

ORTHOPÄDIE BEI DER KATZE

Erkrankungen und Therapie des Bewegungsapparates

Harry W Scott BVSc, CertSAD, CBiol, MIBiol, DSAS (Orth), FRCVS

Royal College of Veterinary Surgeons Specialist in
Small Animal Surgery (Orthopaedics)
Private Orthopaedic Referral Practice
Hampshire, UK

Ronald McLaughlin DVM, DVSc, Diplomate ACVS

Professor and Chief, Small Animal Surgery
Department of Clinical Sciences
College of Veterinary Medicine
Mississippi State University
Mississippi, USA

Ins Deutsche übertragen von

Marie-Louise Nagel, Dr. med. vet.

Fachtierärztin für Chirurgie
Akademische Oberrätin des Kleintierklinikums
der Justus-Liebig-Universität Gießen

schlütersche

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-89993-036-8

© 2008, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co.KG,
Hans-Böckler-Allee 7, 30173 Hannover

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

Titel der Originalausgabe: Feline Orthopedics

© 2007 Manson Publishing Ltd,
73 Corringham Road, London NW11 7DL, UK
www.mansonpublishing.com

Die Tiermedizin ist ein ständigen Veränderungen unterworfenes Gebiet. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse und klinische Erfahrungen erweitern unser Wissen, Veränderungen in der Arzneimitteltherapie können empfehlenswert oder nötig erscheinen. Der Leser ist angehalten, sich über neueste Arzneimittelkenntnisse, insbesondere Dosierungen, Art und Dauer der Anwendung und Kontraindikationen zu informieren und sie ggf. zu korrigieren. Es liegt in der Verantwortlichkeit des behandelnden Tierarztes, seinem Patienten nach bestem Wissen die für ihn optimale Behandlung zuteil werden zu lassen. Die Übernahme empfohlener Dosierungen und therapeutischer Strategien geschieht eigenverantwortlich durch den Leser. Der Verlag und die Autoren übernehmen keine Haftung für Produkteigenschaften, Lieferhindernisse, fehlerhafte Anwendung oder bei eventuell auftretenden Unfällen und Schadensfällen.

Satz: PER Medien+Marketing, Braunschweig

Umschlaggestaltung: Kerker + Baum · Büro für Gestaltung, Hannover

Printed in Spain

INHALT

VORWORT	6	Postoperative Versorgung	39
		Posttraumatische Osteomyelitis	40
ABKÜRZUNGEN	7		
1 EINFÜHRUNG IN DIE ORTHOPÄDISCHE CHIRURGIE DER KATZE	9	4 EINTEILUNG VON FRAKTUREN UND KNOCHENHEILUNG	43
Vergleichbare Krankheitsbilder	9	Einteilung von Frakturen	43
Spezielle anatomische Merkmale und ihre Bedeutung	10	Entscheidungsfindung bei Frakturen	45
Blutversorgung des Knochens	14	Frakturheilung	47
Knochenwachstum	14	5 INSTRUMENTE UND IMPLANTATE	50
		Instrumente	50
2 UNTERSUCHUNG UND DIAGNOSTISCHE HILFSMITTEL	17	Implantate	51
Einleitung	17	6 FIXATIONSMETHODEN VON FRAKTUREN: GRUNDLAGEN UND TECHNIKEN	58
Signalement	18	Präoperative Überlegungen	58
Anamnese	18	Reposition von Frakturen	58
Allgemeine klinische Untersuchung	18	Methoden der Frakturstabilisation	59
Orthopädische Untersuchung	18	Spongiöses und kortikospongiöses Knochentransplantat	80
Diagnostische Hilfsmittel	19	Entfernung der Implantate	82
		Verzögerte Frakturheilung und Pseudarthrose	83
3 ORTHOPÄDISCHE BEHANDLUNG DES TRAUMATISIERTEN PATIENTEN	25	Gelenkfrakturen	86
Einleitung	25	7 ARTHROLOGIE	87
Allgemeine klinische Untersuchung	25	Einteilung der Gelenkerkrankungen	87
Diagnostische Tests	26	Untersuchungen von Gelenkerkrankungen	88
Notfalltherapie und Reanimation traumatisierter Patienten	26	Degenerative Arthritiden	90
Prä- und postoperative Stabilisation von Frakturen und Luxationen	29	Infektiöse entzündliche Arthritiden	94
Sofortige Behandlung von Frakturen	33	Immuninduzierte entzündliche Arthritiden	98
Prä- und perioperative Analgesie	36	Verschiedene Gelenkerkrankungen	102
Prä- und perioperative Sedation	38	Bänder und Sehnen	104

8 FRAKTUREN UND ERKRANKUNGEN DER VORDERGLIEDMASSE	107	Postoperative Nachsorge von Femurfrakturen	215
<i>Teil 1: Skapula und Schultergelenk</i>	107	Komplikationen bei Femurfrakturen	215
Skapulafrakturen	107	Patellafrakturen	215
Verlagerung der Skapula nach dorsal	110	<i>Teil 4: Kniegelenkerkrankungen</i>	218
Schultergelenkluxationen	111	Patellaluxation	218
Resektionsarthroplastik	113	Kreuzbandverletzungen	222
Arthrodesse des Schultergelenks	113	Kollateralbandverletzungen	225
<i>Teil 2: Humerus und Ellbogengelenk</i>	115	Kniegelenkluxation	228
Humerusfrakturen	115	Arthrodesse des Kniegelenks	231
Traumatische Ellbogenluxation	131	<i>Teil 5: Tibia- und Fibularfrakturen</i>	233
Arthrodesse des Ellbogengelenks	134	Proximale Tibiafrakturen	233
<i>Teil 3: Radius und Ulna</i>	136	Diaphysäre Tibiafrakturen	238
Hemimelie	136	Distale Tibia- und Malleolusfrakturen	242
Luxation des Radiusköpfchens	136	<i>Teil 6: Tarsal-, Metatarsal- und Phalangealverletzungen</i>	244
Frakturen	137	Fracturen des Tarsus	245
<i>Teil 4: Verletzungen am Karpus, Metakarpus und den Phalangen</i>	145	Luxationen des Tarsus	247
Verletzungen am Karpalgelenk	145	Abrasionsverletzungen am Tarsus	250
Verletzungen der Ossa metacarpalia und Phalangen	154	Zerreißung der Calcaneussehne	252
Onychektomie (operative Entfernung der Krallen)	157	Ausriss der Achillessehne	254
Amputation der Vordergliedmaße	165	Luxation der Sehne des M. flexor digitalis superficialis (= oberflächliche Beugesehne)	255
9 FRAKTUREN UND ERKRANKUNGEN DER HINTERGLIEDMASSE	167	Arthrodesse des Tarsus	255
<i>Teil 1: Becken</i>	167	Metatarsal- und Phalangealfrakturen sowie Luxationen	259
Beckenfrakturen (allgemein)	167	Amputation der Hintergliedmaße	260
Frakturen bzw. Dislokationen des Iliosakralgelenks	169	10 FRAKTUREN UND ERKRANKUNGEN VON SCHÄDEL UND MANDIBULA	261
Frakturen des Os ilium	174	Mandibulafrakturen	261
Azetabulumfrakturen	176	Maxillofaziale Frakturen	271
Frakturen des Os ischium	180	Verletzungen am Temporomandibulargelenk (TMB) = Kiefergelenk	273
Frakturen des Os pubis	180	Frakturen des Neurokranium	277
Fehlverwachungen (Malunions) durch Beckenfrakturen	182	11 FRAKTUREN UND ERKRANKUNGEN DER WIRBELSÄULE	279
<i>Teil 2: Hüftgelenk</i>	184	Chirurgische Anatomie	279
Luxation des Hüftgelenks	184	Untersuchungen von Wirbelsäulen- erkrankungen	281
Hüftgelenkdysplasie	191	Behandlungen von Wirbelsäulen- erkrankungen	294
<i>Teil 3: Femur- und Patellafrakturen</i>	192	Häufige Erkrankungen der Wirbelsäule	296
Proximale Femurfrakturen	192	Seltene Erkrankungen der Wirbelsäule	313
Diaphysäre Femurfrakturen	198		
Distale Femurfrakturen	208		

12 NEUROMUSKULÄRE ERKRANKUNGEN	321	Neoplastische Knochenerkrankungen	342
Einleitung	321	Knocheninfektionen	349
Einteilung der neuromuskulären Erkrankungen	322	Angeborene Erkrankungen	349
Ursachen der neuromuskulären Erkrankungen	322	LITERATURVERZEICHNIS	351
Neuropathien	322	APPENDIX	390
Myopathien	328	INDEX	391
Junktionopathien	332		
13 VERSCHIEDENE ORTHOPÄDISCHE ERKRANKUNGEN	335		
Metabolische Knochenerkrankungen und Störungen des Kalziumstoffwechsels	335		

VORWORT

Eine der interessantesten Veränderungen der letzten Jahrzehnte bei unseren Haustieren war, dass die Katzenpopulation deutlich zunahm. In vielen Ländern hat die Katze den Hund als Haustier zahlenmäßig übertroffen. Man vermutet, dass zurzeit mindestens 70 Millionen Hauskatzen allein in Nordamerika leben. Das bedeutet, dass der Kleintierpraktiker täglich mit den unterschiedlichsten orthopädischen Erkrankungen konfrontiert wird. Literatur über Orthopädie gibt es fast nur vom Hund. Katzen werden darin selten oder gar nicht erwähnt, obwohl es viele kleine, aber wenig große Unterschiede zwischen dem Skelettsystem des Hundes und der Katze gibt.

Die Motivation dieses Buch zu schreiben, basiert auf dem Wunsch der Autoren, alle Besonderheiten feline Erkrankungen der Skelettmuskulatur zusammenzustellen

und sie in eine ansprechende Form zu bringen. Die vorliegenden Informationen basieren weitestgehend auf Ergebnissen von Studien über Katzen und sind nicht von anderen Spezies extrapoliert. Wenn die Beweise solcher Studien fehlen oder wenn die Aussage anekdotisch ist, dann vertrauen die Autoren ihren persönlichen Erfahrungen und Meinungen. Es ist zu hoffen, dass dieses Buch einen kleinen Beitrag zur Entwicklung und weiteren Förderung der feline Orthopädie als eigene Disziplin leistet. Das Buch soll sowohl Studenten als auch Praktikern, die Erkrankungen der Skelettmuskulatur bei Katzen behandeln, als Unterstützung dienen.

Harry W Scott
Ronald McLaughlin

ABKÜRZUNGEN

ACD	Acid Citrate Dextrose (engl.Abkürzung=international)	IVDD	Intravertebrale Diskuserkrankung
ANA	Antinukleäre Antikörper	IV	Intravenös
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen	KE	Kirschner-Ehmer
ASH	Alimentäre Sekundäre Hyperparathyreose	k.KB	Kaudales Kreuzband
ASIF	Association for the Study of Internal Fixation	k.KBR	Kaudale Kreuzbandruptur
AWG	American wire gauge = amerikanische Drahtstärke	kr.KB	Kraniales Kreuzband
C + Nummer	Halswirbel oder spinale Rückenmarkssegment	kr.KBR	Kraniale Kreuzbandruptur
CK	Creatininkinase	L + Nummer	Lendenwirbel oder spinale Rückenmarkssegment
COP	Cyclophosphamid, Vincristin (Oncovin), Prednisolon	LC-DCP	Limited Contact Dynamische Kompressionsplatte
CPD	Citrat Phosphat Dextrose	Mcc	Metacarpalia
Cy + Nummer	Schwanzwirbel oder spinale Rückenmarkssegment	MCE	Multiple kartilaginäre Exostosen (engl. Abkürzung = international)
DCP	Dynamische Kompressionsplatte	MPSS	Methylprednisolon-Natrium-Succinat (engl. Abkürzung bleibt)
DJD	Degenerative Gelenkerkrankung (engl.Abkürzung=international)	MRI	Magnetresonanz-Imaging
EDTA	Ethylendiamin Tetra-Essigsäure	NSAID	Nichtsteroidales Antiphlogistikum
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay	OCD	Osteochondrosis dissecans
EMG	Elektromyogramm oder -graphie	OSA	Osteosarkom
FCE	Fibrokartilaginäre Embolie	PMMA	Polymethylmethacrylat
F.e.	Fixateur externe	PMS	Polyarthritits/Meningitis-Syndrom
FeLV	Felines Leukosevirus	P.op	Post operationem
FeSFV	Felines synzytienbildendes Virus	PPP	Periostale Progressive Polyarthritits
FeSV	Felines Sarkomvirus	PTH	Parathormon
FIP	Feline infektiöse Peritonitis	Resp.	Respektiv
FIV	Felines immundefizientes Virus	RHS	Renaler Sekundärer Hyperparathyreoidismus
FNA	Feinnadelaspiration	ROM	Range of Motion, Bewegungsausmaß
HBOC	Hemoglobin-based oxygen carrying	S + Nummer	Sakralwirbel oder spinale Rückenmarkssegment
HK	Hämatokrit	SLE	Systemischer Lupus Erythematosus
Ig	Immunglobulin	SWG	Standard Wire Gauge = engl. Drahtstärke
ILN	Interlocking Nail = Verriegelungsnagel (engl. Abkürzung = international)	T + Nummer	Brustwirbel oder spinale Rückenmarkssegment
IM	Intramuskulär	TAFE	Transartikulärer Fixateur externe
		TMG	Temporomandibuläres Gelenk
		VZP	Veterinär-Zuschneide-Platte
		UV	Ultraviolett

Widmung

Gewidmet all jenen praktisch tätigen Tierärzten, die Ihr Wissen und ihre Fertigkeiten dazu verwenden, das Leben unserer Katzen zu verbessern.

KAPITEL 1

Einführung in die orthopädische Chirurgie der Katze

Erkrankungen des Bewegungsapparates sind bei der Katze seltener als beim Hund, ausgenommen sind Abszesse und Entzündungen des Unterhautbindegewebes, die durch Katzenbisse verursacht werden^{1,2}. Dadurch, dass die Katzenpopulation deutlich zugenommen hat, aber auch durch die Tatsache, dass die Katzen länger leben als bisher, dass die Klientel wesentlich aufgeschlossener ist als früher und eine gute tierärztliche Behandlung fordert, hat die Orthopädie bei der Katze einen hohen Stellenwert erreicht. Die optimale Diagnosestellung und Behandlung orthopädischer Erkrankungen der Katze erfordert eine spezies-spezifische Erkenntnis, die sich in dem Aphorismus äußert: »Die Katze ist kein kleiner Hund.«

Allgemein wird gesagt, dass Katzen sich gut als orthopädische Patienten eignen, weil sie klein von Gestalt sind, eine anspruchslose Lebensweise haben, die Fähigkeit besitzen, ihr Gewicht einer neuen Situation anzupassen und auch eine verletzte Gliedmaße schonen können. Es ist falsch zu meinen, dass die Frakturversorgung bei Katzen einfach ist und dass es während der Heilung keine Komplikationen gebe. Es wird sogar gesagt, dass sich bei Katzen zwei Knochenfragmente vereinigen, wenn sie in ein und demselben Raum liegen. Diese unsinnige Auffassung stammt nicht aus der Klinik oder experimentellen Studien. Im Gegenteil, es hat sich gezeigt, dass die Katze gleiche Komplikationen bei der Frakturversorgung zeigt wie der Hund³⁻⁸. Die Behauptung, dass die Orthopädie der Katze unkompliziert sei, beweist nur, dass die Katze fähig ist, funktionelle Schädigungen besser zu kompensieren.

Für den Chirurgen ist die kleine Gestalt des Tieres von deutlichem Nachteil, wenn er die winzigen Knochen und Fragmente finden und wieder zusammensetzen soll. Besonders bei den kleinen Knochen der distalen Extremitäten ist es nicht leicht, sie sich auf dem Röntgenbild vorzustellen, sie sind schwierig zusammenzufügen und zu fixieren. Ein schlechter Handwerker wird dafür seine Instrumente verantwortlich machen, aber auch der geschickteste Chirurg kann ohne geeignetes Instrumentarium und gute Implantate nichts bewirken. Glücklicherweise gibt es heut-

zutage in der modernen Orthopädie der Katze ausreichend geeignetes Instrumentarium, um auch kleinste Knochenbrüche zu reparieren. Früher tendierte man bei vielen Katzenfrakturen mehr zur konservativen Therapie, anders als beim Hund, bei dem die meisten Frakturen chirurgisch versorgt wurden. Wenn auch die konservative Behandlung häufig geeignet ist, so sollte doch die Versorgung dem individuellen Fall angepasst werden. Das Ziel der orthopädischen Versorgung bei der Katze sollte sein, den Patienten so schnell wie möglich und mit den einfachsten Mitteln zu seinen optimalen Funktionen zurück zu verhelfen.

Vergleichbare Krankheitsbilder

Vergleicht man die Katze mit dem Hund, so sind entwicklungsbedingte orthopädische Erkrankungen bei ihr selten. Viele Erkrankungen beim heranwachsenden Hund wie z. B. die Ellbogendysplasie oder die aseptische Femurkopfnekrose werden bei der Katze nicht gesehen oder beschrieben. Einige Entwicklungsstörungen wie die Hüftgelenkdysplasie und Patellaluxation sind auch bei der Katze bekannt, doch ihre klinische Bedeutung unterscheidet sich deutlich von der des Hundes.

Traumatische Verletzungen treten häufig auf. Ein Trauma am Bewegungsapparat führt bei der Katze zu einer Vielzahl von Störungen. Orthopädische Erkrankungen am Hinterbein der Katze sind wesentlich häufiger als an der Vordergliedmaße. Bei über 100 Katzen waren 73 % aller Frakturen an den Hinterextremitäten inklusive Becken und Sakrum anzutreffen⁹.

Die vergleichende Anatomie und Physiologie des Bewegungsapparates der Katze sind für einen chirurgisch tätigen Orthopäden von großer Wichtigkeit. Der Kliniker muss gewisse Besonderheiten der Katze genau kennen. Es gibt viele kleine und wenig große Unterschiede zwischen dem Bewegungsapparat der Katze und dem des Hundes. Größe, Mobilität und Ernährung der Katze spiegeln sich im Bewegungsapparat wider. So ist z. B. der »Rückzieh-Mechanismus« an den Krallen geeignet, um zu fangen und kleine Beute zu halten. Der Bewegungsapparat der Katze

passt sich sowohl der Behändigkeit als auch ihrem Spurtvermögen über kurze Distanz an. Im Vergleich zum Hund ist das Skelettsystem der Katze flexibler, die Skelettmuskulatur ist mehr wie ein Band ausgebildet, und das dazwischen liegende Bindegewebe ist lockerer. Katzen sind klein und leicht gebaut, und sie haben eine relativ große Körperoberfläche im Vergleich zu ihrem Gewicht. Sie sind leichtgewichtig, d. h. ihre Röhrenknochen haben eine ausgedehnte Markhöhle und dünne Kortizes, die flachen Knochen wie Skapula und Becken sind nur wenige Millimeter dick. Außerdem sind die langen Knochen relativ gerade und röhrenförmig im Vergleich zu jenen des Hundes. Unterschiede in der Morphologie des Skeletts unter den Rassen sind minimal¹⁰. Daher ist es leichter, sowohl chirurgische Techniken als auch Instrumente und Implantate für Katzen zu standardisieren als für Hunde.

