

# Praktische Erfahrungen und klinische Parameter bei der Durchführung einer Xylazin-Ketamin-Narkose zur Allgemeinanästhesie beim Pferd

Dirk Heeß<sup>1</sup> und Urs Schatzmann<sup>2</sup>

Tierärztliche Klinik für Pferde in Seeburg<sup>1</sup> und Abteilung Anästhesiologie, Departement für klinische Veterinärmedizin der Universität Bern<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Im Rahmen dieser klinischen Arbeit wurde die Durchführbarkeit und Sicherheit einer Xylazin-Ketamin-Injektionsnarkose zur Allgemeinanästhesie beim Pferd ohne zusätzliche apparative Hilfen untersucht. Bei 101 Pferden, die durch alle 10 Minuten wiederholte Injektionen von Xylazin und Ketamin ohne zusätzliche Sauerstoffversorgung bis zu 230 Minuten in einem operationsfähigen Anästhesiezustand gehalten wurden, stellten sich weder intra- noch postoperativ narkosebedingte Komplikationen ein. Die Ergebnisse sprechen für die Sicherheit der totalen intravenösen Anästhesie (TIVA) beim Pferd.

**Schlüsselwörter:** Pferd, TIVA, Ketamin, Xylazin, Diazepam, Narkose, Anästhesiologie

---

## Practical experiences and clinical parameters in a xylazine-ketamine-anaesthesia of horses

The paper describes the clinical experience in 101 horses undergoing anaesthetics (TIVA) of more than one hour duration under clinical conditions. The horses were routinely given a sedative premedication of xylazine and diazepam, and anaesthesia was induced with ketamine. Anaesthesia was maintained by re-injection of xylazine in a dose of 0.2 mg/kg body weight and ketamine at a dose of 1 mg/kg body weight, given as mixed injection every 10 minutes. Occurring movements have been suppressed by intermediate injections of xylazine, diazepam or a guaifenesin solution. The behaviour during recovery has been evaluated in regard to time and quality with and without additional sedation with xylazine, romifidine or detomidine. In 66 horses a surgical state of anaesthesia could be reached by regular administration of the xylazine-ketamine-combination. 35 horses needed additional doses of diazepam (for light movements 6 horses), additional xylazine injection (14 horses) or guaifenesin infusion (5 horses) when anaesthesia became too superficial. The recovery (first lifting of head) lasted  $40 \pm 17$  minutes, the time to wake up (until movement into sternal position  $8 \pm 8$  minutes, the average coordination time (from sternal position to first attempt to rise to safe standing)  $37 \pm 12$  minutes. An average of 1.68 attempts to stand up were recorded. A comparison of the quality with the pre-sedative recorded behaviour (calm, cooperative, frightened, uncooperative) did not show statistical significant differences. Although of no statistical relevance, the additional post-operative sedation with romifidine resulted in a slightly longer, but calmer recovery with less attempts to stand up when compared to xylazine. The fact that the presented anaesthetic protocol with an anaesthetic duration of up to 3 hours and 50 minutes showed no life-threatening complications supports the thesis that the TIVA has to be considered as a safe and economical possibility.

**Keywords:** horse, TIVA, ketamine, xylazine, diazepam, anaesthesia

## Einleitung

Pferde werden heute, vor allem an Kliniken, weitgehend mit einer Inhalationsanästhesie immobilisiert. Dabei erfolgt lediglich die Einleitung der Narkose mittels Injektionsanästhetika (Muir et al. 1976; Muir et al. 1977; Brouwer et al. 1980; Schatzmann und Girard 1984; Kaegi et al. 1988; Schmidt-Oechtering et al. 1990).

Die „totale intravenöse Anästhesie“ (TIVA) mit wiederholten Injektionen zur Aufrechterhaltung eines operationstüchtigen Narkosestadiums ist seit vielen Jahren die Methode der Wahl für kürzere chirurgische Eingriffe, vor allem unter Feldbedingungen (Muir et al. 1977; Geiser 1983; Fisher 1984; Brouwer 1985; McCarty et al. 1990; Kaegi 1990; Schmidt-Oechtering et al. 1990; Schatzmann 1995; Marntell und Nyman, 1996). Wegen problematischer Aufstehphasen bei Verwendung herkömmlicher Anästhetika, wie zum Beispiel bei Chloralhydrat oder bei Barbituraten, entsprechen diese Methoden für längere Eingriffe nicht mehr dem neuesten Stand. Bei die-

sen Stoffen liegen die Komplikationen vor allem in langen Nachschlafphasen, ausgeprägter Hypoxämie sowie in der insgesamt problematischen Aufstehphase, bedingt durch die Tatsache, dass die Anästhetika per se zwar nur kurz wirksam sind und schnell abgebaut werden, bei Nachinjektionen jedoch kumulieren, nur langsam abgebaut werden, was beim Aufstehen zu ausgeprägter Ataxie mit den entsprechenden Problemen führt (Schatzmann 1995).

