

Anästhesie und Analgesie bei Heimsäugern.

Teil 1: Vorbereitung, Prämedikation und Allgemein-anästhesie

G. Neiger-Aeschbacher

Royal Veterinary College, University of London

Zusammenfassung

Kleine Nager und Kaninchen werden in unserer Gesellschaft vermehrt als Heimtiere gehalten. Zahlreich sind die Indikationen für eine Anästhesie, die für viele Tierärzte eine Herausforderung darstellt. Nach chirurgischen Eingriffen wird die Schmerzlinderung häufig vernachlässigt. Vorliegende zweiteilige Übersichtsarbeit bespricht die Vorbereitung des Heimsäugers für die Anästhesie, die Wahl der Anästhetika und die Möglichkeiten der perioperativen Pflege einschliesslich Überwachung, Notfälle, Flüssigkeitstherapie und Analgesie.

Schlüsselwörter: Anästhesie – Analgesie – Hamster – Kaninchen – Meerschweinchen – Maus – Ratte

Anaesthesia and analgesia of small mammals

In today's society small rodents and rabbits are increasingly kept as pets. Anaesthesia is necessary for numerous reasons and proves to be a challenge for many veterinarians. Following surgical intervention analgesia is frequently neglected. This article reviews the preparation of small mammals for anaesthesia, the choice of anaesthetics and the possibilities of perioperative care including monitoring, complications, fluid therapy and analgesia.

Key words: anaesthesia – analgesia – hamster – rabbit – guinea pig – mouse – rat

Einleitung

Hamster, Ratte, Maus, Meerschweinchen und Kaninchen unterscheiden sich aufgrund ihres Verhaltens, ihrer physiologischen und anatomischen Besonderheiten deutlich von anderen kleinen Säugetieren. Die Indikationen für Sedation beziehungsweise Allgemeinnarkose sind zahlreich. Die Durchführung wird als schwierig empfunden und ist bei ungenügender Erfahrung eine Herausforderung. Oft bestehen individuelle Abweichungen auf die depressive Wirkung der Anästhetika innerhalb einer Spezies, oder die Wirkungsbreite zwischen anästhetischer und toxischer Dosis der verwendeten Substanzen ist sehr gering, oder – wie beim Kaninchen – das Atmungszentrum reagiert auf sedative und anästhetische Substanzen sehr empfindlich. Auch beeinflussen Alter, Geschlecht, genetische Abstammung, Tageszeit, Haltungsbedingungen, Gesundheitszustand, Körpergewicht, Anteil Körperfett und Darminhalt die Wirkung der Anästhetika. Die hohe Stoffwechselrate dieser kleinen Heimsäuger hat eine kurze Wirkungsdauer

anästhetischer Substanzen zur Folge. Dosierungen für Sedativa, Anästhetika und Analgetika sind deshalb höher als solche für Katzen und kleine Hunde. Die Anwendung kurz wirkender oder antagonistischer Substanzen sowie von Inhalationsanästhetika erleichtert die Kontrolle der Anästhesietiefe und ist lang wirkenden und in ihrer Wirkung nicht reversiblen Präparaten vorzuziehen. Hypoxämie und Hypothermie sind ernstzunehmende Komplikationen und gemeinsam mit fehlender beziehungsweise ungenügender Analgesie beeinflussen sie die Sicherheit der Anästhesie sowie den Verlauf der Erholungsphase. Die meisten sedativen, anästhetischen und analgetischen Substanzen sind für diese Tiere nicht zugelassen.

Vorbereitung zur Anästhesie

Als erstes sollte der Besitzer befragt und eine detaillierte Anamnese aufgenommen werden. Wenn

Tabelle 1: Normalwerte beim erwachsenen, nicht anästhesierten Tier sowie Angaben zu Flüssigkeitsersatz, Wahl des Endotrachealtubus und minimaler alveolärer Konzentration (MAC) der am häufigsten angewandten Inhalationsanästhetika (Flecknell, 1996; Flecknell, 1999; Gabrisch und Zwart, 1998; Hillyer und Quesenbery, 1997; Steffey, 1996).

	Hamster	Kaninchen	Maus	Meerschweinchen	Ratte
Körpergewicht (g)	85–180	1000–8000	30–40	500–1800	250–400
Körpertemperatur (°C)	37–38	38.5–40.0	35–39	37.5–39.5	37–39.5
Atemfrequenz (Züge/min)	80	30–60	180	120	80
Herzfrequenz (Schläge/min) in Ruhe	350	220–250	570	155	350
Lebenserwartung (Jahre)	1.5–2(–3)	7–12	2–4	4–8	2–2.5
Hämatokrit %	36–55	36–48	35–50	37–48	36–48
Gesamtprotein (g/l)	45–78	54–75	42–60	46–62	56–76
Flüssigkeitsersatz sc/ip (ml)	3/3	30–50/50	1–2/2	10–20/20	5/5
Endotrachealtubus (äusserer Durchmesser in mm)	1.5	2–5	1.0	1.5–2	1.5–2
MAC-Wert (%)	Halothan	0.8–1.56	0.96–1.0		0.8–1.2
	Isofluran	2.0–2.05	1.35–1.41		1.17–1.52
	Sevofluran		3.7		2.4–2.5
	Desfluran		8.9		5.72–7.10
	N ₂ O		>100	>100	

möglich, folgt danach eine gründliche klinische Untersuchung, um bestehende medizinische Probleme zu erkennen. Häufig sind Erkrankungen des gastrointestinalen Traktes und chronische Respirationserkrankungen bei Kaninchen, Ratte und Maus vorhanden. Beim Kaninchen stehen Infektionen mit *Pasteurella multocida* und damit verbunden ein vermindertes funktionelles Lungengewebe im Vordergrund. Augenausfluss mit Porphyrinverfärbung des Felles bei der Ratte ist ein Zeichen für Stress. Ist die Beurteilung von Herz- und Atemfrequenz sowie das Messen der Körpertemperatur bei einem ruhigen und entspannten Tier möglich, können diese physiologischen Parameter als bedeutende Grundinformation aufgenommen werden (Tab. 1).

Die Kenntnis des genauen Körpergewichts ist zur Berechnung der Anästhetikadosierung relevant. Viel Fell und ein grosser, stark gefüllter Intestinaltrakt steuern zur Überbeurteilung des Körpergewichts bei. Das Wiegen vor Anästhesie und chirurgischem Eingriff erleichtert auch die Beurteilung der Erholungsphase, da eine Gewichtsabnahme beziehungsweise ein reduzierter Futterkonsum auf ungenügende Schmerzlinderung hinweisen kann. Obwohl generell nicht sehr häufig praktiziert, ist die Dosierung der Anästhetika anhand der metabolischen Körpergrösse ($W_{kg}^{0.75}$) sinnvoll, da kleinere Tiere zur Erzielung der gleichen Wirkung mehr Anästhetika benötigen als grössere Tiere («allometric scaling»). Aufgrund falscher Fütterung sind Kaninchen, Meerschweinchen und Ratte häufig zu fett. Zwecks Vermeidung eines erhöhten Anästhesierisikos ist hier die Dosierung aller Anästhetika gemäss Idealgewicht angezeigt.