Andere bemerkenswerte Eigenschaften sind die größere Beweglichkeit in der Wirbelsäule und Schulter verglichen mit der des Hundes sowie die unterschiedliche Gewichtsverteilung zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen beim Gehen. In einer Studie, bei der Ganganalysen bei Katzen durchgeführt wurden, zeigte sich ebenso wie beim Hund, dass die Vorderbeine einer stärkeren Belastung ausgesetzt sind als die Hinterbeine. Dennoch – im Vergleich zum Hund – ist die Kraftverteilung beim Gehen unterschiedlich: Die Hinterbeine der Katze übernehmen mehr Gewicht¹¹. Unterschiede im Bewegungsspielraum an den größeren Gelenken des appendikulären Skeletts sind in Tabelle 1 dokumentiert¹².

Das Wissen um die normale Osteologie der Katze ist von großer Wichtigkeit, um Röntgenbilder korrekt zu interpretieren. Oft ist es von großer Hilfe, die kontralaterale Seite eines Beines mitzuröntgen oder einen Katzenknochen bzw. ein Katzenskelett zum Vergleich mit heranzuziehen. Auch können Röntgenaufnahmen von gesunden

Katzen hierbei sehr nützlich sein. Kenntnisse über Unterschiede in der Anordnung der Muskeln und Nerven zwischen Hund und Katze, besonders um das Hüft- und Ellbogengelenk herum, sind von großem Wert, speziell, wenn es um den Zugang zu diesen Gelenken geht. Auch sind Größe und Ausmaße von Knochen und Muskeln unterschiedlich. So sind beispielsweise Ulna und Fibula bei der Katze deutlich kräftiger als vergleichsweise beim Hund; besonders die Lendenwirbel sind länger und schmaler, die Skapula ist breiter und kürzer.

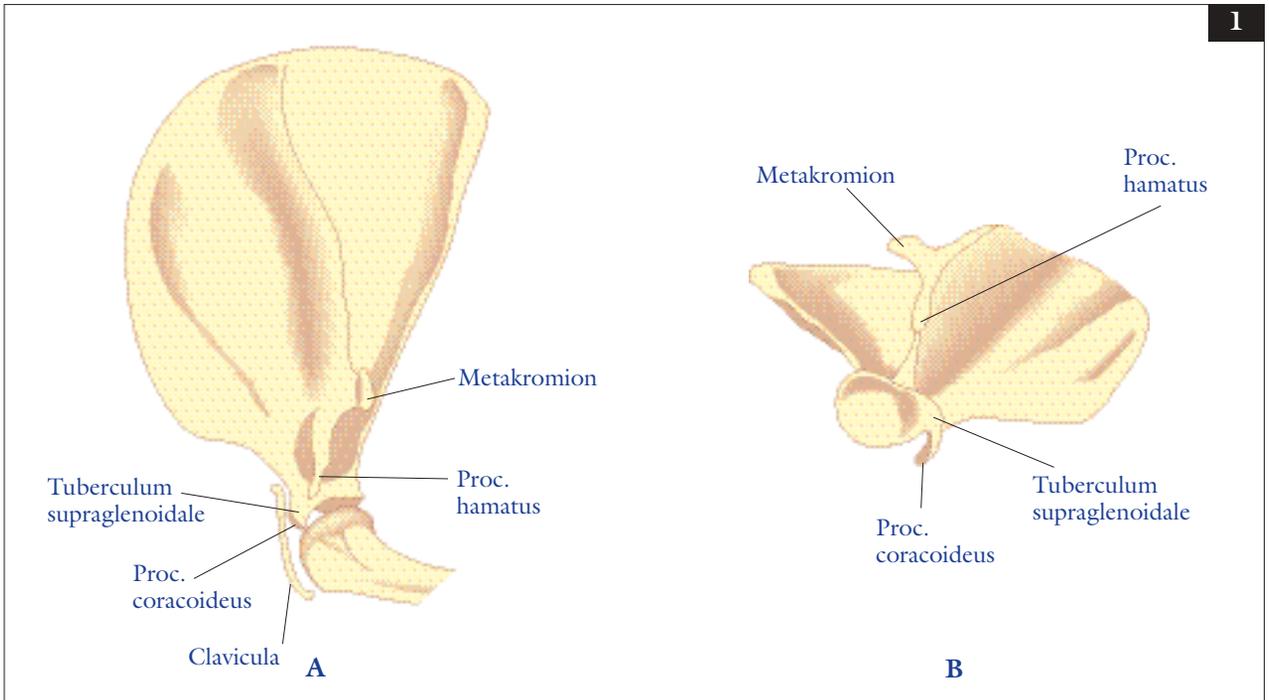
Spezielle anatomische Merkmale und ihre Bedeutung

SCHULTER/OBERARM

- Das Akromion hat sowohl einen Proc. hamatus als auch einen Proc. suprahamatus. Der Proc. hamatus ist der distale Anteil des Akromion (I). Der Proc. suprahamatus (Metakromion) ist ein flacher Vorsprung, der von der distalen Seite der Spina scapulae 10–20 mm nach proximal zum Akromion zieht. Dies ist wichtig für den Operateur, wenn er den M. infraspinatus von der Spina scapulae abheben muss, um zum distalen Knochenanteil zu gelangen¹³.
- Es gibt einen schnabelartigen Knochenvorsprung, genannt Proc. coracoideus, kраниomedial vom Gelenkrand. Dieser Fortsatz ist groß genug, dass er frakturieren kann.
- Ein sehr dünnes Knöchelchen, das die Clavicula darstellt, ist immer vorhanden. Radiologisch wird es als schmaler, gebogener Knochen gesehen, der ca. 20 mm lang ist, kranial des Schultergelenks liegt und leicht als Frakturstück der Skapula fehldiagnostiziert wird. Es ist ein Rudiment ohne knöcherne Verbindung und ohne Bedeutung.

TABELLE 1: RANGE OF MOTION (ROM) GROSSER GELENKE DES APPENDIKULÄREN SKELETTS

Gelenk		ROM Katze (Grad)	ROM Hund (Grad)
Schulter	Flexion/Extension	170–190	125–145
	Adduktion/Abduktion	100–120	80–100
Ellbogen	Flexion/Extension	130–155	140–150
Karpus	Flexion/Extension	160–180	175–190
Hüfte	Flexion/Extension	150–170	150–170
	Adduktion/Abduktion	80–100	100–120
Knie	Flexion/Extension	150–170	130–150
Tarsus	Flexion/Extension	140–170	155–185



1 A Laterale Ansicht des Skapulohumeralgelenks mit Proc. coracoideus, Spina, Proc. suprahamatus des Akromion (Metakromion), Proc. hamatus des Akromion (Akromion), Tuberculum supraglenoidale und Clavicula.
B Ventrale Ansicht der Skapula.

- Der Humerus wird von einem ovalen suprakondylären (epikondylären) Foramen direkt proximal des medialen Epikondylus durchbohrt (**2**). Bei Operationen in diesem Bereich ist es – aufgrund des Verlaufes von N. medianus und A. brachialis durch das Foramen – schwierig, das Weichteilgewebe hochzuheben und wegzuziehen. Darum muss man hier besonders aufpassen, um nicht diese neurovaskulären Strukturen um den Ellbogenbereich zu verletzen¹³.
- Dies gilt auch bei suprakondylären Humerusfrakturen, wenn Knochensplitter im Bereich von N. medianus und A. brachialis liegen. In einer derartigen Situation kann der mediale Anteil der Foramenbegrenzung mit einem Rongeur entfernt werden, damit der Nerv im benachbarten Weichteilgewebe ohne Beeinträchtigung verlaufen kann⁵.
- Setzt man zur Osteosynthese von Humerusfrakturen einen intramedullären Pin ein, so wird dies durch das suprakondyläre Foramen erschwert. Bringt man die Pins distal in den Humerus ein, kann es zu Schädigungen sowohl von Nerv und Arterie als auch vom Gelenk selbst kommen. Intramedulläre Pins sollten generell 7–9 mm proximal vom medialen Epikondylus eingebracht werden⁵. Wenn dieser kurze intramedulläre Pin nicht genügend Fixation bietet, lässt sich

bei annähernd 50 % aller Katzen ein deutlich dünnerer Pin (<1,6 mm) unter Schonung des Foramens in den medialen Teil des Kondylus einbringen¹⁴.



2 Kranio-kaudale Röntgenaufnahme vom Ellbogen-gelenk mit Sicht auf das Foramen supracondylare medial des distalen Humerus (Pfeil).

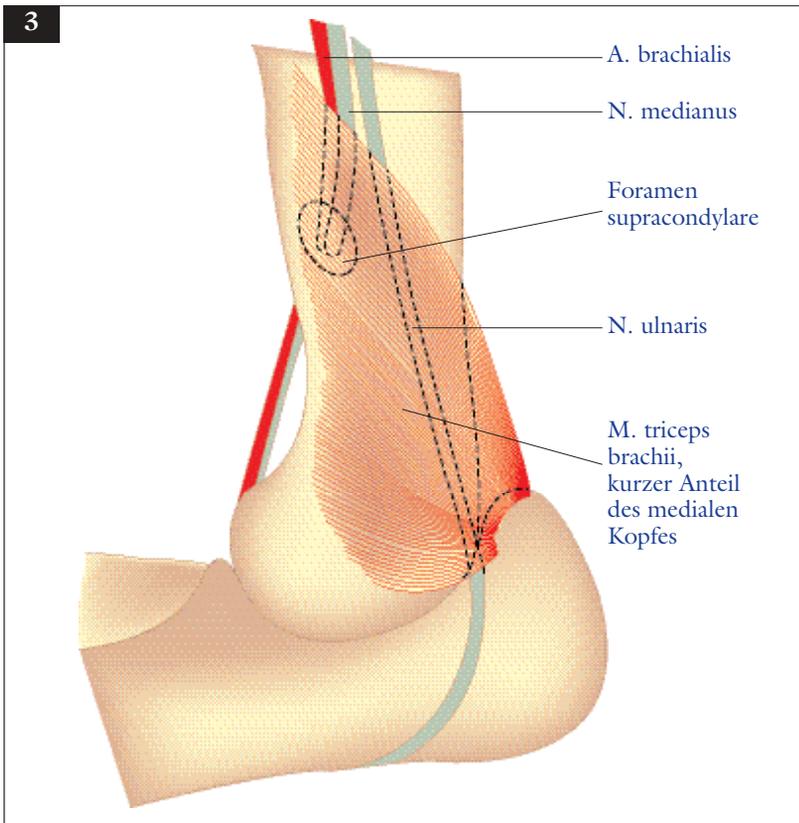
- Der N. ulnaris liegt unter dem kurzen Anteil des medialen Kopfes vom M. triceps brachii (3). Dieser Muskel verläuft kaudal zum medialen Bereich des Condylus humeri, wo er auf der medialen Seite des Proc. olecrani ansetzt. Beim Freilegen einer Fraktur und Loslösen des Muskels in diesem Bereich ist Vorsicht geboten, dass dieser Nerv nicht beschädigt wird¹³.

ELLBOGEN/ANTEBRACHIUM

- Im Gegensatz zum Hund wird die Fossa olecrani nicht von einem Foramen supratrochleare perforiert. Die distale Humerusepiphyse ist weniger anfällig für Frakturen, weil dieses Foramen nicht vorliegt. Das hat zur Folge, dass intrakondyläre Y- und T-Frakturen sowie laterale und mediale Kondylusfrakturen bei der Katze selten sind.
- Die gerade Form des distalen Humerus und Condylus humeri und die relativ weite und dicke Crista des Epikondylus scheinen auch diesen Bereich des Skeletts vor Frakturen zu schützen. Weiterhin ist die inkomplette Ossifikation der Humeruskondyle, die eine häufige Ursache für Frakturen bei einigen

Hunderassen ist, bei der Katze bisher nicht beschrieben worden.

- Ein Sesambein am Ursprung der Sehne des M. supinator ist eine normale anatomische Variante, die bei annähernd 40 % aller Katzen vorliegt. Dies lässt sich auf medio-lateralen Röntgenaufnahmen vom Ellbogengelenk erkennen, wo es mit der kraniallateralen Seite des Radiuskopfes artikuliert. Es sollte nicht mit Osteophyten oder einer Chip-Fraktur verwechselt werden¹⁵.
- Die Anatomie des Unterarmes der Katze erlaubt eine beträchtliche Pronation und Supination (45–55°), darum ist es bei orthopädischen Eingriffen in diesem Bereich sehr wichtig, diese Beweglichkeit zwischen Radius und Ulna zu erhalten. Die Beweglichkeit zwischen den zwei Knochen ist deutlich größer als beim Hund. Das heißt, dass Frakturbehandlungen am Unterarm durch Fixation von Radius oder Ulna allein weniger zu einer adäquaten Stabilität des benachbarten Knochen führen⁵. Daher ist es erforderlich, beide frakturierte Knochen zu fixieren, besonders, wenn es sich um Splitterfrakturen handelt.



3 Medialer Bereich des Ellbogengelenks mit Verlauf des N. medianus und der A. brachialis durch das Foramen supracondylare in kaudokranialer Richtung. Beachte die Lage des N. ulnaris tief unter dem kurzen Anteil des medialen Kopfes vom M. triceps brachii.

HÜFTE/KNIE

- Anders als beim Hund soll angeblich das Band des Femurkopfes oder das runde Ligament (Lig. capitis ossis femoris) mit einem bedeutenden Anteil an Blutzufuhr für die Epiphyse des Femurkopfes versehen sein¹⁶. Das mag erklären, dass die aseptische Femurkopfnekrose (Legg-Calvé-Perthes-Erkrankung), die häufig bei kleinen Hunderassen vorkommt, bei Katzen bisher noch nicht beschrieben wurde. Die Blutversorgung über dem runden Ligament wird auch die Epiphyse vor vaskulären Problemen schützen, wenn sie sich vom Femurkopf löst. Obwohl diese Frakturen sofort versorgt werden sollten, ist die Prognose bei Katzen im Allgemeinen gut, selbst wenn die Versorgung verspätet erfolgt.
- Die Anordnung der Muskulatur um die Hüfte herum unterscheidet sich von der beim Hund. Die Mm. tensor fasciae latae und vastus lateralis sind bei der Katze breiter. Der übliche Zugang zur Hüfte bei der Katze ist von kraniallateral. Bei diesem Zugang muss die Inzision aufgrund des Ansatzes des M. tensor fasciae latae länger sein als beim Hund. Ähnlich verhält es sich beim M. vastus lateralis, der subperiostal mehr angehoben werden muss, um den Femurhals ausreichend freizulegen¹⁷.
- Der M. sartorius ist bei der Katze ungeteilt. Anders ist es beim Hund, wo er einen kranialen und kaudalen Muskelbauch besitzt. Auf diesen Muskel trifft man beim Zugang zum Femurschaft.
- Das Ligamentum sacrotuberale, das beim Hund zwischen dem kaudolateralen Winkel des Sakrums und dem lateralen Teil des Tuber ischii verläuft, gibt es bei der Katze nicht.
- Eine kinematische Studie hat gezeigt, dass der überwiegend gewichttragende Anteil des felinen Azetabulum eher das Zentrum und kaudale Drittel betrifft als das kraniale Drittel. Dies ist bei der Behandlung von Azetabulumfrakturen von Bedeutung. Die »landläufige Meinung«, dass einfache kaudale Azetabulumfrakturen konservativ therapiert werden können, sollte bei Katzen neu überdacht werden¹⁸.

KNIE/UNTERSCHENKEL

- Die Mineralisation der medialen Fabella und des Sesambeins im M. popliteus ist unterschiedlich^{19,20}. Nicht mineralisierte Sesambeine sind auf einem Röntgenbild nicht erkennbar.
- Im Unterschied zum Hund ist das kraniale Kreuzband (krKB) bei der Katze stärker als das kaudale Kreuzband (kKB)²¹. Das mag einer der Gründe sein, weshalb das kraniale Kreuzband der Katze seltener rupturiert.

TARSUS

- Das mediale und das laterale Kollateralband des Talokruralgelenks bestehen jeweils aus zwei kurzen Bändern; es gibt hier keinen langen Anteil wie beim Hund. Dies ist wichtig, wenn es erforderlich ist, ein Kollateralband bei Luxation oder Subluxation des Talokruralgelenks zu ersetzen.

WIRBELSÄULE

- Bei der Katze ist das Nackenband, das beim Hund vom Proc. spinosus des Axis bis zur Spitze des Proc. spinosus des ersten Brustwirbels zieht, nicht vorhanden. Dies muss der Operateur wissen, wenn er von dorsal an die Halswirbelsäule herangeht. Das Fehlen dieser Nackenbandunterstützung erklärt, warum die Katze bei neuromuskulären Erkrankungen zur Ventroflexion des Halses neigt.
- Die Wirbelsäule der Katze ist biegsamer als diejenige des Hundes. Verantwortlich dafür ist, dass die Zwischenwirbelscheiben vermehrt zur Gesamtlänge der Wirbelsäule beitragen (20 % bei der Katze und 15–17 % beim Hund). Die Disken neigen ebenso zu degenerieren wie diejenigen von nicht chondrodystrophen Hunderassen. Erkrankte Katzen zeigen häufig keine Symptome; die Ursache hierfür ist bisher noch nicht bekannt.
- Das Rückenmark reicht im Verhältnis zum Wirbelkanal bei der Katze weiter als beim Hund. Früher gab es einige Unklarheiten, wo das Rückenmark aufhört. Die verschiedensten Autoren machen unterschiedliche Angaben vom kaudalen Rand des 7. Lendenwirbels (L7) bis zum kaudalen Rand des Sakrums. Es mag einige leichte individuelle und rasse-spezifische Abweichungen geben, aber es ist wahrscheinlich, dass die kraniale Grenze für ausgewachsene Tiere und die mehr kaudale für junge Katzen korrekt ist^{22,23}. Im Vergleich zum Hund gibt es eine enge Beziehung zwischen Rückenmarkssegmenten und den Wirbeln. Bei einer fokalen Läsion der Katze sind daher weniger Rückenmarkssegmente betroffen.