Nach dem heutigem Wissensstand und den mittlerweile erhältlichen Medikamenten - hierbei sei vor allem das Ketamin erwähnt - scheint es möglich, den synergistischen Effekt verschiedener Stoffe auszunützen und gleichzeitig das Anästhesierisiko zu vermindern beziehungsweise so zu minimieren, dass auch längere Eingriffe mit TIVA möglich werden. Unter vielen pharmakologisch möglichen Kombinationen hat sich die Mischung eines  $\alpha_2$ -Rezeptor-Agonisten mit Ketamin und Guaifenesin und/oder einem Benzodiazepin in den Vordergrund geschoben (Greene et al. 1986; Taylor und Watkins

1992; Taylor et al. 1992; Luna und Taylor 1995; Taylor und Luna 1995; Davies und Swan 1997; Robertson 1997; Wolfensberger 1993; Spadavecchia et al. 1999). Die perfekte Kombination ist noch nicht gefunden worden, so dass für eine sichere Anästhesie ein vorsichtiger Umgang mit den Injektionsanästhetika und ein gewissenhafter Umgang mit den Patienten von großer Wichtigkeit sind (Matthews und Hartsfield 1993).

Johnston et al. (2000) berichten in einer retrospektiven internationalen Studie von einer perioperativen Mortalitätsrate von Inhalationsnarkosen bei gesunden Pferden von 0,9%. Neben akutem Herzversagen während der Operation nannten auch sie als am häufigsten auftretende Komplikationen postoperative Frakturen und Myopathien. Bei der Auswertung fiel allerdings auf, dass aus einer kleineren Gruppe unter Injektionsnarkotika (TIVA) operierten Pferde keine tödlichen Zwischenfälle aufgetreten sind.

Nachfolgend sollen die Erfahrungen einer einfachen Injektionsnarkose in der Praxis mittels Xylazin-Ketamin-Kombination in Verbindung mit dem Benzodiazepin Diazepam sowie dem Muskelrelaxans Guaifenesin bei chirurgischen Eingriffen mit einer Dauer von mehr als einer Stunde unter Berücksichtigung klinisch relevanter Parameter, Vor- und Nachteilen sowie der Praktikabilität dargestellt werden. Zugleich soll versucht werden, den Charakter des Pferdes in einen Zusammenhang mit der Qualität der Aufwachphase zu stellen.

## Material und Methoden

Bei allen in die Untersuchungen einbezogenen Pferde handelte es sich um Tiere aus dem Patientengut zweier privater Pferdekliniken. Es wurden 101 Pferde evaluiert, die unter totaler intravenöser Anästhesie mittels Xylazin-Ketamin-Kombination mehr als eine Stunde unter Allgemeinanästhesie gehalten wurden. Ohne Bedeutung für die Aufnahme in die Untersuchungen waren dabei Rasse, Alter und Geschlecht der Tiere sowie deren Gewicht und die verschiedenen Gründe für die Operation.

Das aktuelle Körpergewicht der Pferde wurde approximativ mit Hilfe eines Stockmaß- und Körpergewichtbandes (Firma Dalton Supplies LTD., Henley-on-Thames, Oxon, England) bestimmt, indem der Brustumfang eine handbreit hinter dem Ellbogen gemessen und das entsprechende Gewicht in Kilogramm abgelesen wurde. Von den 101 untersuchten und ausgewerteten Pferden waren 76 (75,3%) Warmblüter. Neun Tiere (8,9%) gehörten der Rasse Vollblut (arabisch und englisch) an, sechs Tiere (5,9%) waren Traber und sieben Tiere (6,9%) Poloponies oder Kleinpferde. Bei drei der operierten Pferde (3,0%) handelte es sich um Kaltblüter. Das durchschnittliche Alter der ausgewerteten Tiere betrug 7,6 Jahre, das jüngste Pferd war 1,5 Jahre, das älteste Pferd 20,0 Jahre alt. Das mittlere Körpergewicht der Patienten betrug 535,3 kg, das leichteste Tier wog etwa 315 kg und das schwerste Tier etwa 1.000 kg. Von den 101 untersuchten Pferden waren 18 (17,8 %) Hengste, 51 Wallache (50,5 %) sowie 32 Stuten (31,7 %). Insgesamt gab es bei den in die Untersuchungen aufgenommenen Pferden mehr als 20 verschiedene weichteilchirurgische und orthopädische Operationsgründe ohne abdominale Eingriffe vorgeschädigter Patienten (Koliker).