Die Gefahr des Erbrechens während der Einleitung der Anästhesie besteht bei Heimsäugern nicht. Deshalb ist präanästhetisches Fasten generell nicht notwendig oder kann auf eine Stunde beschränkt werden. Das Anbieten von Zucker über Nacht kann den Stoffwechsel im Gleichgewicht halten, wobei es auch zu einer Leerung des Magen-Darm-Traktes kommt (Levine und Saltzman, 2000). Beim Meerschweinchen bleibt manchmal Futter im Pharynx liegen, was eine Fastenzeit von etwa 6–8 Stunden erfordern kann (Flecknell, 1996). Bei abdominalen Eingriffen ist Fasten bei allen Tieren empfehlenswert. Koprophagie und die Aufnahme der Einstreu müssen verhindert werden, um bei kleinen Nagern und Kaninchen sicher einen leeren Magen anzutreffen. Bonath und Mitarbeiter (1980) zeigten beim Kaninchen, dass lange Fastenperioden zu schwerwiegenden Nebenwirkungen wie Hypoglykämie und Störungen des Säure-Base-Haushaltes führen können. Besonders bei Tieren, die nachst Futter aufnehmen (z.B. Ratte), ist nächtlicher Futterentzug mit schwerwiegenden Folgen verbunden (Levine und Saltzman, 2000). Fasten länger als zwölf Stunden und Fasten trächtiger Tiere kann lebensgefährlich sein. Wasser sollte bis etwa eine Stunde vor der Sedation oder Anästhesie zur Verfügung stehen. Besonders bei reduziertem Allgemeinzustand ist eine Flüssigkeitstherapie zwecks präanästhetischer Stabilisierung notwendig.

Vorsorgliche Massnahmen zur Vermeidung von Hypothermie während Sedation und Anästhesie bestehen im Erhöhen der Temperatur in allen Räumen, in denen sich die Tiere aufhalten, das Einwickeln in Klarsicht- oder Aluminiumfolie, das

Befeuchten der eingeatmeten Gase und die Verwendung warmer Flüssigkeiten für die intravenöse Therapie oder das Spülen von Körperhöhlen und Wunden. Ausserdem sollte so wenig Fell wie möglich geschoren und das Operationsfeld nur mit warmen Wasch- und Desinfektionslösungen vorbereitet werden. Nach dem Trocknen werden die Tiere am besten mit durchsichtigen Folien abgedeckt, die zur Wärmedämmung und erleichterter intraoperativer Überwachung beitragen.

Wird ein venöser Zugang in Betracht gezogen, vereinfacht das Auftragen von EMLA® Crème (eutektische Mischung der Lokalanästhetika Lidokain und Prilokain) während 45–60 Minuten die Katheterisierung bei nicht anästhesierten Tieren (Flecknell et al., 1990; Flecknell, 1999). Je nach Tierart eignen sich die Randvenen der Ohren sowie die Venen der Vorder- (*V. cephalica*) und Hintergliedmassen (*V. saphena*, laterale *V. metatarsalis*) zum Setzen eines Katheters (Durchmesser ≤ 1 mm, Länge: ≤ 3 cm). Reiben der Haut, Wärmeanwendung und/oder wenig Alkohol verbessern Sichtbarkeit und Dilatation der Vene. Ein arterieller Zugang kann beim Kaninchen über die zentrale Ohrarterie und je nach Grösse auch bei kleinen Nagern über die *Arteria femoralis* versucht werden. Blutentnahme, arterielle Blutdruckmessung, Blutgasanalyse und Bestimmung des Säure-Base-Haushaltes werden dadurch möglich. Regelmässiges Spülen des Katheters mit einer geringen Menge heparinisierter Kochsalzlösung verhindert die Bildung von Blutkoagula.

Indikationen für eine Prämedikation sind dieselben wie bei anderen Tierarten: Reduktion der Wahrnehmung und Furcht (verminderte Ausschüttung von Katecholaminen, verminderte Verletzungsgefahr), Reduktion der Erregung während der Einleitung der Anästhesie und der Aufwachphase, Reduktion der Speichel- und Bronchialsekretion, Reduktion der benötigten Menge anderer Anästhetika, Hemmung vasovagaler Reflexe (z. B. Bradykardie während endotrachealer Intubation) und Beginn der Schmerztherapie. Mehrfache Injektionen sollten vermieden werden, da häufiges Handhaben unnötigen Stress auslöst. Im Vergleich zu intramuskulären sind subkutane Injektionen generell einfacher durchzuführen und für das Tier unangenehmer. Als Teil einer Standardprämedikation ist Atropin umstritten, jedoch können Anticholinergika bei starkem Speichelfluss oder Bradykardie angezeigt sein. Aufgrund der besseren Wirkung bezüglich Reduktion von Speichel oder Bronchialsekret, ist wegen der längeren Wirkungs-dauer Glycopyrrolat dem Atropin vorzuziehen.

Die Wahl des Anästhetikums richtet sich nach dem Gesundheitszustand des Tieres und der gewünsch-

ten Anästhesiedauer. Kurze (< 30 min) bis mittellange (< 60 min) Anästhesien für diagnostische oder chirurgische Eingriffe können gut durch intramuskulär injizierte Anästhetikakombinationen erhalten werden. Inhalationsanästhetika alleine oder in Kombination mit verschiedenen Injektionsanästhetika kommen gemäss einer ausgeglichenen Anästhesietechnik («balanced anaesthesia») für lang dauernde Anästhesien (> 60 min) in Betracht. Inhalationsanästhetika sind sehr gut steuerbar und der Verwendung eines einzelnen intravenös applizierten Anästhetikums vorzuziehen, da wiederholte, auch gering dosierte Injektionen zum Atemstillstand führen können (Kaninchen). Hypoxämie ist ein grosses Problem, das eine Sauerstoffzugabe notwendig macht. Auch die Vorteile offener Atemwege sind unbestritten, und die endotracheale Intubation ist bei länger dauernden Anästhesien zu empfehlen. Zwecks Verminderung des Anästhesierisikos sollten alle abnormalen Befunde wenn möglich vor der Anästhesie korrigiert werden.