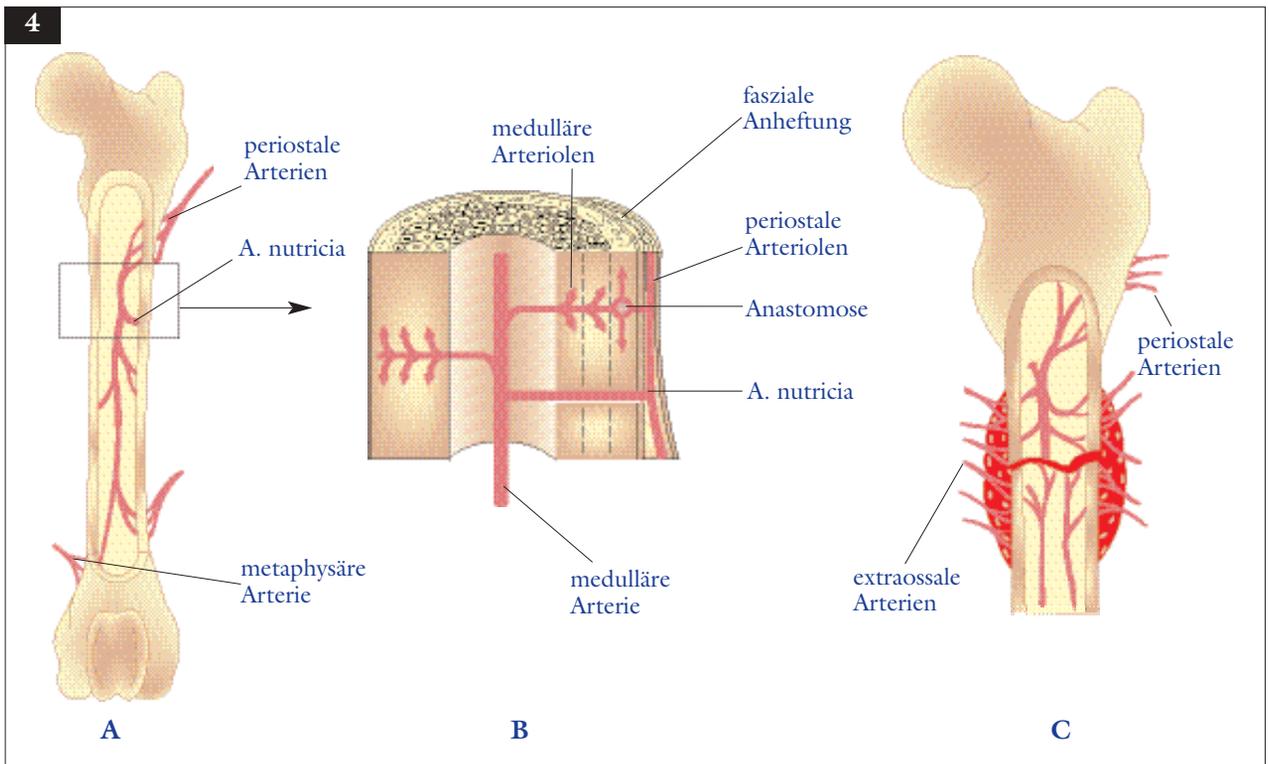
Blutversorgung des Knochens

Die arterielle Blutversorgung eines typischen Röhrenknochens ist durch ein afferentes Gefäßsystem bedingt, das die A. nutricia und die proximalen und distalen metaphysären Arterien mit einschließt²⁴⁻²⁷ (4). Kleine periostale Arteriolen liefern der äußeren kortikalen Schicht im Bereich der faszialen Anheftung und des Muskelansatzes ebenfalls Blut. Das mittlere Gefäßsystem der Kompakta umfasst die Haver'schen Kanäle, Volkmann'schen Kanäle sowie winzige Kanälchen, die ein Gefäßgitter für die Ernährung der Osteozyten bilden. Der venöse Abfluss erfolgt über das efferente Gefäßsystem von der periostalen Oberfläche des Knochens. Dieser zentrifugale Blutfluss von der Markhöhle zur periostalen Oberfläche wird bei Frakturen stufenweise unterbrochen. Die afferenten Blutgefäße hypertrophieren dann und nehmen zahlenmäßig zu, um die medulläre Blutzufuhr schnellstens wiederherzustellen. Zusätzlich entsteht vom umliegenden Weichteilgewebe eine neue und temporäre extraossale Blutzufuhr, damit sich periostaler Kallus, Knochenfragmente und Kortex ent-

wickeln können. Revaskularisation und Knochenheilung sind durch schwere Traumen an Knochen und Weichteilgewebe, durch unvorsichtige und auch falsche Handhabung des Weichteilgewebes während der Operation sowie durch mangelhafte Reposition von Knochenfragmenten und Frakturstabilität verzögert.

Knochenwachstum

Die Knochen des appendikulären Skeletts wachsen durch enchondrale Ossifikation in die Länge und durch intramembranöse Ossifikation in die Breite. Die enchondrale Ossifikation ist charakterisiert durch osteoblastische Umformung eines Knorpels zu Knochen. Longitudinales Knochenwachstum vollzieht sich an den Fugen, die so lange offen bleiben, bis das Knochenwachstum beendet ist. Funktioneller Fugenschluss erfolgt dann, wenn zwischen Epiphyse und Diaphyse eine anatomische Kontinuität des Knochengewebes besteht. Fugenschluss und Ende des Knochenwachstums sind – bevor die Fusion radiologisch dokumentiert wird – abgeschlossen.



4 A Arterielle Blutversorgung eines normalen ausgewachsenen Knochens.

B Schematische Zeichnung mit arterieller Blutversorgung eines Ausschnitts von einem normalen ausgewachsenen Knochen.

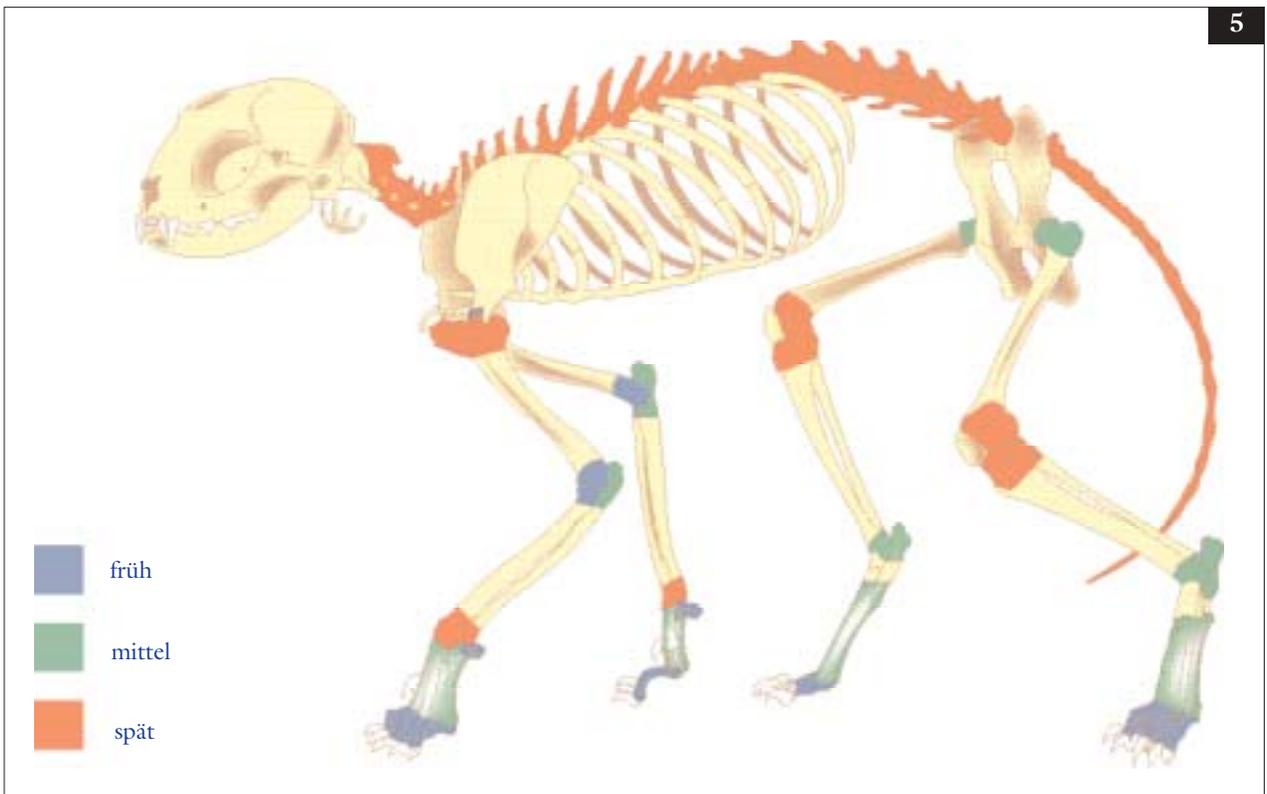
C Arterielle Blutversorgung eines frakturierten Knochens mit Entwicklung der extraossalen Blutzufuhr.

WACHSTUMSFUGEN

Im Gegensatz zu jenen beim Hund sind die Wachstumsfugen bei den jungen Katzen einfach und flach. Die Zeiten des Fugenschlusses wurden an gesunden Katzen dokumentiert und basierten auf radiologischen Untersuchungen von 37 jungen Katzen und 8 anatomisch seziierten Kätzchen²⁸. Es gibt individuelle Unterschiede in der Zeit des Fugen-

schlusses. Dennoch lassen sich die Fugen in frühe, mittlere und späte Gruppen einteilen, basierend auf den Verschlusszeiten (5, Tabelle 2)²⁸.

Die Fugen, die sich zuletzt schließen, neigen zum verzögerten Schluss, Knorpelreste bleiben in einigen Fällen bis zu 2 Jahren bestehen.



5 Katzenskelett mit Verschlusszeiten der Wachstumsfugen. Sie sind eingeteilt in frühe, mittlere und späte Verschlusszeiten.

TABELLE 2: VERSCHLUSSZEITEN DER EPIPHYSENFUGEN

Früh (4–8 Monate)

Tuberositas supraglenoidale
Distaler Humerus
Proximaler Radius
Os carpi accessorium
Phalangen I & II

Mittel (8–14 Monate)

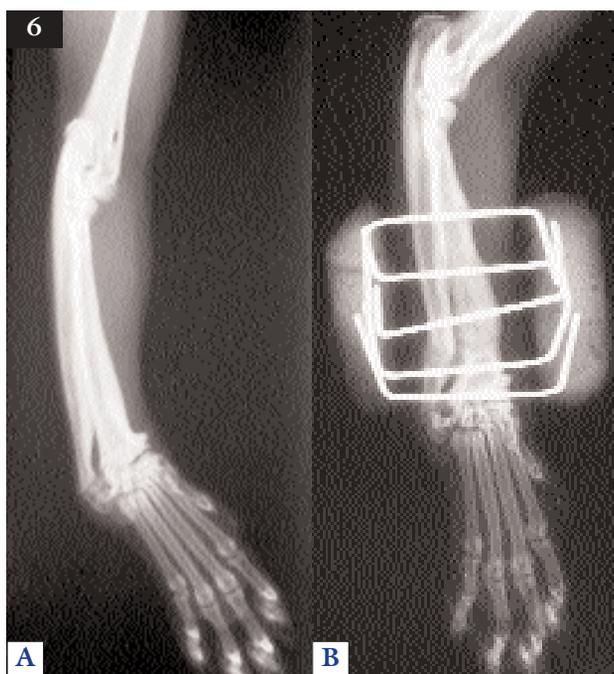
Proximale Ulna
Metacarpalia
Proximales Femur
Distale Tibia
Distale Fibula
Calcaneus
Metatarsalia

Spät (14–24 Monate)

Wirbel
Proximaler Humerus
Distaler Radius
Distale Ulna
Distales Femur
Proximale Tibia
Proximale Fibula

Störungen in den Wachstumsfugen

Verletzungen durch Traumata können Störungen in der Wachstumsfuge verursachen, die zur Reduktion oder zum Sistieren des Wachstums sowie zur Knochenverkürzung führen. Mit den Störungen der Wachstumsfuge sind häufig Verbiegungen des Beines verbunden, wenn asynchrones Wachstum in paarigen Knochen vorliegt, wie z. B. bei Radius und Ulna (6), oder wenn die Störung in einer einzelnen Fuge asymmetrisch ist. Eine Abknickung des Beines



6 Kranio-kaudale Röntgenaufnahmen vom Unterarm mit Abknickung der verformten Knochen. (Röntgenaufnahmen mit freundlicher Genehmigung von Malcolm McKee.)

A Carpus varus mit einer Wachstumsstörung in der distalen Radiusfuge.

B Postoperatives Bild nach Korrekturosteotomie mit einem Fixateur externe Typ 2 aus Acryl.

ist bei der Katze – verglichen mit dem Hund – seltener, größtenteils deshalb, weil die Katze von kleinerer Statur und das Wachstumspotential insgesamt reduziert ist. Ein zusätzlich wichtiger Faktor ist die gestreckte Form der distalen Ulnafuge verglichen mit der konischen Ulnafuge des Hundes. Die Form der kaninen Fuge weist eine vergrößerte Oberfläche auf, was zum schnelleren Wachstum führt, aber auch die Keimzellen anfällig für Kompressionsverletzungen macht. Bei jungen Katzen stellen die Fugen bedeutende strukturelle Schwachpunkte im Skelett dar, sodass Salter-Harris-Frakturen häufig in dieser Altersgruppe anzutreffen sind.

Einfluss von Kastration auf die Wachstumsfugen

Es wird von einer Reihe von Untersuchungen bei Katzen berichtet, in der der Einfluss der Kastration auf die Zeit des Fugenschlusses geprüft wurde^{29–31}. Die Beziehung zwischen Kastration zur Zeit der Geschlechtsreife (im Alter von 28 Wochen) und Zeit des Fugenschlusses wurde an männlichen Katzen untersucht²⁹. Des Weiteren erfolgte ein Vergleich zwischen kastrierten und nicht kastrierten männlichen und weiblichen Katzen bezogen auf die Zeit des Fugenschlusses²⁹. In beiden Studien konnte festgestellt werden, dass der Fugenschluss bei kastrierten männlichen Katzen verzögert war; bei einigen Tieren lagen sogar offene Fugen bis über das 4. Lebensjahr hinaus vor. Eine Studie konzentrierte sich auf kastrierte männliche und weibliche Katzen mit Wirkung der Kastration auf die proximale (erste Gruppe) und distale (letzte Gruppe) Radiusfuge sowie auf die Radiuslänge, wobei zum einen die Kastration im Alter von 7 Wochen und zum anderen im Alter von 7 Monaten erfolgte³¹. Hierbei wurde festgestellt, dass die Kastration keinen Einfluss auf den Zeitpunkt des Fugenschlusses an der proximalen Radiusfuge hatte. Kastrierte Katzen jedoch zeigten einen verzögerten Fugenschluss an der distalen Radiusfuge, egal wann sie kastriert wurden. Bei weiblichen Katzen war der Verschluss der proximalen Radiusfuge verzögert, wenn sie im Alter von 7 Wochen, nicht aber, wenn sie im Alter von 7 Monaten kastriert wurden. Im Gegensatz dazu war der Verschluss der distalen Radiusfuge bei beiden ovariohysterektomierten Gruppen verzögert. Die endgültige Länge des Radius erhöhte sich signifikant in beiden Gruppen kastrierter männlicher und weiblicher Katzen verglichen mit unkastrierten Katzen. Die Kastration von noch nicht ausgewachsenen Katzen beiderlei Geschlechts begünstigt Salter-Harris-Frakturen, wobei die letzte Gruppe (distale Radiusfuge) am meisten gefährdet ist.

KAPITEL 2

Untersuchung und diagnostische Hilfsmittel

Einleitung

Bei Katzen mit orthopädischen Problemen ist die Lahmheit das vorherrschende Symptom, jedoch lässt sich dies nicht so einfach feststellen und beobachten wie beim Hund, da der Lebensstil der Katze meist freier bzw. eigenständiger ist. Die Lahmheitsuntersuchung bei der Katze ist an sich ähnlich der des Hundes und doch gibt es deutliche Unterschiede. Viele der auftretenden Erkrankungen gleichen sich, doch können sie sehr unterschiedlich in ihrer Tragweite sein. Es gibt auch Lahmheitsursachen, die beim Hund selten oder nie vorkommen. Das Ziel der Untersuchung sollte es sein, eine Liste mit Differentialdiagnosen der Priorität nach geordnet zu erstellen. Diese Diffe-

rentialdiagnosen müssen dann genau überdacht werden, um anschließend zu einer spezifischen Diagnose zu kommen. Lahmheitsursachen bei der Katze wurden erst kürzlich überprüft¹. In Tabelle 3 sind diejenigen Lahmheitsursachen des Bewegungsapparates aufgelistet, die am häufigsten auftreten. Lahmheiten oder Gliederschwächen können durch eine Vielzahl von Beschwerden hervorgerufen werden, die keinen Bezug zu den Knochen oder Gelenken der Gliedmaße haben. Es kann sich hierbei um Beschwerden der Wirbelsäule und peripherer Nerven handeln wie z.B. Wirbelfrakturen oder Abriss des Plexus brachialis. An diese Probleme sollte unbedingt gedacht werden, wenn Hinweise für neurologische Störungen vorliegen.