Zur Charakterisierung ihres Temperaments wurden die Pferde vor der präanästhetischen Sedation in die im Folgenden defi-

nierten vier Gruppen eingeteilt: Als Typ I wurde ein ruhiges, gut erzogenes Pferd, das sich Manipulationen gut gefallen ließ, bezeichnet. Typ II war ein ruhiges Pferd, das sich Manipulationen nur ungern gefallen ließ. Typ III war ein unruhiges, auf Abwehr bedachtes Pferd, bei dessen Umgang Ruhe und Einfühlungsvermögen erforderlich war. Typ IV war ein unkooperatives und nerviges Pferd.

Bei allen Patienten wurde vor der Sedation eine klinische Allgemeinuntersuchung durchgeführt. Dabei stand die Messung der rektalen Körpertemperatur, die Auskultation des Herzens, die Pulsfrequenz sowie die Beurteilung des Allgemeinzustandes im Vordergrund. Sofern es sich nicht um Notfälle handelte, wurden die Patienten 12 bis 18 Stunden vor der Operation gefastet. Sie hatten dabei immer Zugang zu Wasser. In einem ersten Schritt erfolgte zunächst eine intravenöse Sedation mit Xylazin 2 %ig (0,4 mg/kg KGW, Rometar®, Serumwerke Bernburg). Nach etwa 5 Minuten erfolgte das Einsetzen eines Venenverweilkatheters in die Vena jugularis und die Vorbereitung der Operationsstelle.

In einem zweiten Schritt erfolgte eine Nachsedation "nach Wirkung", bis die Tiere mit einem tief herabhängenden Kopf, Muskelrelaxation und einer leichten Ataxie eine narkosefähige Sedationstiefe zeigten.

Unmittelbar vor Beginn der Operation wurden die sedierten Tiere in eine am Boden und an den Wänden mittels Gummimatten ausgepolsterte Ablegebox gebracht. Zur Verbesserung der Relaxation erhielten danach Pferde mit einem Körpergewicht bis 600 kg bis 60 mg (12 ml/Tier) Diazepam (Diazepam 10®, Ratiopharm), Tiere mit einem Körpergewicht von mehr als 600 kg 80 mg (16 ml/Tier) Diazepam intravenös verabreicht.

Die Narkoseeinleitung erfolgte mittels Ketamin 10%ig (Ursotamin®, Serumwerke Bernburg) intravenös in einer Dosierung von 2 mg/kg (2 ml/100 kg) KGW. Das Ablegen der Pferde erfolgte kontrolliert, das heißt mittels Hilfen an Kopf und Schweif. Nach dem Niederlegen wurden die Pferde aus der Ablegebox mittels eines elektrischen Flaschenzuges auf den Operationstisch verbracht und gemäß des durchzuführenden Eingriffes sicher gelagert.

Die Aufrechterhaltung der Anästhesie erfolgte durch intravenöse Gabe von 0,2 mg/kg KGW Xylazin (1 ml/100 kg KGW, Rometar®, Serumwerke Bernburg) und 1 mg/kg KGW Ketamin (1 ml/100kg KGW, Ursotamin®, Serumwerke Bernburg) in einer Mischspritze. Diese Injektion erfolgte genau alle 10 Minuten. In einzelnen Fällen erfolgten zur Ruhigstellung zusätzliche Injektionen von Xylazin, Guaifenesin oder/und Diazepam, worauf bei der Besprechung der Ergebnisse näher eingegangen wird. Während der gesamten Narkosedauer waren die Augen der Patienten mit Zellstoff abgedeckt und die Ohren mit Watte verschlossen. Die Pferde atmeten während der gesamten Anästhesiezeit spontan Raumluft, eine zusätzliche Versorgung mit Sauerstoff erfolgte nicht. Während der Dauer der Narkose wurden die Pferde ständig klinisch überwacht. Dabei standen die Herz- und Atemfrequenz, Pulsqualität, Farbe der Schleimhäute, Kapillarfüllungszeit und Narkosetiefe im Vordergrund.

Nach Beendigung der Operation wurden die Patienten mittels eines elektrischen Flaschenzuges wieder in eine mit Holzspänen gepolsterte und mit Gummiwänden versehene Aufwachbox verbracht. Auch jetzt waren die Augen der Pferde mit Zellstoff abgedeckt. Unabhängig von der Operationszeit wurden 46 Pferde (45,5%) postoperativ nicht sediert, 13 Pferde (12,9%) erhielten eine postoperative Sedation mit Xylazin in

einer Dosierung von 0,4 mg/kg KGW (2 ml/100 kg KGW), 37 Pferde (36,6%) wurden postoperativ mit Romifidin in einer Dosierung von 0,05 mg/kg KGW (0,5 ml/100kg) und 5 Pferde (4,9%) mit Detomidin in einer Dosierung von 0,01 mg/kg KGW (0,1 ml/100 kg) sediert. Mit Ausnahme der Detomidin-gruppe (128 Minuten) war die durchschnittliche Operationszeit der anderen Patienten vergleichbar und lag bei den postoperativ unsedierten Pferden bei 82 Minuten, bei den mit Xylazin sedierten bei 83 Minuten und bei den mit Romifidin sedierten bei 79 Minuten. Die verschiedenen Perioden der Aufwachphase, vom Verbringen in die Aufwachbox bis zum sicheren Stehen, wurden in folgende Abschnitte eingeteilt:

**Nachschlaf**

Als Nachschlaf wurde die Zeitspanne zwischen dem Ende der Narkoseerhaltung und dem Moment des ersten Kopfhobens bezeichnet.

