

VETERINARY focus

#25.3
2015 - \$10/10€

Internationale Publikationen für den Kleintierpraktiker



Notfallmedizin

Traumatische Kopfverletzungen bei der Katze • Ophthalmologische Notfälle bei Hunden
• Notfallvisiten in erstversorgenden tierärztlichen Kliniken • Notfallmanagement
offener Frakturen • Penetrierende Verletzungen bei Hunden • Magendilatation und
-volvulus • Thoraxtrauma • Schmerzbeurteilung beim Hund: Die Glasgow Pain Scale



Bordeaux

8TH WORLD CONGRESS OF
VETERINARY DERMATOLOGY
MAY 31-JUNE 4 ' 2016

TELL
A
FRIEND



SAVE
THE
DATE

SEE
YOU
THERE

WHERE SCIENCE MEETS THE FLAVOURS OF FRANCE

For regular updates of WCVD8
visit our site and enter your e-mail address

www.vetdermbordeaux.com



Organizing Secretariat: WCVD 8 c/o MCI : 24, rue Chauchat, 75009 Paris - France

Tel. : + 33 (+33 (0)1 53 85 82 66 | Fax.: + 33 (0)1 53 85 82 83 | Email: info@vetdermbordeaux.com

WWW.GAMLU



principal sponsors



major sponsors

- 02 Traumatische Kopfverletzungen bei der Katze**
Simon Platt
- 10 Persönliche Empfehlungen... Ophthalmologische Notfälle bei Hunden**
Elizabeth Giuliano
- 18 Notfallvisiten in erstversorgenden tierärztlichen Kliniken**
Emi Kate Saito und Catherine Rhoads
- 20 Wundmanagement – 1 Notfallmanagement offener Frakturen**
James Roush
- 26 Wundmanagement – 2 Penetrierende Verletzungen bei Hunden**
Bonnie Campbell
- 33 Magendilatation und -volvulus**
Emma Donnelly und Daniel Lewis
- 39 Thoraxtrauma**
Manuel Jiménez Peláez und Lucía Vicens Zanoguera
- 47 Royal Canin Guide... Schmerzbeurteilung beim Hund: Die Glasgow Pain Scale**
Jacqueline Reid



Von allen Zitaten aus dem Bereich der Medizin gehört das lateinische Sprichwort „*primum non nocere*“ („zuerst einmal nicht schaden“) ohne Zweifel zu den bemerkenswertesten, obgleich es eigentlich eine Selbstverständlichkeit zum Ausdruck bringt. Besonders relevant ist diese Maxime wahrscheinlich in der Notfallmedizin. Im entscheidenden Moment, mitten in einer Situation auf Leben und Tod, kann selbst der besonnenste Arzt unter Stress

stehen und Dinge tun, die die Situation des Patienten verschlimmern, anstatt sie zu verbessern. Logisches Denken und gesunder Menschenverstand sind hier die entscheidenden Partner des Fachwissens und unabdingbare Voraussetzungen für eine erfolgreiche Notfallbehandlung.

Auch wenn die Notfallmedizin heute vielfach als eine spezielle Fachrichtung betrachtet wird, trifft es den Kern der Sache vielleicht eher, wenn wir davon sprechen, dass hier mehrere Fachrichtungen zu einer verschmelzen. Der Arzt an der praktischen Front muss kompetent sein in den Bereichen Radiologie, Chirurgie, Pharmakologie, Ophthalmologie, Kardiologie, um nur einige zu nennen. Diese Liste kann beliebig fortgesetzt werden, da der Notfallarzt zusammen mit seinem medizinischen Hilfspersonal ein breites Wissensfeld abdecken und zahlreiche verschiedene Fähigkeiten besitzen muss, um Notfallpatienten erfolgreich behandeln zu können. Er muss in der Lage sein, Traumapatienten zu reanimieren, eine hochentwickelte Herz-/Kreislaufunterstützung zu gewährleisten und physiologische Parameter aufrechtzuerhalten, aber auch Wunden versorgen, Frakturen stabilisieren, neurologische Krisen beherrschen, Schmerzen und Beschwerden lindern, um nur einige der wichtigsten Probleme zu nennen. Wahrlich keine einfache Aufgabe!

Ein Gegenpunkt zur oben genannten Maxime „*primum non nocere*“ ist aber vielleicht „*palma non sine pulvere*“ – „ohne Fleiß kein Preis“. Als praktische Tierärzte tun wir immer unser Bestes für jedes Tier, das wir behandeln, mit dem Ziel einer „*restitutio ad integrum*“ also einer vollständigen Wiederherstellung. Wenn unsere Bemühungen von Erfolg gekrönt sind, ist die daraus resultierende Belohnung – also die Befriedigung, zu wissen, dass wir das Leben des Patienten gerettet haben – für sich allein genommen schon ganz erheblich. Vor diesem Hintergrund glauben wir, dass diese Ausgabe des *Veterinary Focus* für unsere Leser unter dem Motto steht: „*scire quod sciendum*“ – „Wissen, das es wert ist, zu haben“.

Ewan McNeill – Chefredakteur

Veterinary Focus – Vol 25 n°3 – 2015

Redaktioneller Beirat

- Franziska Conrad, DVM, Scientific Communications, Royal Canin, Deutschland
- Pauline Devlin, BSc, PhD, Scientific Communications and External Affairs, Royal Canin, UK
- Maria Elena Fernández, DVM, Costa Rica
- Joanna Gale, BVetMed, CertLAS, MRCVS, Science and Technical Communications Manager, WALTHAM Centre for Pet Nutrition, UK
- Giulio Giannotti, BSc, Product Manager, Royal Canin, Italien
- Philippe Marniquet, DVM, Dipl. ESSEC, Veterinary Communication Manager, Royal Canin, Frankreich
- Cláudia Palmeiro, DVM, Communication Manager, Royal Canin, Portugal
- Yann Quéau, DVM, Dipl. ACVN, Research Nutritionist, Royal Canin, Frankreich
- Melinda Wood, DVM, MS,

- Dipl. ACVIM, Scientific Affairs Manager, Royal Canin, USA
- Redaktionelle Kontrolle Fremdsprachen**
- Elisabeth Landes, DVM (Deutsch)
- Noemi Del Castillo, PhD (Spanisch)
- Giulio Giannotti, BSc (Italienisch)
- Matthias Ma, DVM (Chinesisch)
- Chie Saito, DVM (Japanisch)
- Boris Shulyak, PhD (Russisch)
- Übersetzer:** Clemens Schickling (Dr. med. vet.)
- Mitherausgeber:** Buena Media Plus Bernardo Gallitelli und Didier Olivreau

- Anschrift:** 85, avenue Pierre Grenier 92100 Boulogne-Billancourt Frankreich
- Telefon:** +33 (0) 1 72 44 62 00
- Herausgeber**
- Ewan McNeill, BVMS, Cert VR, MRCVS
- Redaktionssekretariat**
- Laurent Cathalan
lcathalan@buena-media.fr
- Gestaltung**
- Pierre Ménard
- Druck in der EU**
- ISSN 0965-4593

- Auflage:** 70 000
- Hinterlegung der Pflichtexemplare:** November 2015
- Titelseite:** Abbildung 4c, Seite 30; Abbildung 9, Seite 14; Abbildung 4a, Seite 30; Abbildung 4, Seite 37; Abbildung 2, Seite 23; Abbildung 3a, Seite 24
- Diese Ausgabe des *Veterinary Focus* erscheint in folgenden Sprachen: Englisch, Französisch, Deutsch, Chinesisch, Italienisch, Polnisch, Spanisch, Japanisch und Russisch.

Die Zulassungsbestimmungen für Medikamente zum Einsatz bei Kleintieren sind weltweit sehr unterschiedlich. Liegt keine spezifische Zulassung vor, sollten vor der Anwendung eines solchen Medikamentes entsprechende Warnhinweise gegeben werden.

Die aktuellsten Ausgaben des *Veterinary Focus* finden Sie auf der IVIS-Website: www.ivis.org.



Traumatische Kopfverletzungen bei der Katze



■ **Simon Platt, BVM&S, MRCVS, Dipl. ACVIM (Neurology), Dipl. ECVN**
College of Veterinary Medicine, University of Georgia, Athens, Georgia, USA

Dr. Platt schloss sein Tiermedizinstudium 1992 an der University of Edinburgh in Schottland ab. Anschließend absolvierte er ein Internship im Bereich Small Animal Medicine and Surgery am Ontario Veterinary College der University of Guelph in Kanada und arbeitete zwei Jahre lang in einer privaten Praxis in England. Im Jahr 1998 schloss Dr. Platt eine Residency in Neurologie und Neurochirurgie an der University of Florida ab und ist gegenwärtig Professor am Department of Small Animal Medicine and Surgery an der University of Georgia.

■ Einleitung

Ein ganz entscheidender Aspekt bei der Behandlung von Katzen mit Schädeltrauma ist die Fähigkeit des Tierarztes, klinische Symptome einer Verschlechterung des neurologischen Status zu erkennen (1-4). Ein Trauma, das ausreichend stark ist, um Hirnverletzungen hervorzurufen, wird in aller Regel auch potenziell lebensbedrohliche systemische Auswirkungen haben. Systemische Verletzungen und ein Schockgeschehen sorgen darüber hinaus für eine kontinuierliche Verschlechterung des allgemeinen Zustands eines Schädeltraumapatienten. Neben einer gründlichen neurologischen Untersuchung sind deshalb eine vollständige systemische

Beurteilung des Patienten und gegebenenfalls eine entsprechende Stabilisierung erforderlich. Die zentralen Punkte sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

■ Systemische Beurteilung

Die initiale klinische Untersuchung umfasst eine Beurteilung des respiratorischen Systems und des Herz-Kreislaufsystems. Die Durchgängigkeit der Atemwege muss hergestellt und aufrechterhalten werden, falls erforderlich auch über eine endotracheale Intubation. Die Atmung des Patienten kann direkt durch ein Thoraxtrauma beeinflusst werden, aber auch sekundär infolge einer Hirnverletzung. Bei der Auskultation des Thorax können Hinweise auf eine Schädigung oder Erkrankung im Bereich der Lunge oder Herzarrhythmien auffallen. Die Beurteilung des Herz-Kreislaufsystems erfolgt durch eine Überwachung von Herzfrequenz und Blutdruck sowie mittels Elektrokardiographie. Im EKG können sekundäre Herzarrhythmien infolge einer traumatischen Myokarditis, eines systemischen Schocks oder einer Hirnverletzung auffallen. Eine Analyse des arteriellen Blutes und der Laktatkonzentrationen können zusätzliche Informationen über die systemische Perfusion und die Atemfunktion des Patienten liefern (1-4).

Sobald der Patient ausreichend stabil ist, sind Röntgenaufnahmen von Thorax und Abdomen zu empfehlen, um zu überprüfen, ob Lungenkontusionen, ein Pneumothorax oder abdominale Verletzungen vorliegen. Lungenkontusionen treten nach Traumata häufig auf und erreichen ihren höchsten Grad unter Umständen erst 24 Stunden nach Eintritt des traumatischen Ereignisses. Umfassende Traumata können auch zu Verletzungen abdominalen Organe führen. Bei Katzen mit Schädeltrauma sollte deshalb stets auch das Abdomen mit Hilfe von Röntgenaufnahmen und Ultraschall auf freie Flüssigkeit wie Blut oder Harn untersucht werden, da in diesen Fällen unter Umständen ergänzende Behandlungsmaßnahmen erforderlich sind. Zusätzlich sollten spezifische Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule in Betracht gezogen werden, da Schädeltraumata oft mit Frakturen oder Luxationen in diesem Bereich einhergehen.

KERNAUSSAGEN

- Bei jeder traumatisierten Katze muss vor einer Fokussierung auf das Nervensystem zunächst eine gründliche systemische Untersuchung durchgeführt werden.
- Zentrale Punkte der neurologischen Untersuchung bei einer Katze mit Kopfverletzungen sind die Beurteilung der mentalen Aktivität, der Gliedmaßenfunktion und des Pupillenlichtreflexes.
- Bildgebende Untersuchungen des Gehirns einer Katze mit Schädeltrauma können die Identifizierung der Ursachen neurologischer Dysfunktionen unterstützen, ziehen aber nur selten eine chirurgische Behandlung nach sich.
- Eine Flüssigkeitstherapie ist essenziell bei allen Katzen mit Schädeltrauma und zielt primär auf eine Wiederherstellung des systemischen Blutdrucks ab.
- Bei allen Katzen mit traumatischer Hirnverletzung wird eine Flow-by-Sauerstofftherapie („Sauerstoffdusche“) als First-Line-Therapie empfohlen.

Tabelle 1. Überwachungsparameter bei Katzen nach Schädeltrauma.

Parameter	Ziel	Behandlung
Neurologische Untersuchung	Modified Glasgow Coma Scale (MGCS) > 15	Kopfhochlagerung sicherstellen (30 °) Sicherstellen, dass alle unten genannten Punkte erfüllt werden Mannitolgabe in Betracht ziehen (siehe unten) Chirurgische Intervention in Betracht ziehen (siehe Text)
Blutdruck	Mittlerer arterieller Blutdruck 80-120 mmHg	Flüssigkeitstherapie anpassen Unterstützung des Blutdrucks (Dopamin 2-10 µg/kg/Min)
Blutgase	PaO ₂ ≥ 90 mmHg PaCO ₂ < 35-40 mmHg	Sauerstoffsupplementierung Aktive Beatmung in Betracht ziehen
Pulsoximetrie	SpO ₂ ≥ 95 %	Sauerstoffsupplementierung Aktive Beatmung in Betracht ziehen
Herzfrequenz und Herzrhythmus	Tachykardie und Bradykardie vermeiden Arrhythmie vermeiden	Flüssigkeitstherapie anpassen Schmerzbehandlung Intrakraniellen Druck berücksichtigen Arrhythmien spezifisch behandeln
Zentraler Venendruck	5-12 cm H ₂ O	Flüssigkeitstherapie anpassen
Atemfrequenz und Atemrhythmus	10-25/Min	Beatmung, falls erforderlich
Körpertemperatur	37°-38,5 °C	Passives Wärmen oder Kühlen
Elektrolyte	(siehe jeweilige Laborreferenzwerte)	Flüssigkeitstherapie anpassen
Blutglukose	4-6 mmol/l (67-168 mg/dl)	Flüssigkeitstherapie anpassen Dextrosegabe in Betracht ziehen
Intrakranieller Druck	5-12 mmHg	Wie bei abnormen MGCS-Werten (siehe Handlungsplan Abbildung 4)

■ Neurologische Untersuchung

Eine neurologische Untersuchung sollte bei allen Patienten mit Schädeltrauma durchgeführt werden (1-5). Anfangs erfolgt die Beurteilung des neurologischen Status in Abständen von 30 bis 60 Minuten. Diese häufige Kontrolle dient zum einen der Überwachung der Wirksamkeit der initialen Behandlungsmaßnahmen und ermöglicht zum anderen das frühzeitige Erkennen einer Verschlechterung des neurologischen Zustands.

Für veterinärmedizinische Patienten wurde ein spezielles Scoring-System – die Modified Glasgow Coma Scale (MGCS) – entwickelt, um eine objektive Beurteilung zu gewährleisten und damit rationale diagnostische und therapeutische Entscheidungen treffen zu können. Dieses Scoring-System evaluiert drei zentrale Parameter – die motorische Aktivität, die Hirnstammreflexe und das Bewusstseinslevel. Es ermöglicht damit sowohl eine initiale Überwachung des Patienten nach Traumatisierung als auch eine weiterführende Verlaufskontrolle (**Tabelle 2**). Jeder dieser drei Parameter wird anhand von objektiven Standards evaluiert und auf einer Skala von 1 bis 6 bewertet, wobei niedrigere Scores hochgradigeren klinischen Symptomen entsprechen. Die Scores der einzelnen Parameter werden schließlich zu einem Gesamt-Score addiert, dem sogenannten Koma-Score, der von 3 bis 18 reicht und als Richtlinie für therapeutische Entscheidungen und die Erstellung der Prognose dient (5).

Beurteilung der Gliedmaßenfunktion

Der erste Parameter ist die Gliedmaßenfunktion des Patienten und beschreibt die motorische Aktivität, den Gliedmaßen-tonus und die Haltung/Stellung der Gliedmaßen. Die willkürliche motorische Aktivität wird als physiologisch, paretisch oder festliegend charakterisiert. Im typischen Fall ist bei diesen Patienten selbst bei beeinträchtigtem Bewusstsein

Abbildung 1. Extensorenrigidität bei einer Katze nach Schädeltrauma.



© Simon Platt

Tabelle 2. Modified Glasgow Coma Scale.

Motorische Aktivität	Score	Hirnstammreflexe	Score	Bewusstseinslevel	Score
Normaler Gang, normale Spinalreflexe	6	Normaler Pupillenlichtreflex und okulozephaler Reflex	6	Gelegentliche Phasen von Aufmerksamkeit und Reaktionen auf Umwelt	6
Hemiparese, Tetraparese oder Dezerebrationsstarre	5	Pupillenlichtreflex und normaler oder reduzierter okulozephaler Reflex	5	Depression oder Delirium, fähig zu reagieren, die Reaktionen sind aber möglicherweise inadäquat	5
Festliegend, intermittierende Extensorenrigidität	4	Beidseitige nicht-responsive Miosis mit normalem oder reduziertem okulozephalem Reflex	4	Semikomatös, Reaktion auf visuelle Stimuli	4
Festliegend, permanente Extensorenrigidität	3	Stecknadelpupillen mit reduziertem bis fehlendem okulozephalem Reflex	3	Semikomatös, Reaktion auf akustische Stimuli	3
Festliegend, permanente Extensorenrigidität mit Opisthotonus	2	Einseitige, nicht-responsive Mydriasis mit reduziertem bis fehlendem okulozephalem Reflex	2	Semikomatös, Reaktion auf wiederholte noxische Stimuli	2
Festliegend, Hypotonie der Muskeln, reduzierte oder fehlende Spinalreflexe	1	Beidseitige, nicht-responsive Mydriasis mit reduziertem bis fehlendem okulozephalem Reflex	1	Komatös, keine Reaktion auf wiederholte noxische Stimuli	1

ein gewisser Grad an motorischer Aktivität erhalten, außer im vollkomatösen Zustand. Eine abnorme motorische Funktion spiegelt in der Regel entweder eine Schädigung des Hirnstammes oder eine Rückenmarksverletzung wider, wobei Letztere die Beurteilung von Schädeltraumata zusätzlich komplizieren kann (5).

Auch die Haltung des Patienten bzw. die Gliedmaßenstellung nach einem Schädeltrauma kann Hinweise auf die Lokalisation und den Grad der Hirnschädigung liefern. Nach einem Hirntrauma kann beispielsweise eine Dezerebrationsstarre (Enthirnungsstarre) (**Abbildung 1**) auftreten und auf eine hochgradige Hirnschädigung hinweisen. Tiere mit Dezerebrationsstarre haben eine schlechte Prognose, da dieser Zustand einen Verlust der Kommunikation zwischen Großhirn und Hirnstamm widerspiegelt. Typische Symptome sind ein Opisthotonus mit Hyperextension aller vier Gliedmaßen sowie Stupor oder Koma mit abnormem Pupillenlichtreflex. Wichtig ist die differenzialdiagnostische Abgrenzung gegenüber einer Dezerebellationsstarre, die auf eine akute Schädigung des Kleinhirns hinweist, in deren Folge es entweder zu einer Flexion oder zu einer Extension der Beckengliedmaßen kommt, wobei das Bewusstsein erhalten sein kann.

Beurteilung der Hirnstammreflexe

Bei allen Patienten mit Schädeltrauma sollten unverzüglich die Pupillengröße, der Pupillenlichtreflex und der okulozephale Reflex untersucht werden. Die Größe, die Symmetrie und die Reaktivität der Pupillen können wertvolle Hinweise auf den Grad einer Hirnverletzung und die Prognose liefern. Diese Parameter sollten regelmäßig in kurzen Abständen überwacht werden, da ihre Veränderung auf eine Verschlechterung des neurologischen Status hindeuten kann. Die erhaltene Reaktion

der Pupillen auf eine helle Lichtquelle weist auf eine ausreichende Funktion der Netzhaut, des Sehnerven, des *Chiasma opticum* und des rostralen Hirnstammes hin. Eine nicht auf Licht reagierende beidseitige Mydriasis ist ein Hinweis auf eine permanente Schädigung im Bereich des Mittelhirns oder auf eine zerebrale Herniation, und geht mit einer schlechten Prognose einher (**Abbildung 2**). Das Fortschreiten einer Miosis zu einer Mydriasis spricht für eine Verschlechterung des neurologischen Status und stellt eine Indikation für eine

Abbildung 2. Beidseitige Mydriasis bei einer Katze. Dieser Befund ist ein möglicher Hinweis auf eine hochgradige Hirnschädigung nach Schädeltrauma. In diesem Fall handelte es sich jedoch um die Folge einer beidseitigen Netzhautschädigung infolge eines Traumas, das vermutet wurde, da die Katze ein normales Bewusstseinslevel hatte.



sofortige aggressive Therapie dar. Einseitige Veränderungen der Pupillengröße können frühe Anzeichen einer Verschlechterung des neurologischen Status sein. Eine Paralyse des III. Hirnnerven (*N. oculomotorius*) kann zu Mydriasis, Verlust des direkten Pupillenlichtreflexes, Ptosis und ventrolateralem Strabismus führen. Schädigungen des Kernes des III. Hirnnerven können aufgrund seiner Lage im Mittelhirn auf eine Mittelhirnschädigung oder auf eine Kompression infolge einer transtentoriellen Herniation hinweisen (5).

Beurteilung des Bewusstseins

Das Bewusstseinslevel eines Patienten liefert Informationen über die Funktion der Großhirnrinde und des aufsteigenden retikulären Aktivierungssystems des Hirnstammes. Das Bewusstsein des Patienten wird als physiologisch, unterdrückt oder abgestumpft, stuporös oder komatös charakterisiert. Ein stuporöses Tier hat sein Bewusstsein teilweise oder vollständig verloren, reagiert aber noch auf noxische Stimuli. Ein komatöser Patient hat das Bewusstsein verloren und reagiert nicht mehr auf noxische Stimuli. Ein voll ausgeprägtes Koma weist im typischen Fall auf eine hochgradige Hirnverletzung oder Stammhirnschädigung mit im Allgemeinen vorsichtiger Prognose hin.

■ Bestätigung der Verletzung und Diagnose

Die Diagnose einer traumatischen Hirnverletzung basiert in erster Linie auf entsprechenden Hinweisen im Vorbericht und klinischen Symptomen einer intrakraniellen neurologischen Dysfunktion. Zur Bestätigung von Lokalisation und Ausdehnung der Hirnschädigungen können jedoch zusätzliche Tests durchgeführt werden. Betont werden muss jedoch, dass hochentwickelte bildgebende Untersuchungen des Gehirns – Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) – Patienten vorbehalten bleiben sollten, die auf die initiale Therapie nicht ansprechen oder deren Zustand sich trotz aggressiver Therapie verschlechtert. Außer bei bereits zum Zeitpunkt der Vorstellung komatösen Patienten erfordern beide genannten bildgebenden Diagnoseverfahren eine Anästhesie, die bei Patienten mit Schädeltrauma zu einer weiteren Destabilisierung beitragen kann.

Röntgenaufnahmen des Schädels

Röntgenaufnahmen des Schädels können Hinweise auf Frakturen der Schädelkalotte zeigen, sie liefern aber keine Informationen über den Zustand des Hirnparenchyms. Aufgrund der natürlichen Unregelmäßigkeit der Schädelknochen können Röntgenaufnahmen schwierig zu interpretieren sein. Zudem ist für die korrekte Lagerung auf dem Röntgentisch in der Regel eine Anästhesie erforderlich, die bei Patienten mit akuten Verletzungen kontraindiziert sein kann. Röntgenaufnahmen nach Schädeltraumata sollten jedoch nicht auf den Kopf beschränkt bleiben, sondern auch die Halswirbelsäule, den Thorax und das Abdomen berücksichtigen, um potenzielle weitere Verletzungen durch umfassende Traumata abzuklären.



Abbildung 3. Fokale Läsion des Hirnparenchyms (Pfeil) nach Trauma dieser transversalen, T2-gewichteten MRT-Aufnahmen einer Katze.

Computertomographie (CT)

Die Computertomographie ermöglicht eine bessere Beurteilung der knöchernen Strukturen und ist der konventionellen Röntgenuntersuchung, insbesondere aufgrund der Möglichkeiten einer dreidimensionalen Darstellung, überlegen (6). Zudem können mit Hilfe der CT intrakranielle Blutungen, Veränderungen von Größe oder Form der Ventrikel, eine Verschiebung der Mittellinie und zerebrale Ödeme diagnostiziert werden. Obwohl die Weichteilgewebedarstellung des Hirnparenchyms bei der CT nicht besonders gut ist, handelt es sich in der Humanmedizin aufgrund der schnellen Verfügbarkeit der Aufnahmen häufig um die bevorzugte Methode zur Beurteilung von Schädeltraumapatienten mit Indikation für eine chirurgische Intervention.

Magnetresonanztomographie (MRT)

Die MRT erlaubt eine bessere Detaildarstellung des zerebralen Weichteilgewebes und wird deshalb bevorzugt für die Beurteilung des Gehirns eingesetzt. Insbesondere gilt dies für die hintere Schädelgrube (*Fossa cranii caudalis*), die sich im CT nicht besonders gut darstellen lässt. Mit der MRT lassen sich auch subtilere Veränderungen des Parenchyms nachweisen, die mit CT übersehen werden können. Zudem können wichtige Informationen für die Erstellung der Prognose gewonnen werden. Gut darstellbar im MRT sind Hämatome oder Blutungen, parenchymale Kontusionen und Ödeme (**Abbildung 3**). Eine jüngste Studie untersuchte die Korrelation zwischen MRT-Befunden und der Prognose bei veterinärmedizinischen Schädeltraumapatienten und kam zu dem Ergebnis, dass die Anwendung der MRT diesbezüglich zusätzliche Vorteile bringen kann (7). Insbesondere der Nachweis eines Masseneffektes und einer ventrikulären Kompression durch parenchymale Schäden können sich als aussagekräftige Indikatoren einer schlechten Prognose erweisen. In solchen Fällen sollte eine chirurgische Dekompression in Betracht gezogen werden.

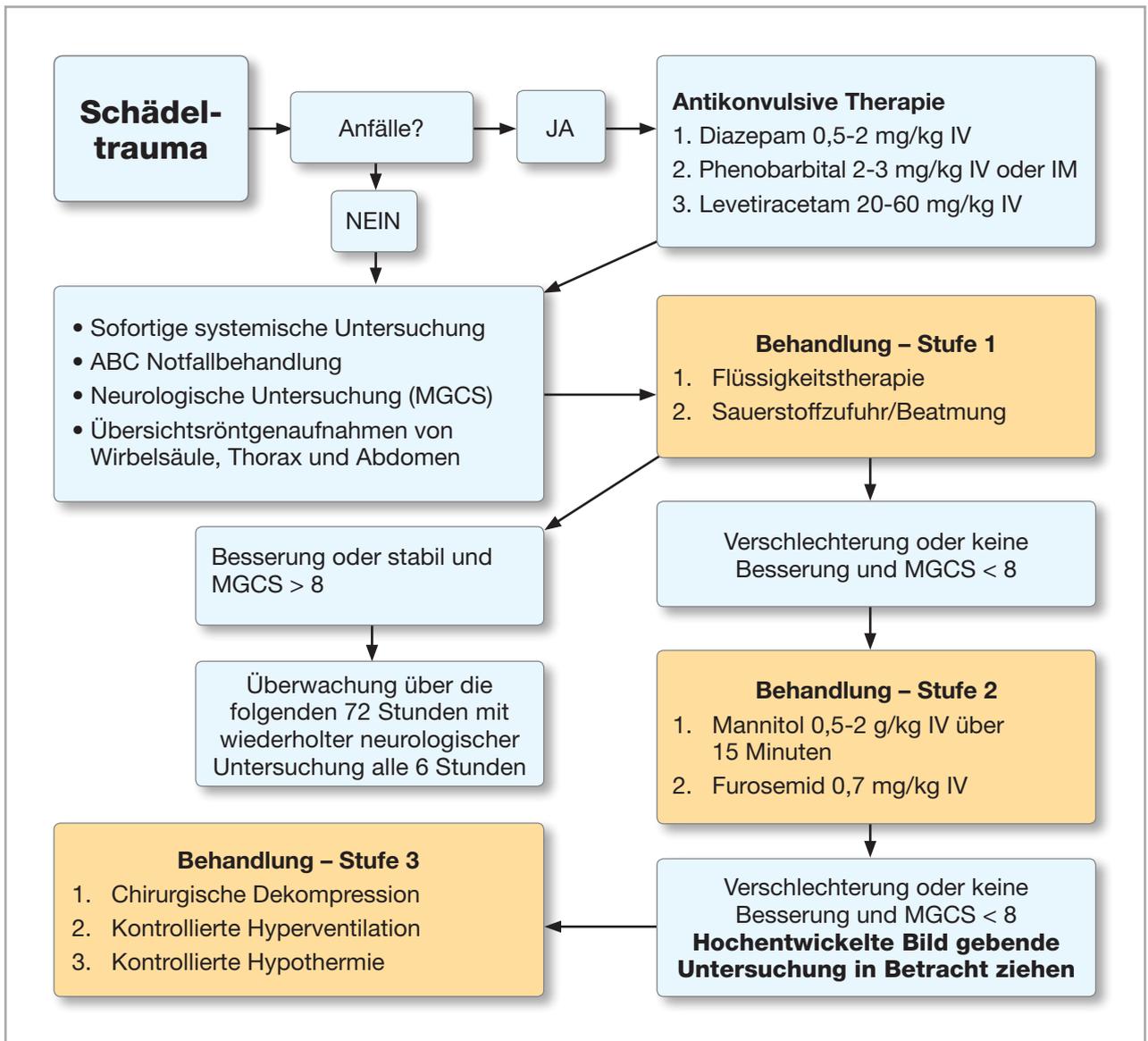


Abbildung 4. Algorithmus der Behandlung eines Patienten mit Schädeltrauma: Progressives Stufensystem auf der Grundlage des Grades der Verletzung und des Erfolges der initialen Therapie.

■ Behandlung

Die Behandlung von Patienten mit Schädeltrauma erfolgt mit Hilfe eines progressiven mehrstufigen Systems, basierend auf dem Verletzungsgrad und dem Erfolg der initialen Therapie (**Abbildung 4**). Stufe 1-Behandlungen werden bei allen Patienten durchgeführt. Stufe 2-Behandlungen werden bei allen Patienten mit einem MGCS < 8 und gescheiterter Stufe 1-Behandlung durchgeführt, und Stufe 3-Behandlungen bei allen Patienten mit MGCS < 8 und gescheiterter Stufe 2-Behandlung.

Behandlung – Stufe 1

• Flüssigkeitstherapie

Das Ziel der Flüssigkeitstherapie bei Schädeltraumapatienten

ist die Wiederherstellung der Normovolämie. Die Dehydrierung eines Patienten in einem Versuch, ein Hirnödem zu reduzieren, hat dagegen schädliche Folgen. Eine aggressive Flüssigkeitstherapie und ein systemisches Monitoring sind erforderlich, um eine Normovolämie sicherzustellen und einen adäquaten zerebralen Perfusionsdruck aufrechtzuerhalten (1-4, 8).

Zur effektiven Wiederherstellung und Aufrechterhaltung des Blutvolumens nach einem Trauma sollten kristalloide, hypertone und kolloidale Lösungen kombiniert verabreicht werden. Initial werden in der Regel kristalloide Lösungen zur Behandlung eines systemischen Schocks verabreicht. Die Schockdosis für ausgewogene Elektrolytlösungen beträgt 60 ml/kg (1-4,8). Empfohlen wird, die berechnete Gesamtdosis fraktioniert zu

verabreichen, wobei initial zunächst 25-33 % des Gesamtvolumens verabreicht werden. Im Anschluss wird der Patient regelmäßig in kurzen Abständen beurteilt im Hinblick auf eine Normalisierung von Blutdruck, mentaler Aktivität und zentralem Venendruck (falls dieser überwacht wird). Zusätzliche Fraktionen der Elektrolytlösung werden nach Bedarf verabreicht.

Hypertone und kolloidale Lösungen dienen einer schnellen Wiederherstellung des Blutvolumens bei insgesamt geringer Flüssigkeitszufuhr. Zudem verbleiben kolloidale Lösungen länger im Gefäßsystem als kristalloide Lösungen. Hypertone und kolloidale Flüssigkeiten müssen jedoch mit Vorsicht angewendet werden, da sich ohne begleitende Applikation kristalloider Lösungen eine Dehydratation entwickeln kann. Weitere Vorteile hypertoner Lösungen sind ihre Fähigkeit zur Verbesserung des Herzzeitvolumens, zur Wiederherstellung der Normovolämie und zur Reduzierung von Entzündungen nach einem Trauma. Bei hypovolämischen, hypotonen Patienten mit erhöhtem intrakraniellen Druck ist hypertone Kochsalzlösung vorzuziehen, da sie durch eine schnelle Wiederherstellung des intravaskulären Blutvolumens den zerebralen Perfusionsdruck und den Blutfluss verbessert. Zudem zieht der hohe Natriumgehalt Flüssigkeit aus dem interstitiellen und intrazellulären Raum und reduziert damit den intrakraniellen Druck. Kontraindiziert ist hypertone Kochsalzlösung dagegen bei systemischer Dehydratation und bei Hypernatriämie. Hypertone Kochsalzlösung bleibt nur etwa eine Stunde lang innerhalb des Gefäßsystems und sollte deshalb von der Gabe kolloidaler Lösungen gefolgt werden, um die Wirkung zu maximieren. Die Dosierung für Katzen beträgt 2-4 ml einer 7,5 %-igen NaCl-Lösung über einen Zeitraum von 5 bis 10 Minuten (1-3).