TABELLE 3: DIFFERENTIALDIAGNOSEN BEI LAHMHEITEN

Diagnose	Unreifes Skelett (<2 Jahre)	Reifes Skelett (>2 Jahre)
Katzenbisse	++	+
Frakturen	++ (oft physäre)	+
Luxationen durch Traumata	+	++ (Hüfte > Sprunggelenk > Knie > Ellbogen > Karpus > Schulter)
Abrissverletzungen (Tuberositas tibiae etc.)	++	-
Septische Arthritis	++	+
Calicivirus-Arthritis	++	-
Periostale proliferative Polyarthritiden	++	++
Andere immuninduzierte Polyarthritiden	+	++
Neoplasien (Knochen, periartikuläres Weichteilgewebe)	+	++
Osteoarthritis	-	++ (am häufigsten an Ellbogen & Schulter)
Hüftgelenksdysplasie	++	+
Luxatio patellae	++	+
Ruptur des kranialen Kreuzbandes	-	++

- bis ++ bedeutet: zunehmende Häufigkeit des Vorkommens; > bedeutet: häufiger als

Signalement

Alter, Geschlecht, Rasse und Gewicht von Katzen können manchmal schon einen Hinweis auf die Art der Beschwerden geben. So kommt es z.B. bei männlichen Katzen unter 2 Jahren (kastriert oder unkastriert) nach traumatischen Ereignissen häufiger zu Frakturen oder Luxationen^{2,3}. Degenerative Erkrankungen wie Osteoarthritis oder Kreuzbandläsionen sind bei ihnen insgesamt wesentlich seltener, jedoch häufiger bei älteren Katzen. Gelenk- und Knochenneoplasien werden auch mehr bei älteren Katzen gesehen, wobei das Lymphom eine wichtige Ausnahme ist. Es gibt einige nicht traumatische Erkrankungen, die geschlechtsbezogen sind wie z.B. die periostale proliferative Polyarthrit, doch ist im Allgemeinen das Geschlecht kein entscheidender Faktor. Katzenbisse und traumatische Erkrankungen treten häufiger bei jungen Katzen auf, wahrscheinlich wegen ihrer territorialen Aggression, ihrer Unerfahrenheit gegenüber natürlichen oder durch den Menschen verursachte Gefahren. Rasseprädispositionen sind bei der Katze weniger bedeutend als beim Hund. Das liegt wahrscheinlich daran, dass Katzen mit Abstammung weniger oft vorkommen als Hunde mit einem Stammbaum. Die Morphologie von Zuchtkatzen unterscheidet sich nur wenig von jenen ohne Stammbaum, sodass im Gegensatz zum Hund der Körperbau bei Erkrankungen der Skelettmuskulatur eine geringere Rolle spielt. Mit Ausnahme von bestimmten angeborenen und erbten Erkrankungen gibt es wenige Beschwerden, die bei bestimmten Rassen häufiger vorkommen. Zu hohes Körpergewicht kann bei Katzen zu klinischen Symptomen von Erkrankungen der Skelettmuskulatur führen, insbesondere auch zu Osteoarthritis. In einer Untersuchung wurde herausgefunden, dass übergewichtige Katzen 2,8-mal und fettleibige 5,4-mal häufiger an sichtbaren Lahmheiten leiden⁴.

Anamnese

Die Erhebung der Anamnese ist ein wichtiger Bestandteil der Untersuchung. Sie wird oft in der Praxis aus Zeitgründen vernachlässigt. Trotzdem, die Anamnese liefert wichtige Informationen über die Ursache der Erkrankungen der Skelettmuskulatur und sollte stets vor der Allgemeinuntersuchung des Patienten durchgeführt werden. Der scharfsinnige Katzenklinikern sollte auf einige »Stolpersteine« aufpassen. Katzen sind leichtgewichtig, klein und haben ein eigenständiges Leben, wodurch sie gering- bis mittelgradige Beeinträchtigungen der Skelettmuskulatur »verschleiern«. Das bedeutet häufig für den Besitzer, dass frühzeitig auftretende Symptome übersehen werden. Ein augenscheinlich akutes Leiden kann daher bei der ersten Vorstellung des Patienten schon in einen chronischen Zustand übergetreten sein. Eine andere Schwierigkeit besteht darin festzustellen, ob Erkrankungen, die durch aufein-

ander folgende Untersuchungen erkannt werden, als Nebenbefund zu werten sind, wenn zuvor keine klinischen Anzeichen vorlagen, wie z.B. eine Osteoarthritis, die radiologisch diagnostiziert wird. Weitere Probleme können bei Katzen auftreten, die erkrankt sind, ohne dass ein Trauma beobachtet wurde. Häufig werden Katzen mit orthopädischen Erkrankungen vorgestellt, die zuvor mehrere Tage verschwunden waren, sodass keine hilfreiche Anamnese für den Untersucher bezüglich der Ursache erstellt werden kann. Es sollte daran gedacht werden, dass einige nicht traumatische Erkrankungen wie z.B. ischämische Neuromyopathien ähnliche Symptome hervorrufen wie z.B. Becken- oder Wirbelsäulenfrakturen oder Luxationen.

Allgemeine klinische Untersuchung

Eine Allgemeinuntersuchung sollte immer vor einer speziellen orthopädischen Untersuchung stattfinden. Sie kann somit eventuell gleichzeitige oder zwischenzeitige Erkrankungen aufdecken. Dies kann Hinweise für orthopädische Erkrankungen liefern, z.B. können Katzen mit einer bestimmten immun-gesteuerten Polyarthrit Erkrankungen anderer Körperbereiche aufweisen. Zwischenzeitige Erkrankungen können die Prognose beeinflussen und haben Einfluss auf Anästhetika und intravenöse Flüssigkeitsgaben; geriatrische Katzen können bis zu einem gewissen Grad eine Niereninsuffizienz aufweisen. Katzen, die verschwunden waren und wahrscheinlich ein Trauma hatten, sind in der Regel kachektisch. Sie sollten sofort infundiert werden, damit der Kalorienbedarf wiederhergestellt wird. Katzen mit traumatisch erworbenen orthopädischen Verletzungen weisen häufig gleichzeitig noch Verletzungen anderer Körperbereiche auf. Untersuchung und Behandlung traumatisierter Patienten werden ausführlich in Kapitel 3 besprochen.

Orthopädische Untersuchung

Der orthopädische Untersuchungsgang wird ungeachtet der Spezies standardmäßig durchgeführt. Die Hauptschwierigkeiten sind zum einen der Mangel an Bereitschaft für eine Ganganalyse des Patienten und zum anderen mögliche Probleme, die durch Zwangsmaßnahmen an widerspenstigen und mit Schmerzen belasteten Katzen entstehen. Bei der Beobachtung des Ganges sollte sich der Patient frei im Untersuchungsraum bewegen. Dies lässt sich manchmal nur dadurch erreichen, dass die Katze zuerst in eine ruhige Umgebung gesetzt wird oder dass sie von außen durch ein Fenster im Raum beobachtet wird. Manchmal ist es sehr hilfreich, den Besitzer zu bitten, ein Video von seiner Katze zuhause anzufertigen. Ebenso sollten bei der Katze Körperhaltung und -stellung dokumentiert werden.

Im Allgemeinen beginnt man zuerst mit der Untersuchung der Katze im Stehen, wenn möglich ohne Zwang.

Dabei werden sorgfältig und methodisch Muskeln und Gelenke der Gliedmaßen palpiert, indem man sich von proximal nach distal vorarbeitet. Sehr hilfreich ist es dabei, die linke mit der rechten Extremität auf Symmetrie, Schmerz- und Druckempfindlichkeit, Muskelatrophie, verdickte Gelenke oder Schwellungen zu vergleichen. Muskelatrophien lassen sich leicht dort aufspüren, wo größere Muskelmassen neben knöchernen Vorsprüngen liegen, wie z. B. beim Schulterblatt und Trochanter major. Verdickungen oder Schwellungen von Gelenken können an der Hüfte und Schulter wegen der darüber liegenden Muskelmassen nicht erfasst werden. Flüssigkeitsansammlungen sind leichter an stark belasteten Gelenken zu erkennen, jedoch haben Katzen seltener als der Hund flüssigkeitsgefüllte Gelenke.

Eine genauere orthopädische Beurteilung wird im Allgemeinen bei der Katze in Seitenlage ohne allzu großen Zwang durchgeführt. Dabei empfiehlt es sich, die Untersuchung mit der gesunden Extremität zu beginnen, um die Katze an die Untersuchung zu gewöhnen und zu vermeiden, dass sie aggressiv wird. Man manipuliert vorsichtig alle Gelenke von distal nach proximal, beginnend mit den Phalangen. Die Beweglichkeit der Gelenke wird wenn möglich durch die volle Flexion/Extension sowie Abduktion/Adduktion beurteilt. Dabei beobachtet man die Katze, ob ihr etwas nicht behagt. Die Gelenkstabilität wird von lateral nach medial und von kranial nach kaudal beurteilt. Jedes Anzeichen von Gelenkerguss, periartikulärer Verdickung und Krepitation wird notiert. Spezielle Manipulationen wie Schubladenphänomen oder Tibiakompressionstest sind identisch mit denen beim Hund. Sie sind auch bei der Katze gebräuchlich. Andere wie z. B. das Ortolani-Zeichen werden weniger eingesetzt. Diese Tests sollten am besten in Sedation oder unter Allgemeinanästhesie durchgeführt werden. Sie werden bei den speziellen Erkrankungen ausführlich diskutiert. Röhrenknochen und die darüber liegenden Weichteilstrukturen lassen sich auch über ihre gesamte Länge auf Unregelmäßigkeiten oder Beschwerden hin palpieren. Eine Übung, durch die ein echter Schmerz provoziert wird, sollte wiederholt werden, um die Signifikanz zu sichern. Eine komplette Untersuchung sollte zuerst an allen vier Gliedmaßen durchgeführt werden, bevor man sich auf das erkrankte Bein konzentriert.

Diagnostische Hilfsmittel

Nach der orthopädischen Untersuchung muss entschieden werden, welche Art der Therapie oder welche weiterführenden Untersuchungen erfolgen sollen. Weitere Untersuchungen sind sinnvoll, um die vorläufige Diagnose zu festigen oder um unter den möglichen Erkrankungen abzuwägen. In vielen Fällen mag die Diagnose klar sein, sodass keine weiteren Maßnahmen erforderlich sind. Dies ist z. B. bei Katzenbissen und Entzündungen des Weich-

teigewebes der Fall. In anderen Fällen, bei denen die Erkrankung subklinisch verläuft, oder dort, wo der Patient finanzielle Probleme hat und er deshalb keine weiteren Untersuchungen wünscht, kann man direkt mit der Therapie beginnen.

RÖNTGENUNTERSUCHUNG

Die Röntgenuntersuchung ist das am häufigsten angewendete diagnostische Hilfsmittel bei orthopädischen Erkrankungen. Ihre Anwendung wird ausführlich bei den Gelenkerkrankungen in Kapitel 7 erörtert. Röntgenaufnahmen müssen immer zusammen mit den klinischen Befunden interpretiert und dürfen nicht als Ersatz für eine klinische Untersuchung angesehen werden. Das Röntgen wird oft benutzt, um eine klinische Verdachtsdiagnose zu festigen und um gelegentlich zwischen zwei oder mehreren Erkrankungen mit gleicher Symptomatik zu differenzieren. Bei traumatischen Verletzungen zeigt das Röntgen die Lokalisation und das Ausmaß der Frakturen auf und hilft beim Planen der chirurgischen Versorgung. Bei Diaphysenfrakturen ist als weitere Hilfe für die Planung der Frakturversorgung der kontralaterale Knochen zu röntgen. Bei schweren Traumen sind Röntgenaufnahmen von Thorax und Abdomen gerechtfertigt, egal ob klinische Symptome von Atem- oder Bauchbeschwerden vorliegen. Röntgenaufnahmen lassen sich bei Katzen am besten durchführen, wenn die Tiere sediert oder in Allgemeinnarkose sind, weil man sie dann optimal lagern kann und sie sich kaum bewegen. Die radiologischen Veränderungen sind oft schwierig zu erfassen, und die Knochen sind sehr klein, sodass daher Röntgenaufnahmen in hoher Qualität nötig sind. Man sollte eine Film-Folien-Kombination verwenden. Für die distalen Bereiche der Extremitäten werden sogar aus der Humanmedizin Mammographiefilme empfohlen. Röntgenaufnahmen sollten korrekt eingebildet werden, um Streustrahlen zu verringern, und sie sollten in zwei senkrecht zueinander gelegenen Projektionsebenen angefertigt werden. Für die Interpretation von Röntgenaufnahmen sind für den konventionellen Betrachter helles Licht und ein Vergrößerungsglas erforderlich. Die Röntgenbefunde sollten sehr genau und vollständig sein. Jede Struktur muss anhand der röntgenologisch erkennbaren Veränderungen (wie z. B. Zahl, Lage, Größe, Gestalt, Rand, Dichte, innere Architektur und Funktion) beurteilt werden. Die radiologischen Veränderungen einzelner Erkrankungen werden in den jeweiligen Kapiteln besprochen.

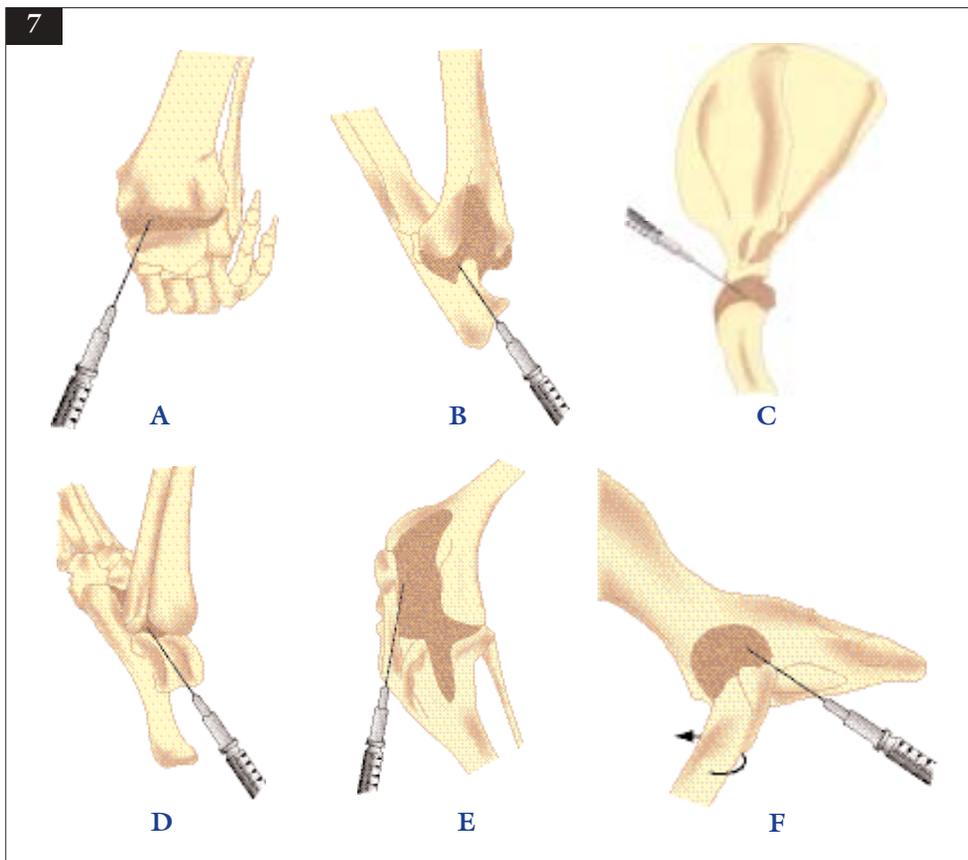
SYNOVIOZENTESE UND ANALYSE DER GELENKFLÜSSIGKEIT

Die Synoviozentese und die Analyse von Gelenkflüssigkeiten sind bisher wenig eingesetzte Verfahren in der Katzenmedizin. Die Analyse ist besonders nützlich, um zwischen degenerativen und entzündlichen Ursachen der Arthritis

zu unterscheiden und um festzustellen, ob eine Arthritis infiziert oder immun gesteuert ist. Eine Allgemeinnarkose oder tiefe Sedation ist für die Synoviozentese bei der Katze erforderlich. Üblicherweise werden zuerst Röntgenaufnahmen angefertigt und danach erfolgt sofort die Punktion des betroffenen Gelenks. Dabei sollte ein kleiner Bereich für die Punktion geschoren werden (7), sterile Tücher oder Handschuhe sind hierbei nicht erforderlich. Man verwendet eine 3-ml-Spritze und eine 25-Gauge-Nadel mit ausreichender Länge (bis zu 25 mm), um durch das Weichteilgewebe zu gelangen und Flüssigkeit aus dem

Gelenk zu aspirieren. Im Allgemeinen bekommt man aus gesunden Gelenken wie Schulter-, Ellbogen-, Knie- und Hüftgelenk etwas weniger als 0,25 ml, aus dem Karpal- und Tarsalgelenk nur 0,1 ml⁵. Schwierigkeiten können manchmal bei der Punktion des Hüftgelenks auftreten, häufig sind mehrere Versuche nötig.

Bei Katzen mit entzündlicher Arthritis kann die Synovia beim längeren Stehen (positiver Fibrinogen-Clot-Test) klumpen. Dieses Zusammenklumpen kann man umgehen, indem man die Synovia für die zytologische Untersuchung in Blutröhrchen mit EDTA = ethylenediaminetetraacetic



7 Sechs Punktionsstellen zur Synoviengewinnung.

- A** Karpus. In abgebeugter Haltung wird das Antebrachiokarpalgelenk mit dem Druck des Daumennagels lokalisiert. Die Nadel wird leicht nach medial eingebracht.
- B** Ellbogengelenk. Das Gelenk befindet sich in Beugstellung, die Nadel wird von kaudolateral zwischen dem Epicondylus lateralis humeri und dem Olekranon eingeführt.
- C** Schultergelenk. Durch vorsichtigen Zug auf die Extremität lässt sich das Gelenk öffnen. Die Nadel wird in das skapulohumerale Gelenk von kranio-lateral bis distal vom Akromion platziert.
- D** Sprunggelenk. Das Gelenk befindet sich in Beugstellung, und die Nadel wird in das Tarsokruralgelenk von kaudolateral zwischen dem lateralen Malleolus und dem lateralen Rollkamm des Talus gesetzt.
- E** Kniegelenk. Das Gelenk ist teilweise gebeugt. Die Nadel wird medial oder lateral vom Kniescheibenband direkt nach proximal platziert.
- F** Hüftgelenk. Das Femur wird teilweise abduziert und nach außen rotiert. Die Nadel gelangt in das Coxofemoralgelenk in einem Winkel von annähernd 45° kaudal zum Trochanter major in kranialer Richtung.

acid (Antikoagulans) gibt. Die Zellen in der Synovia degenerieren schnell, sodass innerhalb von 4 Stunden die zytologische Untersuchung erfolgen sollte. Wenn die Proben zu einem externen Labor geschickt werden müssen, empfiehlt es sich, sie auf 4 °C herunterzukühlen. Dort werden sie für 24 Stunden konserviert. Proben, die für eine bakteriologische Untersuchung gedacht sind, dürfen nicht mit EDTA versehen sein, da das Bakterienwachstum dadurch verhindert wird. Da nur wenig Synovia bei Katzen zu gewinnen ist, müssen die Proben ordnungsgemäß behandelt und die Auswahl der Tests sorgfältig geplant werden (Tabelle 4).