Sedation und Prämedikation

Injizierbare Anästhetikakombinationen spielen für kurz dauernde diagnostische oder chirurgische Eingriffe eine bedeutende Rolle. Sedativa als Einzelsubstanz angewandt haben häufig eine unzureichend Wirkung, um zum Beispiel Röntgenaufnahmen, Ohrtoilette und Untersuchungen der Mundhöhle durchzuführen. Der beruhigende Effekt ist für die intravenöse Katheterisierung zwecks Medikamenteninjektion oder für das Ansetzen einer Maske (z. B. Einleitung/Unterhalt der Anästhesie, Sauerstofftherapie) ausreichend. Die Prämedikation kann die zur Einleitung und zur Aufrechterhaltung der Anästhesie notwendige Dosis injizierter oder eingeatmeter Substanzen und gleichzeitig das Anästhesierisiko (Atemdepression, Herz-Kreislauf-Störung) vermindern. Auch wenn nur wenige Tage seit der letzten Konsultation vergangen sind, muss das Tier erneut gewogen werden. Im Vordergrund steht der Dosis-Wirkungseffekt: das individuelle Titrieren der Sedativa (und auch aller anderen verwendeten Anästhetika) bei jedem Tier bis zum Erzielen der gewünschten Wirkung. Dieses Vorgehen ist ganz besonders beim jungen und alten sowie kranken und geschwächten Tier angezeigt.

Die nachfolgend erwähnten Substanzen und ihre Kombinationen (Tab. 2) bewirken ausreichende Sedation für die diagnostische Aufarbeitung, und die gleichzeitige Injektion eines Analgetikums ermöglicht kleinere chirurgische Eingriffe.

Tabelle 2: Dosierungen (falls nicht anders angegeben in mg/kg Körpergewicht) und Applikationsart von Sedativa, Anästhetika und anderen während der Anästhesie verwendeten Wirkstoffe. Alle Dosierungen müssen individuell angepasst werden. Bei Wirkstoffkombinationen den unteren Dosierungsbereich wählen (Flecknell, 1996; Flecknell, 1999; Mason, 1997; Thurmon et al., 1996).

	Hamster	Kaninchen	Maus	Meerschweinchen	Ratte
Acepromazin	2.5–5 im, ip	0.5–1 im	2–5 sc, im, ip	2.5–5 im	2.5 im, ip
Atipamezol	1 sc	0.2 iv; 1 sc	1 sc	1 sc	1 sc, ip
Atropin	0.05 sc, im	0.05 iv, im	0.05 sc, im	0.05 sc	0.05 sc, im, ip,
Diazepam	5 im, ip	0.5–2 iv, im, ip	5 im, ip	2.5–5 ip, im	2.5–5 im, ip
Doxapram		5–10 iv q 15–20 min	5–10 im, iv, ip q 15–20 min		5–10 im, iv, ip q 15–20 min
Glycopyrrolat	0.01–0.02 im, sc	0.1 sc, im; 0.01 iv	0.01–0.02 im, sc	0.01–0.02 im, sc	0.5 im
Hypnorm®	0.5 ml im, ip	0.3–0.5 ml im	0.1–0.5 ml im, ip	0.5–1.0 ml im, ip	0.2–0.6 ml im, ip
Innovar-Vet®	0.9 ml im	0.2–0.3 ml im	0.5 ml im	0.4–0.8 ml im	
Ketamin	70–200 ip, im	20–60 im, sc	80–200 ip, im	40–125 im, ip	75–100 ip
Medetomidin	0.1–0.25 sc, ip	0.25–0.5 im, sc	0.03–0.1 sc, ip	0.5 ip	0.03–0.1 sc, ip
Methohexital		10–15 iv	10 iv		10–15 iv
Midazolam	5 im, ip	0.5–2 im, ip, iv	5 im, ip	5 im, ip	2.5–5 ip
Naloxon	0.01–0.1 iv, im, ip			0.01–0.1 iv	0.04–1 im, sc, iv
Pentobarbital	50–90 ip	30–45 iv; 50(–90) ip	40–50 ip	30–45 ip	25–30 iv
Propofol	26 iv	10 iv	26 iv	10 iv	
Saffan®	150 ip; 10–15 iv	6–9 iv	10–15 iv; 40 im	40 ip; 6–9 iv	8–12 iv
Thiamylal/Thiopental	30–40 iv			15–30 iv	
Tilest®/Telazol®	80 ip	50–80 ip	20–40 ip	5–25 ip	22 ip
Xylazin	5–10 im, ip	5 im	5–10 ip, sc	2–5 im	1–5 im, ip
Yohimbin	0.2 iv; 0.5 im			0.2 iv	

- **Medetomidin** (α -2-adrenerger Agonist): gute Sedation, geringfügige Analgesie; mit steigender Dosierung Verlust des Aufrichtreflexes, verlängerte Sedationsdauer, Zunahme der depressiven Wirkung auf respiratorisches und kardiovaskuläres System, Herzarrhythmien; potenziert Wirkung anderer Sedativa/Anästhetika. Antagonist: Atipamezole.
- **Xylazin**: Alternative zu Medetomidin. Als Einzelsubstanz wenig analgetisch und potenziert Wirkung anderer Sedativa/Anästhetika. Antagonisten: Yohimbin und Atipamezol.
- **Acepromazin** (Phenothiazinderivat): mittelgradige Sedation, keine Analgesie. Bei hoher Dosierung entstehen Nebenwirkungen (z. B. Hypotension durch periphere Vasodilatation) ohne Verbesserung der Sedation (Dauer, Qualität), Hypothermie möglich. Bewährte Kombination: Acepromazin mit Butorphanol (partieller Opioidagonist) verbessert die sedative Wirkung mit leichter bis mittelgradiger Analgesie.
- **Droperidol, Fluanison** (Butyrophenone): ähnliche Wirkungen wie Phenothiazine. Nur in Kombination mit Opioiden (siehe Injektionsanästhetika).
- **Diazepam** (Benzodiazepin): gute Sedation und Muskelrelaxierung, intramuskuläre Injektion (schlechte Resorption) und Mischen mit anderen Substanzen meiden, je nach Präparat Brennen bei Injektion. Die Kombination Diazepam und Butorphanol verbessert die Sedation mit zusätzlich leichter bis mittelgradiger Analgesie; beim Kaninchen zeigt diese Kombination eine gute therapeutische Breite (Borkowski und Karas, 1999).
- **Midazolam** (Benzodiazepin): teurer als Diazepam, intramuskuläre Injektion möglich. Kombination: Midazolam und Butorphanol.
- **Ketamin**: intramuskulär injiziert; dosisabhängige mittlere bis starke Sedation mit ungenügender Muskelschlaffung und unzureichender Analgesie für wenig invasive Eingriffe; hohe Dosen verlängern Erholungsphase; am besten kombiniert angewandt (siehe Injektionsanästhetika).
- **Alphaxalon/Alphadolon** (Steroidanästhetika): sedativer Effekt individuell stark variierend, deshalb selten als Einzelpräparat angewandt.
- **Opioid** (reine Agonisten z. B. Fentanyl, Morphin, Methadon, Pethidin; gemischte z. B. Butorphanol; partielle z. B. Buprenorphin): geringfügige Sedation, gute bis sehr gute Analgesie, speziesabhängig Erregungszustände. Bei hoher Dosierung entsteht Atemdepression. Als Prämedikation: frühe Schmerzlinderung, Reduktion der zur Einleitung und Aufrechterhaltung notwendigen Anästhetikamenge. Kombinationen mit Phenothiazin, Butyrophenon, α -2-Agonist und Benzodiazepin (siehe Injektionsanästhetika).

