<sub>dyn</sub> 39 ± 19,10 % (p ≤0,05) und zu Messzeitpunkt 6 immer noch

**Tab. 1:** Messzeitpunkte während der Narkose / measurement times during general anaesthesia

Messzeitpunkt	1	2	3	4	5	6
	Beginn der Inhalationsnarkose	vor Beginn der Insufflation, durchschnittlich 15 min nach Narkosebeginn	nach CO <sub>2</sub> -Insufflation, intraabdominaler Druck: 10–12 mmHg	unmittelbar nach Einnahme der Trendelenburglagerung (15-20°)	25 min nach Einnahme der Trendelenburglagerung (15-20°)	nach Rücklagerung aus Trendelenburglagerung und Desufflation

14,23 ± 11,62 % unter den Werten im Vergleich vor der Insufflation zu Messzeitpunkt 2.

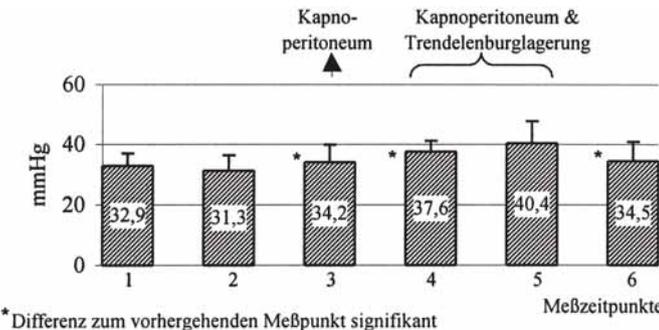


**Abb. 2:** Dynamische Compliance während laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie mit assistiert/kontrollierter Beatmung (Mittelwerte und Standardabweichung)

*Dynamic compliance during laparoscopic surgery under general anaesthesia with assisted-controlled ventilation (mean values and standard deviation)*

**Endexpiratorischer Kohlendioxidpartialdruck (Abb.3)**

Während der ersten Messungen des Et CO<sub>2</sub> zeigte sich ein geringgradiger Abfall der Werte (p>0,05), der nach CO<sub>2</sub>-Insufflation von einem deutlichen Anstieg um 9,06 ± 12,10% gefolgt wurde (p≤0,05). Unmittelbar nach Hochlagerung der Pferde kam es erneut zu einem deutlichen Anstieg der Et CO<sub>2</sub>-Werte von 34,17 ± 5,74 mmHg auf 37,58 ± 3,57 mmHg (p≤0,05), der von einem weiteren Steigen der Werte von Messzeitpunkt 4 zu 5 gefolgt wurde (p >0,05). Zum Messzeitpunkt 6 war der Et CO<sub>2</sub> im Vergleich zu Messzeitpunkt 5 wieder deutlich abgefallen (p>0,05), lag aber noch 10,09 ± 24,60% über den Werten zu Messzeitpunkt 2 (p>0,05).



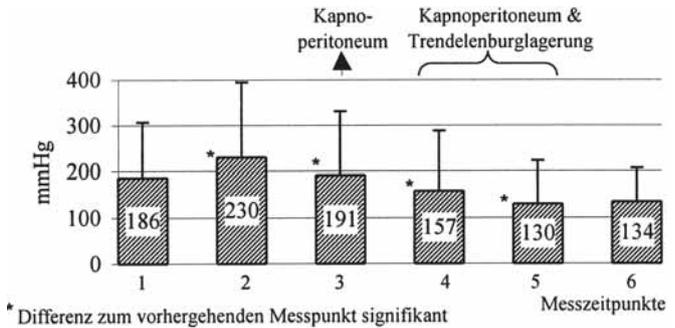
**Abb. 3:** Endexpiratorischer Kohlendioxidpartialdruck während laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie mit assistiert/kontrollierter Beatmung (Mittelwerte und Standardabweichung)

*End-expiratory carbon dioxide during laparoscopic surgery under general anaesthesia with assisted-controlled ventilation (mean values and standard deviation)*

**Arterieller Sauerstoffpartialdruck (Abb.4)**

Die arteriellen Sauerstoffpartialdrücke stiegen von Messzeitpunkt 1 zu 2 deutlich auf 230 ± 121 mmHg an (p ≤0,05) und fielen anschließend kontinuierlich zwischen den einzelnen Messpunkten jedes Mal signifikant ab (p≤0,05). Ausschließlich von Messzeitpunkt 5 zu 6 kam es erneut zu einem geringgradigen Anstieg der Werte von 130 ± 93 mmHg auf 134 ± 73 mmHg

(p>0,05). Die Werte lagen zu Messzeitpunkt 6 um durchschnittlich 41,17 ± 55,91% niedriger als zu Messzeitpunkt 2.