Folgende Untersuchungen der Synovia werden am häufigsten durchgeführt:

- Untersuchung physikalischer Merkmale (Volumen, Farbe, Trübung, Viskosität)
- Zytologische Untersuchung (Gesamtzahl kernhaltiger und anderer Zellen)
- Muzingerinnsel-Test
- Anlage von Bakterienkulturen

Physikalische Merkmale

Die physikalischen Merkmale der Gelenkflüssigkeit (Volumen, Farbe, Trübung und Viskosität) werden schon beim Abnehmen registriert. Normale Synovia sollte nur in geringer Menge vorliegen, klar und farblos bzw. strohfarbig sowie von hoher Viskosität sein. Eine Menge von mehr als 0,25 ml selbst in den größeren Gelenken ist abnorm und weist auf einen Gelenkerguss hin. Eine Trübung deutet auf eine Erhöhung weißer und roter Blutzellen hin, eine gelb-

liche Verfärbung oder Xanthochromie weist auf das Vorhandensein von hämhaltigem Pigment hin, das von früheren Blutungen herrührt. Eine rote Verfärbung kann auf eine frühere Blutung hindeuten, ist wahrscheinlich aber eher durch Kontamination bei der Probenentnahme bedingt. Beim Aufziehen der Synovia in die Spritze entsteht ein kleiner Blutwirbel. Eine subjektive Beurteilung der Viskosität erfolgt durch den sogenannten »Faden-Test«, wobei die Synovia entweder langsam aus der Spritze auf einen Objektträger getropft oder ein Tropfen Synovia zwischen Daumen und Zeigefinger aufgetragen wird und die Finger dann auseinander gezogen werden. Normale Flüssigkeit ist fadenziehend von ca. 20–40 mm Länge. Die Viskosität ist ein Maß für den Gehalt an Hyaluronsäure und ist bei entzündlichen Arthropathien reduziert. Ebenfalls kommt es zu einer Reduktion der Viskosität, wenn z. B. durch einen Gelenkerguss die Synovia verdünnt wird.

Zytologische Untersuchung

Wenn das Probenmaterial nur in geringer Menge vorhanden ist, sollte man der bakteriologischen Untersuchung unbedingt den Vorrang geben. Man verwendet hierbei eine Zählkammer, weil die Flüssigkeitsmenge für einen Coulter Counter in der Regel zu gering ist. Die Zytologie erlaubt eine Abschätzung der Zahl kernhaltiger Zellen und des Differentialzellbildes. Dies dient zur Unterscheidung einer entzündlichen und nicht entzündlichen Erkrankung. Die normale Synovia bei Katzen ist weniger zellreich als die vom Hund^{5,6}. Falls nötig kann auch eine Untersuchung anhand eines gefärbten Ausstriches von einem Tropfen

TABELLE 4: SYNOVIA-ANALYSE

	Normales Gelenk	Osteoarthritis	Immuninduzierte Arthritis	Bakterielle Arthritis
Volumen (ml)	0–0,25	0–0,50	0–2,0	0,25–1,0
Farbe	klar/hell-gelb	gelb	gelb-weiß +/- Blutspur	weiß +/- Blutspur
Durchsichtigkeit	transparent	transparent	transparent oder trüb	trüb
Viskosität	sehr hoch	hoch	niedrig/sehr niedrig	sehr niedrig
Muzin-Gerinnsel	gut	gut bis mäßig	mäßig bis schlecht	schlecht
Spontanes Gerinnsel	keine	manchmal	oft	oft
Weißer Blutkörperchen (Zellen/ μ l)	<1000	1000–5000	5000–9000	5000–100000
Neutrophile Granulozyten	<5 %	<10 %	10–95 %	>95 %
Monozyten	>95 %	>90 %	5–90 %	<5 %
Protein (g/l [g/dl])	20,0–25,0 (2,0–2,5)	20,0–30,0 (2,0–3,0)	25,0–50,0 (2,5–5,0)	>40,0 (>4,0)

Synovia erfolgen. Der Ausstrich wird auf einem Objektträger angefertigt, luftgetrocknet und dann nach Romanovski gefärbt, bevor er beurteilt wird. Viele Laboratorien verlangen – zusätzlich zum EDTA-Röhrchen mit Synovia – einen frisch angefertigten, nicht gefärbten Ausstrich.

Muzingerinnsel-Test

Obwohl schon die Viskosität einen Hinweis über die Menge an Hyaluronsäure in der Synovia gibt, liefert der Muzingerinnsel-Test eine deutlich genauere semi-quantitative Beurteilung der Qualität und Konzentration der Hyaluronsäure. Er wird nicht vom Verdünnungseffekt durch einen Erguss beeinflusst. Wenigen Tropfen Synovia werden 10 ml einer 2 %igen Eis-Essigsäure in einem Glasteströhrchen zugefügt und stehen gelassen. Die Synovia sollte dabei in einem Röhrchen ohne oder mit Heparin aufgefangen worden sein, da der Test in Anwesenheit von EDTA nicht funktioniert. Die Säure-Präzipitation bei einer normalen Konzentration einer gut polymerisierten Hyaluronsäure führt zu einem dichten Klumpen = Gerinnsel, umgeben von einer klaren Lösung. Die Anwesenheit einer schweren Entzündung wird durch das Auftreten eines weichen, leicht zerstörbaren Gerinnsels oder durch flockiges Material, umgeben von einer wolkigen Lösung, dokumentiert.

Bakterienkulturen

Bakterienkulturen (aerobe als auch anaerobe) werden eingesetzt, um die ursächlichen Mikroorganismen zu isolieren. Des Weiteren soll bei Verdacht einer septischen Arthritis die passende Antibiotikumtherapie herausgefunden werden. Die Isolierung von Bakterien aus Synovia ist widersprüchlich, d.h., wenn eine Kultur negativ ist, so schließt das trotzdem eine septische Arthritis nicht aus. Die Wahrscheinlichkeit eine positive Kultur zu erhalten, wird durch Einsenden einer Probe der Synovialis deutlich erhöht oder aber man inokuliert Synovia auf ein steriles Blutkulturmedium, bevor es an ein Labor gesendet wird⁷. Flüssiger Blutnährboden reduziert die *In-vitro*-Phagozytose der Bakterien durch Leukozyten und hat einen Verdünnungseffekt auf bakterielle Hemmstoffe.

Andere Tests

Zahlreiche weitere Tests wurden bisher eingesetzt, um menschliche Synovia zu analysieren, jedoch ist ihr Nutzen bei der Katze bisher nicht bewiesen. Zusätzliche Tests enthalten Messungen von Glukose, deren Spiegel bei entzündlichen Erkrankungen erniedrigt ist, und von Protein, das umgekehrt bei entzündlichen Erkrankungen einen erhöhten Wert aufweist. Bei beiden Tests muss Serum eingeschickt werden, um die beiden Spiegel oder Konzentrationen vergleichen zu können.

GANGANALYSE DURCH DRUCKPLATTFORM

Die Ganganalyse durch Druckplattform ist eine objektive, nicht invasive Methode, bei der die Funktion der Extremität bewertet wird. Diese Technik wurde experimentell bei gesunden Katzen beschrieben⁸. Die Ganganalyse durch Druckplattform wurde als langzeitige Extremitätenfunktion nach Krallenentfernung⁹ eingesetzt und ausgewertet. Weiterhin lässt sich damit auch eine Beurteilung von Analgetika auf ihre Wirksamkeit nach einer Krallenentfernung durchführen¹⁰.

DURCHLEUCHTUNG

Obwohl die Durchleuchtung nicht überall möglich ist, ist sie sehr hilfreich, wenn Implantate wie Nägel und Schrauben intraoperativ eingesetzt oder auch Frakturen eingerichtet werden. Weiterhin dient sie der Kontrastdarstellung (Myelographie, Arthrographie) sowie der Lokalisierung röntgendichter Fremdkörper.

SZINTIGRAPHIE

Bei der Szintigraphie werden Radioisotope (Technetium Metylen Diphosphat) injiziert, die Gammastrahlen aussenden. Das Mittel wird intravenös appliziert, dabei entsteht durch eine Gamma-Kamera ein Bild, das Bereiche erhöhter Knochenaktivität aufzeigt. Die Szintigraphie wird bei Katzen wegen zu hoher Strahlenbelastung, hoher Kosten und geringer Anwendbarkeit selten eingesetzt. Die Technik stellt einen sehr sensitiven Indikator bei Knochenläsionen dar, ist aber nicht spezifisch.

SONOGRAPHIE

Die Sonographie lässt sich nur begrenzt bei Untersuchungen von orthopädischen Erkrankungen einsetzen, da der Ultraschall Knochengewebe nicht durchdringen kann. Die Sonographie wird bei Verletzungen der Achillessehne von Katzen¹¹ und bei Gelenkerkrankungen genutzt, die in Kapitel 7 besprochen werden. Die Beurteilung sekundärer Frakturheilung an langen Röhrenknochen durch Sonographie ist beschrieben worden¹². Des Weiteren gibt es einen vorläufigen Bericht über den Einsatz einer Biopsienadel unter Ultraschallkontrolle zur Diagnosestellung bei Knochenläsionen¹³. Diese Technik kann nur in speziellen Zentren durchgeführt werden, da die zu untersuchenden Objekte sehr klein sind und die Interpretation der Bilder schwierig ist.

FORGESCHRITTENE BILDGEBUNG

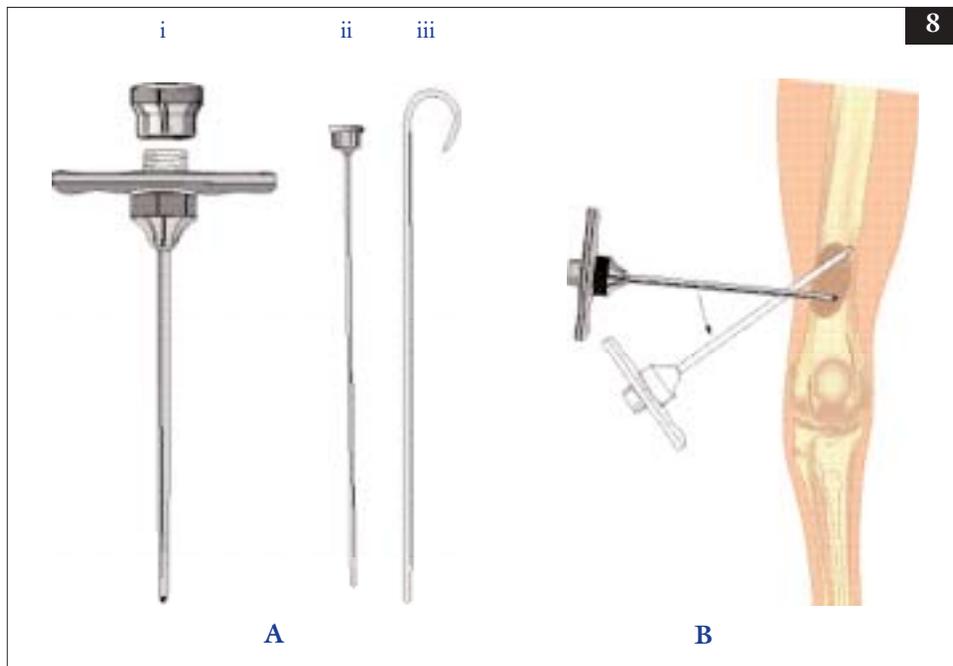
Der Einsatz von Magnet Resonance Imaging (MRI) und Computertomographie (CT) war früher aufgrund hoher Kosten und geringer Verfügbarkeit eingeschränkt. Beide Methoden werden immer häufiger bei Untersuchungen von Wirbelsäulen- und Gelenkerkrankungen beim Hund eingesetzt. Bisher gibt es nur wenige Berichte über ihren

Einsatz bei Katzen. Die geringe Größe der Katze bedeutet, dass die Bildgebung feiner Strukturen eine Ausrüstung braucht, die es möglich macht, eine hohe Bildschärfe zu erhalten. Das MRT wird bei Verletzungen des Rückenmarks und der Nervenwurzeln sowie bei Untersuchungen von Weichteilstrukturen am Gelenk verwendet. Das CT wird bei Knochenläsionen eingesetzt.

KNOCHENBIOPSIE

Für die definitive Diagnose proliferativer und lytischer Knochenerkrankungen sind Knochenbiopsien erforderlich. Verschiedenartige Knochentumoren sowie bakterielle oder mykotische Osteomyelitiden können radiologisch ähnlich aussehen und lassen sich nur histologisch voneinander differenzieren. Biopate werden bei Katzen viel seltener genommen als beim Hund wegen des selteneren Vorkommens von Osteosarkomen. Die Jamshidi-Nadel als Knochenmarks-Biopsienadel ist geeignet, um Knochenbiopate zu entnehmen (8). Hierfür wird eine kleine Inzision gesetzt und nur eine kleine Probe genommen, damit die Gefahr einer iatrogenen Fraktur minimal bleibt. Jamshidi-Nadeln sind für den Einmalgebrauch oder zur häufigen

Verwendung erhältlich. Die Einmal-Nadeln kann man auch mehrere Male wiederverwenden, sie müssen anschließend mit Äthylen-Oxid sterilisiert werden. Diejenigen Nadeln, die für den häufigen Gebrauch gedacht sind, werden autoklaviert. In annähernd 90 % der Fälle lässt sich eine exakte histopathologische Diagnose stellen, wenn ein erfahrener Histopathologe die Proben untersucht. Die Technik ist detailliert beschrieben¹⁴. Der Bereich wird geschoren, präpariert und über dem Zentrum der Läsion erfolgt eine kleine Inzision. Der Biopsiebereich kann durch Tumorzellen kontaminiert sein und sollte deshalb so gewählt werden, dass er in dem zu exzidierenden Gewebe liegt, wenn später eine chirurgische Behandlung erfolgt. Die Nadel wird zusammen mit dem Mandrin durch das Weichteilgewebe bis an den Kortex gestoßen. Dann entfernt man den Mandrin und schiebt die Nadel so weit vor, bis der Transkortex erreicht ist. Anschließend entfernt man die Nadel. Die Probe wird mithilfe einer Sonde, die man in die Öffnung an der Spitze der Nadel einbringt, herausgestoßen. Der Vorgang wird durch die gleiche Inzision wiederholt, sodass mindestens zwei Proben gewonnen werden: eine aus dem Zentrum und eine



8 Jamshidi-Nadel als Knochenmarks-Biopsienadel.

- A** (i) Kanüle und Schraubenkappe. Die Kanüle hat einen spitz zulaufenden Punkt, um die Probe in der Nadel zurückzuhalten. (ii) Spitzer Mandrin, der beim Vorschieben der Nadel durch das Weichteilgewebe eingesetzt wird. (iii) Sonde für das Herausstoßen der Probe aus der Nadelbasis.
- B** Nachdem der Mandrin zurückgezogen ist, wird die Nadel mit Drehbewegungen durch den Knochen bis auf den Gegenkortex gestoßen. Die Nadel wird dann herausgezogen und die Probe herausgeworfen. Der Vorgang wird durch die gleiche Inzision wiederholt, wobei die Kanüle auf die Peripherie der Läsion gerichtet ist.

aus der Übergangszone. Die Genauigkeit der Diagnose lässt sich noch durch post-operatives Röntgen verbessern, indem man den Biospiebereich radiologisch bestätigt.

BIOPSIEN AUS MUSKELN UND NERVEN

Um eine definitive Diagnose vieler neuromuskulärer Erkrankungen zu erhalten, sind histopathologische Untersuchungen nötig. Über die Methoden der Muskel- und Nervenbiopsien ist vor einiger Zeit berichtet worden¹⁵. Die Proben sollten zu spezialisierten Labors für Muskel- und Nervenbiopsien geschickt werden (1–3). Es wird empfohlen, vor der Probenentnahme das Labor zu konsultieren, um zu erfahren, wo die Proben am besten genommen werden sollten und wie das Probenmaterial zu handhaben ist.

ZUSÄTZLICHE LABORTESTS

Wieviele Routine-Blutuntersuchungen präoperativ durchgeführt werden sollen, ist umstritten. Es sollten jedoch biochemische Untersuchungen, eine Hämatologie, Elektrolytuntersuchungen und eine Urinanalyse bei jeder Katze, die älter als 5 Jahre ist, erstellt werden, wenn sich die Katze einer längeren orthopädischen Operation (>60–90 Minuten) unterziehen muss. Blutuntersuchungen sind besonders indiziert bei geriatrischen Katzen oder bei solchen Katzen, die bereits eine derzeitige internistische Erkrankung haben oder bei denen eine interkurrente Erkrankung bei der klinischen Untersuchung festgestellt wurde. Junge

Katzen (<5 Jahre), die für einen elektiven orthopädischen Eingriff anstehen, benötigen nur Hämatokrit, Gesamteiweiß und das spezifische Gewicht des Urins. Tests auf FeLV und das Immundefizienzvirus können routinemäßig oder bei spezieller Indikation durchgeführt werden.

Weitere Tests, die aufgrund klinischer Symptome oder anderer Befunde gemacht werden, umfassen den Nachweis von Coronaviren, antinukleären Antikörpern, Rheumafaktoren, Kreatinkinase und sind bei Verdacht auf Toxoplasmose durchzuführen. Ebenso sollten Messungen von Acetylcholin-Rezeptoren-Antikörpern und Molekular-techniken¹⁶ erfolgen. Die Bedeutung dieser Tests und ihre Indikationen werden in den entsprechenden Kapiteln besprochen. Probenentnahme und Liquoruntersuchungen werden in Kapitel 11 diskutiert.

- (1) Dr GD Shelton, Comparative Neuromuscular Laboratory, Basic Science Building, Room 1107, University of California, San Diego, La Jolla, CA 92093–0612, USA. Tel: (858) 534 1537
- (2) Dr KG Braund, Peripheral Nerve Laboratory, 1476 Lakeview RiDGE, Dadeville, AL 36853, USA. Tel: (256) 825 2624, Fax: (603) 676 2383
- (3) Dr C. Hahn, Neuromuscular Disease Laboratory, Royal (Dick) School of Veterinary Studies, The University of Edinburgh, Easter bush, Midlothian, EH25, UK. Tel: (131) 650 6236, Fax: (131) 650 6588, Email: vetneurolab@ed.ac.uk

KAPITEL 3

Orthopädische Behandlung des traumatisierten Patienten

Einleitung

Um die Überlebensrate einer traumatisierten Katze zu erhöhen, ist es wichtig, Untersuchungen als auch Behandlungen konsequent durchzuführen. Dies kommt auch nachfolgenden Operationen zugute. Katzen werden überwiegend durch Autos verletzt. Andere Ursachen können Sturz aus großer Höhe, Kämpfe mit anderen Tieren oder Schussverletzungen sein. Mehrere orthopädische Verletzungen sind nicht ungewöhnlich, wobei die Traumen häufig verschiedene Körperregionen betreffen können (*Tabelle 5*). Man sieht oft Thoraxverletzungen bei Katzen mit Frakturen, die tödlich verlaufen¹. In einer Studie mit 93 Katzen, die Frakturen durch Traumata aufwiesen, wurden bei 38,7 % Thoraxtraumen nach radiologischer Untersuchung festgestellt. Am häufigsten lagen Lungenkontusionen und Pneumothorax vor². Rippenfrakturen durch Traumata, die meistens ohne nennenswerte klinische Symptome einhergehen, sollten den Kliniker alarmieren, dass noch andere schwerwiegendere intrathorakale und orthopädische Verletzungen vorliegen könnten³.