- *Atropin, Glycopyrrolat* (Anticholinergika): als routinemässige Prämedikation nicht angezeigt. Atropin besonders beim Kaninchen kontrovers: 30–50% weisen hohe Konzentrationen endogener Atropinase auf (Harvey and Walberg, 1987; Sedgwick, 1986). Reduktion von Speichel (z. B. nach Ketamin oder beim Meerschweinchen), Behandlung einer Bradykardie (z. B. nach Opiaten). Glycopyrrolat zeigt längere Wirkungsdauer und ist besser geeignet beim Kaninchen. Tachykardie eher nach Atropin als nach Glycopyrrolat.

Falls eine vertiefte Sedation oder eine Allgemeinanästhesie eingeleitet werden soll, werden zusätzliche Anästhetika bis zum Erhalt des gewünschten Effektes vorzugsweise langsam intravenös appliziert. Abhängig von den gewählten Substanzen oder Kombinationen reduziert sich die zur Einleitung des Bewusstseinsverlustes und zur Aufrechterhaltung der Anästhesie notwendige Dosis um 30–80%. Die Anwendung neutraler, steriler Augensalben oder Augentropfen verhindert Austrocknen und Reizung der Kornea.

Allgemeinanästhesie

Bewusstlosigkeit, Reflexunterdrückung, Muskelrelaxierung und Analgesie vereint sind die Merkmale einer Allgemeinanästhesie. Auch wenn eine Einzelsubstanz eine Allgemeinanästhesie erzielt, werden häufig mehrere Anästhetika in geringer Dosierung kombiniert, denn kardiovaskuläre und respiratorische Depression sind dosisabhängig.

Injektionsanästhetika

Injektionsanästhetika sind beliebt, da sie mühelos injiziert werden können, relativ sicher und wirkungsvoll sowie preisgünstig sind. Zusätzliches technisches Material wird nicht benötigt. Anästhetikakombinationen werden häufig als einzige Injektion verabreicht. Protokolle mit Injektionsanästhetika wurden vor allem an gesunden Laborieren (Maus, Ratte, Kaninchen) erarbeitet. Für andere kleine Säugetiere fehlen grundsätzliche, wissenschaftlich fundierte Angaben. Sicherheit und Voraussagbarkeit der Wirkung bei kranken Tieren ist unklar. Die Allgemeinanästhesie mittels Injektionsanästhetika sollte auf gesunde Tiere und kurz dauernde sowie unkomplizierte Eingriffe beschränkt bleiben. Abhängig von der verwendeten Substanz, zählen zu den Nachteilen der Injektionsanästhetika physiologische Veränderungen (Hypoxämie, Hypotension, Hyperkarbie), schwierige Feinabstimmung beziehungsweise Kontrolle und häufig längere Erholungszeiten. Es empfiehlt sich,

mit den kleineren Mengen einer angegebenen Dosierungsbreite zu beginnen.

Bei der häufig angewandten intramuskulären Applikation sind Reizung und Entzündung des Muskels möglich und scheinen besonders bei Gebrauch von Ketamin häufiger aufzutreten. Für die Injektion sollte ein grösseres Muskelpaket gewählt werden. Beim Kaninchen können Volumina bis zu einem Milliliter mittels einer dünnen (≥ 0.9 mm Durchmesser) Kanüle in die Quadrizepsmuskulatur, die hintere Oberschenkelmuskulatur oder die Lumbalmuskeln verabreicht werden. Bei kleinen Nagern, beim Meerschweinchen sowie bei kleinen Kaninchen ist es angebracht, relativ zur Muskelmasse grössere Volumina intraperitoneal (rechter kaudaler Quadrant des Abdomens, um Harnblase und Zäkum zu vermeiden) oder auch subkutan zu injizieren. Subkutane Injektionen im Bereich des Nackens oder der Flanke sind generell schmerzarm, aber Absorptionsrate und somit Wirkungseintritt sind weniger abschätzbar.

Die intravenöse Administration ist im Vergleich zur intramuskulären von Vorteil, da die Dosierung bis zum gewünschten Effekt besser kontrolliert werden kann. Einige intravenös applizierte Anästhetika (besonders Pentobarbital) weisen jedoch eine geringe Sicherheitsbreite auf und sollten verdünnt und bis zum Eintritt des Effektes nur langsam verabreicht werden. Fixe, nach Körpergewicht berechnete Dosen führen eher zu Nebenwirkungen und Komplikationen und verlängern die Erholungsphase. Abhängig von der Wahl der Prämedikation wird eine Dosisreduktion der zur Einleitung des Bewusstseinsverlustes und zur Aufrechterhaltung der Anästhesie notwendigen Substanzen um 20–80% beobachtet. Tabelle 2 fasst Dosierungsempfehlungen für Sedativa und Anästhetika zusammen.

Neuroleptanalgetische Kombinationen

Gute bis sehr gute Analgesie ist das Hauptmerkmal einer neuroleptanalgetischen Kombination, bei der ein potenter Opioidagonist (z. B. Fentanyl) gemeinsam mit einem Sedativum (z. B. Phenothiazinderivat, Butyrophenonderivat) appliziert wird. Atemdepression, ungenügende Muskelrelaxierung, Hypotension und Bradykardie sind aber mögliche Nebenerscheinungen. Die Aufhebung der Opioidwirkungen kann mittels eines partiellen (z. B. Buprenorphin), gemischten (z. B. Nalbuphin) oder reinen (z. B. Naloxon) Opioidantagonisten erreicht werden.