Kolloidale Lösungen (z. B. Hydroxyethylstärke [HES], Dextran-70) ermöglichen eine Wiederherstellung des Blutvolumens mit geringen Flüssigkeitsvolumina, insbesondere, wenn die Gesamtproteinkonzentration unter 50 g/l bzw. 5 g/dl liegt. Darüber hinaus ziehen kolloidale Lösungen Flüssigkeit aus den interstitiellen und intrazellulären Räumen und haben zusätzlich den Vorteil, dass sie länger im intravaskulären Raum bleiben als kristalloide Lösungen. Hydroxyethylstärke wird im typischen Fall in einer Dosierung von 2 bis 4 ml/kg über 5-10 Minuten verabreicht. Der Patient wird dabei regelmäßig in kurzen Abständen klinisch beurteilt und kann eine tägliche Gesamtdosis von 20 ml/kg erhalten. Neben der Wiederauffüllung des Volumens sollte auch die Sauerstofftransportfähigkeit des Blutes berücksichtigt werden, insbesondere, wenn der Hämatokrit unter 30 % liegt.

Schädeltraumapatienten sollten so gelagert werden, dass eine optimale arterielle Zirkulation im Gehirn und ein möglichst widerstandsloser venöser Abfluss gewährleistet ist. Am besten erreicht man dies durch Hochlagern des Kopfes in einem Winkel von 30°. Es ist darauf zu achten, dass die Jugularvenen nicht komprimiert werden und kein einschnürendes Halsband angelegt ist, da dies zu einer Erhöhung des intrakraniellen Drucks führt.

• Sauerstofftherapie und Beatmung

Eine Sauerstoffsupplementierung ist bei allen Patienten mit Schädeltrauma zu empfehlen. Obligatorisch ist bei diesen Patienten eine Kontrolle des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks (PaO_2) und des arteriellen Kohlendioxidpartialdrucks (PaCO_2), da beide Parameter wichtige Indikatoren für die zerebrale Hämodynamik und den intrakraniellen Druck sind. Zu vermeiden ist eine permissive Hyperkapnie, da sie einen zerebralen vasodilatativen Effekt hat, der letztlich zu einer Erhöhung des intrakraniellen Drucks führt. Eine Hypokapnie kann eine zerebrale Vasokonstriktion über eine Alkalose im Serum und in der Cerebrospinalflüssigkeit induzieren. Die Minderung des zerebralen Blutflusses und die Absenkung intrakraniellen Drucks treten nahezu unmittelbar ein, wobei Letztere ihr Maximum unter Umständen erst bis zu 30 Minuten nach der Änderung des PaCO_2 erreicht (1-4, 8).

Das Ziel der Sauerstofftherapie bzw. Beatmung ist die Aufrechterhaltung des PaO_2 bei mindestens 90 mmHg und des PaCO_2 unter 35-40 mmHg. Ist der Patient in der Lage, spontan und effektiv zu atmen, sollte Sauerstoff durch „Flow-by“ („Sauerstoffdusche“) verabreicht werden. Das Einsperren des Patienten in einen Sauerstoffkäfing vermeidet die Notwendigkeit einer häufigen Überwachung der Sauerstoffzufuhr. Gesichtsmasken und Nasenkatheter sollten bei diesen Patienten nach Möglichkeit vermieden werden, da sie Stress verursachen, der wiederum zu einer Erhöhung des intrakraniellen Drucks beitragen kann (**Abbildung 5**).

Bei Katzen mit hochgradigen Kopfverletzungen gelingt der Erhalt der Blutgaskonzentrationen im Optimalbereich meist nur über eine künstliche Beatmung. Absolute Indikationen für eine künstliche Beatmung sind ein Verlust des Bewusstseins, PaCO_2 -Werte, die auf über 50 mmHg ansteigen, sowie eine sinkende periphere kapilläre Sauerstoffsättigung (SpO_2) trotz geeigneter Behandlung (1-4, 8).

Abbildung 5. Sauerstoffzufuhr über eine Gesichtsmaske sollte bei Patienten mit Schädeltrauma vermieden werden, da der intrakranielle Druck durch den damit verbundenen Stress ansteigen kann.



© Simon Platt

Behandlung – Stufe 2

• Diuretika

Ein erhöhter intrakranieller Druck kann mit Hilfe von osmotischen Diuretika wie Mannitol aggressiv behandelt werden. Voraussetzung ist allerdings, dass eine Wiederauffüllung des Volumens des Patienten sichergestellt ist. Ist dies nicht der Fall, können osmotische Diuretika eine akute Niereninsuffizienz auslösen. Sie sind deshalb für die Stufe-2-Behandlung reserviert. Mannitol expandiert das Plasmavolumen und reduziert die Blutviskosität, wodurch es zu einer Verbesserung des zerebralen Blutflusses und des Sauerstofftransportes zum Hirn kommt. Ferner sorgt Mannitol durch eine Reduzierung des Ödems für eine Senkung des intrakraniellen Drucks. Als Folge des gesteigerten PaO_2 kommt es zu einer Vasokonstriktion, die ebenfalls zu einer Senkung des intrakraniellen Drucks beiträgt. Der osmotische Effekt von Mannitol reduziert darüber hinaus das extrazelluläre Flüssigkeitsvolumen im Gehirn (1-4, 8) und unterstützt das Einfangen freier Radikale, die zur Entstehung sekundärer pathologischer Prozesse beitragen (9).

Mannitol wird als Bolus (0,5-2 g/kg) über 15 Minuten verabreicht, um den Plasma expandierenden Effekt zu optimieren. Kontinuierliche Infusionen steigern die Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke und verstärken damit das Ödem. Niedrige Mannitoldosen sind bezüglich einer Senkung des intrakraniellen Drucks ebenso wirksam wie höhere Dosen, die Wirkdauer kann jedoch kürzer sein. Mannitol reduziert das Hirnödem etwa 15-30 Minuten nach Applikation und hat eine Wirkdauer von ungefähr zwei bis fünf Stunden. Wiederholte Gaben können eine vermehrte Diurese verursachen, die zu einem reduzierten Plasmavolumen, erhöhter Osmolarität, intrazellulärer Dehydratation, Hypotonie und Ischämie führt. Entscheidend für die Aufrechterhaltung des Hydratationsstatus ist also eine bedarfsgerechte Zufuhr isotonischer kristalloider und kolloidaler Lösungen.

Die Gabe von Furosemid (0,7 mg/kg) vor der Mannitolapplikation hat einen synergistischen Effekt bezüglich einer Senkung des intrakraniellen Drucks. Die Anwendung von Mannitol sollte generell für kritische Patienten (MGCS < 8), desorientierte Patienten oder auf andere Behandlungen nicht ansprechende Patienten reserviert bleiben. Gegenwärtig gibt es jedoch keine Evidenzen für eine Unterstützung der Aussage, dass Mannitol bei intrakraniellen Blutungen kontraindiziert sei.

• Therapie bei Anfällen

Anfälle können unmittelbar nach einem Trauma auftreten oder zeitlich verzögert. Sie sollten stets aggressiv behandelt werden, um einer Verstärkung der sekundären Effekte im Hirnparenchym infolge der assoziierten Hirnhypoxie und der nachfolgenden Entwicklung eines Ödems vorzubeugen. Nach wie vor umstritten ist allerdings die Frage der Notwendigkeit einer prophylaktischen anfallshemmenden Therapie nach hochgradigen Hirntraumata. Humanmedizinische Patienten, die in den ersten sieben Tagen nach einem Schädeltrauma mit

Antikonvulsiva behandelt werden, haben ein signifikant niedrigeres Risiko für posttraumatische Anfälle innerhalb dieses Zeitraumes als Patienten, die keine Antikonvulsiva erhalten. Nach diesen ersten sieben Tagen scheint eine entsprechende prophylaktische Behandlung allerdings keinen Vorteil mehr zu haben.

Diazepam (0,5-2 mg/kg IV) kann zur Behandlung von Anfällen verabreicht werden. Zusätzlich kann Phenobarbital (2-3 mg/kg IV oder IM) verabreicht und im Anschluss an die Gabe der Initialdosis nach Bedarf parenteral fortgesetzt werden (18-24 mg/kg über eine 24-48 Stunden Periode). Beschrieben wird zudem der Einsatz von Levetiracetam (20-60 mg/kg IV) zur Notfallbehandlung von Anfällen. Levetiracetam wirkt über einen Zeitraum von bis zu acht Stunden ohne übermäßige Sedation und wird nicht über die Leber verstoffwechselt. Therapieresistente Anfälle nach Schädeltrauma erfordern unter Umständen zusätzliche Behandlungsmaßnahmen wie zum Beispiel eine kontinuierliche Infusion von Diazepam (0,5-1,0 mg/kg/Stunde) oder Propofol (4-8 mg/kg als Bolus nach Wirkung, dann 1-5 mg/kg/Stunde per konstante Infusionsrate). Eine anfallshemmende Erhaltungstherapie sollte über einen Zeitraum von mindestens 12 Monaten über den Zeitpunkt des letzten beobachteten Anfalls nach einem Schädeltrauma hinaus fortgesetzt werden.

Behandlung – Stufe 3

Gelingt es mit der Flüssigkeitstherapie, der Sauerstoffsupplementierung/Beatmung und den osmotischen Diuretika nicht, den Patienten ausreichend zu stabilisieren und/oder seinen neurologischen Status signifikant zu verbessern, sind radikalere therapeutische Maßnahmen und eventuell weiterführende Bild gebende Untersuchungen (z. B. MRT) angezeigt (6, 7). Die im Folgenden diskutierten Behandlungsoptionen wurden in der Veterinärmedizin bislang nicht auf ihre Wirksamkeit evaluiert und sind bei Menschen mit Schädeltrauma nach wie vor umstritten oder unbestätigt.

• Hyperventilation

Eine kontrollierte Hyperventilation wird vorgeschlagen als eine Methode zur schnellen Senkung des intrakraniellen Drucks. Hyperkapnie verursacht eine Vasodilatation und steigert dadurch den intrakraniellen Druck, eine Hypoventilation ist dementsprechend zu vermeiden. Eine kontrollierte Hyperventilation mittels mechanischer oder manueller Beatmung kann eingesetzt werden, um den PaCO_2 auf Werte von 35-40 mmHg zu senken.

Das Ziel ist eine Senkung des intrakraniellen Drucks bei Patienten mit sich verschlechterndem Zustand, die auf andere Behandlungsmaßnahmen nicht ansprechen und für eine chirurgische Intervention nicht in Frage kommen. Zu vermeiden ist jedoch eine längere Anwendung der kontrollierten Hyperventilation, da eine Absenkung des PaCO_2 unter Werte von 30-35 mmHg eine Vasokonstriktion hervorruft, die letztlich zu einem verminderten zerebralen Blutfluss und Ischämie führt (1-4).

• Hypothermie

Die kontrollierte therapeutische Hypothermie ist eine experimentelle Behandlungsoption, die in der Veterinärmedizin bislang nicht validiert und in der Humanmedizin nach wie vor umstritten ist. Nach einem Trauma kann die zerebrale Stoffwechselrate ansteigen und zur Exazerbation sekundärer Effekte führen. Induziert wird eine kontrollierte Hypothermie durch Kühlung des Patienten bis zum Erreichen einer Rektaltemperatur von 32-35 °C. Dadurch sinken die zerebrale Stoffwechselrate und der zerebrale Sauerstoffverbrauch. In der Folge kommt es zu einer Senkung des zerebralen Blutflusses und des intrakraniellen Drucks. Die Absenkung der Körperkerntemperatur bringt aber auch gewisse Risiken mit sich und kann beispielweise zur Entwicklung von Herzarrhythmien, Koagulopathien, Elektrolytstörungen, Hypovolämie und Insulinresistenz führen. Eine Reduktion des Hirnstoffwechsels kann auch durch die Gabe von Barbituraten induziert werden, diese verhindern aber eine neurologische Evaluation und erfordern eine künstliche Beatmung des Patienten.

• Chirurgie

Chirurgische Interventionen bleiben Patienten vorbehalten, deren Zustand sich trotz aggressiver medikamentöser Therapie nicht bessert oder sogar verschlechtert. Die Planung chirurgischer Eingriffe erfolgt in der Regel auf der Grundlage hochentwickelter bildgebender Verfahren (CT oder MRT), die ebenfalls für diese Kategorie von Patienten reserviert bleiben. Indikationen für chirurgische Intervention sind die Entfernung von Hämatomen, die Linderung des intrakraniellen Drucks oder die Behandlung von Schädelfrakturen. Mit Hilfe hochentwickelter bildgebender Verfahren nachgewiesene ventrikuläre Obliterationen und Masseneffekte sollten bei allen Tieren, bei denen die medikamentöse Therapie keine Besserung herbeiführt, als starke Indikationen für eine chirurgische Intervention betrachtet werden.

■ Unterstützende Therapie

Nicht zu vernachlässigen ist schließlich die allgemeine unterstützende Behandlung bei allen Patienten mit Schädeltrauma.

Bei festliegenden Patienten sollte ein Blasenkatheter gelegt werden, um ein adäquates Harnblasenmanagement sicherzustellen und den Harnabsatz zu überwachen. Generell sollte die Harnabsatzrate bei 1-2 ml/kg/Stunde liegen, aber stets zu dem im Einzelfall verabreichten Flüssigkeitsvolumen passen. Verminderter Harnabsatz kann ein Hinweis auf eine fortgesetzte Dehydratation, eine Hypovolämie oder eine eingeschränkte Nierenfunktion sein. Erhöhten Harnabsatz beobachtet man dagegen als sekundäre Folge einer Therapie mit osmotischen Diuretika, aber auch bei *Diabetes insipidus*, einer potenziellen Folge intrakranieller Traumata.

Eine bedarfsgerechte Ernährung ist eine entscheidende Voraussetzung für die Erholung von Patienten nach Hirnverletzung. Zu vermeiden ist allerdings eine Hyperglykämie, da diese zu einer Steigerung der zerebralen Stoffwechselrate führt und durch Förderung des anaeroben Stoffwechsels eine zerebrale Azidose induzieren kann. Anfangs kann die bedarfsgerechte Ernährung über eine naso-ösophageale Sonde (Nasenschlundsonde) sichergestellt werden. Bei Patienten mit erhöhtem intrakraniellen Druck ist das Legen von Sonden durch die Nase jedoch kontraindiziert, da dadurch Niesen ausgelöst werden kann, das wiederum eine transiente Erhöhung des intrakraniellen Drucks verursacht. Bei Patienten mit intakter Funktion der Speiseröhre kann die mittel- bis langfristige Ernährung über eine Ösophagostomiesonde sichergestellt werden. Bei Patienten mit eingeschränkter Speiseröhrenfunktion eignen sich dagegen Gastrotomiesonden für eine langfristige diätetische Unterstützung.

Festliegende Patienten müssen richtig gelagert und überwacht werden, um eine Entwicklung von Dekubitalulzera zu verhindern. Die Liegeunterlage muss gut gepolstert sein und häufig kontrolliert werden, um eine saubere und trockene Oberfläche zu gewährleisten. Alle vier bis sechs Stunden müssen festliegende Patienten umgelagert werden, und Prädispositionsstellen für Dekubitalulzera müssen regelmäßig kontrolliert werden.

Literatur

1. Dewey CW. Emergency management of the head trauma patient. Principles and practice. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2000;30(1):207-225.
2. Hopkins AL. Head trauma. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1996;26(4):875-891.
3. Adamantos S, Garosi L. Head trauma in the cat: 1. assessment and management of craniofacial injury. *J Feline Med Surg* 2011;13(11):806-814.
4. Adamantos S, Garosi L. Head trauma in the cat: 2. assessment and management of traumatic brain injury. *J Feline Med Surg* 2011;13(11):815-822.
5. Platt SR, Radaelli ST, McDonnell JJ. The prognostic value of the Modified Glasgow Coma Scale in head trauma in dogs. *J Vet Intern Med* 2001;15(6):581-594.
6. Platt SR, Radaelli ST, McDonnell JJ. Computed tomography after mild head trauma in dogs. *Vet Rec* 2002;151(8):243.
7. Beltran E, Platt SR, McConnell JF, et al. Prognostic value of early magnetic resonance imaging in dogs after traumatic brain injury: 50 cases. *J Vet Intern Med* 2014;28(4):1256-1262.
8. Syring RS. Assessment and treatment of central nervous system abnormalities in the emergency patient. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2005;35(2):343-358.
9. Yilmaz N, Dulger H, Kiyamaz N, et al. Activity of mannitol and hypertonic saline therapy on the oxidant and antioxidant system during the acute term after traumatic brain injury in the rats. *Brain Res* 2007;1164:132-135.

PERSÖNLICHE EMPFEHLUNGEN...

Ophthalmologische Notfälle bei Hunden



■ **Elizabeth Giuliano, DVM, MS, Dipl. ACVO**
College of Veterinary Medicine, Columbia, Missouri, USA

Dr. Giuliano ist Professorin für Ophthalmologie an der University of Missouri und Leiterin der dortigen Abteilung für vergleichende Ophthalmologie. Sie ist Autorin von über 70 Artikeln und Lehrbuchkapiteln und hält zahlreiche Vorträge im akademischen Rahmen sowie auf nationalen und internationalen Meetings. Dr. Giuliano hat zahlreiche Auszeichnungen im Bereich Lehre, einschließlich zweier Golden Aesculapius Teaching Awards und des Gold Chalk Awards. Im Jahr 2011 wurde sie für drei Jahre in das ACVO Board of Regents gewählt und ist zurzeit amtierende Vizepräsidentin des ACVO.

■ Überblick

Ophthalmologische Notfälle werden in der Kleintierpraxis häufig vorgestellt. Sie umfassen praktisch alle Augenveränderungen, die sich schnell entwickelt haben oder das Ergebnis einer Traumatisierung des Auges und/oder der periokulären Strukturen sind. Mit der richtigen Behandlung können die meisten Notfälle bis zur Überweisung an einen veterinärmedizinischen Ophthalmologen stabilisiert werden. Die Mehrzahl der Augennotfälle geht mit signifikanten Augenbeschwerden, einem Verlust des Sehvermögens oder einer gestörten Integrität des Bulbus einher. Nach ihrem Ursprung können Augennotfälle als traumatisch oder nicht-traumatisch klassifiziert werden. Zur ersten Kategorie gehören Probleme wie Bulbusprolaps, Bindehaut-/Hornhautfremdkörper, chemische Verätzungen der Hornhaut, Hornhautwunden und/oder Hornhautperforationen, Irisprolaps und Linsenruptur mit phakoklastischer Uveitis. Die zweite Kategorie umfasst

Erkrankungen wie orbitale Zellulitis/Abszesse, die akute Keratokonjunktivitis sicca (KCS), Hornhautulzera, das akute kongestive Glaukom, Uveitis, vordere Linsenluxation, Netzhautablösung, SARD (sudden acquired retinal degeneration = plötzliche erworbene Retinadegeneration), Optikusneuritis und Endophthalmitis. Eine sofortige Intervention und die richtige Behandlung sind essenziell für den Erhalt des Sehvermögens und die Linderung ophthalmischer Beschwerden. Dieser Artikel liefert einen Überblick über das initiale Herangehen an Augennotfälle beim Hund und diskutiert einige der häufiger auftretenden Probleme, einschließlich Erkrankungen von Orbita und Bulbus, Adnexen, Konjunktiva und Kornea. Uveitis, Glaukom und Erkrankungen der Linse sind weitere signifikante Augenerkrankungen, die sich als Notfälle darstellen können, sie werden aber im Rahmen dieser kurzen Übersicht nicht im Detail besprochen.

■ Initiales Herangehen

Ich empfehle zunächst eine Untersuchung des Patienten aus der Entfernung, um zu beurteilen, ob es sich um ein einseitiges oder beidseitiges Problem handelt (wenn ein von außen sichtbares Problem vorhanden ist). Dabei beurteile ich das Verhältnis des Bulbus zur Orbita, zu den Augenlidern und zum anderen Bulbus und stelle mir folgende Fragen:

- Welche Größe hat das Auge — klein, normal oder vergrößert?
- Wie ist die Position des Auges — hervorstehend oder in die Orbita eingesunken?
- Gibt es einen Unterschied der Achsen beider Augen?
- Gibt es Hinweise auf eine periorbitale Schwellung?
- Gibt es Augenausfluss, und wenn ja, welchen Charakters (serös, mukoid oder blutig)?

Ophthalmologische Notfälle bei Hunden sind meist das Resultat einer Traumatisierung des Auges oder periokulärer Strukturen oder die Folge einer Augenerkrankung, die sich sehr schnell entwickelt hat. Traumata der Orbita oder des Bulbus können durch verschiedene Insulte entstehen einschließlich starker Krafteinwirkungen (Verkehrsunfälle, Stürze aus großer Höhe), penetrierender Fremdkörper, Kampfverletzungen,

KERNAUSSAGEN

- Ophthalmologische Notfälle werden in der Kleintierpraxis häufig vorgestellt. Mit der richtigen Behandlung können die meisten Notfälle bis zur Überweisung an einen veterinärmedizinischen Ophthalmologen stabilisiert werden.
- Zur Durchführung einer vollständigen Augenuntersuchung ist nur ein minimales Equipment erforderlich. Der Tierarzt sollte versuchen, eine „minimale ophthalmologische Datenbasis“ zu erheben, um Augenpatienten die bestmögliche Diagnose und Behandlung zukommen zu lassen. Aufgrund fallspezifischer Umstände muss gelegentlich jedoch der ein oder andere Aspekt einer umfassenden Untersuchung unterlassen werden.
- Zur minimalen ophthalmologischen Datenbasis gehören Drohreflex, direkter und konsensueller Pupillenlichtreflex, Palpebralreflex, Schirmer-Tränentest, Fluoreszein-Färbung und die Tonometrie.

chemischer Verbrennungen (Verätzungen) und thermischer Verbrennungen, um nur einige zu nennen. Zu den plötzlich einsetzenden Augenproblemen gehören retrobulbäre Prozesse, die zu veränderter Position des Bulbus und/oder Schwellung periokulären Gewebes führen, schnell fortschreitende Hornhautulzera mit drohender Perforation, Uveitis oder eine plötzliche Erblindung. Wie bei allen ophthalmologischen Erkrankungen sollten die primären Ziele des diagnostischen und therapeutischen Vorgehens auch bei Augennotfällen stets der Erhalt des Sehvermögens und eine okuläre Beschwerdefreiheit sein.

Unabhängig von der Art des Notfalles sollte bei jedem Patienten eine vollständige Augenuntersuchung durchgeführt werden, um eine korrekte Diagnose zu stellen, aber auch um begleitende Augenerkrankungen/Augenveränderungen zu erkennen und richtig behandeln zu können. Werden zum Beispiel bei einem Hund mit Hornhautulkus die Lider und die intraokulären Strukturen nicht untersucht, besteht die Gefahr, dass die Ulkusursache übersehen wird (z. B. eine Anomalie des Augenlides mit Distichiasis). Bei ausbleibender sorgfältiger Untersuchung intraokulärer Strukturen kann zudem eine Refluxuveitis als Folge der Hornhautulzeration übersehen werden. Wird die zugrunde liegende Anomalie des Augenlides nicht behandelt, wird das Hornhautulkus wahrscheinlich nicht heilen und unter Umständen weiter fortschreiten. Unterbleibt die Behandlung der begleitenden Uveitis, können sich ernsthaftere und das Sehvermögen bedrohende Folgen ergeben, wie zum Beispiel eine Synechie, eine Katarakt oder ein Glaukom. In allen ophthalmologischen Notfällen sollte stets eine gründliche Untersuchung sämtlicher externer und interner Strukturen beider Augen durchgeführt werden, auch wenn der Patient wegen eines einseitigen Problems vorgestellt wird. Wenn immer möglich, sollte eine minimale ophthalmologische Datenbasis erhoben werden, bestehend aus Drohreflex (**Abbildung 1**), Pupillenlichtreflex, Tränentest, Fluoreszein-Färbung (**Abbildung 2**) und Messung des intraokulären Drucks (**Abbildung 3**) (1). Aufgrund fallspezifischer Umstände muss gelegentlich jedoch der ein oder andere Aspekt einer umfassenden Untersuchung unterlassen werden. So sollte zum Beispiel an einem Auge mit Descemetocèle keine Tonometrie durchgeführt werden, da in diesen Fällen das Risiko einer Ruptur des Bulbus besteht.

Erkrankungen der Orbita

Stumpfe oder penetrierende Traumata können signifikante Orbitaschäden hervorrufen. Eine *Proptosis bulbi* (**Abbildung 4**), also ein Vortreten des Äquators des Bulbus über den Rand der Lidspalte hinaus, kommt nicht selten vor und hat bei dolicocephalen Hunden (z. B. windhundartige Rassen) im Vergleich zu brachycephalen Rassen (z. B. Pekinese, Shih Tzu) eine schlechte Prognose. Grund hierfür ist, dass bei diesen Rassen eine erhebliche Kraft erforderlich ist, um die fest in der Orbita liegenden Bulbi hervortreten zu lassen, während die Bulbi bei brachycephalen Rassen relativ leicht extrudiert werden können.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 1. Drohreflex bei einem Hund. Das kontralaterale Auge ist abgedeckt, und der Tierarzt verwendet zur Auslösung des Drohreflexes nur einen Finger, um einen Luftzug und das versehentliche Berühren von Tasthaaren zu vermeiden.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 2. Auge eines Hundes nach der Applikation eines Fluoreszein-Farbstoffs: Deutlich zu erkennendes oberflächliches Hornhautulkus.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 3. Richtige Position und Anwendung eines Tonometers zur Messung des Augeninnendrucks.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 4. Beidseitige Proptosis infolge eines Traumas bei einem Boston Terrier. Die Bulbi konnten nicht erhalten werden, es wurde eine beidseitige Enukleation durchgeführt.

Bei einem Hund mit Proptosis ist eine klinische Beurteilung und entsprechende Stabilisierung des gesamten Patienten ein ganz entscheidender Aspekt. Ist die Proptosis die Folge einer Verletzung durch hohe Krafteinwirkung, müssen zunächst potenziell lebensbedrohliche Veränderungen wie ein Schock, ein zerebrales Ödem, Blutungen sowie respiratorische oder kardiovaskuläre Probleme behandelt werden. Durch eine sorgfältige Untersuchung des Patienten auf Gesichtsdeformationen, Epistaxis, Krepitation oder subkutane Ödeme im Kopfbereich ergibt sich ein Bild des Ausmaßes der okulären Schädigung. Eine traumatische Proptosis führt in der Regel zu einer Einschränkung der Gefäßversorgung des Bulbus und zu einer sich rasch entwickelnden, signifikanten peribulbären Schwellung. Extraokuläre Muskeln können abgerissen sein und zu einem permanenten Strabismus führen. Eine Dehnung des *N. opticus* kann zu Erblindung des betroffenen Auges führen, und durch eine Traktion über das *Chiasma opticum* auch zu einer Visusbeeinträchtigung des kontralateralen Auges. Ein zentraler Aspekt der Sofortbehandlung ist das Feuchthalten des Bulbus, und Besitzer sollten angewiesen werden, das vorgefallene Auge während des Transportes des Patienten zum Tierarzt feucht zu halten. Geeignet hierfür sind sämtliche frei verkäuflichen Produkte zur Augenbenetzung. Negative prognostische Indikatoren bezüglich eines Erhalts des Bulbus sind Rupturen von drei oder mehr extraokulären Muskeln, das Fehlen eines konsensualen Pupillenlichtreflexes des kontralateralen Auges, eine sich hinter den Limbus erstreckende Hornhautlazeration und eine ausgedehnte Hyphaema (2). Vorausgesetzt, der Patient ist klinisch stabil und der Erhalt des Bulbus wird als realistisch eingeschätzt, sollte der chirurgische Eingriff so schnell wie möglich erfolgen. Zunächst werden das Auge und das perikuläre Gewebe mit verdünnter (1:50) Povidoniodlösung und steriler Kochsalzlösung gespült. Anschließend erfolgt eine laterale Kanthotomie zur Erleichterung der Reponierung des Bulbus. Nach erfolgreicher Zurückverlagerung wird eine

temporäre Tarsorrhaphie, also eine operative Verkleinerung der Lidspalte durch temporäre Vernähung von Ober- und Unterlid, durchgeführt. Hierfür werden drei oder vier horizontale Matratzennähte mit 4-0 oder 5-0 Seide durch Ober- und Unterlid gesetzt. Zur Verhinderung von Augenlidnekrosen werden die Kontaktstellen zwischen Faden und Lid gepolstert, z. B. mit kurzen Abschnitten eines Infusionsschlauchs. Am medialen Kanthus kann ein kleiner Abschnitt (2-4 mm) der Lidspalte offen bleiben, um die Applikation topischer Arzneimittel zu erleichtern. Das richtige Setzen der Matratzennähte erfordert eine besondere Sorgfalt. Die Nadel wird etwa 4-5 mm entfernt vom Lidrand eingestochen und an oder unmittelbar außerhalb der Mündung der Meibom'schen Drüsen, aber hinter der Zilienreihe, wieder herausgeführt. Werden die Nähte zu weit vom Lidrand entfernt gesetzt, entsteht ein Entropium, während Nähte, die hinter den Mündungen der Meibomschen Drüsen herausgeführt werden, auf der Hornhaut reiben und hochgradige Ulzera verursachen. Die Inzision der Kanthotomie wird in zwei Schichten geschlossen. Ich empfehle, die Fäden erst nach 10-14 Tagen zu ziehen, da ein zu frühzeitiges Entfernen der Tarsorrhaphienähte, insbesondere bei Patienten mit signifikanten peribulbären Ödemen und Blutungen, die Gefahr eines Rezidivs der Proptosis mit sich bringt. Zum Zeitpunkt des chirurgischen Eingriffes ist die Gabe intravenöser Breitspektrumantibiotika und systemischer Corticosteroide in entzündungshemmender Dosierung zu empfehlen, um der Entstehung von Sekundärinfektionen vorzubeugen und das peri- und intraokuläre Entzündungsgeschehen zu lindern. Viele Ophthalmologen befürworten postoperativ auch die Gabe oraler Breitspektrumantibiotika und oraler Corticosteroide in ausschleichender Dosierung über 7-10 Tage. Ebenfalls empfohlen wird eine topische Behandlung (Instillation am medialen Kanthus) mit Breitspektrumantibiotika (4x täglich) und topischem Atropin (1-3x täglich) bei Patienten mit Uveitis, solange die Nähte sitzen.

Ein Exophthalmus (abnorme Protrusion des Auges) kann plötzlich auftreten oder sich als langsam fortschreitende

Abbildung 5. Greyhound mit Exophthalmus und lateralem Strabismus infolge eines retrobulbären Tumors. Es handelte sich um einen akuten Zustand.



© Elizabeth Giuliano

Erkrankung entwickeln, die der Besitzer als eine plötzliche Veränderung des Erscheinungsbildes seines Hundes wahrnimmt (**Abbildung 5**). Ursache eines Exophthalmus ist eine Akkumulation von Luft, Flüssigkeit (Ödem, Blutung) oder Zellen (entzündlich, neoplastisch) innerhalb des intrakonalen oder extrakonalen Raumes (**Abbildung 6**). Lokalisation und Art des Infiltrates beeinflussen das Erscheinungsbild des Auges und können die allgemeine Gesundheit des Patienten beeinträchtigen (3). Eine orbitale Zellulitis und retrobulbäre Infektionen gehen in der Regel mit hochgradigen Schmerzen bei der Öffnung der Maulhöhle oder beim Versuch einer manuellen Rückverlagerung des Bulbus einher. Betroffene Hunde können darüber hinaus Allgemeinsymptome wie Fieber, Anorexie und Lethargie aufweisen. Eine sorgfältige Untersuchung der Maulhöhle ist in diesen Fällen essenziell. Gesucht wird nach Hinweisen auf Zahnwurzelabszesse oder fluktuierende Schwellungen hinter den letzten Molaren im Oberkiefer. Wird eine entsprechende Schwellung bestätigt, kann der Versuch einer Drainage unter Allgemeinanästhesie unternommen werden. Über eine kleine Stichinzision der Schleimhaut in der *Fossa pterygopalatina* wird vorsichtig eine geschlossene Arterienklemme in die Orbita eingeführt und leicht geöffnet wieder herausgezogen. In diesem Bereich sichtbar hervortretende Fremdkörper können schonend entfernt werden (**Abbildung 7**). Eine sanfte Lavage mit steriler Kochsalzlösung unterstützt die Drainage. Ferner sollten Proben für eine zytologische Untersuchung und eine bakterielle Kultur mit Empfindlichkeitstest entnommen und eine entsprechende systemische antibiotische Behandlung über zwei bis vier Wochen eingeleitet werden.

Retrobulbäre Neoplasien sind im typischen Fall langsamer fortschreitend und gehen beim Öffnen der Maulhöhle in der Regel nicht mit hochgradigen akuten Schmerzen einher. In vielen Fällen sind hochentwickelte bildgebende Verfahren (z. B. Ultraschall, CT oder MRT der Orbita) erforderlich, um das genaue Ausmaß der Veränderungen zu definieren und die Planung einer Biopsie oder eines Debulking (Verkleinerung

Abbildung 6. Beidseitiger Exophthalmus bei einem Labrador mit Lymphosarkom.



© Elizabeth Giuliano



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 7. Ein Fremdkörper (Stock) wird mit einer Arterienklemme aus der *Fossa pterygopalatina* eines Hundes entfernt, der mit Exophthalmus und sekundärer Hornhautulzeration vorgestellt wurde.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 8. Lazerierter Rand des dritten Augenlides bei einem Hund infolge einer Kratzverletzung durch eine Katze. Die Pupille wurde medikamentös weit gestellt, um das Auge auf intraokuläre Schäden zu untersuchen.

der Tumormasse) durchführen zu können (4-6). Die Therapie ist abhängig von der Art der Neoplasie, ihrer lokalen Ausdehnung und der allgemeinen Gesundheit des Patienten. Orbitale Neoplasien sind zwar *per se* in der Regel keine echten Notfälle, eine länger andauernde Exposition des Bulbus kann jedoch sekundäre Folgen haben, wie zum Beispiel die Entstehung von Hornhautulzera, die dann wiederum die Gesundheit des Auges bedrohen.