Es ist ganz wichtig, dass der Patient ausreichend stabilisiert und gründlich auf weitere Verletzungen untersucht wird, bevor eine chirurgische Maßnahme erfolgt. Außer

bei Frakturen am Kopf und an der Wirbelsäule sowie bei offenen Frakturen gibt es nur wenige Fälle, bei denen orthopädische Verletzungen einen Notfall darstellen. Da viele gleichzeitig auftretende Verletzungen bei der ersten Vorstellung wenig klinische Symptome zeigen, werden sie zu Gunsten der offensichtlichen orthopädischen Verletzungen leicht übersehen. Diagnose und Behandlung von Thoraxverletzungen sind besonders präanästhesiologisch wichtig. In einer Studie zeigten 40 % der Katzen keine klinischen Symptome, die auf ein Thoraxtrauma hinwiesen, das sich jedoch radiologisch nachweisen ließ².

Allgemeine klinische Untersuchung

Die Untersuchung eines orthopädisch traumatisierten Patienten lässt sich in drei Phasen unterteilen. Wie bei allen Trauma-Opfern ist es wichtig, die Verletzungen nach ihrem Schweregrad zu prüfen. Zuerst muss Augenmerk auf das respiratorische und kardiovaskuläre System gelegt werden, um festzustellen, ob lebensbedrohliche Situationen vorliegen. Orthopädische Verletzungen sind nicht unbedingt lebensbedrohlich, hingegen ist die Mortalitätsrate, die durch Thoraxtraumen oder Blutungen in die Bauchhöhle hervorgerufen werden, relativ hoch.

**TABELLE 5: HÄUFIGE THORAX- UND ABDOMENVERLETZUNGEN
BEI KATZEN MIT TRAUMABEDINGTEN FRAKTUREN**

Thoraxverletzungen

Zwerchfellruptur
Lungenkontusion
Pneumothorax
Pneumomediastinum
Häemothorax
Perikardtamponade
Posttraumatische Arrhythmie
Rippenfrakturen
Brustwandverletzungen

Abdomenverletzungen

Bauchwandabriss
Harnblasenruptur oder -abriss
Ureterabriss
Perforation/Riss von Kolon oder Rektum
Leberriss
Gallenblasenruptur
Milzriss
Nierenriss oder -abriss
Penetrierende Bauchwunden

Zuerst sollten beim Traumatpatienten die Atmung, Farbe der Schleimhäute, kapilläre Füllungszeit, Pulsfrequenz und -qualität untersucht werden. Eine sorgfältige Beobachtung des Atemmusters kann Hinweis auf ein Problem geben, ohne dass man sofort stressbedingte diagnostische Untersuchungen einleitet⁴. Lunge und Herz sollten auf pulmonale Veränderungen sowie Herzgeräusche und -arrhythmien auskultiert werden. Während dieser ersten Untersuchung muss festgestellt werden, wie weit die Katze bei Bewusstsein ist und ob sie laufen kann. Durch vorsichtiges Palpieren des Abdomens lässt sich überprüfen, ob die Harnblase unversehrt ist, wobei hier natürlich nicht ein Trauma des Harnleiters oder der Harnröhre ausgeschlossen werden kann.

Sobald der Patient stabilisiert ist und lebensbedrohliche Verletzungen versorgt sind, müssen eingehendere allgemeine und orthopädische Untersuchungen erfolgen. Hierbei sollten alle Körperbereiche einbezogen und eine kurze neurologische Untersuchung durchgeführt werden. Bei der dritten und letzten Phase der Untersuchung wird festgelegt, ob sich die bisher erhobenen klinischen Symptome verstärkt haben und ob die eingeschlagene Therapie Erfolg hat.

Diagnostische Tests

Der wichtigste Part bei der Beurteilung eines Traumatpatienten ist die klinische Allgemeinuntersuchung, doch sind häufig einige zusätzliche Untersuchungen indiziert. Bei allen Katzen im Schockzustand müssen – nach Stabilisation – Röntgenaufnahmen von Thorax und Abdomen angefertigt werden. Beim Verdacht eines Traumas des Harnapparates sind Untersuchungen mit Kontrastmittel erforderlich, um die Lokalisation und Art der Verletzung zu erfassen. Laboruntersuchungen wie Blutgasanalyse oder Gerinnungsparameter mögen in bestimmten Fällen indiziert sein. Katzen mit Arrhythmien können eine Myokarditis infolge eines Myokardtraumas aufweisen. Dies sollte durch ein EKG abgeklärt werden, besonders wenn eventuell später noch eine Narkose ansteht. Eine posttraumatische Arrhythmie kann sich erst 1–5 Tage nach dem Trauma einstellen und zeichnet sich durch ventrikuläre Extrasystolen oder in sehr schlimmen Fällen durch eine ventrikuläre Tachykardie aus.

Notfalltherapie und Reanimation traumatisierter Patienten

SAUERSTOFFTHERAPIE

Katzen, die nach einem Trauma unter Atemnot leiden, sollte sofort Sauerstoff zugeführt werden. Diese Sauerstoffzufuhr kann während der ersten Untersuchung mittels einer Maske oder einer Nasensonde erfolgen. In diesem Stadium sollten übermäßige Manipulationen am Tier vermieden werden. Nach einer kurzen Untersuchung wer-

den Katzen mit Dyspnoe in ein Sauerstoffzelt oder einen Sauerstoffkäfing gesetzt, bis sie stabilisiert sind. Wird Sauerstoff über eine längere Zeit benötigt, bietet sich die nasale Sonde oder eine Maske an. Bei diesen Methoden kann eine geringgradige Sedation ebenfalls nötig sein.

FLÜSSIGKEITSTHERAPIE

Über Flüssigkeitstherapien bei Katzen wurde kürzlich berichtet^{5,6}. Katzen mit schweren Traumen haben häufig einen hypovolämischen Schock, der durch blasse Schleimhäute, verzögerte oder nicht vorhandene kapilläre Füllungszeit, Hypothermie, schwachen oder nicht palpierbaren peripheren Puls sowie Schwäche charakterisiert ist. Eine Tachykardie, wie sie sich beim Hund zeigt, ist bei der Katze nicht typisch. Die Herzfrequenz ist meistens normal oder verlangsamt. Außerdem sind Katzen, bei denen ein Trauma nicht beobachtet wurde und die dazu noch mehrere Tage verschwunden waren, häufig kachektisch und dehydriert. Am wichtigsten ist hierbei, dass bei diesen Tieren der Kreislauf durch Auffüllen des zirkulierenden Blutes wieder hergestellt wird. Äußerliche Blutungen sind leicht erkennbar, innere jedoch nicht. Ein frakturbedingtes Hämatom kann Hinweis geben auf einen nicht unerheblichen Blutverlust, besonders wenn Femur oder Becken involviert ist oder wenn multiple Knochenbrüche vorliegen. Bedauerlicherweise spiegelt der Hämatokrit (HK) in der akuten Phase des Traumas nicht die Schwere des Blutverlustes wider. Es dauert bis zu 24 Stunden, bis der Flüssigkeitsstrom vom Extravasal- in den Intravasalraum abgeschlossen ist. Obwohl ein Zuviel an Infusionen vermieden werden soll, ist eine der häufigsten Todesursachen bei intensiv betreuten Katzen die Fehleinschätzung und der Mangel an intravenösen Infusionen.

Katzen mit hypovolämischem Schock sollten mit Plasma substituiert werden. Kristalloid-Lösungen werden beim Schockgeschehen routinemäßig gegeben, dabei müssen Körpertemperatur, Urinabsatz, periphere Durchblutung und der Blutdruck überwacht und kontrolliert werden. Beim akuten hypovolämischen Schock sind Kristalloide als Ringer-Laktat-Lösung zu geben. Versucht man allein Kristalloide einem Notfallpatienten zu infundieren, kann dies ein Risiko bedeuten, da es zum Lungenödem und zur Akkumulation von Pleuraflüssigkeit kommen kann. Daher werden Kristalloide üblicherweise mit Kolloid-Lösungen kombiniert. Kolloid-Lösungen enthalten große Moleküle (z. B. Dextrans, Stärke und Albumin), die einen osmotischen Effekt ausüben, der Wasser im Plasma bindet. Kolloide rufen daher eine länger anhaltende Auffüllung des zirkulierenden Volumens hervor als ein gleiches Volumen von kristalloider Lösung. Katzen tolerieren weniger gut als Hunde rasche Infusionsmengen von Kolloiden. Bei exzessiven Mengen kann es sogar zu Anfällen und anderen nachteiligen Reaktionen kommen. In schwe-

ren Fällen eines hypovolämischen Schocks kann initial über einen Zeitraum von 5–10 Minuten eine größere Menge an Flüssigkeit gegeben werden (10–20 ml/kg einer isotonischen Kristalloid-Lösung und 5 ml/kg einer Kolloid-Lösung). Gegen eine lebensbedrohliche Hypovolämie darf für kurze Zeit eine Menge von 40 ml/kg/Std. einer Kristalloid-Lösung infundiert werden. Dieselbe Dosis darf man – falls nötig – alle 5–10 Minuten wiederholen, wenn der systemische arterielle Blutdruck niedrig bleibt. Die Erhaltung erfolgt dann mit 10–40 ml/kg/Tag. Um diese Mengen an Infusionslösungen genau zu applizieren, bedarf es Buretten aus der Pädiatrie oder Infusionspumpen. Die Katze sollte sehr sorgfältig überwacht werden, besonders der systemische arterielle Blutdruck sollte regelmäßig gemessen werden, um eine Volumenüberbelastung zu vermeiden. Falls sich durch ein Zuviel an Infusionen ein Lungenödem entwickelt, muss die Kristalloid-Lösung reduziert, die Kolloid-Lösung gestoppt und Furosemid in einer Dosierung von 2–4 mg/kg i. v. gegeben werden.

Nach den ersten 24 Stunden sollten die Hypovolämie und das Flüssigkeitsdefizit korrigiert sein. Falls die Katze oral keine Flüssigkeit aufnehmen kann oder will, ist es erforderlich, sowohl ausreichend Flüssigkeit für den Erhaltungsbedarf bereit zu stellen als auch den anhaltenden Flüssigkeitsverlust, z. B. auch durch die operative Frakturversorgung, zu kompensieren. Der Flüssigkeitserhaltungsbedarf liegt bei gesunden Katzen bei 40–60 ml/kg/Tag.

BLUTTRANSFUSION

Über Bluttransfusionen bei Katze und Hund ist häufig berichtet worden^{7,8}. Bluttransfusionen sind dann indiziert, wenn ein akutes Trauma mit hypovolämischem Schock vorliegt und der Patient nicht durch Gaben von Kolloid- und Kristalloid-Lösungen stabilisiert werden kann. Dies kann durch erheblichen Blutverlust oder durch anhaltende Blutung gegeben sein. In letzterem Fall wird die Bluttransfusion in Verbindung mit einer chirurgischen Intervention stehen, bei der die Quelle der Blutung gesucht wird, um weiteren Blutverlust zu verhindern. Eine weitere Indikation für Bluttransfusionen ist ein anämischer Patient, der aufgrund eines vorangegangenen Blutverlustes einen Hämatokrit von 15–20 % oder niedriger aufweist, stabil ist und bei dem eine Operation ansteht. Bedauerlicherweise sind Bluttransfusionen in der Praxis selten, zum einen deshalb, weil es keine kommerzielle Blutbank gibt, zum anderen, weil Bedenken über Bluttransfusionsreaktionen vorliegen und weil es zu wenig Spendertiere gibt.

Bei Katzen liegen bisher drei Blutgruppentypen oder Gruppen vor (A, B und AB). Die Blutgruppen werden durch natürliche Blutgruppenantigene, die auf den Ery-

throzytenmembranen sitzen, bestimmt. In weltweiten Studien wurde Typ A als häufigster Typ gefunden, wohingegen Typ AB bei Katzen fast kaum vorkommt. Der Anteil an Typ-B-Katzen zeigt sowohl geographische als auch Rasseunterschiede. Im Gegensatz zum Hund hat die Katze zusätzlich zu den Blutgruppenantigenen natürlich vorkommende Serum-Antikörper gegen rote Blutkörperchen-Antigene, bekannt als Allo-Antikörper⁹. Diese Allo-Antikörper können zu schweren Transfusionsreaktionen führen, wenn zuvor das Blut nicht gekreuzt worden ist. Katzen mit Blutgruppe A haben im Allgemeinen einen niedrigen Anti-B-Antikörpertiter. Wenn sie Blut von Blutgruppe-B-Katzen erhalten, können sie leichte, klinisch nicht erkennbare Transfusionsreaktionen mit reduzierter Lebensdauer der Erythrozyten aufweisen. Alle Katzen mit Blutgruppe B haben einen hohen Anti-A-Titer. Wenn sie auch nur eine geringe Menge an Blut von Blutgruppe-A-Katzen erhalten, kommt es zu schweren Transfusionszwischenfällen¹⁰. Katzen mit Blutgruppe AB haben keine natürlich vorkommenden Anti-A- oder Anti-B-Antikörper.

Daher ist es lebensnotwendig, dass die Spender-Empfänger-Verträglichkeit vor der ersten Transfusion bei allen Katzen getestet wird¹¹. Ideal ist, wenn die Verträglichkeit sowohl durch Blutgruppenbestimmung als auch durch die Kreuzprobe gesichert ist. Vor längerer Zeit wurde ein Blutgruppen-Test-Kit (DiaMed) entwickelt, bei dem man nur 0,25 ml EDTA-Blut benötigt und das einfach zu handhaben ist. Dieser Testkit ist eine akkurate Methode zur routinemäßigen Blutgruppenbestimmung bei Katzen in der Praxis¹². Kreuzproben werden durchgeführt, um zu beurteilen, wie die Serum-Antikörper des Empfängers mit Spendererythrozyten (Majoritest) und wie die Empfängererythrozyten mit dem Spenderserum (Minoritest) reagieren. Kreuzproben können in kommerziellen Laboratorien durchgeführt werden. In Notsituationen kann auch eine einfache Kreuzprobe im Haus erfolgen.

Der ideale Blutspender sollte gesund und nicht fett sein, über 5 kg Körpergewicht besitzen, alle Impfungen aufweisen, und die Tests auf felines Leukosevirus (FeLV), felines Immundefizienzvirus (FIV) und *Haemobartonella felis* sollten negativ sein. Empfehlenswert ist, dass der Spender einen Hämatokrit von mindestens 35 % (normal: 24–45 %) hat und die Blutgruppe bekannt ist. Das Blutvolumen der Katze wird mit 66 ml/kg geschätzt. Man darf zwischen 10–15 % des zirkulierenden Blutes vom Spendertier entnehmen, also ca. 35–50 ml bei einer 5 kg schweren Katze. Wenn mehr als 15 % entnommen werden, sollte der Spender Kristalloide erhalten, damit sich keine Hypovolämie entwickelt.

Die Menge an Blut, die der Empfänger benötigt, kann durch folgende Formel errechnet werden:

$$\text{Erforderliches Blut (in ml)} = \text{Körpergewicht des Empfängers (kg)} \times \frac{\text{gewünschter Hämatokrit} - \text{Hämatokrit des Empfängers}}{\text{Hämatokrit des Spenders}} \times 66$$

Als grobe Richtlinie gilt, dass 2,2 ml transfundiertes Blut/kg Körpergewicht den Hämatokrit des Empfängers um 1 % erhöht.

Das Blut wird aus der Vena jugularis des Spenders über eine 50-ml-Spritze mit einem Butterfly-Verlängerungssystem entnommen. Das Verlängerungssystem und die Spritze sollten innen mit ACD (acid-citrate-dextrose)-Stabilisator benetzt werden, ca. 1,3 ml ACD auf 10 ml gewonnenes Blut. In der Regel wird der Spender dafür mit Ketamin und Midazolam oder Diazepam sediert (Tabelle 8). Hypotensive Mittel wie Acepromazin sollten nicht eingesetzt werden. Das Blut kann sofort über ein Transfusionsbesteck oder In-line-Filter, das kleine Koagel zurückhält, entweder intravenös oder intraossal appliziert werden. Empfehlenswert ist bei hypovolämischen Patienten normalerweise eine maximale Flow-Rate von 20 ml/kg/Std. Unter Umständen wie z. B. bei anhaltenden Blutungen dürfen aber auch deutlich größere Mengen gegeben werden. Blut, das nicht sofort gebraucht wird, lässt sich bis zu 4 Wochen in einem Kühlschrank lagern.

Der Empfänger sollte während der Transfusion sorgfältig auf Symptome einer Transfusionsunverträglichkeit beobachtet werden, besonders während der ersten 15 Minuten. Schwere Unverträglichkeitssymptome sind charakterisiert durch Hämolyse und systemische Anaphylaxie (Tachykardie, Hypotension, Bradykardie, Apnoe, Vomitus und Fieber).

Blutersatz (Oxyglobin, Albrecht)

Dadurch, dass Schwierigkeiten mit Bluttransfusionen bei der Katze bestehen, ist die Möglichkeit, Erythrozyten-Ersatz einzusetzen, von unschätzbarem Wert. Eine zellfreie, auf Hämoglobin basierende Sauerstoff transportierende Lösung (HBOC) ist für den Hund zugelassen worden, wurde bisher bei Katzen nur experimentell und klinisch eingesetzt¹³⁻¹⁵. Da Katzen im Vergleich zu Hunden anfälliger sind bezüglich einer Volumenüberlastung, ist es ratsam, langsam zu infundieren (0,5–2,0 ml/kg/Std.). Die Gesamtdosis sollte ca. 15 ml/kg betragen. In einer retrospektiven Studie mit HBOC wurden 72 klinische Patienten dokumentiert¹³. Hierbei traten häufig Komplikationen auf, die sich als geringe und klinisch unbedeutende bis hin zu schweren kardiovaskulären und respiratorischen Beeinträchtigungen einstufen ließen. Hohe Infusionsraten waren mit steigenden Komplikationen verbunden.

ERNÄHRUNG

Feline Patienten zeigen nicht selten eine Abneigung gegen Futter- und Wasseraufnahme, wenn sie in einer Klinik sind

oder wenn sie nach einer Operation entlassen werden. Viele Katzen lassen sich durch Handfütterung oder durch »Leckerli« zum Fressen animieren. Den Appetit stimulierende Medikamente können diesen Zustand verbessern, sind allerdings bei anorektischen Katzen wirkungslos. Die am häufigsten eingesetzten Appetitstimulanzien sind Diazepam in einer Dosierung von 0,02 mg/kg i. v. und Cryptoheptadin in einer Dosierung von 0,2–0,5/kg zweimal täglich p. o.