**Aufwachen**

Die Zeitspanne Aufwachen umfasste die Zeit zwischen dem ersten Kopfhoben und dem ersten Aufstehversuch und wurde in zwei Unterpunkte aufgeteilt:

**Erwachen**

Zeitspanne zwischen dem ersten Kopfhoben und Einnehmen der Brust-Bauchlage.

**Koordination**

Zeitspanne zwischen dem Einnehmen der Brust-Bauchlage und dem ersten Aufstehversuch.

**Aufstehen**

Das Aufstehen definierte die Zeit zwischen dem ersten Aufstehversuch und dem sicheren Stehen ohne Ataxie in der Aufwachbox. Des weiteren wurde die Anzahl der Aufstehversuche registriert.

Alle Daten wurden zunächst in Excel® (Version 7.0 für Windows 95) eingegeben und in SPSS® (Version 8.0 für Windows) kopiert, wodurch zunächst die zur Auswertung und statistischen Analyse benötigten Urlisten erstellt wurden. Die deskriptive und analytische statistische Auswertung wurde mit SPSS® (Version 8.0 für Windows) durchgeführt.

**Ergebnisse**

Nach der präanästhetischen Charakterisierung waren 57 Pferde (56,4%) dem Typ I, 28 Pferde (27,7%) dem Typ II, 14

Pferde (13,9%) dem Typ III und 2 Pferde (2,0%) dem Typ IV zuzuordnen. Das medikamentöse Ablegen der Pferde mit Ketamin erfolgte ohne Probleme. Innerhalb der ersten Minute nach der intravenösen Verabreichung des Ketamins sanken die Tiere ruhig über die Hinterhand zu Boden und begaben sich in Seitenlage. Die in dieser Arbeit gewählte Allgemein-anästhesieform erlaubte in allen 101 Fällen die Durchführung des geplanten chirurgischen Eingriffes. Bei 66 Pferden (65,3%) konnte eine reaktionslose Narkose ohne zusätzliche Medikation erreicht werden. Bei 35 Pferden (34,7%) traten trotz sehr guter präoperativer Sedation leichtere oder stärkere Bewegungen auf, beziehungsweise erwies sich die Narkose als zu flach.

Leichtere Bewegungen gingen bei 6 Pferden mit Muskelzuckungen im Bereich des Kopfes und der Gliedmaßen einher und wurden mit einer das Narkoseerhaltungszeitintervall nicht beeinträchtigenden Diazepaminjektion in einer Dosierung von 1 ml/100kg KGW (0,05 mg/kg KGW) erfolgreich behandelt. Eine zu flache Narkose zeigte sich bei 14 Pferden durch Ohrenspiel, eine hochfrequente und flache Atmung sowie durch eine stärkere Geräuschempfindlichkeit. Durch eine das Narkoseerhaltungszeitintervall ebenfalls nicht beeinflussende Xylazininjektion in einer Dosierung von 0,4 mg/kg KGW (2 ml/100 kg KGW) konnte wieder eine gute Narkosetiefe erreicht werden.

10 Pferde zeigten neben einer zu oberflächlichen Narkose auch leichte Gliedmaßenbewegungen die ebenfalls mit der Xylazininjektion unterdrückt werden konnten. Durch starke Muskelzuckungen, Ruderbewegungen der Extremitäten und plötzliches Kopfhoben war bei 5 Pferden ein operationsfähiges Stadium nur durch eine zusätzliche Infusion mit einer 10%igen Guaifenesinlösung in einer Dosierung von 50 mg/kg KGW (50 ml/100 kg KGW) zu erreichen. Auch hierbei verschoben sich die Erhaltungsinjektionen nicht. In dieser 35 Tiere umfassenden Gruppe waren alle präsedativen Temperamentstypen vertreten, eine charakteristische Verteilung war nicht erkennbar. Der Nachschlaf (erstes Kopfhoben) betrug durchschnittlich 40± 17 Minuten, die Aufwachzeit (erstes Kopfhoben bis Einnahme der Brustlage) 8±8 Minuten, die durchschnittliche Koordinationszeit (vom Einnehmen der Brustlage bis zum ersten Aufstehversuch) 10±11 Minuten und die Zeit bis zum Aufstehen (vom ersten Aufstehversuch bis zum sicheren Stehen) 37±12 Minuten. Dazu wurden durchschnittlich 1,68 Aufstehversuche protokolliert. Eine Zuordnung des Aufstehverhaltens zum präsedativ festgehaltenem Verhalten (ruhig, kooperativ, ängstlich, unkooperativ) ergab keine signifikanten Unterschiede.