Erkrankungen der Adnexen und der Konjunktiva

Ophthalmologische Notfälle im Bereich der Augenlider und der Konjunktiva sind oft die Folge von massiven Krafteinwirkungen (Verkehrsunfälle, Stürze aus großen Höhen) oder von Kampfverletzungen. Während Schäden im Bereich von Ober- und Unterlid in der Regel deutlich auffallen, können Verletzungen des dritten Augenlides (**Abbildung 8**) oder tieferer Augenstrukturen bei der Adspektion des Patienten

deutlich schwieriger zu erkennen sein, insbesondere, wenn begleitend eine signifikante Chemosis oder konjunktivale Blutungen vorhanden sind. Eine sorgfältige Untersuchung der intraokulären Strukturen ist essenziell, da penetrierende Verletzungen des Bulbus potenziell eine größere Bedrohung für die langfristige Gesundheit des Auges darstellen als die Verletzung der Adnexe. Ein Verdacht auf intraokuläre Schäden besteht immer dann, wenn eine Dyskorie oder eine flache vordere Augenkammer festzustellen ist, oder wenn ein niedriger Augeninnendruck gemessen wird. Klarer Augenausfluss kann ein Hinweis auf eine Kammerwasserleckage sein, die mit Hilfe des Seidel-Tests bestätigt wird (1). Hierzu wird Fluoreszein-Farbstoff auf die Hornhautoberfläche gegeben, und vor der Spülung des Auges mit steriler Augenspülungslösung wird beobachtet, ob ein „Rinnsal“ klarer Flüssigkeit aus der Hornhautwunde austritt, die den Fluoreszein-Farbstoff verdünnt, und damit das Vorhandensein einer Hornhautperforation bestätigt.

Unbehandelte Verletzungen oder Anomalien der Augenlider führen zu einem defekten Lidrand und zu Störungen der Funktion der Augenlider. Lazerationen der Lider werden nach Möglichkeit mittels primärem Wundverschluss behandelt, wobei jede Anstrengung unternommen werden sollte, so viel Augenlidgewebe wie möglich zu erhalten. Ich empfehle ein minimales Debridement, gefolgt von einem Wundverschluss mit einfachen Einzelheften in doppelter Schicht mit Nahtmaterial der Stärke 7-0 bis 5-0 (absorbierbares Nahtmaterial für die subkonjunktivale Schicht und nicht-absorbierbares Nahtmaterial für die Hautnaht). Beim Verschluss des Lidrandes ist äußerste Präzision gefragt, um „stufenförmige“ Unregelmäßigkeiten und dadurch nachfolgend entstehende Hornhautabrasionen zu vermeiden. Eine modifizierte Kreuznaht oder Achternahnt gewährleistet eine gute Apposition des Lidrandes (7, 8). Wenn ein nahe des medialen Kanthus lokalisierendes Augenlidtrauma die Tränenpunkte, Tränenkanälchen oder den Tränennasengang einbezieht, sollte eine Wiederherstellung mit Hilfe mikrochirurgischer Instrumente unter entsprechender Vergrößerung durchgeführt werden. Bei Patienten mit Augenlidwunden werden topische und systemische Antibiotika über 7 bis 10 Tage und ein Halskragen zur Verhinderung einer weiteren Selbsttraumatisierung empfohlen. Die Fäden werden in der Regel nach 10 bis 14 Tagen gezogen. Wird eine gute chirurgische Apposition des Lidrandes erreicht und kann eine Wundinfektion verhindert werden, ist die Prognose ausgezeichnet.

Konjunktivale Schäden äußern sich klinisch als Chemosis, Hämorrhagie und/oder lokale Schwellung. Wie bei Traumata der Augenlider sollten auch in diesen Fällen die intraokulären Strukturen sorgfältig auf Hinweise für eine Beteiligung am Verletzungsgeschehen untersucht werden. In den meisten Fällen erfordert die Behandlung lediglich einen Schutz der Hornhaut vor Austrocknung und eine Prävention von Sekundärinfektionen mit topischen Breitspektrumantibiotika (3-4x täglich über 7-10 Tage). Zur Linderung

der akuten Schwellung kann zudem die einmalige Gabe einer Einzeldosis eines systemischen entzündungshemmenden Arzneimittels in Erwägung gezogen werden.

Hornhautulzera

Ein Hornhautulkus ist eine Störung der Integrität des Hornhautepithels mit unterschiedlich stark ausgeprägtem Verlust an Hornhautstroma (**Abbildung 2**). Betroffene Hunde werden oft mit akutem einseitigem Blepharospasmus und einseitiger Epiphora vorgestellt. Eine Anisokorie aufgrund einer Reflexuveitis infolge einer Trigemiusstimulation über die Hornhaut führt zu Miosis des betroffenen Auges. Unterschiedliche Grade einer Kammerwassertrübung (*Uveitis anterior*) können je nach Grad und Dauer der Ulzera festzustellen sein. Bei penetrierenden Hornhautverletzungen — z. B. durch Fremdkörper oder Katzenkrallen — können auch eine Kammerwasserleckage (positiver Seidel-Test), Hyphaema oder ein Irisprolaps auftreten (1, 9) (**Abbildung 9**). Hornhautulzera gehen in der Regel mit Hornhautödemen unterschiedlichen Grades einher. Fluoreszein-Farbstoff ist ein wesentliches Hilfsmittel für die Diagnose von Hornhautulzera und die genaue Ermittlung ihrer Ausdehnung. Der auf das Auge geträufelte Farbstoff bleibt nach der Spülung des Auges an exponiertem Hornhautstroma haften. Eine Ultraschalluntersuchung des Auges kann hilfreich sein, wenn eine Erkrankung oder Veränderung des vorderen Augensegments (z. B. ein hochgradiges Hornhautödem und/oder Hyphaema) eine adäquate intraokuläre Untersuchung verhindert (**Abbildung 10**).

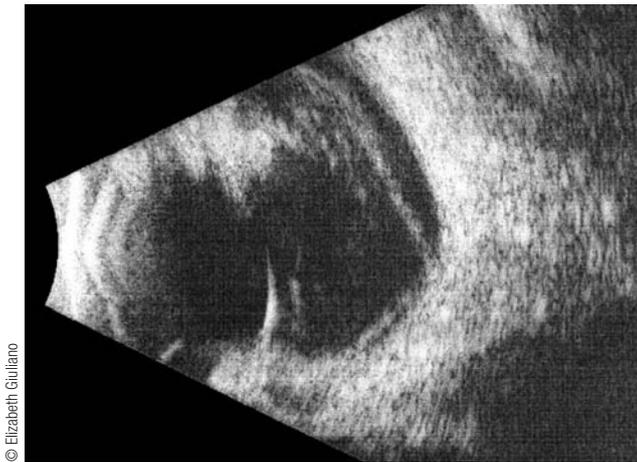
Bei der Untersuchung von Hornhautulzera werden folgende Fragen gestellt:

- Welche Größe, Form, Tiefe und Dauer hat das Hornhautulkus?

Abbildung 9. Fokale Hornhautperforation und Irisprolaps bei einem Boston Terrier nach Verletzung durch eine Katzenkralle. Zu beachten ist die deutlich erkennbare vordere Synechie.



© Elizabeth Giuliano



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 10. Ultraschallbefund (B-Scan) des Auges eines Hundes mit Netzhautablösung.

- Welche Ursache liegt zugrunde?
- Wie ist der Zustand der umgebenden Hornhaut (sieht das Ulkus infiziert aus)?
- Wie nahe liegt das Ulkus am Limbus (von dem aus eine heilungsfördernde Gefäßneubildung entstehen kann)?

Die initiale Therapie zielt zunächst auf die Korrektur der zugrunde liegenden Ursache des Ulkus ab. Zur Prävention einer Hornhautinfektion werden topische Breitspektrumantibiotika eingesetzt (4-6x täglich). Die Behandlung einer begleitenden Reflexuveitis erfolgt mit Hilfe mydriatisch-zykloplegisch wirksamer Arzneimittel wie Atropin nach Wirkung bei oberflächlichen, unkomplizierten Hornhautulzera. Systemische Analgetika verbessern das Wohlbefinden von Tieren mit vermehrter Schmerzhaftigkeit des Auges. Topische Anästhetika sollten am Auge dagegen nur zu diagnostischen Zwecken eingesetzt werden, da sich ihre Langzeitanwendung negativ auf die korneale Wundheilung auswirkt. Eine chirurgische Behandlung von Hornhautulzera wird in folgenden Fällen empfohlen:

- Verlust von mehr als 50 % des Hornhautstromas
- Schnell fortschreitende Ulzera
- Infizierte Ulzera (Hinweise sind ein gelb-weißes, zelluläres Hornhautinfiltrat, ein signifikantes Hornhautödem, mukopurulenter Augenausfluss und eine mittel- bis hochgradige Uveitis) (**Abbildung 11**)
- Descemetocèle
- Hornhautperforation

Für die operative Behandlung von Hornhautulzera werden zahlreiche chirurgische Methoden beschrieben, einschließlich Bindehauttransplantation, korneosklerale Transposition, Cyanoacrylat-Gewebekleber und penetrierende Keratoplastik, die an anderer Stelle ausführlicher beschrieben werden (7, 10, 11). Bei komplizierten Ulzera sollte die topische und systemische antibiotische Therapie auf der Grundlage der



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 11. Hochgradiges Hornhautulcus: Mehr als 90 % des Stromas der axialen Hornhaut sind verloren. Zu beachten ist die ausgedehnte korneale Gefäßneubildung und die das Ulkusbett umgebende Ödembildung.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 12. Korrekte Positionierung für die Verabreichung von Augentropfen bei einem Hund. Der Kopf wird leicht angehoben, und der Tropfen wird von oben mit aufgesetzter Hand appliziert, um jeden Kontakt zwischen Tropfflasche und Auge oder Augenlidern zu vermeiden.

Ergebnisse einer mikrobiellen Kultur mit Empfindlichkeitstest von Proben aus dem Ulkusbett erfolgen. Bei infizierten oder schnell fortschreitenden Ulzera können in der initialen Behandlungsphase topische Antibiotika in stündlichen Abständen verabreicht werden. Topisches Atropin sollte 2 bis 4 Mal täglich appliziert werden, bis eine ausreichende Dilatation der Pupille erreicht ist, und anschließend nach Bedarf, um den Grad der Mydriasis zu beeinflussen. Bei drohender Hornhautperforation empfehle ich topische Lösungen anstelle von Salben und demonstriere den Besitzern betroffener Tiere die korrekte Applikation von Augentropfen (**Abbildung 12**). Topische Proteaseinhibitoren (z. B. N-Acetylcystein, Frischserum, EDTA) können ebenfalls verabreicht werden (alle 2-6 Stunden), um dem Fortschreiten einer

Keratomalazie entgegenzuwirken. Nach einer Bindehauttransplantation oder bei Patienten mit einer Perforation der Hornhaut ist eine systemische antibiotische Therapie zu empfehlen. Systemische nicht-steroidale antiinflammatorische Arzneimittel führen zur Besserung einer Uveitis und lindern Augenbeschwerden, ihre exzessive Anwendung ist bei Hunden aufgrund potenzieller Nebenwirkungen wie Magenulzera, Blutungen, Erbrechen und Diarrhoe jedoch zu vermeiden (12). Topische und systemische Corticosteroide sind bei Patienten mit komplizierten oder infizierten Hornhautulzera generell kontraindiziert, da sie die Wundheilung verzögern und die Kollagenaseaktivität steigern (13, 14). Ein Halskragen ist bei Patienten mit Hornhautulzera dringend zu

empfehlen, um eine Selbsttraumatisierung des geschädigten Bulbus während der Heilungsphase zu verhindern.

Hornhautfremdkörper

Hornhautfremdkörper (z. B. Pflanzenteile, Metallfragmente) führen zu einem akuten Blepharospasmus und akuter Epiphora (**Abbildung 13**). Oberflächliche Fremdkörper können nach topischer Anästhesie durch aggressives Spülen mit steriler Augenspüllösung oder vorsichtige Manipulation mit einem befeuchteten Wattestäbchen entfernt werden. Tiefer im Stroma der Hornhaut eingebettete Fremdkörper müssen in vielen Fällen auf chirurgischem Weg unter Allgemeinanästhesie entfernt werden. Es muss sehr sorgfältig darauf geachtet



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 13. Pflanzlicher Fremdkörper in der Hornhaut eines Hundes. Zu beachten sind die umgebende Hornhautulzeration und die anhand der Miosis zu erkennende Reflexuveitis.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 14. Augen eines Hundes mit perforierendem Hornhautfremdkörper, der in die vordere Augenkammer hineinragt. Dringend zu empfehlen ist in dieser Situation eine Überweisung zum veterinärmedizinischen Ophthalmologen für einen intraokulären chirurgischen Eingriff.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 15. Deutscher Schäferhund mit Uveitis. Zu beachten sind das vorstehende dritte Augenlid, die klare Hornhaut (zu erkennen an den scharfen Blitzartefakten auf dem Hornhautepithel), die signifikante Kammerwassertrübung mit serofibrinösem Gerinnsel in der vorderen Augenkammer und die miotische Pupille.



© Elizabeth Giuliano

Abbildung 16. Mischlingshund mit chronischem Glaukom. Der Augeninnendruck betrug 42 mmHg (Normalwert: 15-25 mmHg). Geringgradiger Buphthalmus, sklerale Injektion und intraokuläre Hyphaema.

werden, den Hornhautfremdkörper nicht versehentlich tiefer in das Auge hineinzuschieben und dabei eine Hornhautperforation zu verursachen. Der Fremdkörper kann mit einer Kanüle der Stärke 25-27 G im 90 °-Winkel zu seiner Längsachse erfasst und dann retrograd entlang seiner Eintrittsbahn entfernt werden. Nach der Entfernung des Fremdkörpers erfolgt eine übliche Hornhautulkusbehandlung. Die Prognose bei Hornhautfremdkörpern ist im Allgemeinen gut, wenn es gelingt, Iris und Linse zu schonen. Festsitzende oder in die vordere Augenkammer eingedrungene perforierende Hornhautfremdkörper müssen mit Hilfe mikrochirurgischer Techniken entfernt werden (**Abbildung 14**). Diese Patienten sollten nach Möglichkeit an einen veterinärmedizinischen Ophthalmologen überwiesen werden. Eine Perforation der Linsenkapsel durch einen Fremdkörper kann zur Entstehung einer phakoklastischen Uveitis mit nachfolgendem Verlust des Bulbus führen.

Uveitis

Eine ausführliche Besprechung der klinischen Befunde, der Diagnose und der Behandlung der Uveitis beim Hund würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Uveitis und ihre Folgen (Katarakt, Glaukom, Linsenluxation) stellen jedoch eine signifikante Bedrohung des Sehvermögens und der okulären

Beschwerdefreiheit betroffener Patienten dar. Die klinischen Befunde sind abhängig von der Ursache (endogene oder exogene Faktoren) und der Dauer der Uveitis. Typische Symptome sind jedoch eine vermehrte Schmerzhaftigkeit des Auges, episklerale und konjunktivale Gefäßstauungen, Hornhautödem, Kammerwassertrübung, Fibrin und Blut in der vorderen Augenkammer, Präzipitate an der Hornhauthinterfläche, Rubeosis iridis, Miosis und okuläre Hypotonie (**Abbildung 15**). Eine *Uveitis posterior* kann zu Netzhautablösung und Erblindung führen. Die spezifische Therapie richtet sich nach der zugrunde liegenden Ursache, die symptomatische Behandlung besteht aus der Gabe mydriatischer Zykloplegika und entzündungshemmender Arzneimittel.

■ Weitere Probleme

Ein Glaukom kann beim Hund als primäre Erkrankung auftreten, kann sich aber auch sekundär als Folge einer Uveitis, eines Hyphaema oder einer Neoplasie entwickeln (**Abbildung 16**). Auch Linsenluxationen können bei Hunden als primäre Erkrankung auftreten, insbesondere bei Terrierrassen, oder sekundär als Folge einer chronischen Uveitis entstehen. Der interessierte Leser sei auf ausführlichere Besprechungen der Themen Glaukom und Erkrankungen der Linse an anderer Stelle verwiesen (15).

Literatur

1. Featherstone HJ, Heinrich CL. The eye examination and diagnostic procedures. In: Gelatt KN, Gilger BC and Kern TJ (eds): *Veterinary Ophthalmology* (5th Ed). Ames, IO, John Wiley & Sons 2013;533-613.
2. Gilger BC, Hamilton HL, Wilkie DA, et al. Traumatic ocular proptoses in dogs and cats: 84 cases (1980-1993). *J Am Vet Med Assoc* 1995;206:1186-1190.
3. Ramsey DT, Derek BF. Surgery of the orbit. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1997;27:1215-1264.
4. Penninck D, Daniel GB, Brawer R, et al. Cross-sectional imaging techniques in veterinary ophthalmology. *Clin Tech Small Anim Pract (Ophthalmology)* 2001;16:22-39.
5. Gilger BC, McLaughlin SA, Whitley RD, et al. Orbital neoplasia in cats: 21 cases (1974-1990). *J Am Vet Med Assoc* 1992;201:1083-1086.
6. Dennis R. Use of magnetic resonance imaging for the investigation of orbital disease in small animals. *J Small Anim Pract* 2000;41:145-155.
7. Stades FC, Wyman M, Boevé MH, et al. Ocular emergencies. In: *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner*. Hannover, Schlütersche GmbH & Co, 1998;31-38.
8. Williams DL, Barrie K, Evans TF. The adnexa and orbit. In: *Veterinary Ocular Emergencies*. Marnickville, Australia, Elsevier Science/Harcourt, 2002;23-25.
9. Mandell DC, Holt E. Ophthalmic emergencies. *Vet Clin North Am* 2005; 35(2):445-480.
10. Maggs DJ, Miller PE, Ofri R. Cornea and Sclera. In: *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* (5th Ed): Philadelphia, PA, Saunders 2013;184-219.
11. Wilkie DA, Whittaker C. Surgery of the cornea. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1997;27:1067-1105.
12. Giuliano EA. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs in veterinary ophthalmology. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2004;34:707-723.
13. Champagne ES. Ocular pharmacology. *Clin Tech Small Anim Pract (Ophthalmology)* 2001;16:13-16.
14. Davidson M. Ocular therapeutics. In: Kirk RW, Bonagura JD (eds): *Kirk's Current Veterinary Therapy XI*. Philadelphia, PA, Saunders, 1992;1048-1060.
15. Maggs DJ, Miller PE, Ofri R. The glaucomas. In: *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* (5th Ed): Philadelphia, PA, Saunders 2013;247-290.

Weiterführende Literatur

- Stades FC, Wyman M, Boevé MH, et al. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner*. Hannover, Schlütersche GmbH & Co, 1998.
- Williams DL, Barrie K, Evans TF. *Veterinary Ocular Emergencies*. Marnickville, Australia, Elsevier Science/Harcourt, 2002.
- Nasisse MP. (ed): *Surgical management of ocular disease*. Philadelphia: W.B. Saunders Co. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1997;27(5).

Notfallvisiten in erstversorgenden tierärztlichen Kliniken



■ Emi Kate Saito, VMD, MSPH, MBA, Dipl. ACVPM (Epidemiology)

Banfield Pet Hospital, Portland, Oregon USA

Dr. Saito schloss ihr Studium 1997 an der veterinärmedizinischen Fakultät der University of Pennsylvania ab. Im Jahr 2001 erhielt sie einen Master's Degree in Public Health (öffentliches Gesundheitswesen) an der Emory University und studierte zwischen 2010 und 2012 an der University of Colorado mit einem Abschluss als MBA (Master of Business Administration). Seit 2013 arbeitet Dr. Saito im Banfield Applied Research and Knowledge (BARK) Team, nachdem sie zuvor als Epidemiologin für das US-amerikanische Landwirtschafts- und Innenministerium tätig war. Dr. Saito verfügt über umfassende Erfahrungen auf dem Gebiet der Wildtiererkrankungen und meldepflichtiger Großtierkrankheiten und hat mehrere Artikel zu diesen Themen veröffentlicht.



■ Catherine Rhoads, BA

Banfield Pet Hospital, Portland, Oregon USA

Catherine Rhoads ist leitende Datenanalystin im BARK-Team von Banfield und unterstützt verschiedene Mars Global Petcare Geschäftsbereiche mit Hilfe von Banfield-Daten und den daraus gewonnenen Erkenntnissen. Nach Abschluss ihres Studiums an der University of Oregon im Jahr 2006 schloss sie sich 2007 dem Banfield-Team an. Bei Banfield arbeitet Catherine Rhoads als Operations Analyst und Marketing Systems Analyst. Im Rahmen ihrer gegenwärtigen Tätigkeit nutzt sie die Banfield Datenbasis, um praktisch umsetzbare Erkenntnisse zum Wohl von Mensch und Tier zu gewinnen.

■ Einleitung

Dieser Artikel präsentiert einige grundlegende epidemiologische Daten von Hunden, die als Notfälle in erstversorgenden tierärztlichen Kliniken eines Franchise-Netztes in den USA vorgestellt wurden. Die hier gezeigten Daten sollen die häufigen Ursachen von Notfallvisiten in den meisten erstversorgenden tierärztlichen Praxen jedoch nur aus der Vogelperspektive beleuchten, da eine genaue Analyse der weiteren Verläufe und der klinischen Outcomes dieser Fälle den Rahmen dieses Artikels sprengen würde.

■ Analysemethoden

Die Patientenkarteen sämtlicher im Jahr 2014 in den Banfield Hospitals vorgestellter Hunde wurden auf das Kriterium „Notfallvisite“ gescreent. Um in die Analyse aufgenommen zu werden, musste ein Fall mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllen: Als Grund für die Visite war ein „Notfall“ vermerkt oder beim Besitzer wurde eine „Notfallbehandlung“ abgerechnet (z. B. Notfallbehandlung/dringende Behandlung/Behandlung außerhalb der Sprechzeiten) oder es gab den Vermerk „Autounfall“. Die bei jeder Visite eingetragenen Diagnosen wurden gezählt und aufgelistet, und von dieser Liste wurden diejenigen Diagnosen gestrichen, die wahrscheinlich keinen Zusammenhang mit der Notfallvisite hatten (z. B. Zahnstein, Nukleussklerose). Anschließend wurde eine Top 10-Liste der „Notfalldiagnosen“ erstellt. Diese wurden anschließend in 10 Kategorien gruppiert: dermatologische Erkrankungen (z. B. Abrasion/Wunde/Trauma, Abszess, Bissverletzung); Autounfall oder Knochenfraktur; Atemwegserkrankung (z. B. Bronchitis, Trachealkollaps, Asthma, Husten, Dyspnoe); Toxinexposition

(z. B. Pflanzen, Chemikalien oder Arzneimittel); allergische Reaktion (z. B. Anaphylaxie, Urtikaria); neurologische Erkrankung (z. B. Anfälle, Anisokorie, Vestibularerkrankung); gastrointestinale Erkrankung (z. B. Erbrechen, Diarrhoe, Lebererkrankung, Pancreatitis); endokrine/metabolische Erkrankung (z. B. Diabetes mellitus, diabetische Ketoacidose, Nebennierenerkrankung); urogenitale Erkrankung (z. B. Dystokie, Pyometra, Eklampsie, Nierenerkrankung, Harnwegsobstruktion) oder unspezifische Erkrankung (z. B. schlechtes Allgemeinbefinden, Anorexie, Fieber). Zusätzlich analysiert wurde das mit der Diagnose „Autounfall“ kombinierte Auftreten bestimmter Probleme (Knochenfrakturen, Hautwunden, Atemwegserkrankungen oder neurologische Erkrankungen).

■ Ergebnisse

In den Banfield Hospitals wurden im Jahr 2014 nahezu 2,4 Millionen Hunde in fast 7 Millionen Visiten vorgestellt. Darunter waren 21 840 Hunde (0,9 %), die in 22 625 „Notfallvisiten“ vorgestellt wurden. Bei etwa 57,7 % (13 056) dieser Visiten wurde eine genaue Diagnose gestellt, die im entsprechenden Feld der Patientenkartei eingetragen war. Die Top 10-Rassen der Notfallvisiten sind in **Tabelle 1** aufgelistet. Chihuahua und Labrador waren am häufigsten vertreten. Die Top-Diagnosen und ihre Häufigkeit sind in den **Tabellen 2a und 2b** zusammengefasst. Autounfälle waren mit 22,8 % aller Visiten die häufigste Ursache von Notfällen. Innerhalb der zehn „Notfallkategorien“ wurden dermatologische Erkrankungen am häufigsten festgestellt (25,4 % aller Fälle) gefolgt von der Kategorie Autounfall/Knochenfraktur (24,5 %). Bei Hunden mit Autounfall kamen begleitende

Tabelle 1. Top 10-Hunderassen, in „Notfallvisiten“ 2014*.

Rasse	Anzahl Hunde	Prozent Notfälle
Chihuahua	2 114	9,7 %
Labrador	1 932	8,8 %
Pit Bull	1 292	5,9 %
Yorkshire Terrier	1 247	5,7 %
Shih Tzu	1 060	4,9 %
Dachshund	795	3,6 %
Mischlinge	742	3,4 %
Deutscher Schäferhund	720	3,3 %
Boxer	691	3,2 %
Malteser	676	3,1 %

* Die Liste der am häufigsten betroffenen Rassen entspricht weitgehend der Rasseverteilung der während des Jahres 2014 in den Banfield Hospitals vorgestellten Gesamtpopulation.

Verletzungen nicht selten vor (siehe **Tabelle 3**). So wiesen zum Beispiel 27,8 % dieser Hunde assoziierte Hautwunden auf und 11,5 % Knochenfrakturen.

■ Diskussion

Die hier vorgestellte Liste der Diagnosen aus Notfallvisiten wird den Allgemeinpraktiker kaum überraschen. Die Versuchung ist natürlich groß, eine mögliche Rasseprädisposition für bestimmte Verletzungen oder Erkrankungen, die zu Notfallvisiten führen, zu postulieren. Solche Rückschlüsse sind aber kaum zulässig, da die hier vorgestellte Liste der am häufigsten betroffenen Rassen weitgehend der Rasseverteilung der im Laufe des analysierten Jahres in den Banfield Hospitals vorgestellten Gesamtpopulation entspricht. Bezüglich des ersten Platzes der Kategorie „Autounfall“ auf der Rangliste der häufigsten Diagnosen liegt möglicherweise aber auch eine gewisse Verzerrung vor, da laut der Definition für eine „Notfallvisite“ in dieser Studie alle Tiere gezählt wurden, die an einem Autounfall beteiligt waren, und zwar unabhängig davon, ob tatsächlich eine Notfallbehandlung notwendig war oder nicht. Eine weitere mögliche Verzerrung könnte darauf beruhen, dass in über 40 % der Fälle keine exakte Diagnose im entsprechenden Feld der Patientenkartei verzeichnet war. Bei einer stichprobenartigen näheren Betrachtung dieser Patienten stellt man jedoch fest, dass ihre tatsächlich vorhandenen Probleme mit etwa derselben Häufigkeit kategorisiert werden konnten, wie in Fällen mit tatsächlich eingetragener Diagnose. Es ist deshalb unwahrscheinlich, dass Fälle durch Autounfälle (und in der Tat die anderen Diagnosen) in **Tabelle 2a** und **2b** entweder über- oder unterrepräsentiert sind. Daher scheint es gerechtfertigt, davon auszugehen, dass

Tabelle 2a. Die häufigsten Gründe für „Notfallvisiten“.

Spezifische Diagnose	Anzahl Notfallvisiten mit dieser Diagnose	% Notfallvisiten mit dieser Diagnose
Autounfall	2 975	22,8 %
Anfälle	1 362	10,4 %
Vergiftung/Toxizität	942	7,2 %
Schlechtes Allgemeinbefinden	836	6,4 %
Lazeration	733	5,6 %
Abrasion	717	5,5 %
Bissverletzung	590	4,5 %
Allergische Reaktion **	501	3,8 %
Allergische Reaktion (akut) **	406	3,1 %
Hepatopathie	356	2,7 %

Tabelle 2b. Häufigkeit der Diagnosegruppe in „Notfallvisiten“

Diagnosegruppe	Anzahl Notfallvisiten	% Notfallvisiten
Dermatologische Wunden	3 322	25,4 %
Autounfall/ Knochenfraktur	3 197	24,5 %
Gastrointestinal	2 032	15,6 %
Neurologisch	1 694	13,0 %
Toxin/Gift	1 565	12,0 %
Unspezifisch	1 117	8,6 %
Allergie/Allergische Reaktion	1 077	8,3 %
Respiratorisch	660	5,1 %
Urogenital	319	2,4 %
Endokrin/metabolisch	242	1,9 %

Tabelle 3. Ausgewählte Co-Morbiditäten bei Hunden, die nach Autounfällen als „Notfälle“ vorgestellt wurden.

Anzahl Fälle nach Autounfällen***	2 453
% mit Knochenfraktur	11,5 %
% mit dermatologischer Wunde	27,8 %
% mit respiratorischer Diagnose	3,8 %
% mit neurologischer Diagnose	1,9 %

** „Allergie“ deckt Probleme wie Hautreaktionen ab, während der Begriff „akute Allergie“ für lebensbedrohende oder hochgradige Erkrankungen verwendet wurde.

*** Die Anzahl der Fälle mit Autounfällen ist leicht geringer als die Anzahl der in **Tabelle 2a** angegebenen Visiten nach Autounfällen. Dies liegt daran, dass einige Patienten nach einem Autounfall mehrere Visiten hatten.

die Prozentsätze des kombinierten Auftretens bestimmter Erkrankungen oder Verletzungen im Zusammenhang mit Autounfällen (**Tabelle 3**) relativ präzise sind.

Notfallmanagement offener Frakturen



■ **James K. Roush, DVM, MS, Dipl. ACVS**
College of Veterinary Medicine, Kansas State University, USA

Dr. Roush ist Diplomate des American College of Veterinary Surgeons und gegenwärtig Doughman Professor of Surgery am College of Veterinary Medicine der Kansas State University. Dr. Roush ist Autor oder Co-Autor von über 150 Artikeln, Abstracts, Zusammenfassungen und Buchkapiteln zum Thema orthopädische Chirurgie bei Kleintieren und hält zahlreiche Vorträge zum Thema Frakturbehandlung auf nationalen und internationalen Meetings. Er hat mehr als 30 Jahre Erfahrung im Bereich der veterinärmedizinischen orthopädischen und neurologischen Chirurgie, der orthopädischen Forschung und der Ausbildung von Residenten und Studenten auf dem Gebiet der orthopädischen Chirurgie bei Kleintieren.

■ Einleitung

Unter einer offenen Fraktur versteht man einen frakturierten Knochen, der infolge einer offenen Verletzung des den Knochen umgebenden Weichteilgewebes einer Kontamination aus der Umwelt ausgesetzt ist. Im weiteren Sinne sollte man also immer von einer offenen Fraktur ausgehen, wenn an einer Gliedmaße oder in einem Körpersegment mit einer Fraktur auch eine Hautwunde vorhanden ist, und zwar unabhängig

davon, ob es Anzeichen dafür gibt, dass die Fraktur mit der Umwelt kommuniziert oder nicht. Einer Studie zufolge treten offene Frakturen bei 16,7 % aller traumatischen Frakturen bei Hunden und Katzen auf, wobei Verkehrsunfälle, ein jüngeres Alter, ein höheres Körpergewicht und Trümmerfrakturen Faktoren sind, die die Wahrscheinlichkeit einer offenen Fraktur erhöhen (1). Die richtige Behandlung offener Frakturen erfordert die Berücksichtigung zweier zentraler Faktoren:

1. Der Grad der zukünftigen Morbidität nach Fixation offener Frakturen steht oft in direktem Zusammenhang mit dem initialen Notfallmanagement der Fraktur.
2. Offene Frakturen sind einzigartige Herausforderungen für den praktischen Chirurgen, da zahlreiche zusätzliche Überlegungen zur Frakturfixation, zum Wundverschluss und zur Wundpflege angestellt werden.

Offene Frakturen sind oft die Folge von Traumata durch Verkehrsunfälle oder extreme Ereignisse mit hoher Energieeinwirkung. Solche Traumata können zu signifikanten Co-Morbiditäten führen, die bei Diagnose und Therapie ebenfalls berücksichtigt werden müssen. Das initiale Management von Patienten mit offenen Frakturen ist nicht nur wichtig für eine Begrenzung oder Vermeidung zukünftiger Morbiditäten, sondern auch ganz entscheidend für eine Minimierung der Behandlungskosten und der Heilungsdauer und nicht zuletzt auch für das erreichbare Ausmaß der funktionellen Wiederherstellung des Patienten.

Insbesondere bei der Behandlung offener Frakturen sollten sich Tierärzte deshalb strikt an die etablierten Prinzipien des Frakturmanagements halten und nicht versuchen, das Prozedere abzukürzen, um Zeit, Kosten oder Mühen zu sparen. Postoperative Osteomyelitiden oder ausbleibende Frakturheilungen sind nahezu immer das Ergebnis von Kompromissen bei der initialen Wund- und Frakturversorgung. **Abbildung 1** zeigt einen hilfreichen Algorithmus für das Management von Patienten mit offenen Frakturen.

KERNAUSSAGEN

- Jede Fraktur mit Hautwunde im selben Körpersegment sollte als eine offene Fraktur mit erhöhtem Risiko für eine spätere Infektion betrachtet werden.
- Offene Frakturwunden sollten immer als Notfälle behandelt werden, während eine sofortige rigide Stabilisierung der eigentlichen Fraktur keine Notfallmaßnahme ist.
- Bei jedem Patienten mit Trauma nach Verkehrsunfall sollten mindestens folgende diagnostische Maßnahmen durchgeführt werden, um potenzielle Co-Morbiditäten zu beurteilen: Röntgenaufnahmen von Thorax und Abdomen, großes Blutbild, Serumchemie, EKG, Pulsoximetrie und Blutdruckmessungen.
- Während der Untersuchung und Stabilisierung des Patienten sollten die Wunden mit sterilen Wundauflagen abgedeckt sein, um sie vor Infektionen mit nosokomialen Erregern zu schützen. Breitspektrantibiotika sollten so früh wie möglich verabreicht werden.
- Externe Knochenfixatoren („Fixateur externe“) ermöglichen einen Zugang zu offenen Wunden bei ununterbrochener rigider Fixation und erhalten so die Blutversorgung des Knochens bei minimaler Weichteilgewebeverletzung.