Es ist wichtig, geeignetes Futter bereitzustellen, denn sowohl Unterernährung als auch falsche Ernährung beeinflussen Morbidität und Mortalität bei schwer verletzten Patienten negativ¹⁶. Bei operierten orthopädischen Patienten können als negative Folgen gesteigerte Anfälligkeit gegenüber Infektionen, verzögerte Wund- und Frakturheilung, Muskelschwäche, Versagen wichtiger Organe sowie Tod auftreten¹⁷. Traumatisierte Katzen zeigen häufig das Problem der Unterernährung durch Protein- und Energiemangel. Der Proteinbedarf der Katze beträgt im Wachstum 50 % und der Proteinerhaltungsbedarf ist um mehr als 100 % größer als beim Hund. Im Gegensatz zum Hund haben der Harnstoffzyklus und die hepatischen Transaminasen bei Katzen eine feste Aktivitätsrate. Die Katze ist daher nicht in der Lage, diese Aktivitäten der Proteinaufnahme anzupassen.

Eine künstliche Ernährung ist nötig, wenn die Kalorienaufnahme bei Katzen reduziert ist. Dies ist auch in solchen Situationen erforderlich, in denen ein exzessiver Bedarf an Proteinen und Kalorien besteht. Häufige Indikationen zur Unterstützung der Ernährung feline orthopädischer Patienten sind:

- Umfangreiche Blutungen (traumatisch und/oder chirurgisch)
- Große, offene Wunden
- Frakturen an Ober- und Unterkiefer
- Zahlreiche orthopädische Verletzungen
- Anorexie aufgrund von zusätzlichen internistischen Erkrankungen
- Längere Abwesenheit von Katzen ohne Kenntnis
- Anorexie aufgrund von gleichzeitig auftretenden Verletzungen anderer Körperregionen

Die künstliche Ernährung kann zum einen parenteral mithilfe eines zentralen Venenkatheters oder Verweilkatheters in einer peripheren Vene¹⁸, enteral durch Zwangsernährung oder mithilfe einer Ernährungssonde¹⁷ erfolgen. Der parenterale Weg wird selten genutzt, da er teuer ist und zahlreiche Komplikationen hervorrufen kann. Die enterale Fütterung ist physiologisch, nicht teuer und mit weniger Komplikationen leicht durchzuführen. Außerdem können

die Besitzer diese Art der Fütterung zuhause fortsetzen. Methoden der enteralen Futterverabreichung sind Nasen-, Pharyngostomie-, Ösophagus-, Gastrostomie- oder Jejunostomiesonden¹⁹. Nasen- und Ösophagussonden werden häufig bei feline Patienten, die unterstützend ernährt werden müssen, verwendet. Gastrostomiesonden werden dann vornehmlich eingesetzt, wenn eine länger anhaltende künstliche Ernährung zu erwarten ist (Wochen bis Monate), sie werden jedoch selten bei orthopädischen Patienten verwendet. Methoden, wie diese Sonden platziert werden, sind beschrieben worden^{20,21}. Die Fütterung über Nasensonden wird von Katzen gut toleriert und überwiegend bei kurz dauernden künstlichen Ernährungen (bis zu 10 Tagen) eingesetzt. Der Hauptvorteil der Nasensonden ist der, dass sie leicht zu legen sind, wobei hierfür keine Allgemeinnarkose erforderlich ist. Nachteilig allerdings ist, dass man wegen des kleinen Durchmessers der Sonden nur flüssige Nahrung applizieren kann und dass ein Halskragen erforderlich ist, um ein vorzeitiges Entfernen der Sonde zu verhindern. Ösophagussonden werden im Allgemeinen bei längerem Einsatz bevorzugt. Aufgrund des größeren Durchmessers der Sonde lässt sich Dosenfutter gemischt mit flüssigem Futter problemlos über die Sonde eingeben. Katzen tolerieren die Ösophagussonde, und es gibt hierbei wenige Komplikationen²². Der Operateur sollte somit nicht zögern, eine Ernährungs- sonde zu legen, wenn damit zu rechnen ist, dass der Patient *post operationem* oral kein Futter aufnehmen kann. Mit der Sondenfütterung sollte sofort nach dem Aufwachen begonnen und diese so lange fortgesetzt werden, bis der Patient von selbst frisst. Die Katze kann auch mit einer Sonde normal fressen und trinken.

Prä- und postoperative Stabilisation von Frakturen und Luxationen

Verbände und Schienen (Tabellen 6, 7) werden oft präoperativ verwendet, um sowohl eine vorübergehende Immobilisation als auch ein Abschwellen bei Frakturen distal von Ellbogen und Knie zu erreichen. Man setzt häufig Verbände, Schienen, Schlingen und Castverbände ein, um eine zusätzliche Fixation bei Frakturen *post operationem* oder nach Reposition von Gelenkluxationen zu erhalten. In einigen Fällen kann eine äußere Schienung von Frakturen als alleinige Fixationsmethode ausreichen (Kapitel 6). Die Prinzipien und Techniken für die Handhabung sind die gleichen wie beim Hund. Sie wurden bereits gut beschrieben²³.

Bei Frakturen distal von Knie und Ellbogen sollten postoperativ weich gepolsterte Verbände angelegt werden, um Schwellungen zu beherrschen. In vielen Fällen werden diese Verbände 1–2 Tage nach der Operation wieder entfernt, um eine frühzeitige Mobilität des Gelenks zu erreichen. Dies ist auch wichtig, um Anzeichen von neurologischen oder vaskulären Störungen zu erkennen. Falls der Verband für eine längere Zeit belassen wird oder die Fixation der Fraktur nur aus einer äußeren Schienung besteht, dann sollten die Zehen der Katze genau überprüft werden, um zu erkennen, ob der Verband nicht zu fest ist.

Bei Katzen mit äußerer Schienung sollten sowohl der Rahmen des Fixateur externe als auch das Bein im Verband mit einbezogen sein, damit an der Gliedmaße selbst keine Schwellungen auftreten und auch das Tier nicht mit dem Rahmen hängen bleiben kann. In vielen Fällen bleibt der Pin-Haut-Bereich außerhalb des Verbandes, um Wundsekret oder Entzündungssymptome täglich beobachten zu

TABELLE 6: AUSWIRKUNGEN VON VERBÄNDEN, SCHLINGEN, SCHIENEN UND CASTVERBÄNDEN AUF BEWEGLICHKEIT SOWIE BELASTBARKEIT DER GELENKE

Region	Belastung, Gelenk noch mobil	Belastung, Gelenk nicht mobil	Keine Belastung, Gelenk noch mobil	Keine Belastung, Gelenk nicht mobil
Schulter		Spica-Schiene	–	Velpeau-Schlinge
Ellbogen	Robert Jones/ weich gepolsterter Verband	Spica-Schiene, Cast, Schienenverband	–	– Velpeau-Schlinge
Karpus	Robert Jones/ weich gepolsterter Verband	Cast Metaschiene	–	–
Hüfte	–	–	Ehmer-Schlinge, 90/90-Schlinge	–
Knie	Robert Jones/ weich gepolsterter Verband	Cast, Schienenverband	–	90/90-Schlinge
Sprunggelenk	Robert Jones/ weich gepolsterter Verband	Cast, Schienenverband	–	90/90-Schlinge
Zehen	Robert Jones/ weich gepolsterter Verband	Cast Metaschiene	–	90/90-Schlinge

TABELLE 7: VERBÄNDE, SCHIENEN, SCHLINGEN UND CASTS

Typ	Indikation	Komplikationen/Bemerkungen
Robert-Jones-Verband	Prä-(und post-)operativ bei Frakturen oder Luxationen an oder distal von Ellbogen oder Knie	Beeinträchtigung der Zehendurchblutung
Weicher Polsterverband	Prä-(und post-)operativ bei Frakturen oder Luxationen an oder distal von Ellbogen oder Knie	Beeinträchtigung der Zehendurchblutung
Cast	Postoperative Immobilisation distal von Ellbogen oder Knie (und als primäre Therapie bei bestimmten Frakturen)	Beeinträchtigung der Zehendurchblutung, Druckgeschwüre
Spica-Schiene	Prä- und postoperativ bei Skapula-, Schulter- und Humerusfrakturen, laterale Schulterluxation, Ellbogenluxation	Beeinträchtigung der Zehendurchblutung, wird von einigen Katzen nicht toleriert
Velpeau-Schlinge	Postoperativ bei Eingriffen proximal vom Ellbogen, mediale Schulterluxation	Wird von den meisten Katzen nicht toleriert
Ehmer-Schlinge	Kraniodorsale Hüftgelenkluxation	Beeinträchtigung der Durchblutung distal der Schlinge, von einigen Katzen nicht toleriert
90/90-Schlinge	Postoperativ nach Eingriffen proximal vom Knie, bei Femurfrakturen, um M.-quadrizeps-Kontraktur zu verhindern	Beeinträchtigung der Durchblutung distal der Schlinge, von einigen Katzen nicht toleriert
Manson-Metaschiene	Prä- und postoperative Immobilisation an den distalen Extremitäten	Beeinträchtigung der Zehendurchblutung

können. Im Allgemeinen ist ein Säubern der Pins nicht nötig. Jedoch sollte man, wenn vermehrt Exsudation auftritt, den Grenzbereich zwischen Pin und Haut täglich mit einer milden Seifen- oder Chlorhexidinlösung reinigen. Falls der Rahmen im Verband mit einbezogen werden soll, kann man Schaumstoff um die Pins und unter den Verband packen.

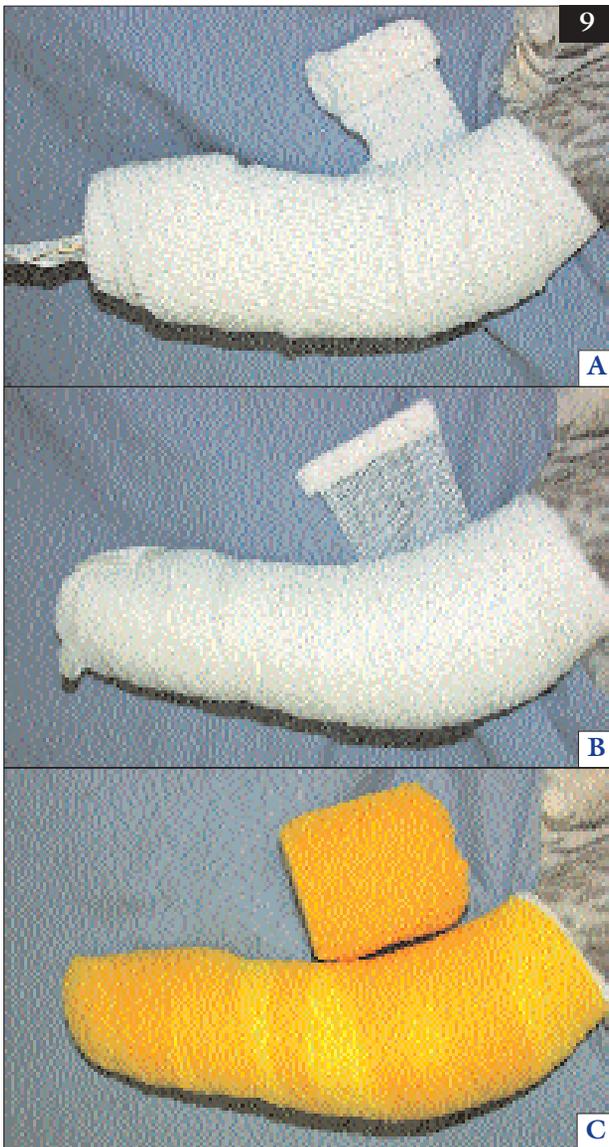
ROBERT-JONES-VERBAND

Ein Robert-Jones-Verband ist ein massiv gepolsterter, dicker Verband, der häufig schon präoperativ eingesetzt wird, um eine vorübergehende Stabilität herbeizuführen und um Schwellungen im Frakturbereich distal vom Ellbogen- und Kniegelenk zu verhindern (9). Klebebänder werden auf das Bein gelegt, um beim Anlegen des Verbandes Zug auszuüben, damit es nicht zum Abrutschen des Verbandes kommt. Baumwollwatterollen oder orthopädische Watte werden von distal nach proximal gewickelt. Bei Katzen ist die orthopädische Watte oft leichter als die Baumwollwatte anzulegen. Jede Lage sollte die vorherige etwa um 50 % überlappen. Eine große Menge an Polsterung wird für einen massiven Verband gebraucht und dicht am Bein herumgewickelt. Der Verband muss sowohl distal als auch proximal der Fraktur über die

Gelenke hinausreichen, jedoch bleibt der distale Bereich der Zehen außerhalb des Verbandes, um Schwellungen beobachten zu können. Mullbinden werden anschließend sehr straff über die Polsterung (von distal nach proximal) gewickelt, um eine gute Kompression zu erhalten. Die Klebebänder werden nach proximal zurückgeschlagen und an die äußere Schicht der Mullbinden geklebt. Die oberste Lage des Verbandes besteht aus einer Kohäsionsbinde, die ebenfalls eng angelegt wird. Falls noch eine zusätzliche Unterstützung erforderlich ist, kann entweder eine Metallstange oder Kunstharzschiene (Deltacast, Johnson & Johnson) in den Verband mit eingearbeitet werden, bevor die Vetrap Binde = elastische, selbstklebende Binde angelegt wird. Die Schiene sollte lateral oder dorsal an der Vorder- und Hintergliedmaße oder plantar am Hinterbein liegen.

WEICH GEPOSTERTER VERBAND

Ein weich gepolsterter Verband oder modifizierter Robert-Jones-Verband ist dem Robert-Jones-Verband sehr ähnlich, nur dass er weniger Polsterung hat. Dadurch, dass er weniger dick ist als der Robert-Jones-Verband, ist auch die Immobilisation des Beines geringer. Überwiegend wird er als Stütze und zur Kontrolle postoperativer Schwellun-



9 Anlegen eines Robert-Jones-Verbandes.

A Anlegen von Klebebändern und Baumwollwatte.

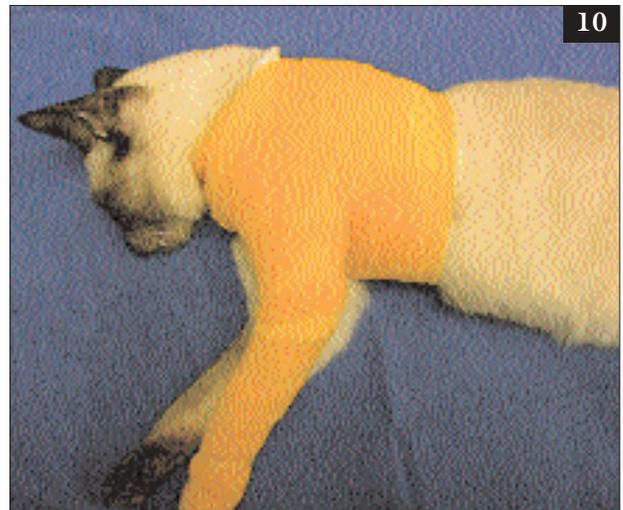
B Anlegen einer selbsthaftenden Binde. Die Klebebänder werden zurückgeschlagen, bevor die letzte Lage des Verbandes angebracht wird.

C Anlegen der Vetrap-Binde.

gen am Ellbogen- oder Kniegelenk oder distal davon verwendet. Das Anlegen erfolgt in gleicher Weise wie beim Robert-Jones-Verband nur mit weniger Baumwollwatte und orthopädischem Füllmaterial. Ebenfalls wie oben beschrieben können Schienenmaterialien mit eingearbeitet werden.

SPICA-SCHIENENVERBAND

Ein Spica-Schienenverband wird dann eingesetzt, wenn die Immobilisation von Skapula, Schulter, Humerus oder Ell-

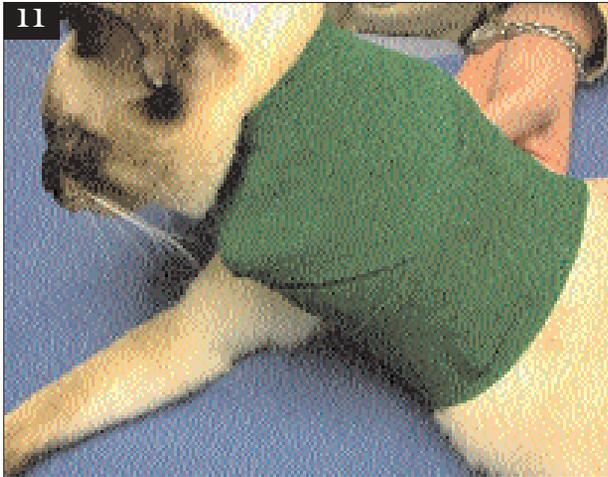


10 Vollständige Spica-Schiene

bogen gewünscht wird, wobei die gesamte Vordergliedmaße und der Torso (vordere Körperanteil) mit einbezogen werden²³ (10). Spica-Schienenverbände verwendet man, a) um Frakturen vor der definitiven Versorgung zu stabilisieren, b) als zusätzliche Unterstützung nach interner Fixation oder c) um Luxationen an Schulter- oder Ellbogengelenk zu stabilisieren. Gelegentlich werden sie auch zur primären Fixation von Frakturen eingesetzt. Einige Katzen können sich beim Anlegen eines Spica-Schienenverbandes sehr aufregen. Klebebänder werden distal am Bein verwendet, um beim Anlegen der Schiene Zug auszuüben. Ellbogen- und Schultergelenk sollten leicht gebeugt und das Bein selbst physiologisch gewinkelt sein. Mehrere Lagen Polstermaterial von den Zehen bis zum Achselbereich sind die Grundlage eines Spica-Verbandes. Bei Erreichen der axillaren (bzw. inguinalen) Region wird die Watte einige Male abwechselnd kranial und kaudal der betroffenen Gliedmaße um den Körper gewickelt. Dann wird eine elastische Binde mit der genau gleichen Technik über dem bestehenden Verband angelegt. Der Verband wird nun durch eine Schiene aus Castmaterial (= Kunstharzbinde) (Deltacast®, Johnson & Johnson) verstärkt, beginnend proximal der Zehen über das gesamte Bein bis zur Rückenmitte. Alternativ kann Fiberglasmaterial verwendet werden. Anschließend wickelt man eine elastische Binde zur Befestigung und besseren Anpassung der Schiene an Bein und Torso während der Aushärtung. Zur Abdeckung des Verbandes dient noch ein Tapeverband.

SCHLINGEN

Schlingen werden selten zur primären Fixation von Frakturen benutzt. Man verwendet sie überwiegend nach der Operation, damit das frakturierte Bein nicht belastet wird, aber auch zur Stabilisation von Gelenkluxationen.