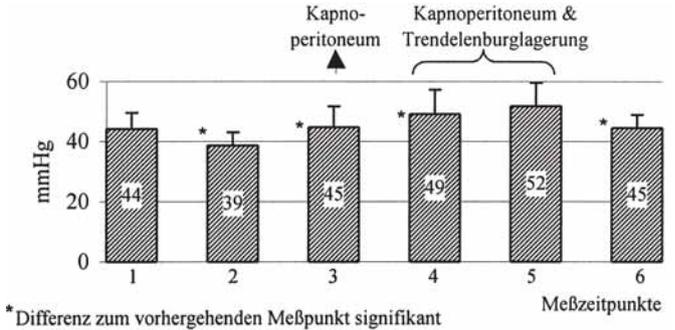


**Abb. 4:** Arterieller Sauerstoffpartialdruck während laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie mit assistiert/kontrollierter Beatmung (Mittelwerte und Standardabweichung)

*Arterial partial pressure of oxygen during laparoscopic surgery under general anaesthesia with assisted-controlled ventilation (mean values and standard deviation)*

**Arterieller Kohlendioxidpartialdruck (Abb.5)**

Zwischen Messpunkt 1 und 2 kam es zu einem Abfall des PaCO<sub>2</sub> von 44 ± 5 mmHg auf 39 ± 4 mmHg (p ≤0,05). Sowohl die Insufflation als auch die Beckenhochlagerung bewirkte jeweils einen signifikanten Anstieg der arteriellen Kohlendioxidpartialdrücke. Die höchsten Werte wurden nach 25 Minuten Trendelenburglagerung mit 52 ± 8 mmHg erreicht und lagen somit bei 134,05 ± 75,95 %, verglichen mit den Werten von Messpunkt 2. Nach Rücklagerung und Desufflation fiel der PaCO<sub>2</sub> wieder auf 45 ± 4 mmHg ab (p ≤0,05).



**Abb. 5:** Arterieller Kohlendioxidpartialdruck während laparoskopischer Eingriffe unter Allgemeinanästhesie mit assistiert/kontrollierter Beatmung (Mittelwerte und Standardabweichung)

*Arterial partial pressure of carbon dioxide during laparoscopic surgery under general anaesthesia with assisted-controlled ventilation (mean values and standard deviation)*

**Diskussion**

Die laparoskopische Entfernung des kryptorchen Hodens beim Pferd ist sowohl am stehenden Tier als auch unter Allgemeinanästhesie beschrieben (Palmer 1993, Hendrikson und Wilson 1996, Brugmans 1997, Fischer und Vachon 1998, Scharner et al. 1999). Als Vorteil des laparoskopischen Eingriffes am stehenden Pferd wird vor allem die Umgehung des Risikos der Allgemeinanästhesie aufgeführt (Hendrikson und Wilson 1996). Für laparoskopische Eingriffe ist zur besseren Sicht die Insuffla-