Obwohl statistisch nicht signifikant, gab die postoperative zusätzliche Sedation durch Romifidin eine etwas längere, aber ruhigere Aufstehphase mit weniger Aufstehversuchen.

**Tab 1** Tabellarische Darstellung des Einflusses der postoperativen Sedation auf die gesamte Aufwachphase und die Anzahl der Aufstehversuche in Relation zum präoperativen Verhalten.

	Ohne Sedation	Xylazinsedation	Romifidin-sedation	Detomidin-sedation	
<b>Typ I</b>	70 ± 17 Minuten	72 ± 7 Minuten	106 ± 25 Minuten	153 ± 62 Minuten	<b>Zeit bis zum sicheren Stehen</b>
	1,75 ± 1,22 Versuche	2 ± 3 Versuche	1,76 ± 1,3 Versuche	1,33 ± 0,58 Versuche	<b>Aufstehversuche</b>
<b>Typ II</b>	75 ± 18 Minuten	89 ± 42 Minuten	101 ± 20 Minuten	132 Minuten	<b>Zeit bis zum sicheren Stehen</b>
	1,57 ± 1,28 Versuche	3 ± 1,41 Versuche	1 ± 0 Versuch	1 Versuch	<b>Aufstehversuche</b>
<b>Typ III</b>	69 ± 22 Minuten	58 ± 0 Minuten	117 ± 59 Minuten	127 Minuten	<b>Zeit bis zum sicheren Stehen</b>
	2,14 ± 2,19 Versuche	1,50 ± 0,71 Versuche	2,0 ± 1,15 Versuche	1 Versuch	<b>Aufstehversuche</b>
<b>Typ IV</b>	105 Minuten		85 Minuten		<b>Zeit bis zum sicheren Stehen</b>
	1 Versuch		1 Versuch		<b>Aufstehversuche</b>

## Diskussion

Die mehrjährige gute Erfahrung zweier privater Pferdekliniken mit der Xylazin-Ketamin-Kombination unter Mitwirkung von Diazepam für kürzere wie auch für längere chirurgische Eingriffe beim Pferd mit mehreren, in regelmäßigen Zeitabständen applizierten Nachinjektionen, gab den Ausschlag, die Durchführbarkeit und die Qualität dieser Anästhesieform zu untersuchen und mit den Ergebnissen anderer Autoren zu vergleichen. Da vor allem die Verlängerbarkeit der Anästhesie deutlich über eine Stunde hinaus im Vordergrund stand, wurden gezielt Eingriffe, bei denen eine längere Operationszeit zu erwarten war, dafür ausgewählt.

Die erste präoperative Sedation mit Xylazin zur Durchführung präoperativer Tätigkeiten wurde mit 0,4 mg/kg KGW bewusst an der in der Literatur mit Werten zwischen 0,2 mg/kg KGW (Kaegi et al. 1988) bis 1,1 mg/kg KGW (Hall und Taylor 1981; Matthews und Hartsfield 1993; Kerr et al. 1996) angegebenen unteren Dosierungsgrenze angesetzt. Die weitere Sedation bis zum Erreichen eines narkosefähigen Zustandes überschritt den bekannten Xylazinwert von 1,1 mg/kg KGW in keinem Fall. Bei einigen Pferden waren mehrere Nachinjektionen mit Xylazin bis zum Erreichen des tiefsten Sedationsgrades erforderlich. Das Problem der unzureichenden präoperativen Xylazinsedation wurde auch schon von Hall und Taylor (1981), Schatzmann und Girard (1984) und Kerr et al. (1996) beschrieben und in gleicher Weise, das heißt mit Nachinjektionen gelöst.

Auf den ersten Blick erscheint die Dosierung des Diazepams sehr hoch (0,08 mg/kg KGW bis 0,19 mg/kg KGW Diazepam). Bei Brock und Hildebrand (1990), Matthews und Hartsfield (1993), Muir und Mason (1993), Schatzmann (1995), Kerr et al. (1996) liegen die angewendeten Diazepammengen zwischen 0,02 mg/kg KGW und 0,1 mg/kg KGW. Auf den Mittelwert unseres Patientengewichtes (535,3 kg) umgerechnet ergab sich bei uns eine Dosierung von 0,11 mg/kg KGW. Die Dosierung lag somit an der in der Literatur angegebenen Obergrenze, die aber weder intra- noch postoperativ Probleme erkennen ließ.