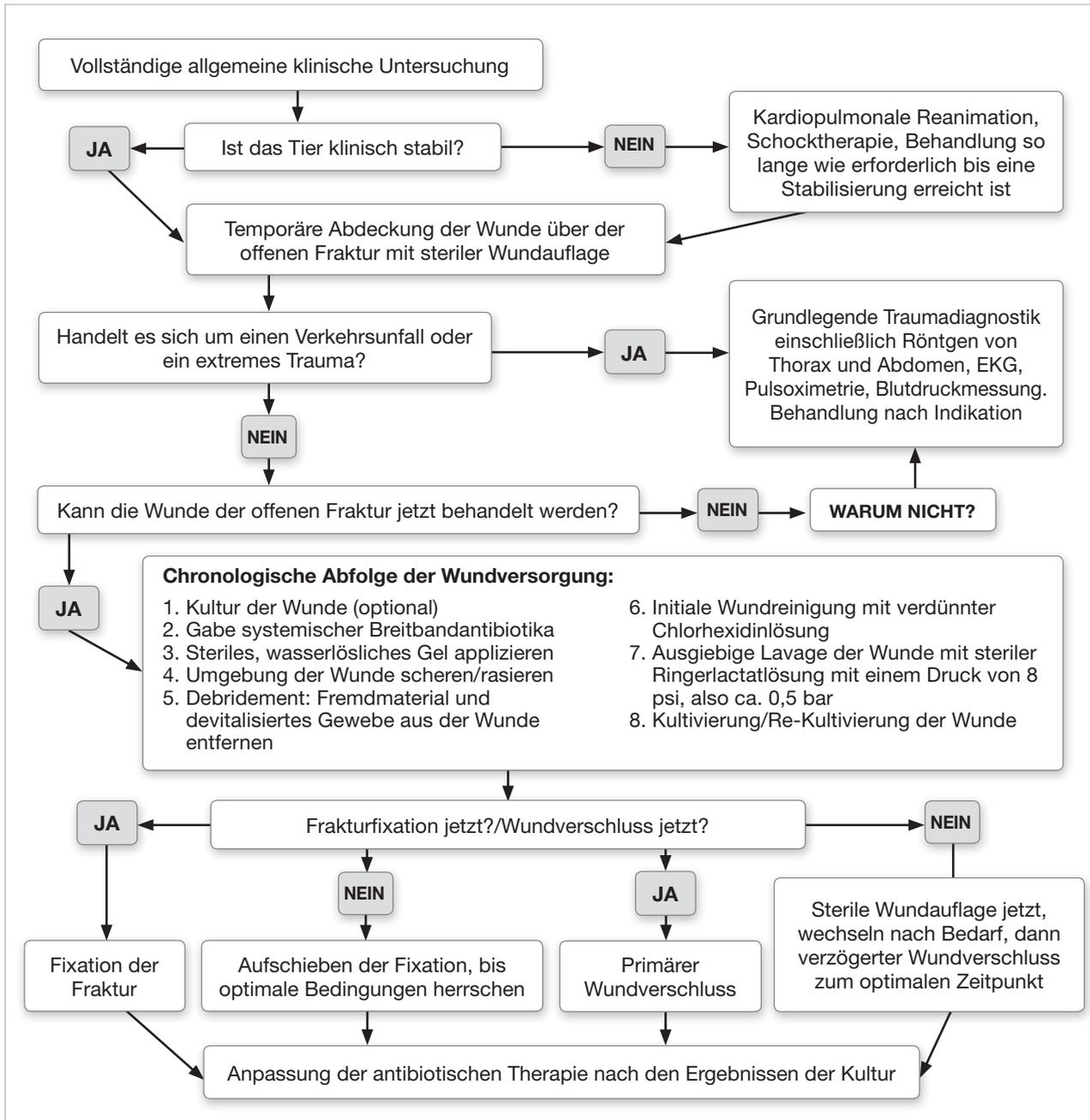


Abbildung 1. Notfallmanagement offener Frakturen.

■ Untersuchung und Beurteilung des Patienten

Offene Frakturen sollten immer als Notfälle behandelt werden, während der frakturierte Knochen selbst in der Regel keiner notfallmäßigen Fixation bedarf. Aber natürlich steht auch bei einem Patienten mit offenen Frakturen die Behandlung von lebensbedrohlicheren Verletzungen und schwerwiegenden Co-Morbiditäten eindeutig im Vordergrund. Die erste und wichtigste Maßnahme bei der Diagnose und Behandlung offener Frakturen ist deshalb eine sorgfältige Beurteilung des

Patienten insgesamt zur Klärung der Frage, ob zusätzliche systemische Anomalien vorliegen und therapeutisch angegangen werden müssen. Tiere mit offenen Frakturen infolge eines Traumas sollten immer sorgfältig auf okkulte Verletzungen des Thorax und des Abdomens untersucht werden und zudem einer vollständigen neurologischen Untersuchung unterzogen werden, um vorbestehende neurologische Dysfunktionen und zusätzliche neurologische Verletzungen auszuschließen. Laut einer Studie hatten 57 % der untersuchten Hunde mit Skelettverletzungen röntgenologische, elektrokardiographische

oder andere Hinweise auf ein thorakales Trauma, einschließlich Lungenkontusion, Myokardkontusion, Pneumothorax oder Zwerchfellhernie (2), aber nur 21 % der Hunde zeigten entsprechende klinische Symptome einer Thoraxverletzung. Bei Tieren mit einem Trauma durch einen Verkehrsunfall oder andere extreme Traumata, die ausreichend stark sind, um Frakturen langer Röhrenknochen zu verursachen, sollten in jedem Fall mindestens folgende diagnostische Maßnahmen durchgeführt werden: Röntgenaufnahmen von Thorax und Abdomen, großes Blutbild, Serumchemie, Blutdruckmessungen, Pulsoximetrie und EKG. Da posttraumatische Arrhythmien unter Umständen erst 48-72 Stunden nach dem traumatischen Ereignis auftreten, sollten anfangs physiologische EKGs über einen Zeitraum von 72 Stunden nach dem Trauma in Intervallen von 12 Stunden wiederholt werden. Bei Patienten mit bereits initial vorhandenen oder später auftretenden Arrhythmien oder anderen systemischen Traumata sollten zunächst jegliche lebensbedrohlichen Verletzungen behandelt werden und die Fixation der Frakturen verschoben werden, bis sich der Zustand stabilisiert hat. Zusätzlich muss der neurologische Status des Traumapatienten beurteilt werden, um Verletzungen des Zentralnervensystems und weitere frakturassoziierte periphere neurologische Schäden auszuschließen. Urologische Verletzungen treten häufig bei Patienten mit Becken- oder Femurfrakturen auf und können zu Hyperkaliämie und Urämie führen, bevor die ursächliche Verletzung entdeckt wird. Insbesondere bei festliegenden Patienten sollte der Harnablass deshalb in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden.

■ Initiale Behandlung offener Frakturen

Zwei Aspekte stehen beim richtigen initialen Management der eigentlichen Fraktur im Vordergrund. Der erste ist der „Grad“ der Fraktur. Offene Frakturen werden bei veterinärmedizinischen Patienten im Allgemeinen von Grad I bis Grad III klassifiziert (**Tabelle 1**). Ziel dieser Unterteilung ist es, das Risiko einer erhöhten Morbidität oder postoperativer Infektionen besser vorhersagen zu können. In der Veterinärmedizin gibt es jedoch nur sehr spärliche Evidenzen für eine Effizienz dieser Gradeinteilung offener Frakturen. In der Vergangenheit wurden offene Frakturen I. Grades in der Veterinärmedizin fälschlicherweise als Frakturen beschrieben, bei denen der Knochen „von innen penetriert“. Dabei handelt es sich jedoch um eine Differenzierung, die ein bestimmtes traumatisches Dislokationsmuster impliziert, das durch eine einfache Inspektion der Fraktur und der Wunde nach Eintritt der Verletzung nicht sicher bestätigt werden kann. Tierärzte und die zukünftige veterinärmedizinische Literatur sollten diese Vermutungen über die Abfolge von Traumata vermeiden. Einige Autoren unterteilen offene Frakturen III. Grades in drei Subtypen (3), in der gegenwärtig verfügbaren Literatur wird eine Unterklassifizierung zu therapeutischen Zwecken aber nicht durch entsprechende Nachweise etwaiger verbesserter Frakturbehandlungsergebnisse gestützt.

Der zweite und noch wichtigere Aspekt beim Management offener Frakturen ist die Berücksichtigung von Art und Dauer

Tabelle 1. Gradeinteilung offener Frakturen.

Grad I	Offene Fraktur mit Wunde < 1 cm Durchmesser. Oft handelt es sich um einfache Frakturen mit minimalem Weichteilgewebetrauma.
Grad II	Offene Fraktur mit Hautwunde > 1 cm Durchmesser, aber ohne ausgedehntes Weichteilgewebetrauma oder Trümmerung.
Grad III	Ausgedehnte offene Trümmerfraktur mit hochgradigem Weichteilgewebetrauma und Hautwunde > 1 cm Durchmesser. Sämtliche Frakturen durch Projektile gelten als Grad-III-Frakturen.

der mikrobiellen Kontamination. Als „goldene Periode“ für den Wundverschluss wird oft der Zeitraum von sechs bis maximal zwölf Stunden nach Eintritt der Verletzung angegeben. Unter realen Bedingungen ist diese „goldene Periode“ aber nicht so streng auf die Zeitdauer begrenzt, sondern richtet sich vielmehr nach dem Grad der Kontamination oder Infektion, der sich bis zum Zeitpunkt des Debridements und des Wundverschlusses entwickelt hat. Innerhalb der ersten sechs bis zwölf Stunden können kontaminierte Wunden einschließlich Wunden, die mit Frakturen kommunizieren, durch ein wirksames chirurgisches Debridement mit anschließender Lavage in „reine“ Wunden umgewandelt werden. Solche Wunden können anschließend primär verschlossen werden. Dadurch sinken sowohl die Zeitdauer bis zur vollständigen Wundheilung als auch die Kosten der Wundversorgung. Nach Ablauf der ersten zwölf Stunden werden die meisten Wunden unabhängig von ihrem Kontaminationsgrad auf die gleiche Weise debridiert und gespült, dann aber entweder über einer chirurgischen Drainage verschlossen oder für einen verzögerten bzw. aufgeschobenen Wundverschluss zunächst offen gelassen. Die Entscheidung pro oder kontra Wundverschluss sollte im Idealfall auf dem Ergebnis der perioperativen Untersuchung eines Gram-gefärbten Ausstriches einer vor dem Debridement bzw. der Lavage gewonnenen Probe aus der Wunde basieren. Im Ausstrich sichtbare Bakterien weisen auf eine wahrscheinliche Infektion der Wunde mit mehr als 1×10^5 Bakterien/mm² hin. Solche Wunden sollten zunächst als offene Wunden behandelt werden, bis eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass eine komplikationsfreie Heilung mit den chirurgischen Techniken eines verzögerten Wundverschlusses erreicht werden kann.

Bei allen Patienten sollte eine offene Wunde im Rahmen der initialen Beurteilung so schnell wie möglich mit einer sterilen Wundabdeckung geschützt werden. Proben für eine aerobe und anaerobe Kultur werden zum Zeitpunkt der Vorstellung des Patienten idealerweise auf Höhe des frakturierten Knochens genommen. Eine randomisierte Prospektivstudie kommt allerdings

zu dem Ergebnis, dass nur 18 % aller Infektionen offener Frakturen durch Bakterien verursacht werden, die auch bei der initialen Kultur nachgewiesen wurden (4). In einer weiteren Studie über bakterielle Kontaminationen bei 110 Hunden mit Frakturen zeigten 72,7 % der Probanden mit offenen Frakturen positive Kulturen für aerobe und/oder anaerobe Mikroorganismen (5). Systemische Breitspektrumantibiotika (siehe unten) sollten unmittelbar nach der ersten Wundkultur in geeigneter Dosierung verabreicht werden. Die Wundversorgung sollte grundsätzlich in einer aseptischen Umgebung stattfinden, z. B. in einem geeigneten Operationsraum, und das behandelnde Personal sollte sich streng an aseptische Protokolle halten, um das Risiko iatrogenen Kontaminationen so gering wie möglich zu halten. Sobald der Patient als systemisch stabil betrachtet werden kann, wird der Bereich der Wunde unabhängig vom Grad der offenen Fraktur weitläufig geschoren bzw. rasiert. Anschließend wird die Wunde mit Hilfe chirurgischer antiseptischer Seifen von grobem Debris gereinigt, und im Rahmen eines sorgfältigen Debridements wird sämtliches sichtbar geschädigtes oder nekrotisches Weichteilgewebe entfernt (**Abbildung 2**). Zur Minderung der Gefahr einer iatrogenen Wundkontamination kann die Wunde vor der Rasur mit einem sterilen, wasserlöslichen Gleitmittel gefüllt werden. Isolierte Knochenfragmente ohne anhaftendes Weichteilgewebe werden entfernt. Nach dem Debridement wird eine initiale Reinigung mit verdünnter Chlorhexidylglukonatlösung empfohlen (3).

Debriderte und gereinigte Wunden sollten anschließend ausgiebig mit steriler Ringerlactatlösung oder ähnlichen sterilen isotonischen Lösungen gespült werden. Lavagevolumina von drei bis fünf Litern einer isotonischen Lösung für eine Wunde mit einem Durchmesser von 1 cm sind dabei keinesfalls übertrieben. Wichtig ist ein angemessen hoher

Abbildung 2. Die Umgebung dieser offenen Radius- und Ulnafraktur II. Grades wurde rasiert, die Wunde wurde aber nicht debridert oder gespült.



© James Roush

Lavagedruck von 7-8 psi (pounds per square inch), also etwa 0,5 bar, um eine effektive Loslösung von am Gewebe adhären den Bakterien zu gewährleisten bei gleichzeitig maximaler Schonung des an die Wunde angrenzenden gesunden Gewebes. Erreicht wird der optimale Druck entweder mit einem kommerziellen chirurgischen Lavagesystem oder durch kräftiges Spülen der Wunde mit Hilfe einer mit einer 60 ml-Spritze gekoppelten 19G-Kanüle. Beide Methoden gewährleisten einen Lavagedruck von ca. 8 psi (0,5 bar), der etwa der Adhärenzkraft von Bakterien an Wundoberflächen entspricht. Höhere Lavagedrücke sind nicht zu empfehlen, da sie für gesundes Gewebe schädlich sind. Ein Zusatz von Antibiotika oder Antiseptika zu Lavagelösungen ist nicht erforderlich und kann sich schädlich auf gesunde zelluläre Elemente des Gewebes auswirken. Eine 0,05 %-ige Chlorhexidinlösung hat jedoch nachweislich eine antibakterielle Wirkung ohne schädliche Gewebereaktionen (6).

Reinigung, Debridement und Lavage sollten stets die gesamte Tiefe der Wunde erfassen, bis hinunter zur eigentlichen Frakturstelle. Nach ausgiebiger Lavage der Wunde sollten erneut Proben für die aerobe und anaerobe Kultur entnommen werden, um die zum Zeitpunkt des Wundverschlusses noch vorhandene mikrobielle Population zu beurteilen und gezielt behandeln zu können. An dieser Stelle muss der behandelnde Tierarzt die Viabilität des Gewebes und den Grad der Kontamination beurteilen und dann eine von drei Optionen für die weitere Versorgung der Wunde wählen: Primärer Wundverschluss, Wundverschluss mit geschlossener, steril gehaltener chirurgischer Drainage oder offene Wundbehandlung mit sterilen Wundauflagen, bis ein Wundverschluss zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden kann oder eine sekundäre Wundheilung eintritt.

■ Behandlung mit Breitspektrumantibiotika

Breitspektrumantibiotika sollten unmittelbar nach der Entnahme der Proben für die aerobe und anaerobe Kultur verabreicht werden. Zur Abdeckung eines möglichst breiten Spektrums Gram-positiver und Gram-negativer Erreger wird die Kombination eines Cephalosporins der ersten oder zweiten Generation mit einem Fluoroquinolon empfohlen (3, 4). Eine häufig eingesetzte Kombination besteht aus Cefazolin (22 mg/kg IV alle 6 Std.) und Enrofloxacin (5 mg/kg IM alle 12 Std.), bis die Ergebnisse der endgültigen Kultur einschließlich Empfindlichkeitstest vorliegen. Da klinikspezifische nosokomiale Erreger („Krankenhauskeime“) häufig Ursachen von Infektionen offener Frakturen sind, sollte die Wahl der Breitspektrumantibiotika nach Möglichkeit auf der Grundlage eines nosokomialen Monitorings in der jeweiligen Klinik/Praxis erfolgen und gegebenenfalls modifiziert werden. Sobald die Ergebnisse von Kultur und Empfindlichkeitstest vorliegen, wird die antibiotische Therapie entsprechend justiert und über einen Zeitraum von mindestens 28 Tagen nach Eintritt der Fraktur fortgesetzt. Aus prophylaktischen Gründen sollten aber auch Patienten mit negativen Wundkulturen

Breitspektrumantibiotika über diesen Mindestzeitraum erhalten. Im Allgemeinen wird bei Patienten mit traumatisch induzierten offenen Frakturen eine möglichst frühzeitige antibiotische Behandlung befürwortet, jüngste Berichte legen jedoch nahe, dass der Zeitpunkt der Behandlung keinen entscheidenden Einfluss auf die Infektionsraten nach offenen Frakturen hat (7).

Wunden offener Frakturen I. Grades können nach entsprechender Wundreinigung in der Regel primär verschlossen werden, wenn das Trauma maximal 6-12 Stunden zurückliegt. Grad-II-Frakturen sind häufig stärker kontaminiert und haben demzufolge ein höheres Infektionsrisiko. Aber auch Wunden im Zusammenhang mit solchen Frakturen können durch ein adäquates Debridement und eine ausgiebige Lavage in „reine“ Wunden umgewandelt und anschließend primär verschlossen werden. Grad-III-Frakturen, zu denen auch sämtliche durch Projektile hervorgerufene Wunden gehören, sollten nie unmittelbar primär verschlossen werden, sondern zunächst offen behandelt werden, bis ein verzögerter primärer Wundverschluss oder ein sekundärer Wundverschluss angezeigt ist oder eine sekundäre Wundheilung eintritt. Entscheidet sich der Chirurg postoperativ für eine offene Behandlung der Wunde, sollte der Wundbereich anfangs ein- bis zweimal täglich debridiert und gespült werden, und anschließend jedes Mal mit einer frischen, sterilen, feuchten bis trockenen Wundaufgabe abgedeckt werden, bis sich Granulationsgewebe bildet. Anschließend wird die Wunde mit nicht-adhärenenten Wundaufgaben abgedeckt, bis ein chirurgischer Verschluss durchgeführt werden kann oder eine sekundäre Heilung eingetreten ist. Je nach Menge des gebildeten Wundexsudates und je nach Aussehen der Wunden können die Intervalle zwischen den Debridements und den Verbandswechseln ausgedehnt werden. Generell gilt, dass ein Verschluss zu einem für die einzelne Wunde frühesten möglichen Zeitpunkt von großem Interesse ist, um die Morbidität zu verringern.

■ Vorübergehende und endgültige Frakturstabilisierung

Offene Frakturen erfordern keine unmittelbare endgültige Stabilisierung, wenn eine adäquate notfallmäßige Wundversorgung durchgeführt wurde. Die endgültige rigide Frakturstabilisierung sollte erst dann erfolgen, wenn der Patient aus klinischer Sicht ausreichend stabilisiert ist, ein erfahrener orthopädischer Chirurg bereit steht und sämtliche potenziell benötigten Instrumente für die Fixation unmittelbar verfügbar sind.

Eine temporäre Fixation offener Frakturen dient in erster Linie der Verbesserung des Wohlbefindens des Patienten, einer Minimierung lokaler Weichteilgewebeswellungen sowie der Verhinderung weiterer Weichteilgewebeverletzungen. Frakturen im Bereich der distalen Extremitätenabschnitte haben eine geringe Weichteilgewebeabdeckung, und geschlossene Frakturen in diesen Bereichen können sich ohne

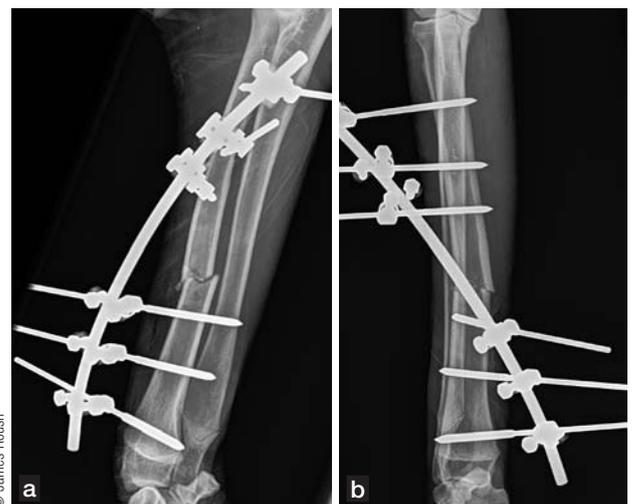
unterstützende Stabilisierung in offene Frakturen verwandeln oder einer zusätzlichen Trümmerung unterliegen. Analgetika (vorzugsweise Opioidagonisten wie Morphin) sollten verabreicht werden, um das Wohlbefinden des Patienten zu verbessern.

Proximal des Ellbogen- oder Kniegelenks gelegene Frakturen sind allein mit Hilfe einer externen Schienung nur sehr schwer zu stabilisieren. Betroffene Patienten sollten zunächst Käfigruhe ohne Schienung erhalten und bis zur endgültigen Frakturfixation analgetisch behandelt werden. Frakturen distal der Ellbogen- oder Kniegelenke werden bis zur endgültigen Fixation oder bis zum Transport in eine Überweisungsklinik extern stabilisiert. Die externe Stabilisierung erfolgt entweder mit einem Robert-Jones-Verband oder einem modifizierten Robert-Jones-Verband mit integrierter, formbarer seitlicher Fiberglasschiene. Wundaufgaben bei Frakturen mit Wunden, die nach dem Debridement offen gelassen werden, sollten immer steril sein und auf aseptische Weise angelegt werden. Eine externe Stabilisierung sollte immer das unmittelbar proximal der Fraktur gelegene Gelenk immobilisieren und sich distal bis zu den Zehen erstrecken.

■ Endgültige Fixation offener Frakturen

Der durch die steigenden Erwartungen der Tierbesitzer und die zunehmend flächendeckende Verfügbarkeit chirurgischer Spezialisten stetig ansteigende medizinische Standard führt dazu, dass immer weniger Allgemeinpraktiker die Zeit haben oder den wirtschaftlichen Anreiz verspüren, das notwendige Fachwissen zu erwerben, Erfahrung zu sammeln oder die erforderliche technische Ausrüstung vorzuhalten, die für eine Fixation offener Frakturen erforderlich ist. Für den Allgemein-

Abbildung 3. Postoperative mediolaterale (a) und craniocaudale (b) Röntgenaufnahmen einer offenen Radiusfraktur mit externem Fixateur. Externe Fixatoren sind ideal geeignet für die Stabilisierung offener Frakturen, da sie eine regelmäßige Versorgung offener Wunden zulassen und dabei gleichzeitig die Blutversorgung des Knochens erhalten und Weichteilgewebeverletzungen minimieren.



praktiker sind Patienten mit offenen Frakturen oft eine sehr zeit- und ressourcenfordernde Angelegenheit, so dass stets eine Überweisung an einen Spezialisten in Erwägung gezogen werden sollte.

Offene Frakturen mit exponierten Wunden sollten nicht über längere Zeiträume mit einer externen Stabilisierung behandelt werden, da die für eine adäquate Wundversorgung unabdingbaren häufigen Verbandwechsel hohe Kosten, Unannehmlichkeiten und Kontaminationsrisiken mit sich bringen. Die endgültige und starre Fixation offener Frakturen erfolgt nach grundlegenden Prinzipien der Osteosynthese. Dabei sind insbesondere die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Sorgfältige präoperative Planung anhand einer Beurteilung der Fraktur mit Hilfe orthogonaler Röntgenaufnahmen oder durch eine Computertomographie
- Lokale Verfügbarkeit chirurgischer Expertise, Erfahrung und technischer Ausrüstung für die Behandlung der im Einzelfall vorliegenden Fraktur
- Spezielle Überlegungen zum individuellen Patienten, wie z. B. Temperament des Tieres, Möglichkeiten einer räumlichen Begrenzung und zu erwartende Besitzercompliance

Weitere Überlegungen bei der Fixation offener Frakturen neben dem Timing der initialen Wundreinigung bzw. der endgültigen chirurgischen Intervention richten sich in erster Linie danach, ob auch nach dem Eingriff weiterhin offene Wunden versorgt werden müssen. Frakturen mit offen zu behandelnden Wunden sind besonders geeignet für eine Fixation mit Hilfe rigider oder zirkulärer externer Ringfixatoren, da diese Instrumente häufige Verbandwechsel, Debridements und Lavagen im Rahmen der täglichen Wundversorgung ohne Unterbrechung der Fixation ermöglichen. Zudem vermeidet das „geschlossene“ Einsetzen solcher Instrumente weitere Weichteilgewebetraumata und maximiert die Viabilität des Knochens (**Abbildung 3a und 3 b**). Eine Plattenosteosynthese sollte bei Frakturen mit offenen Wunden nicht *a priori* ausgeschlossen werden, der Chirurg sollte jedoch einplanen, dass im Bereich offener Wunden applizierte Platten nach

Heilung der Fraktur unter Umständen wieder entfernt werden müssen, da sie als Kern für eine zukünftige Infektion dienen können. In extremen Fällen, wie zum Beispiel einem ausgedehnten Weichteilgewebeverlust über dem frakturierten Knochen, können Knochenplatten auch exponiert bleiben, so dass die Wunde im Laufe der Heilung über der Platte zugranulieren kann. Frakturierte Knochen können aber auch im Falle einer Kontamination oder Infektion heilen, wenn die Fixation stabil bleibt. Eine Knocheninfektion ist also *per se* kein Grund für eine unmittelbare Revision der Fixation. Wenn Knochenfragmente entfernt werden mussten und der Frakturspalt aufgrund seiner Breite ein Knochentransplantat erfordert, wird eine verzögerte autologe Knochentransplantation zwei Wochen nach dem Wundverschluss oder nach Ausheilung einer bestehenden Infektion empfohlen.

■ Schlussfolgerungen

Potenzielle Komplikationen offener Frakturen sind oberflächliche Wundinfektionen, Wunddehiszenzen, eine akute oder chronische Osteomyelitis und eine verzögerte oder ausbleibende Frakturheilung. Trotz intensiver Literaturrecherche nach retrospektiven oder prospektiven Studien zu Infektionsraten bei Hunden mit offenen Frakturen gelang es dem Autor nicht, entsprechende Berichte mit ausreichend großen Fallserien aus den vergangenen zwei Jahrzehnten zu finden. Auch in der Humanmedizin findet man kaum aktuelle Berichte über breit angelegte Fallserien zu Infektionsraten nach offenen Frakturen, sondern allenfalls weniger umfangreiche und auf bestimmte geographische Regionen oder bestimmte Knochen beschränkte Berichte. Eine Übersichtsarbeit aus dem vergangenen Jahrzehnt über Infektionsraten bei humanen Patienten mit offenen Tibiafrakturen listet Infektionsraten von 0 bis 25 % auf (8), und eine jüngste retrospektive Studie über 296 offene Radius- oder Ulnafrakturen beschreibt eine Gesamtinzidenz tiefer Infektionen von 5 % (9). Die beste Praxis zur Senkung der Inzidenz von Komplikationen bei offenen Frakturen ist eine Kombination aus sorgfältiger und steriler Wundreinigung, gründlichem Debridement, ausgiebiger Lavage, frühzeitiger Gabe von Breitspektrumantibiotika und starrer Frakturstabilisierung.

Literatur

1. Millard RP, Weng HY. Proportion of and risk factors of the appendicular skeleton in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc* 2014;245:663-668.
2. Selcer BA, Buttrick M, Barstad R, et al. The incidence of thoracic trauma in dogs with skeletal injury. *J Small Anim Pract* 1987;28:21-27.
3. Millard RP, Towle HA. Open fractures. In: Tobias KM, Johnston SA, eds. *Veterinary Surgery: Small Animal* (1st ed) St Louis: Elsevier, 2012:572-575.
4. Patzakis MJ, Bains RS, Lee J, et al. Prospective, randomized, double-blind study comparing single-agent antibiotic therapy, ciprofloxacin, to combination antibiotic therapy in open fracture wounds. *J Orthop Trauma* 2000;14:529.
5. Stevenson S, Olmstead ML, Kowalski J. Bacterial culturing for prediction of postoperative complications following open fracture repair in small animals. *Vet Surg* 1986;15:99-102.
6. Lozier S, Pope E, Berg J. Effects of four preparations of 0.05% chlorhexidine diacetate on wound healing in dogs. *Vet Surg* 1992;21:107-112.
7. Leonidou A, Kiraly Z, Gality H, et al. The effect of the timing of antibiotics and surgical treatment on infection rates in open long-bone fractures: a 6-year prospective study after a change in policy. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2014;9:167-171.
8. Ktistakis I, Giannoudis M, Giannoudis PV. Infection rates after open tibial fractures: are they decreasing? *Injury* 2014;45:1025-1027.
9. Zumsteg JW, Molina CS, Lee DH, et al. Factors influencing infection rates after open fractures of the radius and/or ulna. *J Hand Surg Am* 2014;39:956-961.

Penetrierende Verletzungen bei Hunden



■ Bonnie Campbell, DVM, PhD, Dipl. ACVS

College of Veterinary Medicine, Washington State University, USA

Dr. Campbell approbierte (DVM) und promovierte (PhD) an der Cornell University, absolvierte eine Residency im Bereich Kleintierchirurgie an der University of Wisconsin und ist Diplomate des American College of Veterinary Surgeons. Zurzeit ist Dr. Campbell Clinical Associate Professor of Small Animal Soft Tissue Surgery an der Washington State University, mit besonderem klinischem Interesse für die Bereiche Wundmanagement und wiederherstellende Chirurgie. Dr. Campbell gibt Fortbildungen auf nationaler und internationaler Ebene und ist Präsidentin der Society of Veterinary Soft Tissue Surgery sowie der Veterinary Wound Management Society.

■ Einleitung

Penetrierende Verletzungen sind oft täuschend! Eine harmlos aussehende Hautpunktion kann verletztes tiefer liegendes Gewebe verbergen, das durch starke Krafteinwirkungen, Gefäßschäden und/oder eine Inokulation von Bakterien oder Fremdmaterial erheblich geschädigt ist. Auch bei zunächst stabil erscheinenden Patienten kann eine kontinuierliche Verschlechterung des Gewebezustands im weiteren Verlauf zu Nekrosen, Infektionen, Entzündungen, Sepsis und zum Tod führen. Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Management penetrierender Verletzungen ist, dass sich der behandelnde Tierarzt darüber im Klaren ist, dass geringgradige äußere Verletzungen hochgradige innere Gewebeschäden verdecken können.

■ Kräfte und Gewebeschäden

Der Biss eines Hundes kann eine Kraft von mehr als 450 psi (pounds per square inch), also etwa 32 kg/cm², generieren (1) und dabei sowohl direkte als auch kollaterale Gewebeschäden hervorrufen. Wenn die Zähne des angreifenden Hundes die Haut des Opfers penetrieren und der angreifende Hund seinen Kopf schüttelt, folgt die Haut aufgrund ihrer Elastizität der Bewegung der Zähne, so dass nach außen hin sichtbar in der Haut lediglich Punktionslöcher der Zähne entstehen. Subdermal dringen die Zähne jedoch in einen breiten Bereich von weniger elastischem und weniger beweglichem Gewebe ein, reißen Hautgewebe von Muskelgewebe los, zerreißen Weichteilgewebe und neurovaskuläre Strukturen, schaffen Hohlräume und inokulieren Bakterien und Fremdmaterial. Zusätzlich kompliziert werden diese Verletzungen durch die von den Prämolaren und Molaren des beißenden Hundes ausgeübten Quetschkräfte.

KERNAUSSAGEN

- Wenn ein Hund mit einer Biss- oder Schussverletzung vorgestellt wird, handelt es sich oft um die Spitze des Eisberges: Eine geringgradige Oberflächenschädigung verbirgt nicht selten eine ausgedehnte Schädigung des tieferen Gewebes!
- Die Endoskopie ermöglicht einen frühzeitigen Nachweis von Perforationen der Speiseröhre, noch bevor klinische Symptome auftreten.
- Bei penetrierenden Verletzungen sollten eine Eröffnung, eine Exploration, ein Debridement und eine Lavage durchgeführt werden. Am besten werden penetrierende Verletzungen als offene Wunden behandelt. Ist ein Wundverschluss erforderlich, sollte eine Drainage gelegt werden.
- Bei penetrierenden Verletzungen (oder entsprechendem Verdacht) des Abdomens oder bei signifikanten Quetschverletzungen des Abdomens ist eine explorative Laparotomie angezeigt.
- Die Entfernung von Fremdkörpern erfolgt am besten auf chirurgischem Wege in einem geeigneten Operationsraum und am vollständig anästhesierten und chirurgisch vorbereiteten Patienten.