tion des Abdomens notwendig. Hierfür wird meist Kohlendioxid verwendet, da es gut löslich und nicht brennbar ist und nur eine geringe Gasemboliegefahr birgt. Als nachteilig muss die schnelle Resorption des insufflierten Kohlendioxids über das Peritoneum gesehen werden, die zu einer Hyperkapnie führt (Cunningham und Brull 1993). In der vorliegenden Arbeit zeigt sich dies, bei unveränderten Beatmungsparametern, durch den signifikanten Anstieg des arteriellen Kohlendioxidpartialdruckes ( $\text{PaCO}_2$ ) nach vorgenommener Insufflation. Als weitere Ursache des  $\text{PaCO}_2$ -Anstieges ist der erhöhte intraabdominale Druck zu sehen. Dieser schränkt, vermittelt über das Diaphragma, den Thorax räumlich ein und führt zu negativen Auswirkungen auf die Lungenfunktionen. Kennzeichnend wird dies in den vorliegenden Messungen durch den signifikanten Abfall der dynamischen Compliance ( $C_{\text{dyn}}$ ) und des expiratorischen Atemzugvolumens ( $\text{TV}_{\text{exp}}$ ) nach erfolgter Insufflation. Andere Autoren kamen zu ähnlichen Ergebnissen (Hahn et al. 1997, Donaldson et al. 1998). Die Beckenhochlagerung verursacht eine weitere Komprimierung des Thoraxes (Cunningham und Brull 1993). Als Auswirkung zeigt sich in der vorliegenden Arbeit ein weiterer signifikanter Anstieg des  $\text{PaCO}_2$  und Abfall der  $C_{\text{dyn}}$  sowie des  $\text{TV}_{\text{exp}}$ . Duke et al. (mündliche Mitteilung) maßen bei Pferden, die ohne Insufflation in die Trendelenburglagerung ( $30^\circ$ ) gebracht wurden, erst nach 40 Minuten Beckenhochlagerung einen signifikanten Anstieg des  $\text{PaCO}_2$ . Hingegen wiesen Pferde unter Aufbau eines Kapnoperitoneums (12 mmHg) direkt nach Beckenhochlagerung signifikant höhere  $\text{PaCO}_2$ -Werte auf. Diese Ergebnisse veranschaulichen den Einfluss des insufflierten Kohlendioxids auf den  $\text{PaCO}_2$ . Duke et al. (mündliche Mitteilung) versuchten im Gegensatz zu den vorliegenden Untersuchungen dem Ansteigen des  $\text{PaCO}_2$  durch Erhöhung bzw. Konstanzhaltung des Atemminutenvolumens durch Einstellungsänderungen am Respirator entgegenzuwirken. Bei Messungen an spontan atmenden Pferden unter Halothan/Lachgas/Sauerstoff-Narkosen maß Linden (1999) nach Aufbau eines Kapnoperitoneums trotz eines Anstieges der Atemfrequenz einen höchstsignifikanten Anstieg des  $\text{PaCO}_2$ . Es wird aus der Arbeit nicht ersichtlich, wie viele der 15 gemessenen Pferde zusätzlich in Trendelenburglagerung gebracht wurden. In einer Kontrollgruppe zeigte sich ebenfalls über den gesamten Narkoseverlauf ein hochsignifikanter Anstieg des  $\text{PaCO}_2$ , jedoch wurde ein statistischer Vergleich der beiden Gruppen zu den einzelnen Messzeitpunkten nicht vorgenommen. Die Autorin sieht den Anstieg des  $\text{PaCO}_2$  auf  $78,3 \pm 13,4$  mmHg nach 30-minütigem Kapnoperitoneum als moderate Hyperkapnie.

Es muss berücksichtigt werden, dass sich nach Nyman und Hedenstierna (1989) bereits unter alleiniger Rückenlagerung die Ventilations-Perfusions-Verhältnisse verschlechtern. In der vorliegenden Arbeit konnte dies aufgrund des Versuchsaufbaus nicht quantifiziert werden, spielte jedoch höchstwahrscheinlich ebenfalls eine Rolle bei dem weiteren Anstieg des  $\text{PaCO}_2$  und Abfall des  $\text{TV}_{\text{exp}}$  und der  $C_{\text{dyn}}$  nach 25 Minuten Trendelenburglagerung. Hinzu kommt der Zeitfaktor, unter dem der erhöhte intraabdominale Druck und die Last der Eingeweide auf den Thorax lasten. Welcher Einfluss der Rückenlagerung und welcher erhöhtem Druck sowie Trendelenburglagerung zuzuordnen ist, wird durch die Messergebnisse nach Rücklagerung der Tiere in die Horizontallage und Desufflation deutlich. Es zeigt

sich wieder ein signifikanter Abfall des  $\text{PaCO}_2$  und ein signifikanter Anstieg der  $C_{\text{dyn}}$  und des  $\text{TV}_{\text{exp}}$ . Erster lag jedoch noch deutlich höher und letztere deutlich niedriger als die Werte vor Beginn der Insufflation. Erklären lässt sich dies durch Atelektasenbildung, Rechts-Links-Shunts und Totraumventilation, die sich bei jeder Allgemeinanästhesie über die Dauer der Zeit ausbilden (Hornhof et al. 1986, Otto 1987, Nyman und Hedenstierna 1989, Riebold 1990, Schatzmann 1995).