Das medikamentöse Niederlegen der Pferde mittels Ketaminbolus mit und ohne Hilfspersonal ist seit langem in der Pferdemedizin anerkannt und zeigte sich auch bei unseren Patienten als geeignet und sicher. Der Verlauf und die Qualität der Anästhesie wurde in allen 101 Fällen der durchgeführten chirurgischen Maßnahme gerecht. Um eine reibungs- und gefahrlose Anästhesie zu erreichen, waren bei etwa 1/3 der Pferde zusätzliche Zwischeninjektionen mit Xylazin bei unzureichender Narkosetiefe beziehungsweise Diazepam bei leichten Bewegungen sowie eine Infusion mit Guaifenesin bei stärkeren Bewegungen notwendig, um die Pferde in einem operationsfähigen Zustand zu halten. Hierbei war bei unseren Patienten keine Zuordnung bezüglich eines präoperativ bestimmten Temperamenttyps möglich. Auch in der Literatur fehlt bis heute eine detaillierte Gegenüberstellung von Temperamenttypen zu einem qualitativen Narkoseverlauf bei der Injektions- wie bei der Inhalationsanästhesie.

Nachinjektionen mit Ketamin zur Vertiefung der Analgesie zeigten sich in keinem der 101 Fälle als notwendig und unterstreicht die bekannte hohe Analgesiefähigkeit des Ketamins erneut (Meier 1988). Schmidt-Oechterding et al. (1990)

empfehlen, im Einklang mit der gängigen Lehrmeinung, Operationen, die eine Anästhesielänge von 45 Minuten übersteigen, wegen der Gefahr der deutlichen Hypoxie nur unter Inhalationsnarkose mit Sauerstoff als Trägergas durchzuführen. Dies wegen der, in Seiten- und Rückenlage beim Pferd immer vorhandenen Hypoxie, die auf einer Ventilations-/Perfusionsstörung im Lungenbereich basiert (Schatzmann 1995). Marshall und Longnecker (1991) zeigen jedoch, dass die physiologischerweise vorhandene reflektorische Vasokonstriktion in der Lunge durch die Inhalationsnarkotika außer Kraft gesetzt wird, beim Einsatz von Ketamin aber vollständig erhalten bleibt und so einer Blutversackung in der Lunge vorgebeugt wird.

Wir haben auf eine zusätzliche intra- und postoperative Sauerstoffversorgung der Patienten im Hinblick auf die einfache Durchführbarkeit in der Praxis bewusst verzichtet, besonderes Augenmerk aber auf eine korrekte Lagerung und weiche Polsterung gelegt. Dies zum Beispiel durch Vorziehen der vorderen unteren Gliedmaße in Seitenlage beziehungsweise durch eine schräge Lagerung auf der oberen Schulterpartie und dem Hüfthöcker in Seitenlage.

Zur Auswahl der Injektionsanästhetika sind in der Literatur viele verschiedene Stoffkombinationen zu finden. Nach den Ausführungen von Fisher (1984), der ein Abklingen der Xylazininwirkung nach 10 Minuten beobachtete und Hess (1988) und auch Kaegi (1990), die ein Nachdosieren von Ketamin nach 9-12 Minuten für richtig erachteten, sowie aus unseren eigenen Erfahrungen, stellt die Xylazin-Ketamin-Kombination für eine zeitgleiche Nachdosierung die beste Möglichkeit dar. Die in den Anfängen, so von Ellis et al. (1977), Hess (1988) und Meyer (1988) beobachteten Schwierigkeiten beim Nachdosieren von Ketamin, wie Konvulsionen, Muskelzittern und -spasmen, lassen sich durch den gleichzeitigen Einsatz eines  $\alpha_2$ -Agonisten (z.B. Xylazin) erfolgreich beseitigen. Bei unserem Patientenmaterial war durch den Einsatz von Diazepam beziehungsweise Guaifenesin ein reaktionsloser Narkoseverlauf gegeben. Das schlechte Erkennen der Narkosetiefe unter Ketamineinfluss und das damit öfters verbundene abrupte Aufstehen der Pferde kann durch ein, wie auch von Kaegi et al. (1988) vorgeschlagenes zeitorientiertes und nicht reflexorientiertes Verlängern der Anästhesie umgangen werden. Hierbei hat sich das Zeitintervall von 10 Minuten bei der vorliegenden Wirkstoffkombination als sehr gut erwiesen.