- *Fentanyl/Fluanison* (Hypnorm®): Sedation und adäquate Analgesie für nicht-invasive Eingriffe. Das Herzminutenvolumen und die periphere Gewebepfusion sind gut erhalten. Eine höhere

Dosierung verbessert die Muskelrelaxierung, verstärkt jedoch die Atemdepression. Die Kombination mit Benzodiazepin (Diazepam, Midazolam) verbessert die chirurgische Anästhesietiefe führt aber zu mittelgradiger Atemdepression. Beim Kaninchen wird zuerst Hypnorm® intramuskulär dann 10 Minuten später Benzodiazepin intravenös bis zum gewünschten Effekt injiziert. Bei kleinen Nagern wird Hypnorm® gemeinsam mit Benzodiazepin intraperitoneal verabreicht. Die Anästhesiedauer beträgt 20–40 Minuten und für eine weitere Verlängerung werden kleine, intravenöse Dosen (alle 30–40 Minuten etwa 0.1 ml/kg einer verdünnten [1:10 mit Wasser zu Injektionszwecken] Hypnorm®-Lösung) oder Inhalationsanästhetika gegeben. Mehrere Hypnorm®-Boli führen zur Anreicherung von Fluanison und verlängerter Erholungsphase. Deshalb wird die intravenöse Injektion von Fentanyl (0.03–0.1 mg/kg/h) als Einzelsubstanz empfohlen. Die Antagonisierung von Fentanyl kann mit gemischtem (z.B. Butorphanol) oder partiellem Opioid (z.B. Buprenorphin) erfolgen, wobei die Analgesie erhalten bleibt, die zentralnervöse Dämpfung und Atemdepression aber aufgehoben und die Erholungsphase beschleunigt wird. Antagonisierung des Benzodiazepins mittels Flumazenil bedarf eventuell mehrfacher Nachdosierung.

- *Fentanyl/Droperidol* (Innovar-Vet®): ähnliche Wirkung wie Hypnorm®, aber Muskelversteifung ist deutlicher. Eine Kombination mit Benzodiazepin ist nicht empfehlenswert, da die Wirkung sehr unterschiedlich und nicht abschätzbar sein kann.
- *Fentanyl/Medetomidin*: in geringen Dosen gute chirurgische Anästhesie, aber Spontanbewegungen auf nicht schmerzhaft Reize sind möglich. Der Vorteil besteht in einer kompletten und sehr schnell wirkenden Antagonisierung mittels Atipamezol (α -2 adrenerger Antagonist) und Nalbuphin (gemischtes Opioid) bei verbleibender Analgesie. Bei der Maus ist die Kombination ungeeignet, da Harnverhalten und sogar eine Blasenruptur auftreten können (Flecknell, 1996).
- *Etorphin/Methotrimeprazin* (Immobilon® für Kleintiere): stärkere Atemdepression, nicht empfohlen ausser bei Ratten.

Dissoziative Anästhetika und Kombinationen

- *Ketamin*: Immobilität, allgemein geringe und speziesabhängige Analgesie-Grade, häufig ungenügend für selbst kleinere chirurgische Eingriffe. Eine geringfügige Atemdepression ist häufig und bei kleinen Nagern problematisch. Als Einzelsubstanz nur beschränkte Anwendung,

da Muskelrigidität, inadäquate Analgesie sowie epileptiforme Störungen auftreten können. Wenn in Kombination verabreicht, sind nach intramuskulärer Injektion Gewebereizung und Muskelnekrose möglich (White und Field, 1987; Beyers et al., 1991; Smiler et al, 1990). Die Anästhesiedauer kann für nicht schmerzhaft Eingriffe durch zusätzliche Dosen (ein Viertel bis ein Drittel der ursprünglichen Dosis), am besten intravenös, verlängert werden.

- *Ketamin/Acepromazin* oder *Ketamin/Benzodiazepin* (Midazolam oder Diazepam): beim Kaninchen gering- bis mittelgradige chirurgische Anästhesie von etwa 10–20 Minuten Dauer. Bei kleinen Nagern häufig ungenügende Anästhesiestadien selbst für geringfügige Eingriffe.
- *Ketamin/Medetomidin* oder *Ketamin/Xylazin*: Alternative zu Ketamin/Benzodiazepin jedoch stärker ausgeprägte kardiovaskuläre und respiratorische Depression, chirurgische Anästhesie von etwa 30 Minuten Dauer. Beim Meerschweinchen ist die Wirkung weniger einheitlich ausgeprägt.
- *Ketamin/Medetomidin/Opioid* (z.B. Butorphanol, Buprenorphine) oder *Ketamin/Xylazin/Opioid*: verbesserte Anästhesie von 60–80 Minuten Dauer.
- *Yohimbin* oder *Atipamezol* (spezifischer) zur Antagonisierung von Medetomidin oder Xylazin: kürzere, bessere Aufwachphase. Aufgrund der Schmerzschwellenverschiebung sind nach chirurgischen Eingriffen zusätzlich Analgetika notwendig.
- *Tiletamin* (dissoziatives Anästhetikum)/*Zolazepam* (Benzodiazepinderivat) (z.B. Tiletan®, Telazol®): chemische Ruhigstellung und Sedation oder Einleitung der Anästhesie; keine Vorteile im Vergleich zu Ketamin/Benzodiazepin; beim Kaninchen nicht empfohlen: selten nephrotoxische Wirkungen (Brammer et al., 1991; Huerkamp, 1995).

Barbiturate

- *Pentobarbital*: geringe Sicherheitsbreite (ausgeprägte individuelle Unterschiede bezüglich Wirkung, tiefer therapeutischer Index, hohe Sterblichkeit). Sollte als verdünnte Lösung und langsam intravenös injiziert werden, um Atemdepression und -stillstand noch vor Erreichen des Anästhesiestadiums zu verhindern. Da ungenügende Analgesie und lange Erholungsphase soll auf Anwendung verzichtet werden (Peeters et al., 1988; Flecknell, 1996).
- *Thiopental*, *Thiamylal*, *Methohexital*: langsame intravenöse Injektion einer 1–1.25%-igen Lösung, um respiratorische Depression und Atem-

stillstand zu verhindern; geeignet für kurze schmerzarme Eingriffe, endotracheale Intubation (Kaninchen) oder Überleitung zur Aufrechterhaltung mit Inhalationsanästhetika; verlängerte Erholungsphase nach wiederholten Injektionen.

Phenolderivat

- *Propofol*: ausschliesslich intravenöse Injektion; führt zu einem kurzdauernden Bewusstseinsverlust und zu respiratorischer Depression; ausreichend für endotracheale Intubation. Beim Kaninchen herrscht die Gefahr eines Atemstillstandes noch vor dem chirurgischen Anästhesiestadium. Beim Nachdosieren ist die Erholung nicht oder nur unbedeutend verlängert. Da keine gute Analgesie erreicht wird, ist Propofol als Einzelsubstanz für schmerzhafte Eingriffe ungeeignet und die Kombination mit starken Opioiden (z. B. Fentanyl) kann zu starker Atemdepression führen und eine künstliche Beatmung erfordern.