Ebenso wie Bisse verursachen auch Projektile aus Schusswaffen sowohl direkte als auch kollaterale Gewebeschäden (**Abbildung 1**). In den Körper eindringende Geschosse übertragen ihre kinetische Energie proportional zu ihrer Masse und Geschwindigkeit [Kinetische Energie = $\frac{1}{2} \times \text{Masse} \times \text{Geschwindigkeit}^2$]. Gewebe mit hoher Dichte (z. B. Leber, Milz, Knochen) absorbiert mehr Energie als Gewebe mit geringerer Dichte und höherer Elastizität (z. B. Muskel und Lunge). Daher kann von einem Projektil getroffenes kortikales Knochengewebe in multiple Fragmente zersplittern (die wiederum selbst zu neuen Projektilen werden), während ein identisches Projektil mit derselben Energie einen Lungenflügel ohne weitere Verletzungen durchdringen kann. Durch Kavitation – also die Auswirkungen der Druckwelle des eindringenden Projektils – können Knochenfrakturen, Gefäßzerstörungen, Darmrupturen oder Organkontusionen auch in relativ weiter Entfernung vom primären Schusskanal in Bereichen ohne direkten Kontakt mit dem eindringenden Projektil entstehen.

Bei Biss- und Schussverletzungen ist immer der sogenannte „Eisbergeffekt“ zu berücksichtigen, da geringgradige sichtbare Oberflächenschädigungen nicht selten eine sehr viel ausgedehntere Schädigung des in der Tiefe liegenden Gewebes unter

sich verbergen. In subdermalen Geweben werden lokale entzündliche, immunologische, koagulatorische und fibrinolytische Kaskaden durch Nekrosen, Hämatome, eine geschädigte Gefäßversorgung, Hohlraumbildung, inokulierte Bakterien und Fremdmaterialien in Gang gesetzt. Bei unzureichender Behandlung können diese Kaskaden die körpereigenen Kontrollmechanismen überfordern und zur Entstehung eines systemischen inflammatorischen Response-Syndroms (SIRS) oder einer Sepsis (SIRS + Infektion) führen (2-4). Betroffene Patienten können zunächst klinisch stabil erscheinen, obwohl sich ihr Körper bereits in Richtung eines SIRS bewegt, und dann einige Tage nach Eintritt der Verletzung akut dekompensieren. Der behandelnde Tierarzt muss diesen möglichen „Eisbergeffekt“ von Beginn an im Hinterkopf haben und der Entstehung bzw. dem Fortschreiten des SIRS proaktiv entgegenwirken.

Neben Schusswaffen und Bissen können auch Stöcke (z. B., wenn Hunde beim Apportierspiel in einen Stock hineinrennen) oder andere Objekte in der Umwelt für die Entstehung von penetrierenden Verletzungen verantwortlich sein. Die einwirkende Energie ist wiederum abhängig von der Masse und von der Geschwindigkeit des Objekts oder des Hundes (je nachdem, wer oder was von beiden sich bewegt). Der „Eisbergeffekt“ entsteht hier in erster Linie aufgrund der stumpfen Traumata durch nicht-aerodynamische Objekte.

■ Beurteilung des Patienten

Unmittelbar lebensbedrohende Verletzungen oder Zustände wie Blutungen und Atemnot müssen in jedem Fall prioritär behandelt werden. Penetrierende Brustkorbverletzungen mit Punktion der Thoraxhöhle sollten sofort mit einem sterilen Verband abgedeckt werden. Im Anschluss an die initialen Notfallmaßnahmen erfolgt eine vollständige klinische Untersuchung einschließlich orthopädischer und neurologischer Beurteilung des Patienten sowie einer eingehenden Untersuchung sämtlicher Verletzungen und Wunden. Je nach Lage der Verletzungen ist hierzu unter Umständen ausgedehntes Scheren bzw. Rasieren des Fells erforderlich, nicht zuletzt deshalb, weil Hunde mit Bissverletzungen im typischen Fall multiple Wunden aufweisen (5, 6).

Das diagnostische Prozedere richtet sich in erster Linie nach Art und Umfang der Verletzungen. Ein hämatologisches Profil und ein biochemisches Serumprofil liefern Referenzwerte für spätere Untersuchungen, aber auch Hinweise auf bereits vorhandene Organschädigungen durch die Verletzung selbst oder durch ein SIRS bzw. eine Sepsis. Erhöhungen der Lactat- und Creatinkinasewerte spiegeln den Grad der Gewebeschädigung wider. Orthogonale Röntgenaufnahmen, Ultraschalluntersuchungen, Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) unterstützen die Bestimmung des anatomischen Verlaufs penetrierender Verletzungen, die Lokalisierung von Fremdkörpern sowie die Diagnose orthopädischer Schäden und innerer Verletzungen, während Schäden an Weichteilgeweben, einschließlich Viscera, allein mit Hilfe bildgebender Verfahren nicht ausgeschlossen werden können (3, 4, 7, 8). Stimmt die mit Hilfe der Bildgebung festgestellten Anzahl intakter Projektile nicht mit

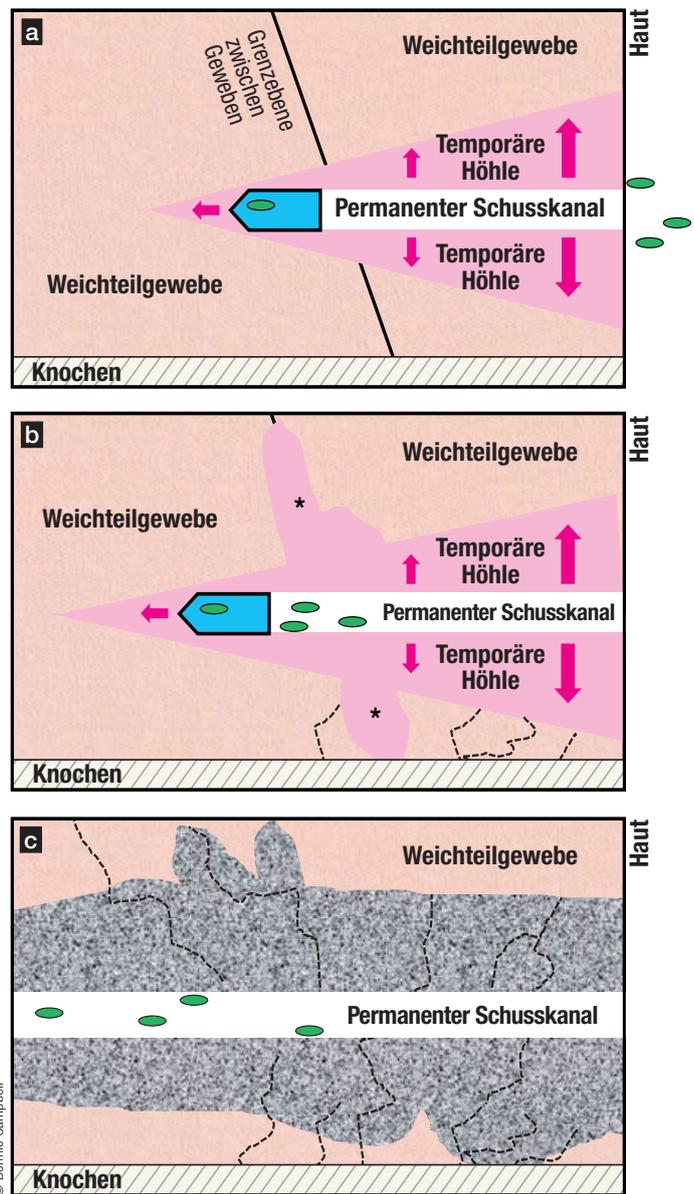


Abbildung 1. (a) Ein Projektil dringt in den Körper ein und reißt Bakterien und Debris von der Hautoberfläche mit in die Tiefe des Gewebes. Der permanente Schusskanal (weiß) entsteht durch die direkte Einwirkung des in das Gewebe eindringenden Projektils. Die temporäre Höhle (rosa) entsteht durch die vorwärts und seitwärts gerichtete Kavitationsenergie (dunkelrosa Pfeile), die das Gewebe durch eine druckwelleninduzierte Kompression schädigt. (b) Die Kavitationsenergie breitet sich entlang von Wegen mit geringerem Widerstand aus, wie z. B. entlang von Faszienebenen zwischen Muskeln (Sternchen). Weniger elastisches oder durch die Kavitation gegen Knochen gepresstes Gewebe kann zerreißen (gestrichelte Linien). Gleiches gilt für Gewebe, das nach dem plötzlichen Abklingen der Kavitationsenergie wieder zurückprallt. Bei der Passage des Projektils durch das Gewebe entsteht ein Vakuum, das weitere Bakterien und Debris in den Schusskanal hinein zieht (grün). (c) Durch Kavitation kann auch Gewebe geschädigt werden (grau meliert, gestrichelte Linien), das keinerlei direkten Kontakt zum Projektil hat.



Abbildung 2. Neun Jahre alter Border Collie, der von einem anderen Hund angegriffen wurde. **(a)** Nach der Rasur zeigen sich multiple Bissverletzungen am Hals (Hund in Rückenlage, Kopf links). Zervikale **(b)** und thorakale **(c)** Röntgenaufnahmen zeigen ein hochgradiges subkutanes Emphysem und ein Pneumomediastinum. Bei der chirurgischen Versorgung wurde eine Luftröhrenpunktion mit einem Durchmesser von 1 cm gefunden.

der Anzahl der am Patienten vorhandenen Eintritts- und Austrittswunden überein, muss mit zusätzlichen Aufnahmen nach weiteren verstreuten Projektilen gesucht oder ausgedehntere Areale geschoren/rasiert werden, um weitere Wunden zu finden.

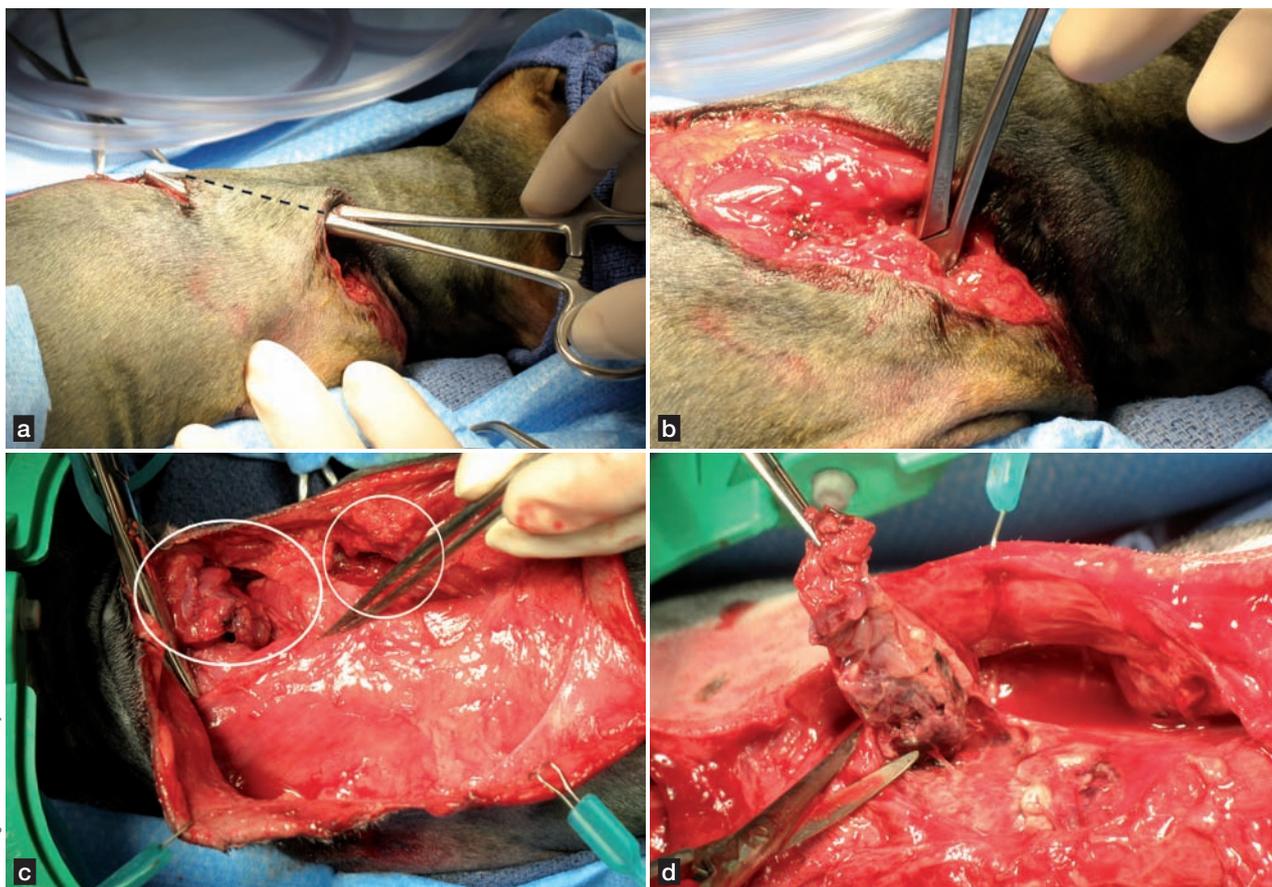
Bei penetrierenden Verletzungen im Bereich des Halses sind einige wichtige Schlüsselstrukturen gefährdet (9). So kann eine hochgradige Blutung in dieser Lokalisation auf eine Lazeration der *A. carotis* oder der *V. jugularis* hindeuten. Falls erforderlich können bei einem Hund gleichzeitig beide *Aa. carotides* und/oder beide *Vv. jugulares* ligiert werden, wenn von einer intakten kollateralen Gefäßversorgung auszugehen ist. Ein Verdacht auf Perforation der Luftröhre besteht insbesondere bei Patienten mit Verletzungen im Halsbereich und hochgradigem Unterhautemphysem und/oder Pneumomediastinum (**Abbildung 2**). Auch die Speiseröhre ist bei Verletzungen im Halsbereich der Gefahr einer Punktion ausgesetzt, entsprechende klinische Symptome treten unter Umständen aber erst nach einigen Tagen auf, in deren Verlauf sich aufgenommene Nahrungsbestandteile oder Trinkwasser im Halsgewebe ansammeln. Aus diesem Grund sollte die Speiseröhre bei jedem Patienten mit tiefen Verletzungen im Halsbereich endoskopisch untersucht werden. Auch Luftröhrenverletzungen können mittels Endoskop diagnostiziert und beurteilt werden.

■ Chirurgische Behandlung

Für eine vollständige Beurteilung des Ausmaßes der durch penetrierende Verletzungen hervorgerufenen Traumata muss eine chirurgische Exploration durchgeführt werden (2, 3, 7). Ein gründliches Debridement sämtlichen devitalisierten und kontaminierten Gewebes ist zudem der einzige Weg einer wirksamen Prävention oder Behandlung von SIRS oder Sepsis. Bei penetrierenden Verletzungen sollten also immer möglichst frühzeitig eine Öffnung, eine Exploration, ein Debridement und eine Lavage durchgeführt werden (2, 3). Endet die Gewebeschädigung unmittelbar unter der Haut, reicht in der Regel ein geringfügiger, oberflächlicher chirurgischer Eingriff. Reicht die Schädigung dagegen in tiefere Gewebeschichten und/oder befindet sich inkuliertes Fremdmaterial im Wundkanal, kann ein adäquater chirurgischer Eingriff eine beträchtliche Morbidität und sogar Mortalität verhindern.

Vor dem chirurgischen Eingriff erfolgt zunächst eine aseptische Vorbereitung eines ausgedehnten Areals, da der Verlauf des Wundkanals (bzw. der Wundkanäle) im tieferen Gewebe abweichen kann. Der Chirurg sollte zudem darauf vorbereitet sein, je nach Indikation auch eine Eröffnung des Abdomens oder des Thorax vornehmen zu müssen. Eintritts- und Austrittswunden werden freigelegt und eröffnet, das darunterliegende Gewebe visuell begutachtet und Wundkanäle bis an ihre tiefste Stelle sondiert bzw. exploriert, wobei geschädigtes Gewebe im gesamten Verlauf des Wundkanals debridiert wird (**Abbildung 3**) (2). Bei Opfern von Bisswunden kann man in der Regel eine Klemme in eine Wundöffnung einführen und die Spitze der Klemme aufgrund der Avulsion der Haut und der dadurch bedingten Hohlrumbaubildung an mehreren anderen Stellen wieder ausführen (**Abbildung 3a**). Bei multiplen Bisswunden in einem Areal kann eine längere Inzision gesetzt werden, um einen gemeinsamen Zugang zum tieferen Gewebe sämtlicher Bisswunden zu erhalten.

Zur Unterstützung und zur Orientierung der Inzision kann ein Instrument oder ein Gummischlauch in den Wundkanal eingeführt werden. Häufig findet man in diesen Fällen zunehmend umfangreichere Gewebeschädigungen, je weiter man dem Wundkanal in die Tiefe folgt (**Abbildung 3**). Gewebewände, die verschiedene Hohlräume trennen, sollten eröffnet und eindeutig nekrotisches Gewebe konsequent reseziert werden, und zwar unabhängig davon, wie sehr der Tierarzt bestrebt ist, Gewebe zu retten. Das Zurücklassen geschädigten Gewebes hält das Entzündungsgeschehen aufrecht, blockiert die Bildung von Granulationsgewebe und erhöht das Infektionsrisiko. Anzeichen für eine Nekrose sind eine abweichende Färbung und eine abnorme Konsistenz (trockenes nekrotisches Gewebe ist dunkel bis schwarz und lederartig; feuchtes nekrotisches Gewebe ist gelb/grau/weiß und schleimig) sowie eine ausbleibende Blutung bei Inzision (wenn davon auszugehen ist, dass der Patient weder hypothermisch noch hypovolämisch ist). Das Debridement wird fortgesetzt, bis vitales, lebensfähiges Gewebe erreicht ist. **Tabelle 1** enthält Richtlinien für das Debridement von Gewebe mit unklarer Viabilität.



© Washington State University

Abbildung 3. Vier Jahre alter Yorkshire Terrier, der im Bereich des kranialen Thorax von einem anderen Hund gebissen wurde. **(a)** Aufgrund der Zerreißung des darunterliegenden Gewebes kann eine Klemme problemlos von einer Bisswunde zur nächsten geführt werden. Die Haut wurde entlang der gestrichelten Linie über der Klemme inzidiert. **(b)** Unter der Inzision kamen erkranktes Gewebe und ein tiefer Kanal (mit einem Instrument sondiert) zum Vorschein. **(c)** Nach Eröffnung des Kanals kamen weitere Gewebeschäden und weitere multiple Punktionkanle (eingekreist) zum Vorschein. Der Verlauf dieser Kanle wurde exploriert, erkranktes Gewebe wurde debridiert, und nach gründlicher Lavage erfolgte ein Wundverschluss über einer Drainage mit aktiver Absaugung. **(d)** Auf diesem Foto eines anderen Hundes wird geschädigtes Muskelgewebe mit Hilfe einer ähnlichen chirurgischen Technik reseziert.

Das Debridement wird gefolgt von einer gründlichen Lavage mit einem Druck von 7-8 psi (0,48-0,55 bar), die das Entfernen von Debris und Bakterien maximiert und gleichzeitig die Entstehung von Gewebeschäden minimiert (**Abbildung 4**). Bei fragilen Organen darf jedoch keine Drucklavage eingesetzt werden. Die Lavage von Bauch- und Brusthöhle erfolgt ausschließlich mit physiologischer Kochsalzlösung, während zur Spülung von Unterhautgewebe und Muskeln auch antiseptische Lösungen (keine Hndedesinfektionslsungen) eingesetzt werden können. Geeignet sind Chlorhexidinlösung 0,05 % (z. B. 25 ml 2 %iges Chlorhexidin + 975 ml Lösungsmittel) oder Povidoniodlsung 0,1 bis 1,0 % (z. B. 10 ml einer 10 %-igen Povidoniodlsung + 990 ml Lösungsmittel für die 0,1 %ige Lösung oder 100 ml einer 10 %igen Povidoniodlsung + 900 ml Lösungsmittel für die 1 %ige Lösung).

Die debridierte Wunde wird offen gelassen und nach dem Prinzip der feuchten Wundheilung behandelt (10), je nach Indikation mit mehrfach wiederholtem Debridement und wiederholter Lavage. Geschlossen wird die Wunde erst dann, wenn der behandelnde Tierarzt sich davon überzeugt hat, dass sie frei ist

von Kontaminanten, nekrotischem Gewebe und geschädigtem Gewebe, das später nekrotisieren könnte. Muss eine Wunde vor dem Erfüllen dieser Kriterien geschlossen werden, sollte immer eine Drainage (vorzugsweise eine geschlossene Drainage mit aktiver Absaugung) gelegt und die Wunde mit einem Verband abgedeckt werden (11). Neben der eigentlichen Wundversorgung umfasst die postoperative Nachsorge je nach Indikation auch eine unterstützende Flüssigkeitstherapie, die Gabe von Analgetika und nicht zuletzt eine optimale Ernährung mit einer Rekonvaleszenz-Ditnahrung zur gezielten diätischen Unterstützung des Heilungsprozesses. Bei hochgradig beeinträchtigten Patienten sollte während der Anästhesie für die Wundbehandlung gleichzeitig das Legen einer Ernährungssonde in Betracht gezogen werden, um eine bedarfsgerechte Ernährung während der Erholungsphase sicherzustellen.

Bei oberflächlichen und/oder geringgradigen, das Abdomen nicht penetrierenden Verletzungen kann beim Debridement und bei der Lavage ein etwas konservativeres Vorgehen in Betracht gezogen werden (12, 13). So können zum Beispiel Schädigungen

Tabelle 1. Richtlinien für das Debridement von Gewebe unklarer Viabilität*.

„Im Zweifel exzidieren“, wenn:	„Im Zweifel nicht exzidieren“, wenn:
Exzision nicht lebensbedrohlich	Exzision lebensbedrohlich
und	oder
Es gibt nur eine Möglichkeit für einen Zugang zum Gewebe und dessen Beurteilung	Es gibt mehrere Möglichkeiten für einen Zugang zum Gewebe und dessen Beurteilung
und/oder	und
Es gibt ausreichend residuales Gewebe	Das Gewebe wird für den späteren Wundverschluss wertvoll sein
Beispiele – Geschädigtes Muskelgewebe tief in einer Wunde, Schädigung von Milz, Jejunum, Leberlappen oder Lungenlappen	Beispiele – Schädigung der einzigen arbeitenden Niere, geschädigte Haut in distalen Gliedmaßenabschnitten, wo nur wenig Haut für einen Wundverschluss zur Verfügung steht

* Unklare Viabilität bedeutet, dass nicht zu erkennen ist, ob das Gewebe überleben wird, d. h., es gibt einige Anzeichen für Viabilität aber auch einige Anzeichen für ein Absterben. Eindeutig nekrotisches Gewebe sollte immer entfernt werden.

durch einzelne, nicht um ihre Querachse rotierende und sich nicht deformierende Projektile, die lediglich Haut- und Muskelgewebe durchdringen, ausschließlich auf den permanenten Schusskanal beschränkt bleiben, da diese elastischen Gewebe sehr viel Kavitationsenergie kompensieren können. Ähnliche Effekte können auch bei der Penetration eines scharfen, glatten, sauberen Fremdkörpers entstehen.

Verletzungen von Bauch- oder Brusthöhle

Ohne chirurgische Exploration kann es schwierig sein, zu erkennen, ob eine Penetration einer Körperhöhle vorliegt oder nicht. Alternativ können penetrierende Wunden sondiert werden, um ihre Ausdehnung bzw. Tiefe zu beurteilen, sie haben möglicherweise aber keinen geraden anatomischen Verlauf, so dass die Sonde nicht bis an das tatsächliche Ende des Wundkanals vorgeschoben werden kann. Bei der Abdominozentese oder Thorakozentese können Luft, Blut, Harn, Gallenflüssigkeit, Ingesta oder Eiter gewonnen werden und auf eine Penetration der entsprechenden Körperhöhle hinweisen. Eine negative Aspiration schließt eine Penetration aber keineswegs aus. Mit Hilfe bildgebender Verfahren können freie Luft/freie Flüssigkeit, inkuliertes Fremdmaterial oder geschädigtes Gewebe nachzuweisen sein, die auf eine Körperhöhlenpenetration hinweisen, aber hier gilt, dass physiologische Befunde bei der Bildgebung innere Verletzungen nicht ausschließen können (3, 4, 7, 8, 14).

Wenn ein Patient mit penetrierender Abdominalwunde (oder einem entsprechenden Verdacht) oder einer signifikanten abdominalen Quetschverletzung vorgestellt wird, ist eine unverzügliche explorative Laparotomie insbesondere aus den folgenden Gründen angezeigt:

- Es besteht ein hohes Risiko intestinaler Schäden.
- Eine unbehandelte intestinale Perforation ist lebensbedrohlich, und klinische Symptome treten unter Umständen erst dann auf, wenn sich bereits eine septische Peritonitis und eine Septikämie entwickelt haben.
- Negative Testergebnisse können innere Verletzungen nicht ausschließen (siehe oben).
- Der Darm ist ständig in Bewegung, so dass eine Darmverletzung durch simples Verfolgen des Wundkanals von außen durch die Körperwand nicht immer zuverlässig zu finden ist.

Die Strategie einer routinemäßigen Laparotomie in solchen Fällen führt zwar zu der ein oder anderen negativen abdominalen Exploration, das Risiko-Nutzen-Verhältnis ist aber voll und ganz zu Gunsten des chirurgischen Eingriffes, selbst wenn eine Penetration nicht nachzuweisen ist (2, 5, 13, 15).

Bei penetrierenden Verletzungen am Thorax erfolgen eine Öffnung, ein Debridement, eine Lavage und eine Exploration wie

Abbildung 4. (a und b) Der gewünschte Lavagedruck von 7-8 psi wird am besten erreicht mit Hilfe einer Kanüle (16-22 G) und einem Standardinfusionsbesteck, das an einen Infusionsflüssigkeitsbeutel angeschlossen wird, in dem mit einer aufpumpbaren Druckmanschette aus der Notfallmedizin ein Druck von 300 mmHg erzeugt wird (22). **(c)** Für die Lavage mit 0,05 %-iger Chlorhexidinlösung wird die debridierte Wunde des Hundes aus **Abbildung 2** mit Hilfe eines Ringretraktors (grün) offen gehalten.



bei jeder anderen Wunde. Der Chirurg muss jedoch damit rechnen, dass er im Rahmen dieser Maßnahmen in die Brusthöhle des Patienten vorstößt. Anders als bei der abdominalen Penetration ist eine vollständige chirurgische Exploration der Brusthöhle aus folgenden Gründen kein routinemäßiger Standard:

- Aufgrund der schützenden Rippen haben es nicht im richtigen Winkel ausgerichtete penetrierende Objekte schwer, in die Brusthöhle einzudringen.
- Aufgrund ihrer Elastizität ist die Lunge weniger anfällig für Penetrationsschäden und damit verbundene kollaterale Schäden.
- Die Lungen sind nicht von Bakterien besiedelt.

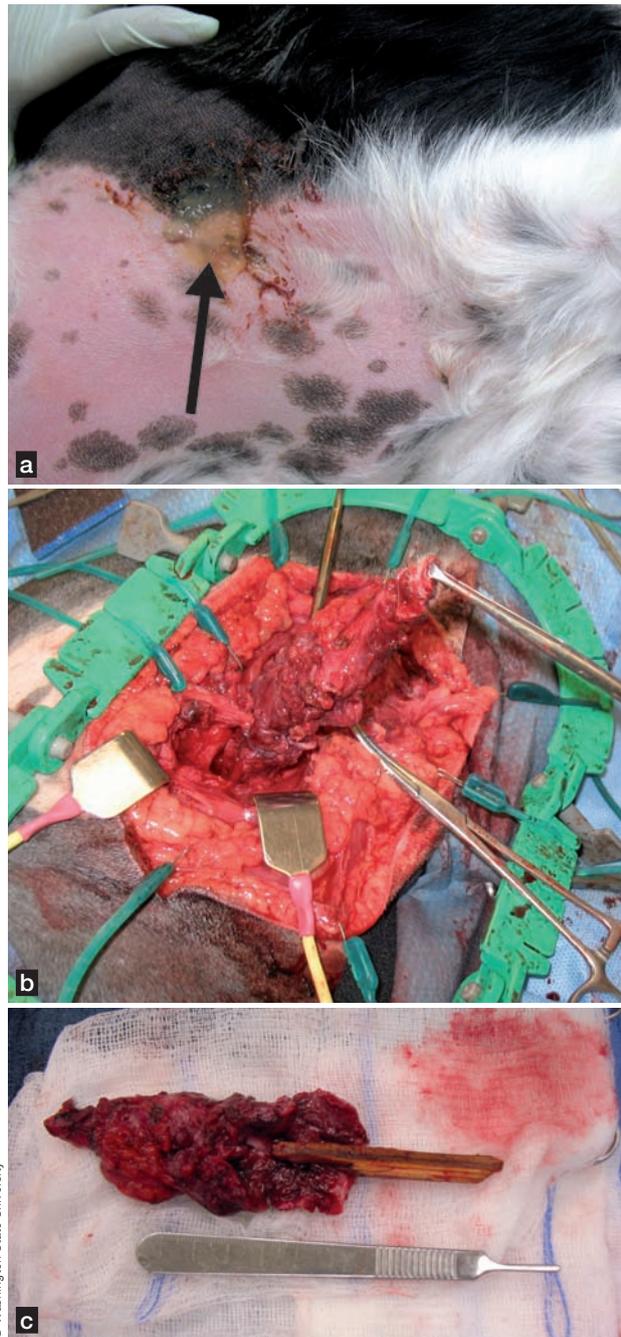
Angezeigt ist eine explorative Thorakotomie dagegen immer, wenn ein Hämothorax oder ein Pneumothorax nicht auf initiale therapeutische Stabilisierungsmaßnahmen anspricht.

Penetrierende Verletzungen innerer Organe werden debridiert und gespült. Ein adäquates Debridement des Darmes ist aufgrund des geringen Durchmessers sehr schwierig, so dass in diesen Fällen in der Regel eine Resektion betroffener Darmabschnitte mit anschließender Anastomose durchgeführt wird. Eine Leberlobektomie, eine Splenektomie und eine Lungenlobektomie sind in der Regel die effektivsten Wege zur Behandlung penetrierender Verletzungen dieser Organe. Für die Resektion geschädigten Gewebes essenzieller Organe sind unter Umständen jedoch komplexere chirurgische Techniken erforderlich.

■ Entfernung penetrierender Objekte

Das Entfernen von im Gewebe festsitzenden Fremdkörpern ist mit zum Teil erheblichen Risiken für den Patienten verbunden. Dazu gehören Blutungen aus Wandöffnungen größerer Gefäße, die zuvor durch Fremdkörper verschlossen waren, zusätzliche Gewebeschädigungen durch stachelartige Fortsätze von Fremdkörpern und/oder das Zurücklassen von Fragmenten des Fremdmaterials (z. B. Rindenstücke eines Stöckchens). Es empfiehlt sich daher, Fremdmaterial nach Möglichkeit immer auf chirurgischem Weg in einem geeigneten Operationsraum und beim vollständig anästhesierten und aseptisch vorbereiteten Patienten zu entfernen. Da Fremdmaterial aufgrund von Bewegungen des Körpers oder wegen der Schwerkraft wandern kann, sollten die zur Orientierung bei der chirurgischen Entfernung eingesetzten Aufnahmen stets so aktuell wie möglich sein.

Zurückgebliebenes organisches oder anorganisches Material kann zu Entzündungen, Infektionen und/oder Bildung chronischer Fistelgänge führen und muss daher entfernt werden, wenn die genannten Reaktionen signifikante klinische Symptome hervorrufen oder lebenswichtige Strukturen im Falle einer Wanderung des zurückgebliebenen Materials in Gefahr sind. Das im Zusammenhang mit im Körper steckenden Stahlprojektilen (99 % Eisen) stehende Entzündungsgeschehen ist bei Hunden nach zwei bis acht Wochen tendenziell selbstlimitierend, so dass Stahlgeschosse unter Umständen gar nicht entfernt werden müssen. Bleigeschosse werden in Weichteilgewebe in der Regel von fibrotischem Gewebe eingekapselt und stellen somit kein



© Washington State University

Abbildung 5. (a) Dieser vier Jahre alte, kastrierte Border Collie-Mischlingsrüde wurde mit einem rezidivierenden Fistelgang kranial der linken Schulter vorgestellt, der im Vorfeld mit Antibiotika, chirurgischer Exploration und Drainage behandelt worden war. Fünf Monate zuvor war der Hund aufgrund einer Verletzung des harten Gaumens nach dem Spielen mit einem Stöckchen chirurgisch behandelt worden. Wiederholte Röntgenaufnahmen des Bereiches um die Fistel zeigten keinerlei Hinweise auf einen Fremdkörper. Im MRT war jedoch der Stock zu erkennen, der nach Penetration des Oropharynx in den Halsbereich gewandert sein muss. **(b)** Der Stock wurde zusammen mit dem umgebenden Wundkanal *en bloc* aus dem Hals exzidiert. **(c)** Präparat nach Exzision: Der Stock ragt aus dem exzidierten Gewebe heraus.

toxisches Risiko dar (12, 16, 17). Im Magendarmtrakt oder bei Kontakt mit der Zerebrospinalflüssigkeit kann Blei jedoch zu Vergiftungen führen und in Gelenken eine destruktive Synovitis induzieren, so dass eine Entfernung von Bleiprojektilen aus diesen Körperregionen sinnvoll erscheint (17-19).