Während der Aufwachphase haben wir versucht, die einzelnen Abschnitte separat zu betrachten, um so ein detailliertes Bild zu erhalten. Leider sind diesbezüglich in der Literatur, auch hinsichtlich des Temperaments der Pferde, keine Angaben zu finden. Um ein ruhiges und schonendes Aufstehen zu ermöglichen, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein. So muss die postoperative Sedation die Wirkung des Ketamins zur Verhinderung von Spasmen und vergeblichen Aufstehversuchen (Meier 1988) deutlich überdauern. Während der Durchführung dieser Arbeit hat sich eine postoperative Sedation mit Xylazin als subjektiv zu kurz wirksam herausgestellt und wir erachteten es als unerlässlich, die Pferde postoperativ mit einem länger wirksamen  $\alpha_2$ -Agonist zu sedieren. Hierbei zeigten sich die Wirkstoffe Romifidin und Detomidin deutlich überlegen. Eine statistische Signifikanz zwischen den einzelnen Sedativa in Bezug auf die Aufwachphase und die Anzahl der Aufstehversuche bestand aber nicht. Die Einteil-

lung der Aufwachphase in die Abschnitte Nachschlaf, Aufwachen mit den Unterpunkten Erwärmen und Koordination, Aufstehen und sicheres Stehen und die damit verbundene detaillierte Betrachtungsmöglichkeit erschien uns auch im Hinblick auf bisher fehlende Veröffentlichungen als essentiell. Es konnte gezeigt werden, dass das in unserem Fall festgehaltene präoperative Temperament für die einzelnen Abschnitte der Aufwachphase keine Rolle gespielt hat. Zwischen den einzelnen Temperamenttypen ergab sich hinsichtlich der postanästhetischen Abschnitte Nachschlaf, Aufstehen, Aufwachen und der Anzahl der Aufstehversuche keine statistische Signifikanz. Die Regel nach *Matthews* und *Hartsfield* (1993), dass die Zeit in Seitenlage ungefähr der Operationszeit entspricht, ließ sich in unseren Untersuchungen nicht anwenden. Es zeigte sich vielmehr ein zeitlicher Zusammenhang zwischen der Operationszeit und der gesamten Dauer der Aufwachphase. Hierin liegt auch der oft geäußerte Nachteil der Injektionsnarkose, dass das Aufstehen insgesamt, vor allem für einen hochfrequenten Klinikbetrieb, zu lange dauert. Die Ursache liegt in der im Vergleich zu den Inhalationsanästhetika deutlich längeren Metabolisierungszeit in Leber und Niere und dem damit verbundenem längeren Verbleiben auch von anästhetisch wirksamen Metaboliten im Blut. Es bleibt jedoch im Einzelfall abzuwägen, ob nicht die Sicherheit dem Zeifaktor vorzuziehen ist, vor allem wenn sich die Pferde längere Zeit in Brustlage befinden und dann mit wenigen Versuchen optimal aufzustehen imstande sind. Aufgrund der vorliegenden Resultate lässt sich somit die Vermutung stützen, dass eine einfache „totale intravenöse Anästhesie“ (TIVA) beim organisch gesunden Pferd auch für längere Eingriffe von über einer Stunde Dauer ohne zusätzliches Risiko durchführbar ist. Dabei muss eine längere Aufstehphase in Kauf genommen werden.

## Literatur

*Brock N* und *S V Hildebrand* (1990): A comparison of xylazine-diazepam-ketamine and xylazine-guaifenesin-ketamine in equine anesthesia. *Vet Surgery* 19, 468-474

*Brouwer G J* (1985): Partial guidelines for the conduct of field anesthesia in the horse. *Equine Vet J* 17, 151-154

*Brouwer G J, L W Hall* und *T R Kuchel* (1980): Intravenous anaesthesia in horses after xylazine premedication. *Vet. Rec.* 107, 241-245

*Davies T* und *J Swan* (1997): Romifidine, ketamine and guaifenesin continual infusion anaesthesia: some experiences of its use under field conditions. *Equine Vet. Educ.* 9, 12-16

*Ellis R G, J E Lowe W S Schwark* und *J I Taylor* (1977): Intravenously administered xylazine and ketamine HCL for anesthesia in horse. *J. Equine Med. Surg.* 1, 259-265

*Fisher R J* (1984): A field trial of ketamine anaesthesia in the horse. *Equine Vet J* 16, 176-179

*Geiser D R* (1983): Practical equine injectable anesthesia. *J Am Vet Med. Assoc* 182, 574-577

*Greene SA, J C Thurmon, W J Tranquilli* und *G J Benson* (1986): Cardiopulmonary effects of continuous intravenous infusion of guaifenesin, ketamine and xylazine in ponies. *Am. J. Vet. Res.* 47, 2364-2367

*Hall, L.W.* und *P.M. Taylor* (1981): Clinical trial of xylazine and ketamine in equine anaesthesia. *Vet. Rec.* 108, 489-493

*Hess N* (1988): Untersuchungen zur Pharmakokinetik von Ketamin beim Pferd. *Vet Med Diss Universität Bern*