Steroidanästhetika

- *Alphaxalon/Alphadolon* (Saffan®): führt intravenös injiziert zu kurzem Bewusstseinsverlust, der für eine endotracheale Intubation ausreicht; ungeeignet für intramuskuläre Applikation und unberechenbare peritoneale Absorption. Beim kleinen Nager wird eine adäquate Analgesie erreicht, doch beim Kaninchen kann ein Atemstillstand vor der chirurgischen Anästhesie auftreten. Als beste Indikation gilt die Sedation oder oberflächliche Anästhesie und anschliessende Vertiefung mittels Inhalationsanästhetikum.

Inhalationsanästhetika

Am häufigsten werden *Halothan* und *Isofluran* bei kleinen Nagern und Kaninchen angewandt. Wiederholt wurde Isofluran als das Inhalationsanästhetikum der Wahl für kleine Säuger angegeben. Bei gesunden Tieren bietet Isofluran keinen Vor-

teil gegenüber Halothan. Die neueren momentan noch sehr teuren Inhalationsanästhetika, *Sevofluran* und *Desfluran*, bieten für die Tierarztpraxis keine bedeutenden Vorteile, obwohl ihre Anwendung in der Regel von kleinen Säugern besser toleriert wird (Hedenqvist et al., 2001). Alle starken Inhalationsanästhetika (Tab. 3) sollten ausschliesslich mit einem kalibrierten Verdampfer benutzt werden. Auf die Anwendung eines mit Halothan oder Isofluran getränkten Tupfers in einer Kammer muss unbedingt verzichtet werden, da gefährlich hohe Konzentrationen (> 20%) der anästhetischen Dämpfe entstehen.

Äther sollte nicht verwendet werden, da es die Atemwege stark reizt (Husten, Bronchialsekretion) und somit für den Patienten unangenehm ist. Respirationskrankheiten können durch Äther verstärkt werden; auch herrschen Feuer- und Explosionsgefahr.

Stickoxydul (N₂O, Lachgas, Distickstoffoxid) ist das Inhalationsanästhetikum mit der geringsten Wirkung auf Herz, Kreislauf und Atmung. Bei Tieren hat N₂O eine sehr geringe Wirkung und kann deshalb nur in Kombination mit anderen Substanzen zur Anästhesie verwendet werden. Sauerstoff kann gleichzeitig mit N₂O im Verhältnis 1:1 (eventuell 1:2) als Frischgas zur Anwendung kommen. N₂O diffundiert in gasgefüllte Räume und kann sich im Gastrointestinaltrakt (besonders beim Kaninchen) anhäufen. Bei länger dauernden Eingriffen kann dies zur Dilatation des Magens und des Darmtraktes führen.

Wird zur Einleitung der Anästhesie eine Kammer benutzt, so muss auf das korrekte Einlaufen (von unten) und Absaugen (von oben) der Gase geachtet werden, um die Dauer der Einleitung des Bewusstseinsverlustes nicht massiv zu verzögern. Anästhetische Dämpfe sind dichter als Luft. Die Frischgasflussrate sollte relativ hoch eingestellt werden, um die Anästhesiekammer schnell zu füllen und rasch zum erregungsfreien Bewusstseinsverlust zu führen. Bei der Verwendung einer kommerziell erhältlichen oder eigenhändig hergestellten Maske

Tabella 3: Angaben zu den am häufigsten gebrauchten Inhalationsanästhetika.

Substanz	Verdampfereinstellung		Bemerkungen
	Einleitung	Aufrechterhaltung	
Halothan	3–4 %	1–2 %	Dosisabhängig Depression von Herz, Kreislauf und Atmung
Isofluran	3.5–4.5 %	1.5–2.5 %	Atemdepression stärker und kardiovaskuläre Depression schwächer als mit Halothan bei vergleichbaren Anästhesiestadien; teurer als Halothan
	Frischgasflussverhältnis		
	Einleitung	Aufrechterhaltung	
N₂O	1:1 bis 2:1 mit O ₂	1:1 mit O ₂	Im Vergleich zu anderen Inhalationsanästhetika geringe Wirkung auf Atmung und Kreislauf; reduziert die notwendige Menge Halothan oder Isofluran für einen bestimmten Effekt

ist auf die korrekte Grösse zu achten: enger Sitz um Schnauze, keine Verlegung von Maul oder Nase und möglichst geringer Totraum. Die Einleitung der Anästhesie mittels Maske oder in einer Anästhesiekammer führt beim Kaninchen häufig zu Abwehr und Lautäusserungen als Zeichen von Stress. Eine sedative und beruhigende Prämedikation des Kaninchens kann dies verhindern oder zumindest reduzieren. Werden Halothan, Isofluran oder Sevofluran benutzt, kann das Kaninchen den Atem länger als zwei Minuten anhalten (Flecknell et al., 1999; Flecknell et al., 1996). Wird Halothan zur Anästhesieeinleitung verwendet, beeinflusst die Prämedikation (Medetomidin, Midazolam oder Acepromazin) die Atmung nicht (Flecknell und Liles, 1996). Es scheint, dass das Kaninchen das Einatmen der anästhetischen Dämpfe meidet. Die Verwendung von Inhalationsanästhetika zur Einleitung der Anästhesie kann unabhängig von der gewählten Prämedikation neben Atemanhalten auch zu Bradykardie führen. Dies stellt ein grösseres Anästhesierisiko dar, und die Einleitung mittels Maske ist vorteilhafter, da eine bessere Kontrolle des Patienten möglich ist. Um das Risiko einer Hypoxie auszuschalten, sollte bei allen Tieren während 1–2 Minuten reiner Sauerstoff angeboten und erst dann das Inhalationsanästhetikum zugeführt werden. Wenn beim Kaninchen Apnoe während der Einleitung der Anästhesie erfolgt, sollte die Atemmaske entfernt und erst mit Beginn der Spontanatmung erneut angesetzt werden.

Generell und besonders beim Kaninchen ist es vorteilhafter und sicherer, injizierbare Anästhetika für die Einleitung des Bewusstseinsverlustes zu verwenden. Dauert die Anästhesie 30–40 Minuten, kann das Inhalationsanästhetikum mittels Maske zugeführt werden. Generell ist jedoch bei länger dauernden Anästhesien die endotracheale Intubation empfehlenswert. Die Inhalationsanästhesie ist präzise, rasch anpassbar, auch bei längeren Eingriffen (Anästhesiedauer >2 Stunden) sicher und wirkungsvoll, weist eine schnelle Aufwachphase und häufig weniger Komplikationen (kleineres Risiko bezüglich Hypotension und Atemdepression) als die Injektionsanästhesie auf.