Zwei Dissektionstechniken können zur Entfernung penetrierter Projektile eingesetzt werden. Bei der ersten Technik wird eine Inzision entlang des Fremdkörpers oder entlang seines Kanals im Gewebe gesetzt, bis das Material ohne Widerstand extrahiert werden kann. Bei der zweiten Technik wird der gesamte Gewebekanal zusammen mit dem Fremdkörper *en bloc* entfernt, etwa nach dem gleichen Prinzip wie bei der Entfernung einer Neoplasie mit Resektionsrändern im gesunden Gewebe (**Abbildung 5**). Bei der *en bloc*-Technik ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass sämtliches Fremdmaterial einschließlich sämtlichen geschädigten oder kontaminierten Gewebes vollständig entfernt wird. Unabhängig von der angewendeten Technik wird das umgebende Gewebe nach der Entfernung des Fremdkörpers nach Bedarf weiter debridiert und gespült, und der Kanal wird entweder für eine Sekundärheilung offengelassen oder nach Einlegen einer Drainage chirurgisch verschlossen (11).

■ Einsatz von Antibiotika

Bei diesen Patienten stellt sich stets die Frage: Sind Antibiotika bei allen penetrierenden Verletzungen angezeigt? Penetrierende Wunden sind immer mit Bakterien und Debris kontaminiert, und das Infektionsrisiko steigt mit dem Ausmaß der Gewebeschädigung und dem Grad der Einschränkung der Gefäßversorgung. Antibiotika werden meist im Rahmen des chirurgischen Eingriffes verabreicht, ein sorgfältiges Debridement und eine gründliche Lavage sind jedoch ganz entscheidende Faktoren für die Senkung des Risikos der Umwandlung

einer Kontamination in eine Infektion, mit anderen Worten: Antibiotika können eine gute lokale Wundversorgung nicht ersetzen (3, 20)! Bei oberflächlichen, minimal kontaminierten und auf chirurgischem Weg gereinigten Wunden können Antibiotika postoperativ abgesetzt werden (3, 19). Eindeutig angezeigt sind postoperative Antibiotika jedoch bei Patienten mit ausgedehnter Gewebeschädigung, offenen Gelenken oder Frakturen, Knochenverletzungen, SIRS, eingeschränkter Immunfunktion oder bereits herrschender Infektion (1, 2, 19, 21). Bei Patienten zwischen diesen beiden Gruppen ist die Entscheidung weniger klar und muss auf individueller Basis getroffen werden. Dabei muss stets die Vermeidung eines unnötigen Einsatzes von Antibiotika im Fokus stehen, insbesondere im Hinblick auf die Problematik der Entstehung multiresistenter Keime. Bei Patienten mit infizierten Wunden basiert die Wahl des Antibiotikums letztlich auf den Ergebnissen aerober und anaerober Kulturen. Die aussagekräftigsten Ergebnisse erhält man durch die Kultur einer Gewebeprobe aus der Tiefe der Wunde, nicht ganz so zuverlässig sind die Ergebnisse einer Kultur purulenten Materials, und noch weniger wünschenswert ist die Kultur von Probenmaterial der Wundoberfläche, da hier mit zahlreichen Oberflächenkontaminanten zu rechnen ist.

■ Schlussfolgerung

Wichtig für eine sorgfältige und erfolgreiche Behandlung penetrierender Verletzungen ist die Berücksichtigung des sogenannten „Eisbergeffektes“. Ein frühzeitiges, vorbeugendes Debridement mit anschließender Lavage penetrierender Wunden verhindert die Entwicklung eines SIRS oder einer Sepsis einige Tage nach Eintritt der Verletzung. Kann eine Penetration der Bauchhöhle nicht ausgeschlossen werden, sollte aufgrund der Gefahr einer intestinalen Perforation stets eine abdominale Exploration durchgeführt werden.

Literatur

- Morgan M, Palmer J. Dog bites. *Brit Med J* 2008;334:413-417.
- Campbell BG. Surgical treatment for bite wounds. *Clin Brief* 2013;11:25-28.
- Pavletic MM, Trout NJ. Bullet, bite, and burn wounds in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2006;36:873-893.
- Holt DE, Griffin GM. Bite wounds in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2000;30:669-679, viii.
- Shamir MH, Leisner S, Klement E, et al. Dog bite wounds in dogs and cats: a retrospective study of 196 cases. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 2002;49:107-112.
- Griffin GM, Holt DE. Dog-bite wounds: bacteriology and treatment outcome in 37 cases. *J Am Anim Hosp Assoc* 2001;37:453-460.
- Risselada M, de Rooster H, Taeymans O, et al. Penetrating injuries in dogs and cats. A study of 16 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008;21:434-439.
- Scheepens ET, Peeters ME, L'Plattelier HF, et al. Thoracic bite trauma in dogs: a comparison of clinical and radiological parameters with surgical results. *J Small Anim Pract* 2006;47:721-726.
- Jordan CJ, Halfacree ZJ, Tivers MS. Airway injury associated with cervical bite wounds in dogs and cats: 56 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2013;26:89-93.
- Campbell BG. Dressings, bandages, and splints for wound management in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2006;36:759-791.
- Campbell BG. Bandages and drains. In: Tobias KM, Johnston SA (eds). *Veterinary Surgery: Small Animal* (1st ed) St. Louis: Elsevier, 2012;221-230.
- Tosti R, Rehman S. Surgical management principles of gunshot-related fractures. *Orthop Clin North Am* 2013;44:529-540.
- Fullington RJ, Otto CM. Characteristics and management of gunshot wounds in dogs and cats: 84 cases (1986-1995). *J Am Vet Med Assoc* 1997;210:658-662.
- Lisciandro GR. Abdominal and thoracic focused assessment with sonography for trauma, triage, and monitoring in small animals. *J Vet Emerg Crit Care* 2011;21:104-122.
- Kirby BM. Peritoneum and retroperitoneum. In: Tobias KM, Johnston SA (eds). *Veterinary Surgery: Small Animal* (1st ed) St. Louis: Elsevier, 2012;1391-1423.
- Bartels KE, Staie EL, Cohen RE. Corrosion potential of steel bird shot in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1991;199:856-863.
- Barry SL, Lafuente MP, Martinez SA. Arthropathy caused by a lead bullet in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 2008;232:886-888.
- Khanna C, Boermans HJ, Woods P, et al. Lead toxicosis and changes in the blood lead concentration of dogs exposed to dust containing high levels of lead. *Can Vet J* 1992;33:815-817.
- Morgan RV. Lead poisoning in small companion animals: an update (1987-1992). *Vet Hum Toxicol* 1994;36:18-22.
- Brown DC. Wound infections and antimicrobial use. In: Tobias KM, Johnston SA (eds). *Veterinary Surgery: Small Animal* (1st ed) St. Louis: Elsevier, 2012;135-139.
- Nicholson M, Beal M, Shofer F, et al. Epidemiologic evaluation of postoperative wound infection in clean-contaminated wounds: A retrospective study of 239 dogs and cats. *Vet Surg* 2002;31:577-581.
- Gall TT, Monnet E. Evaluation of fluid pressures of common wound-flushing techniques. *Am J Vet Res* 2010;71:1384-1386.

Magendilatation und -volvulus



■ Emma Donnelly, BSc VetSci (Hons), BVMS, MRCVS

Vets-Now Hospital, Glasgow, UK

Dr. Donnelly schloss ihr Tiermedizinstudium 2013 an der Glasgow University ab und besitzt darüber hinaus einen Abschluss in Pharmakologie. Zurzeit absolviert sie das erste Jahr einer Residency im Bereich Emergency and Critical Care bei Vets-Now, einer Einrichtung, die sich auf die Behandlung von Patienten außerhalb üblicher Sprechzeiten und Notfallpatienten spezialisiert hat und Filialen in ganz Großbritannien betreibt. Dr. Donnellys besonderes Interesse gilt der Notfallmedizin und der Inneren Medizin der Kleintiere.



■ Daniel Lewis, MA, VetMB, CertVA, Dipl. ACVECC, MRCVS

Vets-Now Hospital, Glasgow, UK

Nach Abschluss seines Tiermedizinstudiums an der Cambridge Vet School im Jahr 1995 war Dr. Lewis über fünf Jahre in der Gemischtpraxis tätig und erhielt in dieser Zeit ein Zertifikat für Veterinary Anaesthesia. Anschließend arbeitete er acht Jahre lang in einer Notfallklinik in Manchester. Danach absolvierte er eine Residency am Royal Veterinary College in London, die er 2011 mit einem Diplom für Emergency and Critical Care abschloss. Dr. Lewis schloss sich 2015 dem Team der Vets-Now Referrals an und interessiert sich insbesondere für die feline Medizin und septische Patienten.

■ Einleitung

Magendilatation und -volvulus (MDV-Syndrom) ist eine lebensbedrohliche Erkrankung, die eine sofortige Diagnose und eine unverzügliche Behandlung erfordert. Es werden zwar auch Fälle bei Katzen beschrieben, die Erkrankung kommt jedoch vorwiegend bei Hunden vor. Es handelt sich um eine gasige Magenerweiterung, kombiniert mit einer Rotation des Magens um seine Längsachse. Historisch betrachtet gelten die Mortalitätsraten unter betroffenen Patienten als hoch und liegen verschiedenen Studien zufolge zwischen 15

und 68 % (1-5). Mit dem zunehmend besseren Verständnis dieser Erkrankung besteht allerdings die Hoffnung, dass die Morbiditäts- und Mortalitätsraten in Zukunft sinken werden.

■ Prädisponierende Faktoren

Prädisponierende Faktoren des MDV-Syndroms liegen in den Bereichen der Genetik und der Umwelt. Am häufigsten tritt die Erkrankung bei großen Hunden und bei Riesenrassen auf, aber auch Hunde kleinerer Rassen können betroffen sein. Es gibt einige nachgewiesene Rasseprädispositionen für MDV. Zu den Rassen mit erhöhtem Risiko gehören unter anderem die Dogge, der Deutsche Schäferhund, der Pudel und der Irish Setter, diese Liste ist jedoch nicht erschöpfend. Einer Studie zufolge zeigt die Erkrankung die höchste Prävalenz beim Grand Bleu de Gascogne (6), einer Rasse also, die in der üblichen tierärztlichen Praxis eher selten vorgestellt wird. Unabhängig von der Rassezugehörigkeit steigt das Erkrankungsrisiko mit zunehmendem Alter. Eine Studie mit Fokus auf dem Irish Setter fand eine Erhöhung des Risikos um 33 % mit jedem Lebensjahr (7). Postuliert wird, dass eine altersbedingte Dehnung des *Ligamentum hepatogastricum* bei älteren Hunden zu einer erhöhten Beweglichkeit des Magens führt (8, 9). Ein erhöhtes MDV-Risiko besteht grundsätzlich bei jedem Hund mit einem ungünstigen Verhältnis von Thoraxtiefe zu Thoraxbreite, also bei Tieren mit einem schmalen und hohen Brustkorb. Mögliche Ursache ist die mit dieser Morphologie zusammenhängende anatomische Beziehung zwischen Magen und Speiseröhre, die das Austreten von Luft aus dem Magen erschwert (7). Auch eine ängstliche Grunddisposition gilt als prädisponierender Faktor und wird häufig von Besitzern betroffener Hunde beschrieben (8). Hunde, die von ihren Besitzern als „happy“ beschrieben werden, schienen dagegen weniger zu dieser Erkrankung zu neigen (7). Hunde mit

KERNAUSSAGEN

- **Magendilatation und -volvulus (MDV) ist eine lebensbedrohliche Erkrankung. Entscheidend für eine Reduzierung von Morbidität und Mortalität sind eine schnelle Diagnose und eine unverzügliche Behandlung.**
- **Die Pathophysiologie der Magendilatation ist sehr komplex und noch nicht vollständig geklärt.**
- **Die Dekompression des Magens ist von zentraler Bedeutung bei der Behandlung, entweder durch Legen einer Magensonde oder mittels perkutaner Trokarierung.**
- **Der Serumlactatspiegel ist ein hilfreicher Parameter für die Kontrolle des Ansprechens auf die Behandlung und gilt als positiver Indikator für das Überleben, wenn er innerhalb der ersten zwölf Stunden nach Behandlungsbeginn um mehr als 50 % sinkt.**

Verwandten ersten Grades (z. B. Eltern, unmittelbare Nachkommen oder Geschwister) mit einer MDV-Vorgeschichte gelten ebenfalls als Individuen mit höherem Erkrankungsrisiko (7). Alle diese genannten Faktoren sprechen für eine genetische Prädisposition dieser Erkrankung.

Ein erhöhtes MDV-Risiko wird zudem mit einigen Umweltfaktoren in Verbindung gebracht. Zu nennen sind hier in erster Linie diätetische Faktoren wie ein Fütterungsschema mit nur einer einzigen großen Mahlzeit täglich, das Füttern des Hundes aus einem erhöht platzierten Futternapf und bestimmte Zusammensetzungen der Nahrung, konkrete Ursache-Wirkungs-Beziehungen konnten bislang aber nicht bestätigt werden (10).

Beschrieben wird ein erhöhtes MDV-Risiko auch nach Splenektomie (11). Besagte Studie sieht jedoch keinen Zusammenhang zwischen der Ursache der Splenektomie und MDV, sondern postuliert vielmehr, dass das Entfernen der Milz einen freien Raum in der Bauchhöhle hinterlässt, in dem der Magen eine größere Bewegungsfreiheit hat und sich folglich eher drehen kann (12). Eine Milztorsion ist eine potenzielle Komplikation bei MDV-Patienten und entsteht wahrscheinlich dadurch, dass der rotierende Magen die über das *Ligamentum gastrolienale* mit ihm verbundene Milz mitzieht.

■ Pathophysiologie des MDV-Syndroms

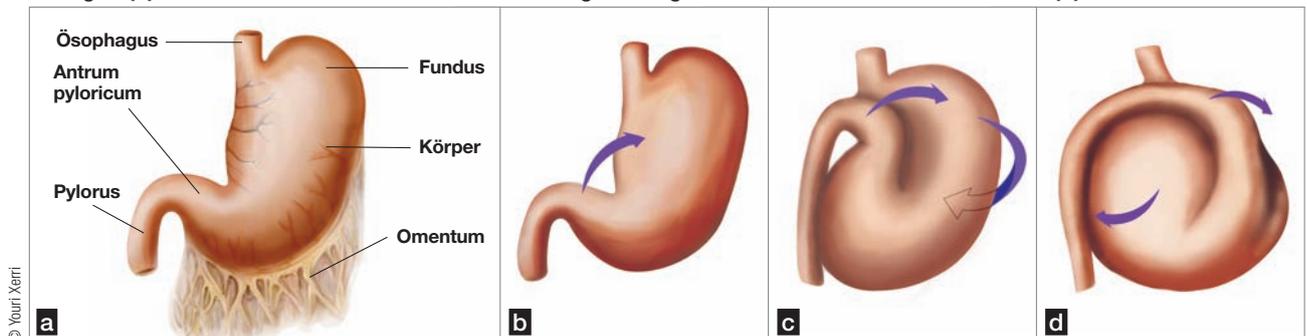
Die Pathophysiologie der Magendilatation ist sehr komplex und noch nicht vollständig geklärt. Unklar ist, ob die Dilatation vor oder nach dem Volvulus auftritt, da eine Dilatation auch ohne begleitende Drehung des Magens auftreten kann. Eine Studie analysierte die Zusammensetzung des Gases im Magen von Hunden mit MDV und postuliert, dass es sich bei der Gasansammlung nicht, wie bislang allgemein angenommen, um eine Folge von Aerophagie handelt, sondern vielmehr um das Ergebnis bakterieller Fermentationsprozesse (13). Es herrscht jedoch weiterhin Unklarheit über die tatsächliche Bedeutung von Aerophagie und Gasbildung bei MDV, und es gilt als durchaus möglich, dass beide Phänomene gleichzeitig auftreten. Unter Besitzern herrscht nach wie vor die weit verbreitete Meinung, dass vermehrtes „Luftabschlucken“ für MDV prädisponiert. Viele Besitzer bieten ihren Hunden das Futter deshalb aus einem erhöht positionierten Napf

an. In einer Studie wird aber gerade dieses erhöhte Aufstellen von Futternäpfen mit einem erhöhten MDV-Risiko bei Hunden größerer Rassen in Verbindung gebracht (14).

Bei gesunden Hunden liegt der Pylorus normalerweise im rechten kranialen Quadranten des Abdomens. Bei MDV verlagern sich Pylorus und Duodenum unter den Magen in Richtung der linken Seite des Abdomens. Anschließend wandert der Pylorus in dorsale Richtung und liegt schließlich oberhalb der Cardia (**Abbildung 1**). Die zunehmende Erweiterung des Magens ist der auslösende bzw. verstärkende Faktor für zahlreiche Komplikationen des MDV-Syndroms. So führt die Erweiterung unter anderem zu einem erhöhten intragastrischen Druck, der wiederum einen mechanischen Druck auf kleinere Blutgefäße in der Magenwand ausübt, diese komprimiert und dadurch die Durchblutung des Magenwandgewebes beeinträchtigt. Mögliche Folge ist die Entstehung nekrotischer Magenwandareale. Durch das Einklemmen des Duodenums zwischen dem erweiterten Magen und der linken Körperwand kommt es zu einer Störung der Pylorusfunktion, und es kann eine Obstruktion des Duodenums auftreten. Bei Patienten mit entsprechenden Symptomen einer Obstruktion müssen aber in jedem Fall auch andere zugrunde liegende Erkrankungen differenzialdiagnostisch in Betracht gezogen werden, wie zum Beispiel ein Fremdkörper, ein Ileus oder eine funktionelle Pylorusstörung.

Hunde mit MDV werden oft im Schock zur Untersuchung vorgestellt und können dabei gleichzeitig mehrere Schockformen aufweisen, z. B. einen obstruktiven, einen distributiven, einen kardiogenen und einen hypovolämischen Schock. Der erweiterte Magen kann den Blutfluss durch die *Vena cava caudalis* einschränken, so dass zum Herzen nur ein reduziertes Blutvolumen gelangt. Die Folgen sind eine reduzierte Vorlast und ein vermindertes Schlagvolumen, das wiederum einen Einfluss auf das Herzzeitvolumen hat – ein Phänomen, das oft als obstruktiver Schock beschrieben wird. Bei der Vorstellung zur Untersuchung zeigen diese Patienten oft eine ausgeprägte Tachykardie als kompensatorische Antwort des Organismus in einem Versuch, das physiologische Herzzeitvolumen aufrechtzuerhalten. Als auslösende Faktoren sollten bei tachykarden Tieren aber immer auch Stress und Schmerzen in Betracht gezogen werden (15).

Abbildung 1. Dieses Diagramm illustriert die Wanderung des Pylorus bei Hunden mit MDV-Syndrom (ventro-dorsale Ansicht). Beim gesunden Hund liegt der Pylorus im rechten kranialen Quadranten des Abdomens (**a**). Bei MDV wandert der Pylorus unter den Magen (**b**) und verlagert sich dann in dorsale Richtung, um schließlich im linken kranialen Abdomen zu liegen (**c**). Der Fundus wandert in ventrale Richtung und liegt schließlich im ventralen Abdomen (**d**).



Eine Erhöhung des venösen Drucks im Abdomen führt zu einer Sequestrierung von Blut in den Splanchnikusvenen und in den Portalvenen. Zusammen mit der Up-Regulation der induzierbaren Stickstoffmonoxid-Synthase (iNOS) und der Freisetzung vasoaktiver Cytokine als Folge der Magenentzündung führt diese zu peripherer Vasodilatation, die ein weiteres venöses Pooling („Versacken“ von Blut durch Weiterstellung venöser Kapazitätsgefäße) verursacht und den Zustand damit zusätzlich verschlimmert (15). In der Kombination führen diese Faktoren letztlich zur Entstehung eines distributiven Schocks.

Ein hypovolämischer Schock gehört bei diesen Patienten nicht zu den Hauptfaktoren. Wie erwähnt, kann es bei Patienten mit MDV aber auch zu einer Torsion der Milz kommen, die mit Zerreißungen der kurzen Magenarterien und -venen einhergehen und dadurch ein Hämoperitonium auslösen kann. Eine Abnahme der oralen Flüssigkeitsaufnahme kann zu einer Dehydratation beitragen, die bei diesen Patienten in der Regel aber nicht ausreichend substanzial ist, um signifikante Auswirkungen auf den Blutdruck zu haben (15).

Kardiale Störungen stehen bei Hunden mit MDV-Syndrom in engem Zusammenhang mit der Morbidität und Mortalität. Als Folge einer globalen Hypoperfusion kann sich eine myokardiale Ischämie entwickeln. Einige der infolge der Erkrankung freigesetzten proinflammatorischen Cytokine haben zudem einen direkten supprimierenden Effekt auf das Myokard. Veränderungen der elektrischen Aktivität im EKG-Monitoring können Hinweise auf bereits vorliegende Myokardschäden liefern (16). Darüber hinaus kann eine Überwachung der Troponinkonzentration im Serum Hinweise auf Herzschäden geben. Eine Zunahme der Konzentration dieses Biomarkers weist auf eine Verschlechterung der Prognose hin. Allerdings hat dieser Test nur einen eingeschränkten praktischen Nutzen, wenn die entsprechenden Proben zur Analyse erst an ein externes Labor geschickt werden müssen.

Herzrhythmiem und myokardiale Dysfunktionen treten Untersuchungen zufolge bei 40 % aller MDV-Patienten auf (1, 2, 15). Lebensbedrohliche Arrhythmien entstehen jedoch nicht unbedingt vor der chirurgischen Behandlung, sondern können sich noch bis zu 72 Stunden danach entwickeln. Einer Studie zufolge haben Hunde mit einer vor dem chirurgischen Eingriff diagnostizierten Herzrhythmie eine um 25-38 % höhere Mortalitätsrate (2). Das Vorhandensein einer Arrhythmie ist zwar nicht notwendigerweise ein entscheidender Faktor bei der Wahl zwischen chirurgischer Intervention oder Euthanasie, sollte aber im Rahmen der Anamnese und der vollständigen klinischen Untersuchung in jedem Fall berücksichtigt werden, um eine genauere Prognose stellen zu können.

Betroffene Patienten können Anzeichen einer Atemnot zeigen, wie zum Beispiel eine erhöhte Atemfrequenz oder eine vermehrte Atmungsanstrengung. Mögliche Ursache ist der raumfordernde Effekt des erweiterten Magens. Normalerweise bewegt sich das Zwerchfell bei der Inspiration in kaudale Richtung, der vergrößerte Magen verhindert dies aber (17). Die

Minderung des intrathorakalen Volumens kann zu einer Reduzierung des Atemzugvolumens und einem Missverhältnis zwischen Ventilation und Perfusion führen. Ein weiteres Risiko bei MDV-Patienten ist die Entstehung einer Aspirationspneumonie, die bereits vor der chirurgischen Intervention bestehen kann oder sich als postoperative Komplikation entwickelt und dann zu einer weniger günstigen Prognose führt. Im Falle einer hochgradig eingeschränkten Lungenfunktion infolge eines dieser beiden Probleme – reduziertes intrathorakales Volumen oder Aspirationspneumonie – kann eine Hypoxämie entstehen, die zu einer weiteren Verschlechterung des Allgemeinzustands des Patienten beiträgt.

■ Diagnose

Die Diagnose stützt sich im Allgemeinen auf das Signalement, den Vorbericht und die klinische Untersuchung. Besitzer betroffener Hunde beschreiben häufig ein unproduktives Würgen und Hypersalivation. Die ersten von Besitzern festzustellenden Symptome können jedoch eine auffällige Erweiterung des Abdomens und ein Kollaps sein. Bei der klinischen Untersuchung können Hinweise auf eine allgemeine Hypoperfusion auffallen, wie zum Beispiel eine Tachykardie, ein schwacher peripherer Puls und blasse Schleimhäute mit kapillären Rückfüllzeiten über zwei Sekunden. Bei Patienten mit Anzeichen eines distributiven Schocks können die Schleimhäute jedoch injiziert sein und eine schnelle kapilläre Rückfüllzeit aufweisen. Bei der Adspektion des Patienten kann eine deutliche Erweiterung des Abdomens auffallen, und bei der abdominalen Perkussion kann eine Tympanie festzustellen sein. Bei Hunden mit tiefem Brustkorb ist es zum Teil jedoch schwierig, zu bestimmen, ob der Magen tympanisch ist, weil er weitgehend innerhalb des Rippenbogens liegen kann (**Abbildung 2**).

Bildgebende diagnostische Verfahren bestätigen, ob eine Torsion oder lediglich eine Erweiterung des Magens vorliegt. Das ist vor allem deshalb wichtig, weil eine simple Erweiterung unter Umständen keine unmittelbare chirurgische Intervention erfordert. In der Regel führt eine einzelne rechtslaterale Röntgenaufnahme des Abdomens zur Bestätigung der Diagnose. Beim klassischen MDV-Syndrom erkennt man im Röntgenbild zwei deutliche gasgefüllte Strukturen im kranialen Abdomen (**Abbildung 3**). Bei der größeren Struktur handelt es sich um den Magenfundus, während sich der Pylorus als eine kleinere, dorsal gelegene, gasgefüllte Struktur darstellt. Diese beiden gasgefüllten Bereiche können durch ein im Röntgenbild sichtbares Band aus Weichteilgewebe voneinander getrennt sein. Zusätzlich zu den Aufnahmen des Abdomens sollten immer auch Thoraxröntgenaufnahmen angefertigt werden, da sie frühe Hinweise auf eine Aspirationspneumonie liefern können und somit gegebenenfalls einen frühzeitigen Einsatz von Antibiotika ermöglichen (18).

■ Initiale Therapie

Folgende initiale klinische Parameter müssen aufgezeichnet werden, um das Ansprechen auf die Behandlung beurteilen zu können: Herzfrequenz, Atemfrequenz, Pulsqualität, Schleimhautfarbe, kapilläre Rückfüllzeit und nach Möglichkeit der Blutdruck. So zeitnah wie möglich sollten ein großlumiger



© Dr. Elizabeth Welsh, Vets-Now

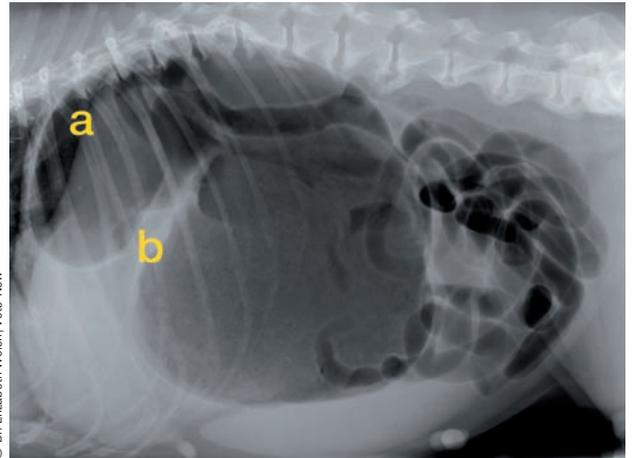
Abbildung 2. Dogge mit einem bei der Erstvorstellung bestätigtem MDV-Syndrom. Aufgrund des rassetypisch tiefen Brustkorbes ist die Erweiterung des Abdomens bei diesem Patienten visuell nicht zu erkennen.

Venenkatheter gelegt (normalerweise in die *V. cephalica*) und eine Flüssigkeitstherapie eingeleitet werden. Bei großen Hunden kann es sich jedoch als schwierig erweisen, das zur Erhöhung der Vorlast benötigte Flüssigkeitsvolumen ausreichend schnell über lediglich einen einzigen Katheter zu verabreichen. In diesen Fällen können zwei Venenkatheter gelegt werden, einer in jede *V. cephalica*. Die Rate der Flüssigkeitstherapie ist abhängig von den klinischen Befunden und möglicherweise vorhandenen weiteren zugrunde liegenden Erkrankungen. Im Allgemeinen werden jedoch kristalloide Lösungen in einer Infusionsrate von 90 ml/kg/Stunde (Schockrate) empfohlen, wobei vitale Parameter während der initialen Flüssigkeitstherapie alle 15 Minuten gemessen werden müssen. Unter Umständen ist es besser, kleinere Volumina als Boli zu verabreichen (z. B. 20 ml/kg über 15 Minuten) und die gewählte Dosierung auf der Grundlage regelmäßiger und häufiger Kontrolluntersuchungen individuell anzupassen. Zusätzlich sollte so früh wie möglich eine Schmerzbekämpfung mit einem reinen Opioidagonisten (z. B. Methadon 0,2-0,3 mg/kg IV) eingeleitet werden (19).

Eine schnelle Dekompression des erweiterten Magens ist von ganz entscheidender Bedeutung, weil die Risiken einer Hypoxämie bei diesen Patienten immens hoch sind. Geeignete Methoden zur Dekompression eines erweiterten Magens sind das Legen einer Magensonde oder eine perkutane Trokarierung. Eine Studie vergleicht diese beiden Dekompressionsmethoden und kommt zu dem Ergebnis, dass keines dieser Verfahren eine hohe Komplikationsrate aufweist und beide Techniken erfolgreich sind (20). Eine chirurgische Intervention sollte eingeleitet werden, sobald die klinische Untersuchung eine ausreichende Stabilität des Patienten bestätigt. Stabilitätskriterien sind unter anderem die Besserung der Tachykardie und eine Normalisierung kardiovaskulärer Parameter.

■ Laborbefunde

Eine grundlegende Blutuntersuchung sollte so schnell wie möglich durchgeführt werden. Die minimale Datenbasis



© Dr. Elizabeth Welsh, Vets-Now

Abbildung 3. Eine rechtslaterale abdominale Röntgenaufnahme bestätigt MDV. Der Pylorus ist die kleinere gasgefüllte Struktur (a), abgegrenzt gegen den Magenfundus durch ein Weichteilgewebeband (b). In diesem Fall trennt das Weichteilgewebeband die beiden gasgefüllten Strukturen nicht vollständig.

umfasst den Hämatokrit, das Gesamtprotein, Blutharnstoffstickstoff (BUN), Blutglukose und einen Blutausschick. Hilfreich sind zudem die Lactatkonzentration im Serum, ein Elektrolytspiegel und eine Blutgasanalyse. Zu diesem Zeitpunkt kann auch ein hämatologisches und biochemisches Profil erstellt werden, das zwar wahrscheinlich nicht zu Veränderungen der notwendigen Notfallbehandlung führt, aber einen wertvollen Baseline-Status liefert und im Falle initial abnormer Werte zu einem geeigneten späteren Zeitpunkt erneut bestimmt werden sollte.

Der Serumlactat Spiegel ist ein hilfreicher Parameter für die Kontrolle des Ansprechens auf die Behandlung. Bei der Interpretation der initialen Lactatwerte ist jedoch Vorsicht geboten. Erhöhte Serumlactatwerte lassen zwar nachweislich keine Rückschlüsse auf eine Magennekrose oder die Prognose zu, sinkt die Konzentration aber innerhalb der ersten zwölf Stunden nach Behandlungsbeginn um mehr als 50 %, gilt dies als positiver Indikator für das Überleben (21).

Erhöhte BUN- und Creatininkonzentrationen können auf eine eingeschränkte Nierenfunktion hinweisen. Eine Unterscheidung zwischen prärenal und renal Azotämie ist zu diesem Zeitpunkt jedoch schwierig. Sind diese Parameter bei der initialen Untersuchung erhöht, sollten sie im Anschluss an die Korrektur der Hypoperfusion erneut kontrolliert werden, da Patienten mit MDV-Syndrom eine akute Nierenerkrankung entwickeln können. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass die mit dieser Erkrankung einhergehende Abnahme des zirkulierenden Volumens zu einer herabgesetzten Nierenperfusion und zu einer Ischämie des Nierengewebes führt. Nach Wiederherstellung der Perfusion werden reaktive Sauerstoff- und Stickstoffarten gebildet, die zur Entstehung von Ischämie-Reperfusionsschäden (IRI) führen können. Das Risiko der Entstehung von Nierenschäden ist zudem ein triftiger Grund, den Einsatz von COX-1- und COX-2-Hemmern bei MDV-Patienten zu vermeiden.

Elektrolytstörungen, meist Hypokaliämie und Hypochlorämie, können in diesem Stadium ebenfalls nachzuweisen sein. Veränderungen des Säure-Basen-Gleichgewichts sind oft sehr komplexer Natur, und in der Regel generieren Elektrolyt- und Perfusionsstörungen eine mittel- bis hochgradige metabolische Azidose. Die Fähigkeit des Patienten, diese Azidose durch Generierung einer respiratorischen Alkalose mittels Hyperventilation zu kompensieren, ist in vielen Fällen durch die platzraubende Magenerweiterung eingeschränkt. Die mögliche Folge ist eine tiefgreifende gemischte respiratorische und metabolische Azidose. Die oben genannten Behandlungsmaßnahmen, eine Trokarierung des Magens sowie eine aggressive intravenöse Flüssigkeitstherapie sollten die Linderung dieser metabolischen Probleme jedoch unterstützen.

■ Chirurgische Behandlung

Die Durchführung einer Prämedikation und die Gabe von Arzneimitteln zur Anästhesieeinleitung liegen im Ermessen des behandelnden Tierarztes. Methadon führt in der Regel zu einer guten initialen Schmerzlinderung. Die Aufrechterhaltung der Allgemeinanästhesie sollte mit Isofluran oder Sevofluran erfolgen. Lachgas ist bei MDV-Patienten zu vermeiden, da es in gasgefüllten Räumen akkumuliert und die Magenerweiterung somit zusätzlich verstärken kann. Da während bzw. nach Korrektur der Position des Magens die Gefahr einer Regurgitation besteht, sollte stets eine geeignete Absaugung bereitstehen. Zudem empfiehlt sich die Gabe von Omeprazol (1mg/kg IV) vor der Einleitung der Anästhesie zur Minderung des Risikos eines gastroösophagealen Refluxes, eines bekannten Risikofaktors für Ösophagitis und die postoperative Entstehung einer Ösophagusstriktur (17).