*Johnston G M, J Eastment, P M Taylor* und *J N Wood* (2000): Perioperative risk in horses. *Proceedings 7th World Congress of Veterinary Anaesthesia, Berne 2000, Sep.* 20-23

*Kaegi B* (1990): Injektionsanästhesie mit Xylazin, Ketamin und dem Benzodiazepinderivat Climazolam sowie Anwendung des Benzodiazepinantagonisten RO 15-3505. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 132, 251-257

*Kaegi B, B Pabst* und *R Bucher* (1988): Xylazin-Ketamin-Narkose beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 4, 203-206

*Kerr C L, W N McDonell* und *S S Young* (1996): A comparison of romifidine and xylazine when used with diazepam/ketamine for short duration anesthesia in the horse. *Can. Vet. J.*, 37, 601-609

*Luna S P L und P M Taylor* (1995): Cardiorespiratory, endocrine and metabolic changes in ponies undergoing intravenous or inhalation anaesthesia. *J. Vet. Anaesth.* 22, 35-36

*Marntell S und G Nymann* (1996): Prolonging dissociative anaesthesia in horses with a repeated bolus injection. *J. Vet. Anesth.* 23, 64-69

*Marshall B E und D E Longnecker* (1991): General anesthetics. In: *Goodman and Gilman's The pharmacological basis of therapeutics.* Hrsg.: *Gilman A G, T W Rall, A S Nies* und *P Taylor McGraw-Hill, Singapore*

*Matthews N S und S. Hartsfield* (1993): Using injectable anesthetic drugs safely in horses. *Veterinary Medicine – Equine Practice* 88, 154-159

*McCarty JE, Cynthia M Trim und D Ferguson* (1990): Prolongation of anesthesia with xylazine, ketamine and guaifenesin in horses: 64 cases (1986-1989). *J Am Vet Med Assoc* 197, 1646-1650

*Meier R* (1988): Untersuchungen zur Ketaminanästhesie beim Pferd unter besonderer Berücksichtigung der Verlängerungsmöglichkeit. *Vet Med Diss Universität Bern*

*Muir W W, R B Heath, J C Thurmon* und *J Benson* (1976): Anesthesiology. *Proc. Am. Ass. Equine Pract.*, 327-330

*Muir W W, R T Skarda* und *D W Milne* (1977): Evaluation of xylazine and ketaminehydrochloride for anesthesia in horse. *Am. J. Vet. Res.* 38, 195-201

*Muir W W und D E Mason* (1993): Effects of diazepam, acepromazine, detomidine and xylazine on thiamylal anesthesia in horses. *J Am Vet Med Assoc*, 203, 1031-1038

*Robertson S A* (1997): Total intravenous anaesthesia (TIVA) in the horse. *Equine Vet. Educ.* 9, 17-20

*Schatzmann U* (1995): Sedation und Anästhesie des Pferdes. *Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien* 1995

*Schatzmann U und P Girard* (1984): Die Narkose des Pferdes. *Tierärztl. Prax.* 12, 323-328

*Schmidt-Oechterding GU, Michaela Alef und M Röcken* (1990): Ein Beitrag zur Anästhesie des Pferdes mit Xylazin und Ketamin. Teil 2: Die Anästhesie des adulten Pferdes. *Tierärztl. Prax.* 18, 47-52

*Spadavecchia Claudia, N Schmucker* und *U Schatzmann* (1999): Untersuchungen zur Injektionsanästhesie (TIVA) des Pferdes mit Ketamin/Guaifenesin/Xylazin: Versuche mit einer computergesteuerten Infusion. *Der praktische Tierarzt* 80, 118-122

*Taylor P M und S B Watkins* (1992): Stress responses during total intravenous anaesthesia in ponies using detomidine, ketamine and guaifenesin: pharmacokinetics, cardiopulmonary and endocrine effects. *J. Vet. Anaesth.* 19, 13-17

*Taylor P M und S P L Luna* (1995): Total intravenous anaesthesia in ponies using detomidine, ketamine and guaifenesin: pharmacokinetics, cardiopulmonary and endocrine effects. *Research in Veterinary Science* 59, 17-23

*Taylor P M, S P L Luna, J C Brearley, S S Young* und *C B Johnson* (1992): Physiological effects of total intravenous surgical anaesthesia using detomidine-guaifenesin-ketamine in horses. *J. Vet. Anaesth.* 19, 24-31

*Wolfensberger R* (1993): Ketamine/Climazolam Anaesthesia in horses. *J.Vet.Anaesth.* 20, 49-50

*Dr. Dirk Heeß*  
 Tierärztliche Klinik für Pferde in Seeburg  
 Am Champagnerberg  
 D-14476 Seeburg  
 dirkheess@aol.com