Der endexpiratorische Kohlendioxidpartialdruck ( $\text{Et CO}_2$ ) lässt nur bedingt Rückschlüsse über den arteriellen Kohlendioxidpartialdruck zu. Bei Hunden ist der  $\text{Et CO}_2$  laut Duke et al. (1996) ein relativ zuverlässiger Parameter zur Einschätzung des  $\text{PaCO}_2$ . Beim Pferd hingegen kann es aufgrund der möglichen Ventilations-Perfusions-Missverhältnisse und der entstehenden Shunts zu größeren endexpiratorisch-arteriellen Kohlendioxidpartialdruckdifferenzen kommen (Riebold 1990, Alef und Oechtering 1995), so dass der  $\text{Et CO}_2$  keine sicheren Rückschlüsse über den  $\text{PaCO}_2$  gibt. Bei den vorliegenden Messergebnissen zeigten sich bei signifikanten Änderungen des  $\text{PaCO}_2$  ebenfalls gleichgerichtet signifikante Änderungen des  $\text{Et CO}_2$ . Dies unterstützt die Ergebnisse von Donaldson et al. (1998), die bei Pferden unter Halothannarkose unter Aufbau eines Kapnoperitoneums (15 mmHg) über 60 Minuten keine signifikanten Änderungen der endexpiratorisch-arteriellen Kohlendioxiddruckdifferenz aufweisen konnten. Dennoch ist zur exakten Bestimmung des  $\text{PaCO}_2$  neben der Kapnometrie eine regelmäßige Blutgasanalyse erforderlich.

Einer der wichtigsten Aspekte während der Narkose ist die Versorgung des Patienten mit Sauerstoff. In den vorliegenden Ergebnissen kam es durch die Insufflation, durch die Beckenhochlagerung und nach 25-minütiger Trendelenburglagerung jeweils zu einem signifikanten Abfall des  $\text{PaO}_2$ . Durch die Beatmung mit 100% Sauerstoff lagen jedoch auch noch die niedrigsten gemessenen Werte mit  $130 \pm 93$  mmHg im Mittel über dem physiologischen Bereich. Da es jedoch zu einem Abfall des  $\text{PaO}_2$  ohne Änderung der arteriellen Sauerstoffsättigung kommen kann, ist auch hier wiederum eine regelmäßige Blutgasanalyse neben der Pusoximetrie zu empfehlen (Maier und Wintzer 1994). Andere Autoren versuchten der Entstehung einer Hyperkapnie durch entsprechende Änderungen der Einstellungen am Respirator während der Narkose entgegenzuwirken (Hahn et al. 1997, Duke et al. mündliche Mitteilung). In den vorliegenden Messungen wurden die zu Beginn der Narkose eingestellten Werte am Respirator während der gesamten Messung belassen. Die meisten Pferde vergrößerten bei Erreichen unterschiedlich hoher  $\text{PaCO}_2$ -Werte als Antwort ihr Atemminutenvolumen trotz abfallendem  $\text{TV}_{\text{exp}}$ , bedingt durch eintretende Spontanatemzüge während der assistiert/kontrollierten Beatmung. Linden (1999) verzeichnete bei Narkosen unter Spontanatmung nach Aufbau eines Kapnoperitoneums (12 mmHg) einen höchstsignifikanten Anstieg der Atemfrequenz. Zu dem gleichen Ergebnis kam die Autorin jedoch auch bei den Messungen der Kontrollgruppe, die ohne Insufflation des Abdomens während der Narkose in Rückenlage gebracht wurden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen die Empfehlung anderer Autoren, während laparoskopischer Eingriffe mit Aufbau eines Kapnoperitoneums und Trendelenburglagerung eine Narkose mit kontrollierter bzw. kontrolliert/assistierter in-

termittierender positiver Druckbeatmung (IPPV) durchzuführen (Fischer und Vachon 1992, Ragle et al. 1996, Hahn et al. 1997, Donaldson et al. 1998). Hierdurch kann der erhöhten Druckbelastung auf den Thorax am effektivsten entgegengewirkt werden. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde aus methodischen Gründen eine verlängerte Trendelenburglagerung eingehalten. Die gemessenen Atem- und Blutgaswerte lagen zu jedem Messzeitpunkt noch in tolerablen Bereichen, jedoch heben die deutlich sichtbaren Verschlechterungen der Werte bereits nach 25 Minuten Trendelenburglagerung die Wichtigkeit eines schnellen operativen Vorgehens hervor.