Ziel des chirurgischen Eingriffes ist das Zurückrotieren des Magens in seine physiologische anatomische Position. Im typischen Fall handelt es sich um eine Drehung im Uhrzeigersinn (aus der hinter dem Hund stehenden Position betrachtet). Nach Inzision der Bauchwand blickt der Chirurg in der Regel auf den vom Omentum bedeckten Magen. Eine gasige Erweiterung des Magens kann an dieser Stelle problemlos mit einer Kanüle und einer chirurgischen Absaugung drainiert werden. Der Chirurg lokalisiert nun den Pylorus (oft dorsal auf der linken Seite des Abdomens zu finden) und ergreift ihn mit einer Hand, während die andere Hand den Magenfundus greift. Der Fundus wird nun nach unten in Richtung Operationstisch geschoben, während der Pylorus nach oben in Richtung Inzision und hinüber auf die rechte Seite des Abdomens gezogen wird. Mit Hilfe dieses simultanen Schiebens und Ziehens sollte der Magen zurück in seine anatomisch korrekte Position zu verlagern sein (**Abbildung 4**).

Nach der Korrektur seiner Position sollte der Magen an der Bauchwand fixiert werden, um eine Retorsion zu verhindern. Beschrieben werden verschiedene Techniken der Gastropexie, am häufigsten zum Einsatz kommt jedoch die „inzisionale Gastropexie“. Hierfür wird eine Inzision parallel zur Längsachse des Magens auf Höhe des *Antrum pyloricum* in die seromuskuläre Schicht der Magenwand gesetzt. Eine zweite Inzision gleicher Länge erfolgt im rechten *M. transversus abdominis*. Beide Inzisionen werden dann mit absorbierbarem, monofilem Nahtmaterial



© Davinia Arnett, Veis-Now

Abbildung 4. Der Chirurg korrigiert die Magendrehung.

adaptiert, mit dem Ziel der Bildung einer permanenten Adhäsion, die eine Retorsion des Magens in der Zukunft verhindern soll (22).

■ Komplikationen mit Einfluss auf die Prognose

Beim chirurgischen Eingriff werden zunächst die Farbe des Magens, die Dicke der Magenwand und ihre Blutversorgung sowie die Viabilität des Gewebes beurteilt. Nekrotische Bereiche oder Areale mit offensichtlich eingeschränkter Viabilität werden reseziert. Auch die Milz wird untersucht, und im Falle sichtbarer Schädigungen der Milzarterie oder -vene oder bei aktiver Blutung splenektomiert. Patienten mit Magenwandresektion oder Splenektomie zeigen eine signifikant erhöhte postoperative Mortalität. Eine Studie fand heraus, dass eine partielle Gastrektomie zwar nicht mit einem erhöhten Todesrisiko assoziiert ist, aber mit einem erhöhten Risiko postoperativer Komplikationen einhergeht (3). Patienten mit hochgradiger und/oder ausgehnter Magenwandnekrose, bei denen eine Resektion nicht in Frage kommt, müssen euthanasiert werden. Betont werden sollte an dieser Stelle, dass es sich bei der Euthanasie in einigen Fällen um die bevorzugte Option handeln kann, entweder wegen finanzieller Einschränkungen auf Seiten der Besitzer oder aufgrund der Hochgradigkeit begleitender Erkrankungen. Die Aufgabe des behandelnden Tierarztes ist es, vor der Entscheidung pro oder kontra chirurgische Behandlung zunächst sämtliche Risiken, potenzielle Kosten und zu erwartende Behandlungsergebnisse ausführlich mit den Besitzern zu besprechen.

■ Postoperative Nachsorge

Patienten, die vor der Anästhesie eine hochgradige Hypoperfusion aufweisen, brauchen oft eine lang andauernde postoperative Erholungsphase und benötigen eine intensive unterstützende Nachsorge. Nach der Wiederherstellung der Perfusion besteht die Gefahr der Entwicklung von Ischämie-Reperfusionsschäden, die mit einer erhöhten Mortalität einhergehen. Ursache ist die Entwicklung von Arrhythmien infolge von dabei entstehenden Myokardschäden. Das regelmäßige EKG-Monitoring des Patienten sollte auch über die gesamte postoperative Phase fortgesetzt werden, da Herzarrhythmien häufig erst nach der Behandlung eines MDV-Syndroms entstehen. Am

häufigsten handelt es sich um Arrhythmien ventrikulären Ursprungs, es werden aber auch supraventrikuläre Arrhythmien festgestellt. Bei Patienten mit signifikanten Arrhythmien ist die Behandlung der Wahl die Gabe von Lidocain als Bolus von 2 mg/kg (wiederholt bis zu einer Gesamtdosis von 8 mg/kg), gefolgt von einer Dauerinfusion (25-75 µg/kg/Minute). In mindestens einer Studie wurde die vorbeugende Gabe von Lidocain bei Hunden mit MDV-Syndrom untersucht (23). Als Bolusinjektion vor der Dekompression des Magens und vor der Einleitung der Flüssigkeitstherapie reduziert Lidocain Ischämie-Reperfusionsschäden, senkt das Risiko der Entwicklung von Komplikationen und sorgt für eine reduzierte Mortalitätsrate.

Patienten mit ausgedehnter Magenwandresektion können von einer ösophagealen Ernährungssonde profitieren. Postoperative Nausea kann medikamentös behandelt werden, z. B. mit Maropitant. Art und Intensität der begleitenden Schmerztherapie hängen von der Situation des einzelnen Patienten ab. Opiode wie Methadon können in der unmittelbar postoperativen Phase verabreicht werden. Im weiteren Verlauf sollte die Behandlung nach Möglichkeit jedoch auf Buprenorphin umgestellt werden. NSAIDs sind aufgrund der Risiken einer Schädigung der Magenwand und der Gefahr einer renalen Dysfunktion zu vermeiden. Die Flüssigkeitstherapie sollte postoperativ so lange fortgesetzt werden, bis der Patient wieder freiwillig Nahrung und Trinkwasser aufnimmt.

Literatur

1. Brockman DJ, Washabau RJ, Drobatz KJ. Canine gastric dilatation-volvulus syndrome in a veterinary critical care unit: 295 cases (1986-1992). *J Am Vet Med Assoc* 1995;207:460-464.
2. Bourman JD, Schertel ER, Allen DA, et al. Factors associated with perioperative mortality in dogs with surgically managed gastric dilatation-volvulus: 137 cases (1988-1993). *J Am Vet Med Assoc* 1996;208:1855-1858.
3. Beck JJ, Staatz AJ, Pelsue DH, et al. Risk factors associated with short-term outcome and development of perioperative complications in dogs undergoing surgery because of gastric dilatation-volvulus; 166 cases (1992-2003). *J Am Vet Med Assoc* 2006;299:1934-1939.
4. Muir WW. Gastric dilatation-volvulus in the dog, with emphasis on cardiac arrhythmias. *J Am Vet Med Assoc* 1982;180:739-742.
5. Glickman LT, Lantz GC, Schellenberg DB, et al. A prospective study of survival and recurrence following the acute gastric dilatation volvulus syndrome in 136 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1998;34(3):253-259.
6. Evans KM, Adams VJ. Mortality and morbidity due to gastric dilatation-volvulus syndrome in pedigree dogs in the UK. *J Small Anim Pract* 2010;51:376-381.
7. Schellenberg DB, Yi Q, Glickman NW, et al. Influence of thoracic conformation and genetics on the risks of gastric dilatation and volvulus in Irish Setters. *J Am Anim Hosp Assoc* 1998;34:64-73.
8. Bell JS. Inherited and predisposing factors in the development of gastric dilatation and volvulus in dogs. *Topics Comp Anim Med* 2014;29(3):60-63.
9. Hall JA, Willer RI, Seim HB, et al. Gross and histological evaluation of hepatogastric ligaments in clinically normal dogs and dogs with gastric dilatation-volvulus. *Am J Vet Res* 1995;56:1611-1614.
10. Raghavan M, Glickman NW, Glickman LT. The effect of ingredients in dry dog foods on the risk of gastric dilatation-volvulus in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2006;42:28-36.
11. Sartor AJ, Bentley AM, Brown DC. Association between previous splenectomy and gastric dilatation-volvulus in dogs: 453 cases (2004-2009). *J Am Vet Med Assoc* 2013;242:1381-1384.
12. Millis DL, Nemzek J, Riggs C. Gastric dilatation-volvulus after splenic torsion in two dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1995;207:314-315.
13. Van Kruiningen HJ, Gargamelli C, Havier J, et al. Stomach gas analyses in canine acute gastric dilatation and volvulus. *J Vet Intern Med* 2013;27:1260-1261.
14. Glickman LT, Glickman NW, Schellenberg DB, et al. Non-dietary risk factors for gastric dilatation-volvulus in large and giant breeds of dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2000;217(10):1492-1499.
15. Sharp CR, Rozanski EA. Cardiovascular and systemic effects of gastric dilatation and volvulus in dogs. *Topics Comp Anim Med* 2014;29(3):67-70.
16. Adamik KN, Burgener IA, Kovacevic A, et al. Myoglobin as a prognostic indicator for outcome in dogs with gastric dilatation and volvulus. *J Vet Emerg Crit Care* 2009;19(3):247-253.
17. Sharp CR. Gastric dilatation-volvulus. In: Silverstein DC, Hopper K (eds). *Small Animal Critical Care Medicine*. Missouri, Elsevier Inc. 2009;584-588.
18. Green JL, Cimino Brown D, Agnello KA. Preoperative thoracic radiographic findings in dogs presenting for gastric dilatation-volvulus (2000-2010): 101 cases. *J Vet Emerg Crit Care* 2012;22:595-600.
19. Ramsay I. *BSAVA Small Animal Formulary 8th Ed.* Gloucester: BSAVA 2014;248-249.
20. Goodrich ZJ, Pavell L, Hulting KJ. Gastric decompression. *J Small Anim Pract* 2013;54:75-79.
21. Green TI, Tonozzi CC, Kirby R, et al. Evaluation of plasma lactate values as a predictor of gastric necrosis and initial and subsequent plasma lactate values as a predictor of survival: 84 dogs (2003-2007). *J Vet Emerg Crit Care* 2011;21(1):36-44.
22. Radlinsky MAG. Gastric Dilatation-volvulus. In: Fossum TW (ed). *Small Animal Surgery* (4th ed) Missouri: Mosby, Inc. 2013;482-487.
23. Bruchim Y, Itay S, Shira BH, et al. Evaluation of lidocaine treatment on frequency of cardiac arrhythmias, acute kidney injury and hospitalization time in dogs with gastric dilatation volvulus. *J Vet Emerg Crit Care* 2012;22:419-427.
24. Monnet E. Gastric dilatation-volvulus syndrome in dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2003;33(5):987-1005.

■ Schlussfolgerungen

Besitzer von Tieren mit MDV-Syndrom müssen verstehen, dass eine Gastropexie zwar die Risiken einer erneuten Magendrehung reduziert, aber keineswegs sämtliche postoperative Risiken und Komplikationen ausschließen kann. So können Patienten auch nach einer Gastropexie eine Magenerweiterung ohne begleitende Magendrehung entwickeln und müssen in einigen Fällen gezielt medikamentös behandelt werden. Metoclopramid kann bei diesen Patienten vorteilhafte Wirkungen haben, eindeutige Evidenzen liegen diesbezüglich bis heute aber nicht vor. Zu beachten ist, dass Untersuchungen zufolge das MDV-Rezidivrisiko bei Hunden nach Gastropexie unter 5 % liegt (5), während Hunde nach chirurgischer Korrektur einer Magendrehung ohne Gastropexie ein Rezidivrisiko von bis zu 80 % aufweisen (24).

Auf lange Sicht sollten sämtliche prädisponierenden Umweltfaktoren (z. B. Fütterung einer einzigen großen Mahlzeit täglich) ausgeschaltet werden, um das Rezidivrisiko so weit wie möglich zu senken. Da es sich in vielen Fällen aber um eine multifaktorielle Erkrankung handelt, ist es unter Umständen nicht möglich, sämtliche prädisponierenden Faktoren dauerhaft zu eliminieren. Jeder Einzelfall muss diesbezüglich individuell analysiert werden. Hunde mit hohem rassebedingtem Risiko können von einer laparoskopisch oder via Laparotomie durchgeführten prophylaktischen Gastropexie profitieren.

Thoraxtrauma



■ Manuel Jiménez Peláez, LV, MRCVS, Dipl. ECVS

European Specialist in Small Animal Surgery, Aúna Especialidades Veterinarias Hospital de Referencia, Valencia, Spanien
Dr. Jiménez Peláez schloss sein Studium 1999 an der Facultad de Veterinaria de Córdoba ab und ist European Specialist in Small Animal Surgery. Er hat 13 Jahre lang als Chirurg in französischen und englischen Überweisungskliniken gearbeitet, bevor er 2013 nach Spanien zurückkehrte. Dr. Paláez ist einer der Gründungspartner und Manager einer multidisziplinären tierärztlichen Klinik, in der er gegenwärtig in den Bereichen Weichteilchirurgie, traumatologische Orthopädie und Neurochirurgie tätig ist. Er ist regelmäßiger Referent auf nationalen und internationalen Kongressen und Autor und Herausgeber zahlreicher Publikationen.



■ Lucía Vicens Zanoquera, LV

Aúna Especialidades Veterinarias Hospital de Referencia, Valencia, Spanien

Dr. Vicens Zanoquera schloss ihr Studium 2011 an der Facultad de Veterinaria de Zaragoza in Spanien ab und erhielt ihre Postgraduiertenqualifikation an der Kleintierklinik der Universidad Autónoma de Barcelona. Im Rahmen ihrer Residency arbeitete sie an führenden tierärztlichen Kliniken in verschiedenen Ländern und absolviert zurzeit ein Internship in einer großen interdisziplinären tierärztlichen Klinik in Valencia, Spanien.

KERNAUSSAGEN

- Patienten mit Thoraxtrauma werden in der Kleintierpraxis regelmäßig vorgestellt und sollten immer als Notfälle behandelt werden.
- Ein Pneumothorax muss bei jedem Patienten mit Thoraxtrauma in Betracht gezogen werden, bis dieser sicher ausgeschlossen werden kann.
- Eine beidseitige Thorakozentese ist bei Patienten mit Pneumothorax sowohl diagnostisch als auch therapeutisch einsetzbar und muss stets vor der Anfertigung von Röntgenaufnahmen durchgeführt werden.
- Hämothorax kommt bei Tieren selten vor, Thoraxtraumata können jedoch zu signifikanten Blutverlusten in die Pleurahöhle hinein führen.
- In den meisten Fällen erfordert ein Hämothorax infolge eines geschlossenen Traumas keine chirurgischen Maßnahmen und kann konservativ behandelt werden.
- Bissverletzungen im Thoraxbereich können sehr problematisch sein. Selbst ohne Hautperforation können einige Bisse massive innere Verletzungen hervorrufen. Eine chirurgische Exploration sämtlicher Bisswunden ist obligatorisch.
- Hochgradige Schmerzen aufgrund von Rippenfrakturen und Schädigungen der Lunge tragen zu Hypoventilation bei. Ein gutes Schmerzmanagement ist bei diesen Patienten von entscheidender Bedeutung.

■ Einleitung

Patienten mit Thoraxtrauma werden in der Kleintierpraxis regelmäßig vorgestellt und sollten immer als Notfälle behandelt werden. Häufig sind diese Traumata Folgen eines Verkehrsunfalls (11-40 % aller Fälle) (1), und in vielen Fällen weisen betroffene Patienten zusätzlich Frakturen auf (20-60 %) (2, 3). Neben Verkehrsunfällen und anderen stumpfen Traumata, wie z. B. Trittsverletzungen, sind Bisse anderer Tiere sowie penetrierende Pfählungsverletzungen, Messerstiche und Schussverletzungen etc. die häufigsten Ursachen. Zum Zeitpunkt der Aufnahme zeigen viele Patienten mit Thoraxtrauma unter Umständen jedoch keine Symptome und/oder sichtbare Verletzungen. Klinische Symptome können aber auch 24 bis 48 Stunden nach Eintritt des traumatischen Ereignisses auftreten und fortschreiten. Thoraxtraumata werden als „offen“ (z. B. durch Messer, Bisse, Projektile) (**Abbildung 1**) oder „geschlossen“ (z. B. nach Sturz, Verkehrsunfall) klassifiziert.

Bei Patienten mit hochgradigen oder multiplen Verletzungen kann es notwendig sein, den Vorbericht zunächst zu verschieben und erst während oder nach der initialen Stabilisierung des Patienten zu erheben. Nichtsdestotrotz kann ein detaillierter Vorbericht viele hilfreiche Informationen liefern. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei die Zeitdauer zwischen dem Eintritt des traumatischen Ereignisses und der Vorstellung des Patienten zur Untersuchung. Eine vollständige und ausführliche klinische Untersuchung ist von ganz wesentlicher Bedeutung und sollte insbesondere den Atemtrakt und das Herz-Kreislaufsystem in den Mittelpunkt stellen. Obligatorisch ist zudem eine detaillierte Untersuchung des gesamten Thorax, einschließlich Adspektion, Palpation, Perkussion und Auskultation. Falls erforderlich, muss der gesamte Bereich geschoren bzw. rasiert werden, insbesondere bei Patienten mit offenen Verletzungen (**Abbildung 2**). Beurteilt werden

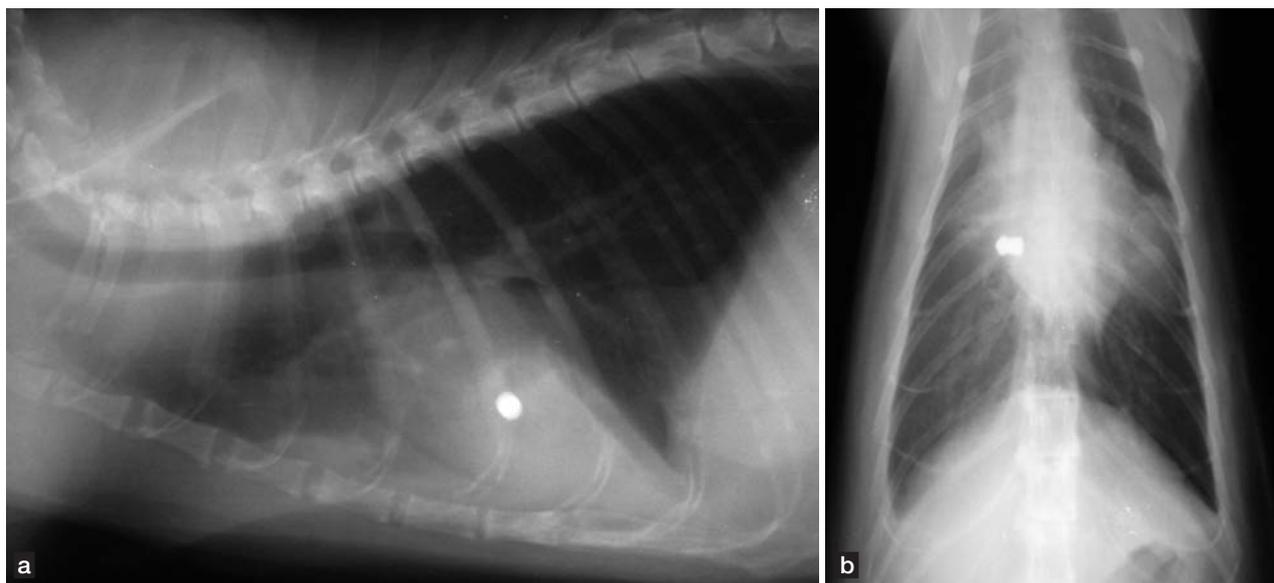


Abbildung 1. Diese lateralen (a) und ventrodorsalen (b) Röntgenaufnahmen zeigen eine Schrotkugel aus Blei im Myokard einer Katze.

darüber hinaus die Schleimhäute, die kapilläre Rückfüllzeit, der arterielle Blutdruck und der mentale Zustand des Patienten. Notiert werden sämtliche abweichenden neurologischen Befunde und jegliche Abweichung der physiologischen Körperhaltung. Die initiale unterstützende Therapie sollte der ABC-Regel aus der Notfallmedizin folgen:

- **A** („Airway maintenance“): Atemwege freimachen und offenhalten, Sauerstofftherapie

Abbildung 2. Yorkshire Terrier mit multiplen Thoraxverletzungen nach einer Auseinandersetzung mit einem anderen Hund. Der Patient wurde stabilisiert und der Thorax rasiert, um eine Reinigung und Beurteilung der Verletzungen zu ermöglichen. Das unverzügliche und richtige Handeln des Tierarztes führte bei diesem Patienten zu einer vollständigen Erholung.



- **B** („Breathing support“): Atmung/Thoraxwand unterstützen
- **C** („Cardiovascular and circulatory support“): Herzkreislaufsystem unterstützen

Hypoxie und Hämorrhagie sind zwei der Haupttodesursachen bei polytraumatisierten Patienten. Wenn ein Patient im Schock vorgestellt wird und keine Anzeichen für eine äußere Blutung vorliegen, sollte stets eine innere Blutung in Betracht gezogen und Abdomen und Thorax einer sorgfältigen Untersuchung unterzogen werden (4).

■ Initiale Maßnahmen und Stabilisierung

Dieser Artikel beleuchtet den traumatischen Pneumothorax und Hämothorax sowie Verletzungen der Brustwand. Bei der initialen Beurteilung eines Patienten mit Thoraxtrauma müssen fünf Kernpunkte berücksichtigt werden:

1. Sauerstoffsupplementierung: Wichtig ist ein vorsichtiges und schonendes Handeln, um iatrogenen Stress so weit wie möglich zu minimieren. Sauerstoff kann per Maske (nur initial), über eine Kammer oder einen Nasenkatheter zugeführt werden.
2. Wiederherstellung des intrathorakalen Unterdrucks: Bei einem Tier mit Dyspnoe erfolgt eine beidseitige Thorakozentese zur Entfernung sämtlicher freier Luft oder Flüssigkeit. Im Anschluss werden Thoraxröntgenaufnahmen angefertigt. Liegt eine penetrierende Verletzung vor, wird der gesamte Bereich rasiert, gereinigt und mit einem gepolsterten, nicht-kompressiven, hermetisch abschließenden Verband abgedeckt.
3. Hämodynamische Stabilisierung: Ein oder zwei intravenöse Katheter werden gelegt, eine Blutprobe zur Analyse

wird entnommen und eine Flüssigkeitstherapie wird eingeleitet. Falls erforderlich (z. B. bei hochgradiger Hypotonie), wird Flüssigkeit intraossär verabreicht.

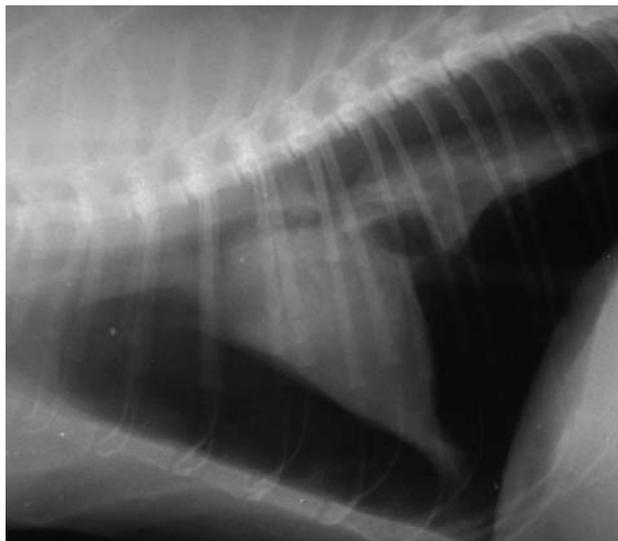
4. Multimodale Schmerztherapie: Schmerzkontrolle ist sehr wichtig. Opiode sind oft die erste Wahl bei der Aufnahme des Patienten. Eine Dauertropfinfusion mit einer Mischung aus Morphin, Lidocain und Ketamin („MLK“) kann ebenfalls sehr gut wirksam sein.
5. Breitspektrumantibiotika: Betroffene Patienten sollten Antibiotika wie Cefazolin oder potenziertes Amoxicillin erhalten, bei offenen Traumata vorzugsweise auf intravenösem Weg (5).

Chirurgische Eingriffe sollten in der Regel erst dann durchgeführt werden, wenn der Patient stabil ist (oder so stabil wie möglich). Die häufigsten Indikationen für eine chirurgische Intervention sind (6-9):

- Sämtliche penetrierenden Verletzungen des Thorax.
- Ein fortschreitendes Emphysem an Hals und Thorax.
- Eine Schädigung innerer Organe oder unkontrollierbare Blutungen.
- Ein fortschreitender Pneumothorax, der mittels Thorakozentese oder Thoraxdrainage nicht unter Kontrolle zu bringen ist.
- Lungenkontusionen, die sich trotz Behandlung/mechanischer Beatmung verschlechtern.
- Eine Kommunikation zwischen Pleurahöhle und Peritonealhöhle.

Zum letzten Punkt ist anzumerken, dass Zwerchfellsrupturen in der Regel eher durch abdominale als durch thorakale Traumata entstehen. Zweifellos können Zwerchfellshernien

Abbildung 3. Laterale Thoraxröntgenaufnahme einer Katze mit hochgradigem Pneumothorax nach einem Sturz aus großer Höhe.



© Manuel Jiménez Peláez

aber signifikante sekundäre thorakale Probleme verursachen, eine Beschreibung ihrer Behandlung würde den Rahmen dieses Artikels jedoch sprengen.

■ Traumatischer Pneumothorax

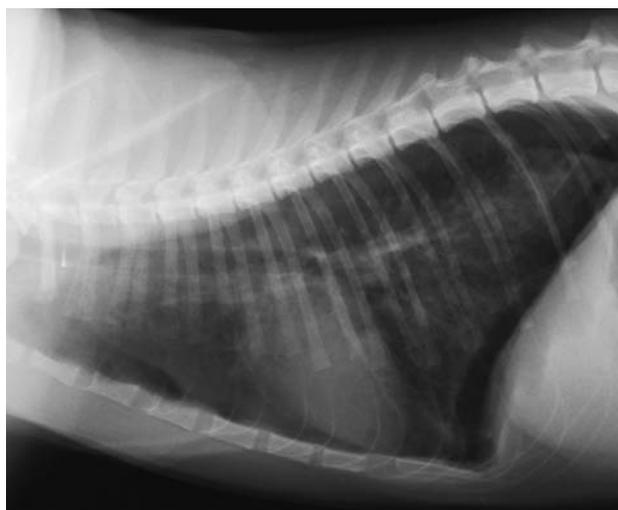
Pneumothoraxe werden in „offen“ und „geschlossen“ unterteilt (**Abbildung 3**) (8, 10, 11). Bei einem offenen Pneumothorax handelt es sich um eine Verletzung der Brustwand mit Kommunikation zwischen Pleurahöhle und äußerer Umgebung. Ein geschlossener Pneumothorax entsteht, wenn Luft über eine Verletzung der Lunge oder des Mediastinums in die Pleurahöhle gelangt, eine Kommunikation mit der äußeren Umgebung besteht hier nicht. In einigen Fällen kann die Verletzung wie ein Ventil wirken, so dass Luft in die Pleurahöhle eindringen, aber nicht mehr austreten kann – es entsteht ein sogenannter Spannungspneumothorax. In allen diesen Fällen führt die Akkumulation von Luft zu einer Druckerhöhung in der Pleurahöhle, die wiederum eine Begrenzung der Lungenexpansion und des venösen Rückflusses zur Folge hat und damit sowohl das respiratorische als auch das kardiovaskuläre System erheblich beeinträchtigt (6, 7). Bei der Vorstellung zur Untersuchung zeigen betroffene Tiere meist ein oberflächliches, restriktives Atmungsmuster und je nach Grad des Pneumothorax eine Dyspnoe.

Bei allen Traumapatienten muss ein Pneumothorax in Betracht gezogen werden, bis dieser sicher ausgeschlossen werden kann (6). Eine beidseitige Thorakozentese – in der Regel am besten durchführbar am Patienten in Sternallage – ist sowohl diagnostisch als auch therapeutisch einsetzbar und muss stets vor der Anfertigung von Röntgenaufnahmen durchgeführt werden (**Abbildung 4**). Besser ein negatives Thorakozenteseergebnis als ein totes Tier auf dem Röntgentisch!

Abbildung 4. Thorakozentese mit Hilfe einer Butterfly-Kanüle und einem Dreivegehahn bei einem Hund nach Verkehrsunfall.



© Manuel Jiménez Peláez



© Manuel Jiménez Peláez

Abbildung 5. Laterale Thoraxröntgenaufnahme einer Katze mit Pneumothorax und Lungenkontusionen nach einem Sturz.



© Manuel Jiménez Peláez

Abbildung 6. Drainage eines traumatischen Hämorthorax mit Hilfe eines großlumigen Katheters und eines Dreivegehahns.

Ein geschlossener Pneumothorax erfordert in der Regel keine chirurgische Intervention. Oft sind diese Fälle selbstlimitierend und können mit Hilfe einer nach Bedarf wiederholten Thorakozentese behandelt werden – Art und Häufigkeit der Behandlung sollten sich dabei an einer regelmäßigen klinischen Beurteilung orientieren (6, 7). Persistieren die Symptome trotz wiederholter Thorakozentese (z. B. mehr als 2-3 Mal pro Tag und/oder über mehr als zwei Tage) oder werden übermäßige Flüssigkeitsmengen gewonnen (> 2 ml/kg/Tag), sollte das Einsetzen einer Thoraxdrainage in Betracht gezogen werden.

Besteht bei einem Patienten mit Pneumothorax die Indikation für eine chirurgische Intervention, hängt der chirurgische Zugang in erster Linie von der Lokalisation der Verletzung ab. Bei einseitiger Verletzung ist eine laterale Thorakotomie die beste Lösung. Im Falle beidseitiger Verletzungen oder bei unbekannter Lokalisation empfiehlt sich eine mediane Sternotomie (7). Zu berücksichtigen ist, dass nach geschlossenen Thoraxtraumata häufig auch Lungenkontusionen (**Abbildung 5**) und mediastinale Blutungen auftreten, mit oder ohne begleitenden Pneumothorax.

■ Traumatischer Hämorthorax

Hämorthorax kommt bei Tieren (im Unterschied zum Menschen) selten vor, Thoraxtraumata können jedoch zu signifikanten Blutverlusten in die Pleurahöhle hinein führen. Das Blut kann dabei aus geschädigtem Lungengewebe stammen oder aus lazierten großen Lungengefäßen, Interkostalgefäßen oder intrathorakal verlaufenden Arterien. Eine Thorakozentese kann in diesen Fällen sowohl zu diagnostischen als auch zu therapeutischen Zwecken eingesetzt werden. Zur genauen Beurteilung der im Thorax vorhandenen Blutmenge kann aber auch eine Ultraschalluntersuchung sehr hilfreich sein, die anschließend im Rahmen der Verlaufskontrolle

je nach Indikation mehrfach wiederholt werden kann. Enthält der Thorax ein beträchtliches Blutvolumen, sollte zusätzlich eine Flüssigkeitstherapie eingeleitet werden (kristalloide Lösungen, kolloidale Lösungen und Blut) (6).

Art und Umfang der Behandlung eines traumatischen Hämorthorax richten sich nach mehreren Faktoren wie dem vorhandenen Blutvolumen, der Blutverlustrate in die Pleurahöhle hinein, der Art des Traumas (offen oder geschlossen) und der Stabilität des Patienten. In den meisten Fällen von Hämorthorax infolge eines geschlossenen Traumas ist eine chirurgische Intervention nicht erforderlich. Ein geringgradiger Hämorthorax mit minimaler Atemnot kann konservativ behandelt werden. Entwickelt der Patient jedoch eine zunehmend angestrenzte Atmung, sollte freies Blut aus dem Thorax entfernt werden. Im Falle der Drainage eines Hämorthorax ist keine vollständige Entleerung des Thorax erforderlich, es sollte aber in jedem Fall so viel Blut entfernt werden, dass sich der Patient ausreichend stabilisieren kann. Die Aspiration des Blutes aus dem Thorax sollte langsam und unter sorgfältiger Kontrolle des Patienten erfolgen. Abhängig vom Zustand des Patienten und der Blutverlustrate muss die Thorakozentese unter Umständen mehrfach wiederholt werden (**Abbildung 6**). Bei persistierender Blutung oder hochgradigem Blutverlust in die Pleurahöhle hinein kann zusätzlich zur Flüssigkeitstherapie unter Umständen eine Bluttransfusion erforderlich sein. Die Autotransfusion ist eine schnelle und leicht verfügbare Methode, die Sammlung des Blutes muss jedoch streng aseptisch erfolgen und stets sollten Blutbeutel mit geeignetem Filtersystem verwendet werden. Je nach Indikation muss auch das Einsetzen einer Dauerdrainage in Erwägung gezogen werden. In extremen Fällen (z. B. bei anhaltender Blutung) kann eine explorative Thorakotomie erforderlich sein. In diesen Fällen besteht allerdings ein

erhöhtes Mortalitätsrisiko. Generell gilt aber, dass sämtliche penetrierenden Thoraxverletzungen grundsätzlich chirurgisch exploriert werden müssen, unabhängig davon, ob ein Hämorthorax vorhanden ist oder nicht.