Heimsäuger haben ein kleines Atemzugvolumen. Der geringste Atemwiderstand und Totraum bieten Atemsysteme ohne Rückatmung (z. B. modifiziertes Ayre's T-Stück). Beim grösseren Kaninchen könnte auch ein der Körpergrösse angepasstes Atemsystem mit Kohlendioxidabsorber und Rückatmung (z. B. ein Pendel- oder pädiatrisches Kreissystem) verwendet werden. Werden verdampfende Anästhetika und N₂O gebraucht, ist an die Luftverschmutzung der Behandlungs- und Operationsräume zu denken. Der Gebrauch von Gesichtsmasken zur Anästhesieeinleitung erhöht

die Belastung. Der Benutzer muss sich über die Notwendigkeit eines adäquaten Absaugsystems (aktives oder passives Abführen in die Aussenluft; Aktivkohlefiltersysteme für Inhalationsanästhetika, cave: N₂O wird nicht absorbiert und gelangt in den Raum zurück!) bewusst sein. Gut erhaltene und korrekt funktionierende Anästhesiegeräte sowie Atemsysteme, die kein Leck aufweisen dürfen, sind absolute Voraussetzung, und das Material muss regelmässig überprüft werden. Staatlich festgelegt bestehen klare Vorschriften zur Verwendung von Inhalationsanästhetika und deren maximal zugelassenen Konzentrationen in Arbeitsräumen.

Endotracheale Intubation

Da alle Anästhetika dosisabhängig zu einer Atemdepression führen, ist die Möglichkeit der adäquaten Belüftung der Lungen während der Anästhesie wertvoll. Voraussetzung dazu ist die endotracheale Intubation, da bei der künstlichen Beatmung unter Verwendung einer Maske mehr Luft in den Magen als in die Lungen verschoben wird. Vor- und Nachteile der endotrachealen Intubation sind individuell abzuschätzen. Endotracheale Intubation und Sauerstoffzufuhr mittels eines Atemsystems ohne Rückatmung sind essentiell für die Anästhesie geschwächter und kranker Tiere. Hypoxie ist eine schwerwiegende Komplikation, jedoch sind besonders nach mehrfachen Versuchen der Intubation Verletzungen im Bereich von Larynx/Pharynx (Ödem, Blutungen) möglich. Je nach Tierart werden verschiedene Techniken (blind, mittels Laryngoskopie, retrograd, nasal) in der Literatur beschrieben. Geduld, Geschicklichkeit und Übung sind Voraussetzungen für das Gelingen, doch grundsätzlich muss eine ausreichende Anästhesietiefe vorliegen, bei der Schluck- und Hustenreflex ausgeschaltet sind. Die endotracheale Intubation ist bei kleinen Nagern, Meerschweinchen und Kaninchen nicht immer möglich beziehungsweise nicht einfach. Bei technisch schwieriger Intubation und bei der Verwendung kleinumiger (<4.0 mm äusserer Durchmesser) Endotrachealtubi empfiehlt sich die Verwendung von solchen ohne Manschette. Dadurch wird einerseits eine bessere Sicht auf den Larynx und andererseits das Einführen des Tubus mit dem grössten Durchmesser ermöglicht. Die meisten kommerziell erhältlichen Tubi müssen in ihrer Länge bedeutend gekürzt werden. Die maximale Länge von Oberlippe bis kurz vor den Thoraxeingang darf nicht überschritten werden. Die Gleitfähigkeit des Tubus wird verbessert, wenn dieser mit einer kleinen Menge Gel benetzt wird. Enthält das Gel auch noch ein Lokalanästhetikum

(Lidokain), kann die Reflextätigkeit des Larynx (Kaninchen) gedämpft werden. Vor dem Versuch einer Intubation wird die Präoxygenierung via Maske (1–2 Minuten) empfohlen.

Die endotracheale Intubation des Kaninchens ist grundsätzlich anhand von drei Techniken möglich. Bei der ersten wird ein Laryngoskop mit einem angemessenen Spatel (Wisconsin Grösse 0 oder 1) gewählt und unter direkter Sicht auf den Larynx wird der mit einem Mandrin versteifte Tubus in die Trachea eingeführt. Die zweite Technik ist ähnlich, aber es wird ein passender Otoskopaufsatz als Sichthilfe verwendet. Eine stumpfe Führungshilfe (kommerziell erhältlich oder ersatzweise ein dünner Harnkatheter für Hündinnen) wird durch die trichterförmige Öffnung in die Trachea eingelegt. Nach Entfernen des Oskops wird der Tubus über die Führungshilfe in die Trachea geschoben und die Führungshilfe entfernt. Ohne zusätzliches Material («blinde» Technik) wird bei der dritten Methode Kopf und Hals des sternal gelagerten Kaninchens gestreckt gehalten. Der Tubus wird langsam in den Pharynx vorgeschoben und die Atemgeräusche verfolgt beziehungsweise die Kondensation an der Innenseite der durchsichtigen Tubi beobachtet. Bei Eintritt in den Larynx wird häufig (jedoch abhängig von den gewählten Anästhetika) leichtes Husten ausgelöst. Atemgeräusche und Kondensation sind weiterhin vorhanden, verschwinden aber beim Eindringen in den Oesophagus. Der Tubus wird dann leicht zurückgezogen und während der frühen Inspirationsphase nochmals in die Trachea vorgeschoben. Die blinde Technik ist generell sehr einfach, allerdings sind bei kleinen Kaninchen und nach der Verwendung von Medetomidin auch bei grösseren Kaninchen die Atemgeräusche nur gedämpft hörbar. Bei der korrekten endotrachealen Intubation kondensiert