## Literatur

- Alef, Michaela, Oechtering, G. (1995): Nichtinvasive Patientenüberwachung in der Tiermedizin: Pulsoximetrie und Kapnographie. Teil II: Kapnographie. *Tierärztl.Prax.* 2, 1–16
- Brugmans, F. (1997): Minimalinvasives Operationsverfahren der Mastdarmperforation beim Pferd. Diss. der Tierärztl. Hochschule Hannover
- Cunningham, A.J. und Brill, S.J. (1993): Laparoscopic Cholecystectomy: Anesthetic Implications. *Anesth.Analg.* 76, 1120–1133
- Donaldson, L.L., Trostle, S.S. und White, N.A. (1998): Cardiopulmonary changes associated with abdominal insufflation of carbon dioxide in mechanically ventilated, dorsally recumbent, halothane anaesthetized horses. *Equine vet. J.* 30, 144–151
- Duke, Tanya, Steinacher, S.L. und Remedios, A.M. (1996): Cardiopulmonary effects of using carbon dioxide for laparoscopy in dogs. *Vet. Surg.* 25, 77–82
- Duke, Tanya, Cruz, A.M., Cruz, J.I. und Howden, K. (2001): (eingereicht bei *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*): Cardiopulmonary effects of head-down tilt in halothane-anaesthetized horses with or without capnoperitoneum.
- Fischer, A.T. und Vachon, A.M. (1992): Laparoscopic cryptorchidectomy in horses. *J.Am.vet.med.Ass.* 201, 1705–1708
- Fischer, A.T. und Vachon, A.M. (1998): Laparoscopic intra-abdominal ligation and removal of cryptorchid testes in horses. *Equine vet.J.* 30, 105–108
- Hahn, K.H.M., Brune, I.B., Hesemann, R., Oberländer, C., Henke, J. und Erhardt, W. (1997): Probleme bei der Laparoskopie unter Kapnoperitoneum: kontrollierte Beatmung, Kreislauf, Blutgase und Körpertemperatur. *Tierärztl.Prax.* 25, 192–197
- Hendrickson, D.A. und Wilson, D.G. (1996): Laparoscopic cryptorchidectomy in standing horses. In *Proceedings AAEP*, 184–185
- Hornhof, W.J., Dunlop, C.I., Prestage, R. und Amis, T.C. (1986): Effects of lateral recumbency on regional lung functions in anaesthetized horses. *Am.J.vet.Res.* 47, 277–282
- Linden, Barbara (1999): Auswirkungen des Kapnoperitoneums auf respiratorische und hämodynamische Parameter während laparoskopischer Eingriffe bei Pferden. Diss. der Tierärztl. Fakultät d. Ludwig-Maximilian-Universität München, Chirurgische Tierklinik
- Meyer, F.P. und Wintzer, H.-J. (1994): Möglichkeiten und Grenzen der Pulsoximetrie bei der Narkoseüberwachung des Pferdes. *Berl. Münch.Tierärztl.Wschr.* 107, 7–11
- Nyman, G. und Hedenstierna, G. (1989): Ventilation-perfusion relationship in the anaesthetized horse. *Equine vet. J.* 21, 274–281
- Otto, K. (1987) Die Zunahme des physiologischen Totraumvolumens als Parameter für eine pulmonale Gasaustauschstörung beim narkotisierten Pferd. *Dtsch.Tierärztl.Wschr.* 94, 137–192
- Palmer, S.E. (1993): Fundamentals of standing equine laparoscopy. In: *Proceedings AAEP*, 250–251
- Ragle, C.A., Schneider, R.K. und Southwood, L.L. (1996): Abdominal laparoscopy in horses. *Comp.Cont.Ed.* 18, 1231–1239
- Riebold, T.W. (1990): General Considerations for Anesthesia of the Horse. *Vet. Clinics of North America: Equine Practice* 6, 485–494
- Scharner, D., Fischer, U. und Ferguson, J. (1999): Laparoskopische Kastration von Kryptorchiden unter Allgemeinanästhesie. *Pferdeheilkunde* 15, 167–174
- Schatzmann, U. (1995): Sedation und Anästhesie des Pferdes. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin Wien 1995, Oxford, Edinburgh, Boston, London, Melbourne, Paris, Yokohama

Dr. Ulrike Filzek

Universität Leipzig  
 Veterinärmedizinische Fakultät  
 Chirurgische Tierklinik  
 An den Tierkliniken 21  
 D-04103 Leipzig

Tel.: (0341) – 97 38 250  
 Fax: (0341) – 97 38 269