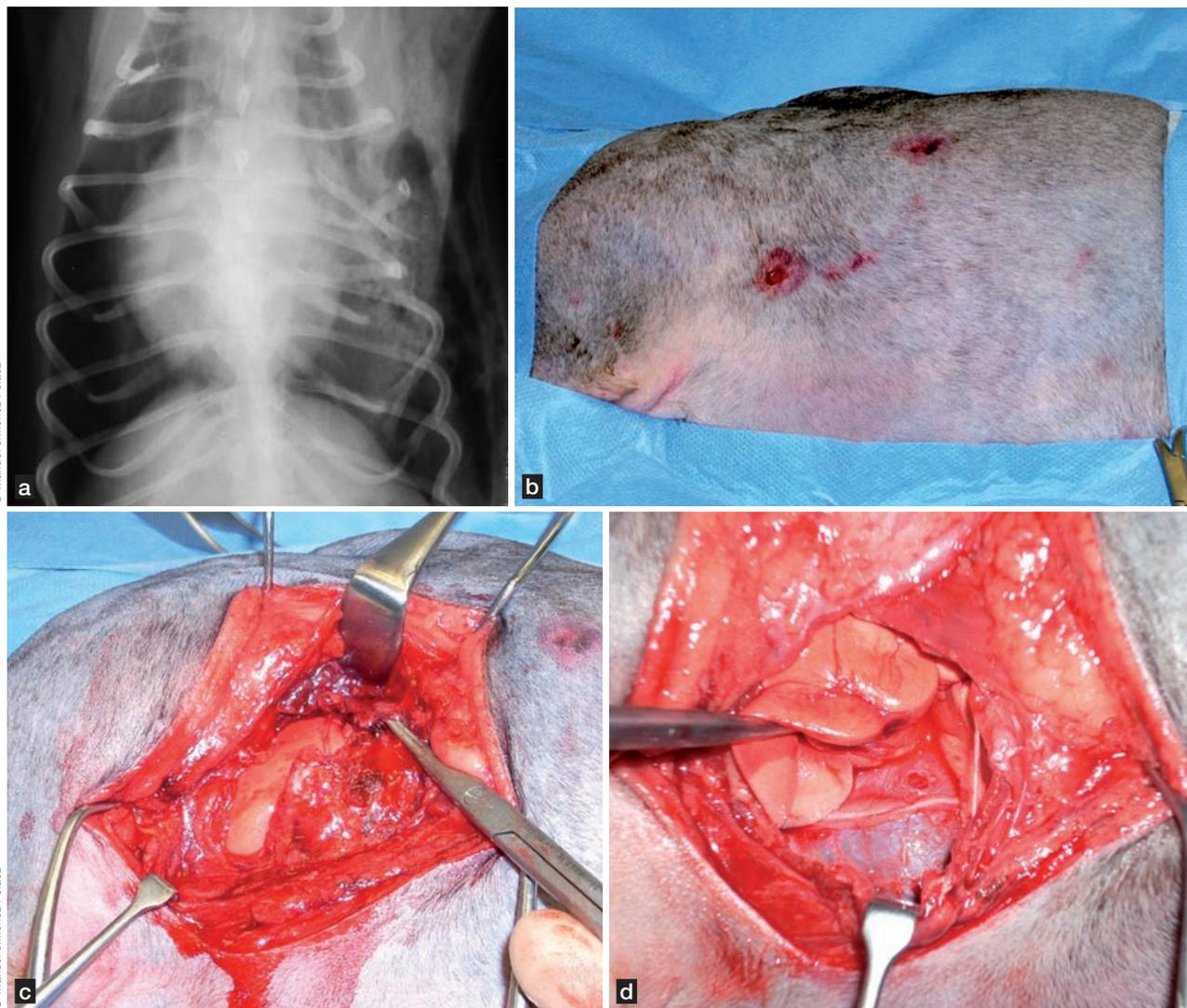
■ Thoraxtrauma Geschlossenes Trauma

Bei geschlossenen Traumata gehen die Meinungen darüber auseinander, in welchen Fällen eine chirurgische Exploration erforderlich ist (5, 6). Einige Tierärzte empfehlen eine chirurgische Exploration in allen Fällen mit frakturierten Rippen oder eines instabilen Thorax („flail chest“), bei Lungenkontusionen oder bei einem Pneumothorax, unklar ist jedoch der optimale Zeitpunkt für den chirurgischen Eingriff bei diesen potenziell instabilen Patienten (12, 13). Die Autoren bevorzugen

bei den meisten Verletzungen infolge geschlossener Traumata eine konservative Behandlung und erzielen mit dieser Strategie im Allgemeinen gute Ergebnisse.

Eine Ausnahme sind Thoraxtraumata infolge von Bissverletzungen. In einigen Fällen werden Bisse im Thoraxbereich fälschlicherweise als „geschlossene“ Traumata eingeschätzt, da äußerlich unter Umständen nur minimale oder gar keine Perforationen der Haut zu erkennen sind. Aber auch ohne eindeutig sichtbare Zusammenhangstrennung der Haut sollte in diesen Fällen immer eine chirurgische Exploration erfolgen, da Bisse häufig hochgradige Schädigungen des unter der Haut liegenden Gewebes hervorrufen, einschließlich Interkostalmuskeln, Rippen, intrathorakale Blutgefäße und innere Organe (**Abbildung 7**).

Abbildung 7. Dackel mit Bissverletzungen am Thorax. Die Röntgenaufnahme (a) zeigt signifikante Läsionen (Pneumothorax, Rippenfrakturen, Unterhautemphysem, Lungenkontusion) trotz minimaler Hautverletzungen (b). Beim chirurgischen Eingriff (c) zeigten sich hochgradige innere Verletzungen mit Zerreißung der interkostalen Muskulatur und Perforation des Perikards (d).





© Manuel Jiménez Peláez

Abbildung 8. Dieser Hund wurde mit einer Pfählungsverletzung im Axillarbereich vorgestellt (a). Die Folgen des Pfählungstraumas waren eine Penetration des Thorax und eine Perforation eines Lungenlappens, der reseziert werden musste (b).

Penetrierende Wunden und offene Traumata

Jede penetrierende Thoraxverletzung stellt einen chirurgischen Notfall dar. Betroffene Patienten müssen so schnell wie möglich in einen geeigneten Operationsraum verbracht werden. Parallel zur initialen Stabilisierung (Sauerstoff, Analgetika, Flüssigkeit etc.) werden die Wunden rasiert, gespült und luftdicht abgedeckt, und der Pneumothorax wird mit Hilfe einer Thorakozentese oder Thoraxdrainage behandelt (7, 14). Insbesondere nach Bissverletzungen wird der tatsächliche Grad der Verletzungen bei der initialen Untersuchung und selbst in Röntgenaufnahmen in der Regel unterschätzt (12, 15). Das volle Ausmaß der Verletzungen wird oft erst bei der chirurgischen Exploration sichtbar (**Abbildung 8**).

Bei Bisswunden muss immer ein sorgfältiges Debridement sämtlichen abnormen und geschädigten Knochen- und Weichteilgewebes erfolgen, und im Anschluss muss der gesamte Bereich ausgiebig mit reichlich physiologischer Kochsalzlösung gespült werden (7). Der Wundverschluss erfolgt mit absorbierbarem monofilem Nahtmaterial, und je nach Indikation werden thorakale und subkutane Drainagen gelegt (5, 15).

Ein Wundverschluss muss immer mit gesundem, gut vaskularisiertem Gewebe erfolgen, falls erforderlich unter Einbeziehung von Muskelgewebe und Omentum. In seltenen Fällen können sehr ausgedehnte Wunden eine Wiederherstellung mit Hilfe synthetischer Implantate erfordern. Aufgrund der Infektionsgefahr sind solche Implantate bei Traumata infolge von Bissverletzungen jedoch kontraindiziert.

Wenn die Thoraxwand rekonstruiert werden muss, hängen die chirurgischen Optionen in erster Linie von der genauen anatomischen Lokalisation der Verletzung ab. Eine hilfreiche

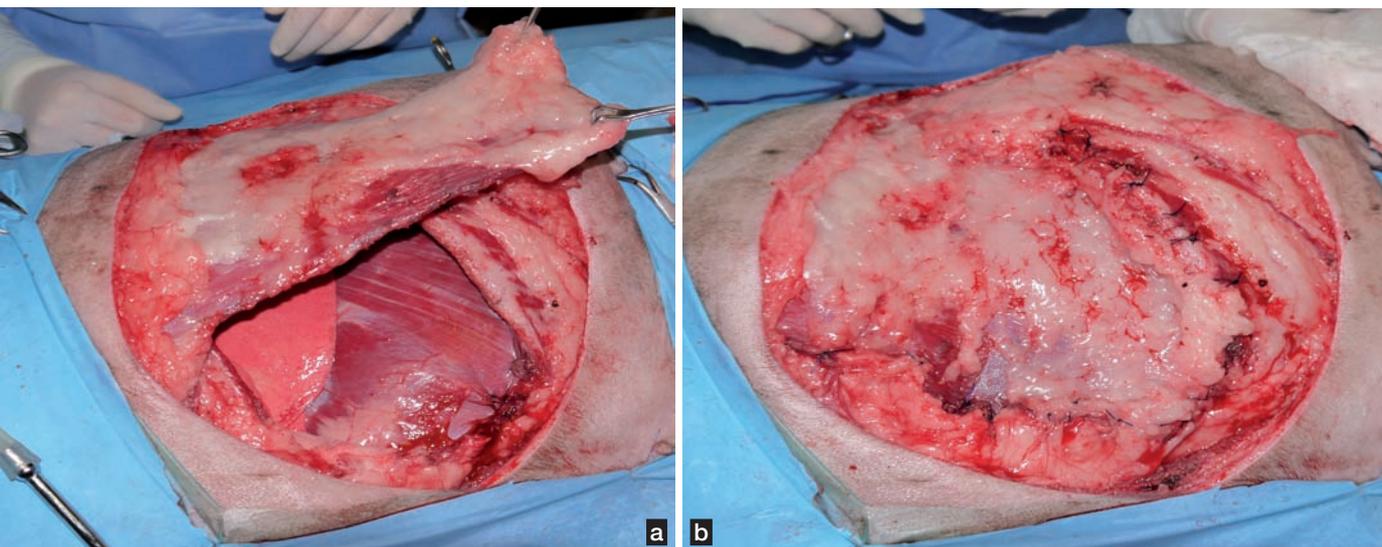
Möglichkeit ist die Technik des „Diaphragmatic Advancement“, bei der gesundes lokales Gewebe, wie z. B. der *M. obliquus externus abdominis* und/oder der *M. latissimus dorsi* und das Omentum (**Abbildung 9**), in den Wundbereich transponiert werden. Bei unverletztem Lungenparenchym ist gegenwärtig nicht klar, ob eine absolute Rigidität der Thoraxwand entscheidend ist. Falls erforderlich, kann eine Hautrekonstruktion mit einem einfachen Verschiebelappen („advancement flap“), einem Rotationslappen (unter Verwendung des tiefen [subdermalen] Plexus) und/oder einem axial durchbluteten Lappen („axial pattern flap“) (z. B. unter Verwendung der *A. epigastrica superficialis cranialis*) erfolgen (7).

Eine gute Anästhesie ist in diesen Fällen von herausragender Bedeutung. Die Infiltration des Areals mit einem Lokalanästhetikum (oder ein Feldblock um die interkostalen Muskeln) kann für eine bessere Schmerzkontrolle und damit eine Verbesserung der Atmung und Ventilation sorgen.

Nach Abschluss des chirurgischen Eingriffes muss immer überprüft werden, ob der Thorax eine Luftleckage aufweist. Hierfür wird der Wundbereich mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt und die Lungen sanft inflatiert (5, 15). Falls erforderlich, ermöglicht eine Thorakotomiesonde die Wiederherstellung des pleuralen Unterdrucks und darüber hinaus die Aspiration intrapleuraler Flüssigkeit, die in jedem Fall zytologisch untersucht werden sollte. Weitere Verletzungen (z. B. Gliedmaßenfrakturen) müssen im Rahmen einer zweiten chirurgischen Intervention nach erfolgreicher Stabilisierung des Patienten durchgeführt werden.

Rippenfrakturen

Rippenfrakturen sind extrem schmerzhaft und können

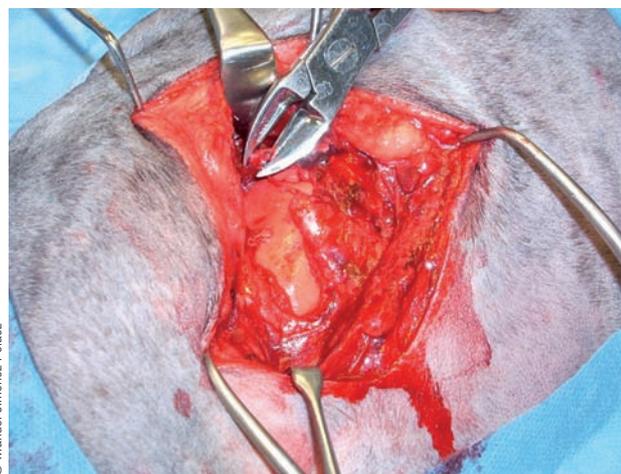


© Manuel Jiménez Peláez

Abbildung 9. Wiederherstellung der Thoraxwand nach einem Hundebiss mit Hilfe eines Flaps des *M. latissimus dorsi*. **Abbildung 9a** zeigt den Thoraxwanddefekt nach Resektion sämtlichen nekrotischen und devitalisierten Gewebes. **Abbildung 9b** zeigt den mit Hilfe des Flaps vollständig verschlossenen Thoraxwanddefekt.

deshalb zu Hypoventilation führen. Diese kann zusätzlich verstärkt werden, wenn frakturierte Rippen Verletzungen der Lunge hervorrufen (16-18). Einfache Rippenfrakturen infolge eines geschlossenen Traumas können im Allgemeinen jedoch konservativ mit einer Schmerztherapie behandelt werden. Multiple Rippenfrakturen können zu einer Instabilität des Thorax („flail chest“) führen. Ein entsprechender Verdacht besteht, wenn bei der klinischen Untersuchung ein paradoxes Atemmuster festzustellen ist. Voraussetzung für die Entstehung einer Instabilität des Thorax ist, dass mindestens zwei benachbarte Rippen an zwei Stellen (ventral und dorsal) frakturiert sind. Die paradoxen Atembewegungen entstehen als Folge der Veränderung des intrapleurale Drucks, so dass sich der verletzte Abschnitt während der

Abbildung 10. Resektion frakturierter Rippen nach einem Biss. Zu beachten ist die ausgedehnte Gewebekontusion an der Bissstelle.



© Manuel Jiménez Peláez

Inspiration nach innen bewegt und bei der Expiration nach außen. Die Kombination von abnormem Luftstrom, zugrunde liegendem Lungentrauma und Schmerzen stellt eine Prädisposition für Hypoxämie und Hypoventilation dar. Eine Stabilisierung der frakturierten Rippen wird selten durchgeführt, kann aber in Kombination mit einer Schmerztherapie, insbesondere bei polytraumatisierten Patienten, zu einer Verbesserung der Ventilation beitragen. Eine vollständige Wiederherstellung der Lungenfunktion erfordert in diesen Fällen jedoch eine weitergehende Behandlung sämtlicher darüber hinaus noch vorhandener pathologischer Veränderungen.

Lungenkontusionen können fortschreitender Natur sein. In hochgradigen Fällen kann eine mechanische Beatmung über 24-48 Stunden in Verbindung mit einer unterstützenden medikamentösen Therapie von Vorteil sein, bis eine endgültige Behandlung vorgenommen werden kann. Im Falle einer ausgedehnten Schädigung kann ein instabiler Thorax mit Hilfe perkutaner zirkumkostaler Nähte und einer externen Schiene immobilisiert werden, obwohl dies in der Praxis nur selten erforderlich ist. Eine alternative Möglichkeit zur Stabilisierung einer frakturierten Rippe ist die Fixierung mittels Naht an einer benachbarten Rippe. Bei hochgradigen Rippenverletzungen oder Rippenverletzungen durch Bisse ist in der Regel eine Resektion zu bevorzugen (**Abbildung 10**). Hinsichtlich der Prognose gibt es Studien zufolge keinen Unterschied, ob ein instabiler Thorax chirurgisch stabilisiert oder medikamentös behandelt wird (13). Bei Instabilität des Thorax infolge eines geschlossenen Traumas ist in der Mehrzahl der Fälle keine chirurgische Intervention zur Stabilisierung und Reparatur erforderlich. Aber auch an dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass bei allen penetrierenden Verletzungen der Thoraxwand und bei sämtlichen

Bissverletzungen des Thorax immer eine chirurgische Exploration durchgeführt werden muss, und zwar auch dann, wenn keine sichtbaren Zusammenhangstrennungen der Haut erkennbar sind (8-10).

Postoperative Überwachung und Therapie

Nach jedem chirurgischen Eingriff an der Brustwand müssen respiratorische und kardiovaskuläre Parameter postoperativ überwacht werden. Diese Kontrolle umfasst die Beurteilung der Schleimhautfarbe und der kapillären Rückfüllzeit sowie die Messung des arteriellen Blutdrucks und der Sauerstoffsättigung. Die wichtigsten potenziellen Komplikationen sind Hypothermie, Hypotonie und Hypoventilation. Eine Sauerstofftherapie kann hilfreich sein, da die Erholung des Patienten durch Schmerzen, residuale freie Luft oder Flüssigkeit im Thorax, Verbände oder sekundäre Erkrankungen der Lungen verzögert sein kann. Die intensiven Schmerzen im Zusammenhang mit Rippenfrakturen tragen in Kombination mit etwaigen Lungenschäden zur Hypoventilation bei (16-18). Von zentraler Bedeutung ist daher ein wirksames Schmerzmanagement bei diesen Patienten. Eine optimale Analgesie kann über die systemische Verabreichung entsprechender Arzneimittel (per Bolus oder als Dauerinfusion, falls erforderlich) erreicht werden, geeignet sind aber auch transdermale Pflaster und/oder eine lokale Analgesie mittels interkostaler und intrapleuraler Infiltration über die thorakale Sonde. Insbesondere bei Patienten mit Hypoventilation ist im Rahmen der Nachsorge in vielen Fällen auch eine wiederholte Blutgasanalyse hilfreich. Falls erforderlich, kann zudem

eine Drainage gelegt werden, um residuale freie Luft oder Flüssigkeit aus dem Thorax zu entfernen. Freie Flüssigkeit in der Pleurahöhle erfordert stets eine sorgfältige Überwachung des Patienten in der postoperativen Phase. Regelmäßig sollte die aus dem Thorax gewonnene Flüssigkeit auf bakterielles Wachstum und Zellularität überwacht werden, und ganz entscheidend ist die Bestimmung des Flüssigkeitsvolumens und etwaiger Tendenzen (d. h., täglich wird überprüft, ob die Flüssigkeitsmenge zu- oder abnimmt). Im Idealfall sollten weniger als 2 ml/kg/Tag gewonnen werden, obgleich es sich bei dieser Zahl nicht um einen obligatorischen Grenzwert handelt.

■ Schlussfolgerung

Tiere mit Thoraxtrauma sind oft polytraumatisiert. Entscheidend ist daher, dass der Notfalltierarzt in der Lage ist, solche Patienten bei der Aufnahme unverzüglich und präzise zu beurteilen und die richtigen Prioritäten zu setzen. Eine schnelle Diagnose und die unverzügliche Einleitung der im Einzelfall geeigneten Behandlung (z. B. eine sofortige Thorakozentese) können in vielen Fällen den Unterschied zwischen Leben und Tod ausmachen. Der Tierarzt muss in der Lage sein, in diesen Situationen schnell und richtig zu reagieren. Zu berücksichtigen ist dabei insbesondere, dass sich die initiale thorakale Situation innerhalb der ersten 24 bis 48 Stunden nach Eintritt des Traumas verschlechtern kann. Ganz entscheidend sind daher eine sorgfältige Überwachung und eine regelmäßige Beurteilung dieser Patienten in der posttraumatischen Phase.

Literatur

- Orton CE. Thoracic wall. In: Slatter DH (ed.) *Textbook of Small Animal Surgery*. Philadelphia, PA: WB Saunders, 1993;370-381.
- Worth AJ, Machon RG. Traumatic diaphragmatic herniation: pathophysiology and management. *Compend Contin Educ Vet* 2005;27:178-190.
- Salci H, Bayram AS, Cellini N, et al. Evaluation of thoracic trauma in dogs and cats: a review of seventeen cases. *Iran J Vet Res* 2010;11(4):Ser. No.33.
- Griffon DJ, Walter PA, Wallace LJ. Thoracic injuries in cats with traumatic fractures. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1994;7:10-12.
- Shahar R, Shamir M, Johnston DE. A technique for management of bite wounds of the thoracic wall in small dogs. *Vet Surg* 1997;26(1):45-50.
- Scheepens ETF, Peeters ME, L'Eplattenier HF, et al. Thoracic bite trauma in dogs: a comparison of clinical and radiological parameters with surgical results. *J Small Anim Pract* 2006;47:721-726.
- Hardie RJ. Pneumothorax. In: Monnet E (ed.) *Textbook of Small Animal Soft Tissue Surgery*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2013;766-781.
- Sullivan M, Lee R. Radiological features of 80 cases of diaphragmatic rupture. *J Small Anim Pract* 1989;30:561-566.
- Spackman CJA, Caywood DD, Feeny DA, et al. Thoracic wall and pulmonary trauma in dogs sustaining fractures as a result of motor vehicle accidents. *J Am Vet Med Assoc* 1984;185:975-977.
- Houlton JE, Dyce J. Does fracture pattern influence thoracic trauma? A study of 300 canine cases. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1992;3:5-7.
- Anderson M, Payne JT, Mann FA, et al. Flail chest: pathophysiology, treatment, and prognosis. *Compend Contin Educ Vet* 1993;15:65-74.
- Sullivan M, Reid J. Management of 60 cases of diaphragmatic rupture. *J Small Anim Pract* 1990;31:425-430.
- Kramek BA, Caywood DD. Pneumothorax. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1987;17:285-300.
- Olsen D, Renberg W, Perrett J, et al. Clinical management of flail chest in dogs and cats: a retrospective study of 24 cases (1989-1999). *J Am Anim Hosp Assoc* 2002;38:315-320.
- Peterson NW, Buote NJ, Barr JW. The impact of surgical timing and intervention on outcome in traumatized dogs and cats. *J Vet Emerg Crit Care* 2015;25(1):63-75.
- Brockman DJ, Puerto DA. Pneumomediastinum and pneumothorax. In: King LG (ed.) *Textbook of Respiratory Disease in Dogs and Cats*. St. Louis, MO: Elsevier, 2004;616-621.
- Hackner SG. Emergency management of traumatic pulmonary contusions. *Compend Contin Educ Vet* 1995;17:677-686.
- Marques AIDC, Tattersall J, Shaw DJ, et al. Retrospective analysis of the relationship between time of thoracostomy drain removal and discharge time. *J Small Anim Pract* 2009;50:162-166.

Schmerzbeurteilung beim Hund: Die Glasgow Pain Scale

■ **Jacqueline Reid, BVMS, PhD, DVA, Dipl. ECVAA, MRCA, MRCVS**
NewMetrica, Glasgow, Schottland

Schmerz ist eine unangenehme persönliche emotionale Erfahrung und hat drei Dimensionen (1):

- Sensorisch-diskriminative Schmerzdimension (Lokalisation, Intensität, Qualität, Dauer)
- Affektiv-motivationale Schmerzdimension (beschreibt die Unannehmlichkeit – wie der Schmerz uns fühlen lässt)
- Evaluativ-kognitive Schmerzdimension (Einfluss kognitiver Aktivitäten auf das Erleben des Schmerzes)

Die bewusste Wahrnehmung von Schmerz ist das Endprodukt eines komplexen neurologischen Informationsverarbeitungssystems und das Ergebnis eines komplizierten Zusammenspiels fasilitatorischer und inhibitorischer Pathways im peripheren und zentralen Nervensystem. Adaptiver „physiologischer“ Schmerz (z. B., sich den Zeh anstoßen) dient dem lebenswichtigen Zweck einer schnellen Veränderung des Verhaltens, um Schäden zu vermeiden oder weitere Schäden zu minimieren. Maladaptiver „klinischer“ Schmerz repräsentiert dagegen eine Malfunktion der neurologischen Übertragung und dient keinem physiologischen Zweck. Unzureichend kontrollierter akuter Schmerz führt zu Beschwerden und Leiden, hat aber darüber hinaus noch weitere unerwünschte Folgen, die eine Erholung verzögern oder beeinträchtigen können. Unkontrollierter postoperativer Schmerz kann zu verzögerter Heilung, erhöhter Morbidität und einem erhöhten Risiko der Entwicklung sehr schwierig zu behandelnder chronischer persistierender Schmerzen führen – Vorbeugen ist also besser als Heilen. Eine wirksame Schmerztherapie setzt eine korrekte Schmerzbeurteilung voraus. Die Schmerzbeurteilung ist ein routinemäßiger Bestandteil der Nachsorge während der gesamten postoperativen Phase. Sie muss aber auch vor und nach jeder Applikation von Analgetika durchgeführt werden, um deren Wirksamkeit zu überprüfen.

Die Kurzform der Glasgow Composite Measure Pain Scale (CMPS-SF) wurde als ein praktisches Instrument für die Entscheidungsfindung bei Hunden mit akuten Schmerzen entwickelt und zeichnet sich insbesondere durch ihre einfache und zuverlässige Anwendbarkeit in der Praxissituation aus. Das Beurteilungssystem beinhaltet 30 Deskriptoren innerhalb von sechs Verhaltenskategorien, einschließlich Mobilität. Innerhalb jeder Kategorie sind die Deskriptoren nach assoziiertem Schmerzgrad in numerischer Rangfolge geordnet. Die Person, die die Schmerzbeurteilung durchführt, wählt den Deskriptor, der das Verhalten bzw. den Zustand des Hundes in der jeweiligen Kategorie am besten beschreibt. Wichtig ist, dass der Ablauf der Beurteilung exakt dem umseitig abgedruckten Protokoll folgt. Der finale Schmerz-Score des Patienten ist die Summe der einzelnen

Scores und erreicht maximal 24 Punkte (oder 20 Punkte, wenn eine Beurteilung der Mobilität nicht möglich ist). Der Gesamt-Score ist ein hilfreicher Indikator für den Analgetikabedarf des Patienten: Als analgetische Interventionsschwelle wird ein Schmerz-Score von 6/24 (bzw. 5/20) empfohlen. Zu beachten ist, dass die Schmerz-Skala nur bei Hunden angewendet werden sollte, die bei vollem Bewusstsein sind und sich ohne Hilfe fortbewegen können (ausgenommen sind Fälle, in denen Mobilität kontraindiziert ist). In der Regel sollte man also mit dem Beginn der Schmerzbeurteilung zwei Stunden nach der endotrachealen Extubation warten, jeder Fall muss diesbezüglich aber individuell bewertet werden. Da das Protokoll der Schmerzbeurteilung eine Palpation im Bereich der Operationswunde und eine Evaluation der Mobilität einschließt (wenn Letztere nicht kontraindiziert ist), wird empfohlen, dieses Scoring in der frühen postoperativen Phase nicht häufiger als stündlich vorzunehmen, um unnötigen Stress für den Patienten zu vermeiden und schädliche Auswirkungen häufiger Störungen auf die nachfolgenden Messungen so weit wie möglich zu begrenzen.

Zur Beurteilung von Hunden während der postoperativen Nachsorge mit der CMPS-SF wird folgendes Protokoll empfohlen:

- Evaluation des Hundes, sobald sich dieser ausreichend von der Anästhesie erholt hat (da die Scores durch den Hang-Over-Effekt sedativer oder anästhetischer Arzneimittel beeinflusst sein können).
- Bei Schmerz-Scores über 5/20 bzw. 6/24 wird die Gabe von Analgetika in Betracht gezogen.
- Den applizierten Analgetika muss ausreichend Zeit gewährt werden, um ihre Wirkung zu entwickeln, d. h., der Hund wird nach einer Stunde erneut beurteilt. Ist der Score dann unter die Interventionsschwelle gesunken, erfolgt die nächste Beurteilung nach zwei Stunden. Liegt der Score nach einer Stunde dagegen weiterhin über der Schwelle, wird eine zusätzliche Analgesie in Betracht gezogen.
- Danach wird der Patient regelmäßig mindestens alle drei bis vier Stunden (abhängig von der Schwere des chirurgischen Eingriffes sowie von der Wirkstoffklasse, der Applikationsroute und der erwarteten Wirkungsdauer der applizierten Analgetika) sowie nach jeder Applikation von Analgetika beurteilt.
- Die Skala soll als eine Ergänzung zur klinischen Beurteilung dienen, und keinem Tier sollte allein auf der Grundlage des Schmerz-Scores eine notwendige Analgesie verweigert werden.

1. Melzack R, Casey KL. Sensory, motivational and central control determinants of chronic pain: A new conceptual model. In: Kenshalo, DL (ed). *The Skin Senses*. Springfield, Illinois. Thomas;1968;423-443.



KURZFORM DER GLASGOW COMPOSITE MEASURE PAIN SCALE

Name des Hundes _____ Datum / / Uhrzeit _____

Patientennummer _____

Therapeutische Maßnahmen/operativer Eingriff oder Erkrankung _____

Kreisen Sie bitte in den folgenden Listen die entsprechende Punktzahl ein und addieren Sie anschließend die eingekreisten Punkte, um die Gesamtpunktzahl zu erhalten.

A. Schauen Sie sich den Hund im Zwinger an.**(I) Der Hund ...**

ist ruhig 0
 jault oder winselt 1
 stöhnt 2
 heult laut 3

(II) Der Hund ...

ignoriert Wunden oder schmerzhafte Bereiche 0
 blickt auf die Wunde oder den schmerzhaften Bereich 1
 leckt die Wunde oder den schmerzhaften Bereich 2
 reibt die Wunde oder den schmerzhaften Bereich 3
 knabbert an der Wunde oder am schmerzhaften Bereich 4

Im Fall von Wirbelsäulen-, Becken- oder mehrfachen Gliedmaßenfrakturen oder wenn der Hund Hilfe bei der Fortbewegung benötigt, füllen Sie Abschnitt B bitte nicht aus und fahren Sie mit Abschnitt C fort. Kreuzen Sie in diesem Fall bitte dieses Kästchen an und fahren dann mit Abschnitt C fort

B. Legen Sie dem Hund eine Leine an und führen Sie ihn aus dem Zwinger.**(III) Wie bewegt sich der Hund, wenn er aufsteht/geht?**

Normal 0
 Lahm 1
 Langsam oder widerwillig 2
 Steif 3
 Weigert sich, sich zu bewegen 4

C. Wenn der Hund eine Wunde oder einen schmerzhaften Bereich, einschließlich Abdomen, hat, üben Sie ca. 5 cm um den Bereich herum leichten Druck aus.**(IV) Wie reagiert der Hund?**

Tut nichts 0
 Sieht sich um 1
 Zuckt zusammen/zuckt zurück 2
 Knurrt oder schützt den Bereich 3
 Schnappt 4
 Jault 5

D. Gesamteindruck**(V) Der Hund ...**

macht einen fröhlichen/zufriedenen oder fröhlichen/lebhaften Eindruck 0
 ist ruhig 1
 ist apathisch oder reagiert nicht auf seine Umgebung 2
 ist nervös oder ängstlich oder furchtsam 3
 ist niedergeschlagen oder spricht nicht auf Stimulierung an 4

(VI) Der Hund ...

fühlt sich wohl 0
 ist verstört 1
 ist unruhig 2
 ist gekrümmt oder verkrampft 3
 ist steif 4

Gesamt-Score (I + II + III + IV + V + VI) = _____

Der Schmerz-Score ist die Summe der einzelnen Scores und erreicht maximal 24 Punkte (oder 20 Punkte, wenn eine Beurteilung der Mobilität nicht möglich ist). Der Gesamt-Score ist ein hilfreicher Indikator für den Analgetikabedarf des Patienten: Als analgetische Interventionsschwelle wird ein Schmerz-Score von 6/24 (bzw. 5/20) empfohlen.

© 2014 NewMetrica Ltd. Die Vervielfältigung ist nur zu privaten und Bildungszwecken erlaubt. Das Kopieren, die Vermietung und der Verleih zu gewerblichen Zwecken sind untersagt. Durch die Verwendung dieses Formulars akzeptieren Sie die Lizenzvereinbarungen. <http://www.newmetrica.com/cmeps/noncommercial>



Leistungsstarke Tiernahrung durch Innovation & Präzision

Präzision in Sachen Tiernahrung ist in den Wurzeln von ROYAL CANIN verankert. Unser ständig wachsendes Wissen über die Ernährungsbedürfnisse von Katzen und Hunden führt zu immer gezielteren Produktinnovationen. Unsere Leidenschaft für die Ernährung und eine verbesserte Unterstützung der Gesundheit von Hunden und Katzen teilen wir mit Tierärzten auf der ganzen Welt.



VETERINARY focus

Internationale Publikationen für den Kleintierpraktiker



IN UNSERER NÄCHSTEN AUSGABE...

Die folgende Ausgabe des *Veterinary Focus* beleuchtet verschiedene Aspekte der Neonatologie und der Pädiatrie.

- **Diarrhoe bei Hundewelpen in der Absetzphase: Risikofaktoren und Prävention**
Aurélien Grellet, Frankreich

■ **Persönliche Empfehlungen... Hundewelpen mit Herzgeräusch**
Hannah Hodgkiss-Geere, Großbritannien

■ **Parvovirusinfektion**
Nicola Decaro, Italien

■ **Anästhesie bei geplanten und bei notfallmäßigen Kaiserschnitten**
Bonnie Kraus, USA
- **Dermatologie bei Hundewelpen**
Robert Kennis, USA

■ **Kolostrum – Was und warum?**
Sylvie Chastant-Maillard und Hanna Mila, Frankreich

■ **Intensivbehandlung bei Neonaten**
Camila Vannucchi, Brasilien

■ **Häufige kongenitale Erkrankungen**
Emi Kate Saito, USA

INTENSIV ERNÄHRUNG



Die enterale Ernährung beeinflusst den Heilungserfolg und Therapieverlauf von Intensivpatienten oft entscheidend.

- Die spezielle Textur von RECOVERY, sowie der Instant-Nahrungen sind hervorragend auch zur Sondenfütterung geeignet.
- Die jeweils hohe Energiedichte dient einer adäquaten Versorgung, insbesondere bei inappetenten und geschwächten Tieren.
- Die patentierte Antioxidanzienkombination (Vitamin C und E, Taurin, Lutein) unterstützt das Immunsystem.
- Appetitlosigkeit und Gewichtsverlust von Intensivpatienten wird durch die hohe Akzeptanz der Nahrung entgegengewirkt.



BESTELLSERVICE: TEL. 02 21 - 93 70 60-610 · FAX 02 21 - 93 70 60-810

Nutzen Sie die Einkaufsvorteile im ROYAL CANIN® Online-Shop für Tierarztpraxen.
Detaillierte Informationen erhalten Sie von Ihrem Kundenberater bzw. im Internet.