die Tubusinnenseite und ausgezupfte Haare bewegen sich während der Expiration (Vorsicht: Aspiration der Haare!). Auch ist CO₂ in der ausgeatmeten Luft mittels Kapnographie nachweisbar. Für Kaninchen eignen sich Endotrachealtubi mit 2.0 bis 5.0 mm äusserem Durchmesser. Für die Intubation der Ratte kann ein Otoskop oder ein speziell angefertigtes Laryngoskop verwendet werden. In Rückenlage und mit leicht zur Seite herausgezogener Zunge wird das Oto-/Laryngoskop in die Maulhöhle eingeführt bis der Larynx sichtbar wird. Anschliessend wird mit einem passenden Venenkatheter (1.5–2 mm Durchmesser) intubiert. Bei der Verwendung eines Oskops muss ein sehr dünner, flexibler, weicher und abgestumpfter Draht (z.B. ein Führungsdraht eines Seldinger-Katheters) zuerst in die Trachea eingeführt werden, da der Katheter nicht durch die Öffnung des Oskops passt. Anschliessend wird das Otoskop entfernt, der Katheter über den Draht in die Trachea geschoben, dann der Draht entfernt und anschliessend das Katheterende mit dem Atemsystem verbunden. Das Ende des Katheters muss vorgängig als Verbindung dem Atemsystem angepasst werden, wobei auf minimalen Totraum zu achten ist. Maus, Meerschweinchen und Hamster sind generell schwierig zu intubieren. Speziell konstruierte Laryngoskope und Geschicklichkeit sind Voraussetzung. Das Meerschweinchen kann auch unter Anwendung eines Oskops intubiert werden, doch ist die Durchführung aufgrund der sehr engen Anatomie im Larynx/Pharynxbereich schwieriger als bei der Ratte. Ein Venenkatheter (Durchmesser 1–2 mm) kann über einen Führungsdraht in die Trachea vorgeschoben werden. Wichtig ist, dass der Larynx nicht durch Otoskop beziehungsweise Laryngoskop verlegt wird.

Literatur

- Beyers T., Richardson J.A., Prince M.D.:* Axonal degeneration and self-mutilation as a complication of intramuscular ketamine and xylazine in rabbits. *Lab. Anim. Sci.* 1991, 41: 519–520.
- Bonath K., Hirche H., Lange S.:* Einfluss der Ketamin-Hydrochlorid/Halothan-Sauerstoffnarkose auf Atmung, Blutgase und Säurebasehaushalt des Kaninchens. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 1980, 93: 462–46.
- Borkowski R., Karas A.Z.:* Sedation and anesthesia of pet rabbits. *Clin. Tech. Small. Anim. Pract.* 1999, 14: 44–49.
- Brammer D.W., Doerning B.J., Chrisp C.E., Rush H.G.:* Anesthetic and nephrotoxic effects of Telazol in New Zealand White rabbits. *Lab. Anim. Sci.* 1991, 41: 432–435.
- Flecknell P.:* Laboratory animal anaesthesia. Academic Press, Harcourt Brace, London, 1996.
- Flecknell P.A.:* Rabbits, rodents and ferrets. In: *Manual of small animal anaesthesia and analgesia*. Eds. C. Seymour, R. Gleed. BSAVA, Cheltenham, 1999, 295–304.
- Flecknell P.A.:* Analgesia of small mammals. *Vet. Clin. North. Am. Exotic Anim. Pract.* 2001, 4: 47–56.
- Flecknell P.A., J.H. Liles:* Halothane anaesthesia in the rabbit: a comparison of the effects of medetomidine, acepromazine and midazolam on breath-holding during induction. *J. Ass. Vet. Anaesth.* 1996, 23: 11–14.
- Flecknell P.A., Cruz I.J., Liles J.H., Whelan G.:* Induction of anaesthesia with halothane and isoflurane in the rabbit: a comparison of the use of a face-mask or an anaesthetic chamber. *Lab. Anim.* 1996, 30: 67–74.
- Flecknell P.A., Liles J.H., Williamson H.A.:* The use of lignocaine-prilocaine local anesthetic cream for pain-free venipuncture in laboratory animals. *Lab. Anim.* 1990, 24: 142–146.
- Flecknell P.A., Roughan J.V., Hedenqvist P.:* Induction of anaesthesia with sevoflurane and isoflurane in the rabbit. *Lab. Anim.* 1999, 33: 41–46.
- Gabrisch K., Zwart P.:* Krankheiten der Heimtiere. Schlütersche GmbH, Hannover, 1998.
- Harvey R.C., Walberg J.:* Special considerations for anesthesia and analgesia in research animals. In: *Principles and practice of veterinary anesthesia*. Eds C.E. Short Williams und Wilkins, Baltimore, 1987, 380–392.
- Hedenqvist P., Roughan J.V., Antunes L., Orr H., Flecknell P.A.:* Induction of anaesthesia with desflurane and isoflurane in the rabbit. *Lab. Anim.* 2000, 35: 172–179.
- Hillyer E.V., Quesenberry K.E.:* Ferrets, rabbits, and rodents – clinical medicine and surgery. W.B. Saunders, Philadelphia, 1997.
- Huerkamp M.J.:* Anesthesia and postoperative management of rabbits and pocket pets. In: *Kirk's Current Veterinary Therapy XII Small animal Practice*. Ed. J.D. Bonagura, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1995, 1322–1327.
- Imai A., Steffey E.P., Ilkiw J.E., Farver T.B.:* Comparison of clinical signs and hemodynamic variables used to monitor rabbits during halothane- and isoflurane-induced anesthesia. *Am. J. Vet. Res.* 1999, 60: 1189–1195.
- Levine S., Saltzman A.:* Feeding sugar overnight maintains metabolic homeostasis in rats and is preferable to overnight starvation. *Lab. Anim.* 2000, 34: 301–306.
- Mason D.:* Anesthesia, analgesia, and sedation for small mammals. In: *Ferrets, rabbits, and rodents – clinical medicine and surgery*. Eds. E.V. Hillyer K.E. Quesenberry, W.B. Saunders, Philadelphia, 1997, 378–391.
- Peeters M., Gil D., Teske E., Eyzenbach V., vd Brom W.E., Lumey J.T., de Vries H.W.:* Four methods for general anaesthesia in the rabbit: a comparative study. *Lab. Anim.* 1988, 22: 355–360.
- Sedgwick C.J.:* Anesthesia for rabbits. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 1986, 731–736.
- Smiler K.L., Stein S., Hrapkiewitz K., Hiben J.R.:* Tissue response to intramuscular and intraperitoneal injection of ketamine and xylazine in rats. *Lab. Anim. Sci.* 1990, 40: 60–64.
- Steffey E.P.:* Inhalational anesthetics. In: *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia*. Eds. J. C. Thurmon, W.J. Tranquilli, G. J. Benson, Williams und Wilkins, Baltimore, 1996, 314.
- Thurmon J.C., Tranquilli W.J., Benson G.J.:* Anesthesia of wild, exotic, and laboratory animals. In: *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia*. Eds. J. C. Thurmon, W.J. Tranquilli, G. J. Benson, Williams und Wilkins, Baltimore, 1996, 686–735.
- White W.J., Field K.J.:* Anesthesia and surgery of laboratory animals. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.* 1987, 17: 989–1017.