11 Anlegen einer Velpeau-Schlinge. Die Vordergliedmaße ist gebeugt und an den Thorax adduziert. Das Vorderbein ist zusammen mit dem Thorax in einen Verband eingewickelt, der aus Polstermaterial, Mullbinden, elastischen Binden und Klebestreifen besteht.

Velpeau-Schlinge

Velpeau-Schlingen werden zur primären oder zusätzlichen Stabilisation eingesetzt, z. B. um die Reposition von medialen Schultergelenkluxationen zu bewahren und um Skapulafrakturen zu immobilisieren (11). Um eine Velpeau-Schlinge anzulegen, muss die Vordergliedmaße abgebeugt und an den Thorax adduziert werden. Dann wickelt man mehrere Lagen Watte um den Thorax und die angewinkelte Gliedmaße. Die Lagen sollten auch kranial und kaudal der kontralateralen Gliedmaße geführt werden, damit ein Herausrutschen der eingewickelten Extremität verhindert wird. Der Verband muss so angelegt sein, dass die Katze noch normal atmen kann, jedoch eng genug, dass das betroffene Bein nicht bewegt werden kann. Velpeau-Schlingen werden von den meisten Katzen schlecht toleriert.

Ehmer-Schlinge

Ehmer-Schlingen (Achterverband) werden vornehmlich dazu verwendet, um eine Belastung des Hinterbeines zu verhindern und um eine Stabilisation einer Hüftgelenkluxation nach kraniodorsal nach konservativer Reposition zu verhindern²⁴ (12). Hierbei wird eine dünne Binde um die Pfote über Metatarsus und Phalangen gelegt (um das Weichteilgewebe zu schützen und Schwellungen an den Zehen zu reduzieren). Danach erfolgt ein extremes Abbeugen von Sprung- und Kniegelenk, und die Binde wird in Achtertouren um das Bein gewickelt. Ein Klebeband zieht vom Verband an der Pfote nach medial zum Knie zwischen Oberschenkel und Inguinalbereich, über den



12 Anlegen einer Ehmer-Schlinge. Um Metatarsus und Phalangen wird eine kleine Bandage gelegt. Sprung- und Kniegelenk sind gebeugt. Dann wird ein adhäsiver Klebestreifen in Achtertouren um das Bein gewickelt. Der Klebestreifen verläuft vom bandagierten Fuß medial zum Knie, dann über den kranialen und lateralen Bereich des Oberschenkels nach medial zum Tarsus und zum Fuß zurück.

kranialen und lateralen Bereich des Oberschenkels und dann medial zum Tarsus bis zurück zum Verband an der Pfote. Mehrere Lagen sind erforderlich, um das Bein in Flexion zu halten. Der adhäsive Klebestreifen haftet am Katzenfell und vermindert so ein Abrutschen der Schlinge. Anstelle von Klebestreifen kann man auch Mullbinden verwenden, die sich später leichter entfernen lassen, jedoch meistens vorzeitig rutschen. Zusätzlich zur Aufrechterhaltung der Flexion des Hinterbeines bewirkt die Ehmer-Schlinge, dass der Femur fest in das Azetabulum gedrückt wird, d. h., sie stabilisiert somit das Hüftgelenk. Falls eine größere Abduktion des Beines erforderlich ist, damit eine Reluxation des Femurkopfes verhindert wird, kann noch ein zusätzlicher Klebestreifen von der Schlinge über die dorsale Mitte bishin zu einem Klebestreifen, der um das kaudale Abdomen gelegt wurde, befestigt werden. Dies ist aber nicht nötig, wenn nur die Belastung des Hinterbeines verhindert werden soll. Die Ehmer-Schlinge wird selten von den Katzen toleriert.

Das häufigste Problem im Einsatz der Schlinge ist, dass sie vom kranialen Bereich des Knies wegen der Mobilität der Haut in diesem Bereich abrutscht. Andere Komplikationen sind Unbehagen, Weichteiltraumata an Metatarsus und im Oberschenkelbereich sowie Schwellung der Zehen. Die Schlinge sollte nicht länger als 10 Tage belassen werden.

90/90-Schlinge

Die 90/90-Schlinge soll eine Ruhigstellung der Hintergliedmaße, besonders des abgebeugten Kniegelenks, be-



13 Anlegen einer 90/90-Schlinge. Sprung- und Kniegelenk sind um 90° gebeugt. Für den Cast wird Polstermaterial um den Metatarsalbereich gewickelt, damit es nicht zur Schwellung der Zehen kommt. Zur Erhaltung der rechtwinkligen Abbeugung im Sprung- und Kniegelenk wird adhäsives Klebmaterial um das Femur und den Metatarsus gewickelt.

wirken. Sie ist eine Abwandlung der Ehmer-Schlinge und verhindert, durch rechtwinkliges Abbeugen von Knie- und Sprunggelenk, dass das Hinterbein belastet wird (**13**). Man setzt sie dann ein, wenn man befürchten muss, dass nach Versorgung einer Femurfraktur die Gefahr einer M.-quadrizeps-Kontraktur besteht²⁵. Das Anlegen der Schlinge ist ähnlich wie bei der Ehmer-Schlinge, außer, dass das Material einfach um den Oberschenkel und Metatarsus gewickelt wird und nicht in Achtertouren. Zuerst wird eine Polsterung um den Metatarsus gelegt, um das Weichteilgewebe zu schützen und Schwellung an den Zehen zu minimieren. Sprung- und Kniegelenke werden in 90°-Beugung gehalten. Danach folgt ein elastisches adhäsives Klebeband um den Oberschenkel und Metatarsus herum, um die Beugung aufrechtzuerhalten. Die Schlinge sollte nicht länger als 10 Tage belassen werden.

Metaschienen (Metasplints)

Metaschienen (Mason-Metaschienen) setzt man bei Verletzungen des distalen Bereichs von Radius und Ulna, Karpus oder Tarsus, Metakarpus oder Metatarsus sowie der Phalangen ein. Sie eignen sich nicht zur Immobilisation des proximalen Radius und der proximalen Ulna oder des Talokruralgelenks.

Sofortige Behandlung von Frakturen

GEDECKTE FRAKTUREN

Frakturen proximal von Ellbogen- und Kniegelenk werden vor der endgültigen Versorgung nicht immobilisiert²⁶. Skapula-, Humerus-, Becken- und Femurfrakturen sind in der Regel gedeckt, da sie mehr Weichteilgewebe zum

Schutz haben. Eine Katze ist ohne Sedation nur schwer ruhig zu halten, sodass aus einer gedeckten eine offene Fraktur werden kann. Falls präoperativ eine Immobilisation an einer proximalen Fraktur der Vorderextremität erforderlich ist, kann eine Spica-Schiene verwendet werden. Gedeckte Frakturen distal vom Ellbogen- und Kniegelenk werden mit einem Robert-Jones-Verband versorgt, um Schwellungen und Schmerzen zu verringern, um weitere Verletzungen des umliegenden Weichteilgewebes zu minimieren und um zu verhindern, dass durch Knochenfragmente die Haut perforiert wird^{24,27}. Zur weiteren Unterstützung kann in den Verband eine Schiene eingearbeitet werden.

OFFENE FRAKTUREN

Zur Information über die Einteilung offener Frakturen siehe Kapitel 4.

Bei offenen Frakturen sollte eine frühzeitige und aggressive Behandlung durchgeführt werden, um eine schwere Infektion von Knochen und Weichteilgewebe zu verhindern. Schon ein Säubern und Verbinden der offenen Fraktur helfen ebenfalls, eine weitere Kontamination durch die Umgebung zu vermeiden.

1. Steriles Verbandsmaterial wird eingesetzt, um die Wunde vor einer weiteren Kontamination zu schützen und um eine eventuelle nosokomiale Infektion zu vermeiden. Zu jeder Zeit sind hierbei sterile Handschuhe zu tragen.
2. Die Katze wird sorgfältig untersucht und gegebenenfalls stabilisiert. Besonderes Augenmerk sollte auf Thoraxtraumen (Pneumothorax, Hämothorax, Lungenkontusionen), neurologische Verletzungen (Kopftrauma, Wirbelsäulenfrakturen, -luxationen), abdominale Verletzungen (Blutungen, Harnblasenruptur, Hernien) und gleichzeitig auftretende orthopädische Verletzungen (Frakturen, Luxationen) gelegt werden.
3. Die Fraktur wird geröntgt, um den Schweregrad der orthopädischen Verletzung zu dokumentieren. Das Röntgen dient auch als Entscheidungshilfe für die später zu wählende Frakturversorgung.
4. Wenn die Katze kreislaufstabil ist, kann mit der sofortigen Versorgung der Wunde begonnen werden. Eventuell ist eine Sedation oder kurz wirkende Anästhesie für eine ordentliche Behandlung ratsam. Unter aseptischen Bedingungen wird der Verband entfernt und ein Abstrich von der Wunde für eine bakteriologische Untersuchung und einen Resistenztest gemacht. Sowohl aerobe als auch anaerobe Kulturen sollten angelegt werden^{28,29}.
5. Zu empfehlen ist, Breitbandantibiotika intravenös zu applizieren³⁰. Es ist wichtig, mit einer antimikrobiellen Therapie sofort nach der Verletzung zu beginnen, um die Wahrscheinlichkeit nachfolgender Knocheninfektionen zu reduzieren³¹. Die intravenöse Applikation

von Fluorchinolonen (= Marbocyl®, Vetoquinol) ist kontraindiziert, weil sie bei der Katze Retinadegenerationen hervorrufen können. Diese Medikamente sollten bei Katzen mit Nierenproblemen äußerst vorsichtig verwendet werden³². Mehrere Antibiotika sind zur Initial-Therapie bei offenen Frakturen geeignet: Cephalosporine (Cefazolin: 22 mg/kg i. v. alle 8 Std.) und Clindamycin: 11 mg/kg i. v. alle 12 Std.^{33,34}. Um die Wirksamkeit gegenüber gram-negativen Mikroorganismen zu erhöhen, kann eine Kombination aus Cephalosporinen und Aminoglykosiden gegeben werden³⁵. Der Einsatz von Gentamicin mit 6,6 mg/kg i. v. oder s. c. alle 24 Stunden darf nur bei Katzen ohne Nierenprobleme erfolgen³⁶. Aminoglykoside sollten bei traumatisierten Katzen mit Vorsicht verwendet werden, um Nierenprobleme zu vermeiden. Bei Grad IIIb- und IIIc-Frakturen kann man auch Penizillin oder Metronidazol geben, um die Wirksamkeit gegenüber Anaerobiern zu verbessern³⁷. Die Antibiotikumtherapie wird über 3–5 Tage fortgesetzt und ändert sich je nach den Resultaten der bakteriologischen Untersuchung^{30,31,38}. In vielen Fällen sind die Bakterien, die man aus der offenen Fraktur isoliert hat, Stämme aus der Klinik, in der das Bein behandelt wurde.

6. Die Wunde wird mit sterilem Gleitgel gefüllt und anschließend das umliegende Fell geschoren. Danach erfolgt eine sehr intensive Wundspülung, um Haare und Gewebsreste zu entfernen. Für die meisten Wunden reichen 1–2 l Flüssigkeit, bei stark verschmutzten Wunden wird entsprechend mehr Flüssigkeit erforder-

lich sein. Ein Puls-Jet-Lavagesystem kann man – falls vorhanden – einsetzen. Alternativ dazu umfasst ein Lavagesystem einen 1-Liter-Beutel mit Flüssigkeit, ein steriles Infusionssystem, einen sterilen 3-Wegehahn und eine 60-ml-Spritze verbunden mit einer 19-Gauge-Nadel (14). Wenn der 3-Wegehahn richtig eingestellt ist, wird die Lavage-Flüssigkeit aus dem Beutel in die Spritze gezogen und dann durch die Kanüle auf die Wunde gegeben. Dies führt zum einen zur Aufrechterhaltung der Sterilität und zur Spülung der Wunde mit ausreichendem Druck und zum anderen wird vermieden, dass durch zu viel Druck Gewebereste tief in die Wunde gelangen³⁷. Für die Wundspülung werden überwiegend physiologische Kochsalzlösung oder Ringer-Laktat-Lösung verwendet. Ein Zusatz an Antibiotika in die Spüllösung ist kontrovers und wahrscheinlich nutzlos³⁹. Wenn man jedoch 0,05 %ige Chlorhexidin-Lösung einsetzt, nimmt die Kontamination ab, und die Wundheilung wird verbessert⁴⁰. Diese Spüllösung wird folgendermaßen hergestellt: Zu 500 ml Aqua dest., physiologischer NaCl- oder Ringer-Laktat-Lösung werden 12 ml Chlorhexidin-Lösung (2 %) hinzugefügt³⁷. Wenn Chlorhexidin und Kochsalz miteinander gemischt werden, entsteht ein Niederschlag. Höher konzentrierte Spüllösungen sollten vermieden werden, da sie das Gewebe schädigen und die Entstehung von Granulationsgewebe verhindern. Eine 1 %ige oder 0,1 %ige Povidone-Jod-Lösung (eine 10 %ige Lösung wird 1:10 oder 1:100 in Kochsalz verdünnt) kann ebenfalls zur Wund-Lavage verwendet werden und hat noch dazu eine Breitband-Antibiotika-Wirkung. Viele Katzen reagieren hypersensitiv auf Povidone-Jod, und bei höher konzentrierten Lösungen kann es zu Wundheilungsproblemen kommen⁴¹. Leitungswasser empfiehlt sich nicht als Wundspüllösung, da hypotone Lösungen ein zusätzliches Zelltrauma verursachen können³⁷.

7. Alle Gewebereste und Zelltrümmer müssen mithilfe von Pinzetten, Scheren und mechanischer Reinigung durch Spüllösung aus der Wunde entfernt werden (Vorsicht bei Gefäßen und Nerven!)⁴². Bei offenen Frakturen Grad I ist nur ein geringes Débridement erforderlich; bei Grad III jedoch ist eine extensive Wundtoilette notwendig. Wenn möglich, sollte alles Gewebe, das deutlich kontaminiert, verfärbt, nicht blutend (bei Anschnitt) oder deutlich trocken oder abgestorben ist, entfernt werden. Bei den meisten Wunden kann man Fett und subkutanes Gewebe ohne Probleme exzidieren. Der häufige Einsatz des Elektrokauters sollte vermieden werden, um die Menge abgestorbenen Gewebes zu minimieren. Muskulatur wird anhand von Farbe, Konsistenz, Blutzirkulation und Kontraktilität auf Vitalität geprüft⁴³. Wenn die Lebensfähigkeit eines Gewebes infrage gestellt wird,



14 Spülsystem zur offenen Wundbehandlung. Das System besteht aus einem 1-Liter-Beutel Ringer-Laktat-Lösung, einem sterilen Infusionssystem, einem sterilen Drei-Wegehahn und einer sterilen 60-ml-Spritze mit einer 19-Gauge-Nadel. Man kann noch eine 0,05 %ige Chlorhexidin-Lösung hinzufügen, um Kontaminationen vorzubeugen und die Wundheilung zu verbessern: 12 ml einer 2 %igen Chlorhexidin-Lösung werden zu einer 500 ml Ringer-Laktat-Lösung gegeben.

sollte es vorerst *in situ* belassen werden. Falls es abstirbt, kann es später immer noch entfernt werden. Bei schweren traumatisierten oder kontaminierten Wunden ist eine progressive Wundtoilette über mehrere Tage erforderlich, um eine saubere Wunde zu erhalten. Bei Schussverletzungen müssen Geschossreste, die zugänglich sind, entfernt werden. Jedoch ist es falsch, gesundes Gewebe wegen tief sitzender Geschosspartikel zu traumatisieren. Die Entscheidung, ob kortikale Knochenfragmente entfernt oder belassen werden, ist nicht einfach zu fällen. Fragmente, die keine Verbindung zum Weichteilgewebe haben und nicht für die Fixation der Fraktur erforderlich sind, sollten entfernt werden, damit sie nicht zu Sequestern werden. Gelenkfragmente und solche Fragmente, die

für die Stabilisation der Fraktur wichtig sind, müssen belassen und gespült werden. Die Wunde wird nach dem Débridement nochmals gespült.

8. Die operative Frakturversorgung erfolgt so schnell wie möglich. Eine frühe Stabilisation erhält die Blutzufuhr, fördert das Einsprossen neuer Gefäße und verhindert Infektionen. In vielen Fällen wird die Fraktur zur gleichen Zeit stabilisiert wie das erste Débridement erfolgt⁴⁴. Falls die Fraktur nicht sofort stabilisiert werden kann, sollte die Wunde steril abgedeckt und ein steriler Verband angelegt werden, bis die Fixation erfolgt. Eine Schiene kann den Verband unterstützen und damit das Wohlbefinden des Tieres verbessern. Trocken-zu-Nass-Verbände im täglichen Wechsel unterstützen die Wundtoilette unter dem Verband.

TABELLE 8: ANALGETIKA

Medikamente	Dosis (mg/kg)	Applikationsart	Dauer (Std.)	Bemerkungen
Buprenorphine	0,01–0,02	i. v., i.m., s. c.	4–8	Bei gering- bis mittelgradigen Schmerzen
Butorphanol	0,1–0,3 0,1–0,6	i. v. i.m., s. c.	0,5–1 2–3	Bei gering- bis mittelgradigen Schmerzen
Carprofen	2,0–4,0	i. v., s. c.	24	Nur eine Behandlung, bei gering- bis mittelgradigen Schmerzen
Fentanyl	0,002–0,005	intravenöser Bolus	<0,5	Von kurzer Dauer, außer bei Dauertropfinfusion
	0,002–0,004 kg/Std.	Dauertropfinfusion	Gesamte Infusionszeit + 0,5	Bei mittel- bis hochgradigen Schmerzen
	0,025 (25 µg) Patch	Transdermal	72	Nicht zu empfehlen bei Katzen <2kg
Hydromorphon*	0,05–0,1	i. v., i.m., s. c.	2–4	Bei mittel- bis hochgradigen Schmerzen
Ketoprofen*	1,0–2,0	i. v., i.m., s. c.	24	Maximal 3 Tage; kontraindiziert bei Nierenerkrankung, Hypovolämie, Koagulopathien
	1,0	p. os 1 x tägl.		Bei gering- bis mittelgradigen Schmerzen maximal 5 Tage
Medetomidin ^a	0,001–0,01	i. v., i.m., s. c.	0,5–2	Monitoring bei Herzschwäche, reversibel
Meloxicam ^a	0,3	s. c.	24	Nur eine Behandlung, bei gering- bis mittelgradigen Schmerzen. Als Flüssigkeit genießbar
	0,1 (1 Tr./kg) über 5 Tage, gefolgt von 0,02–0,04 (1–2 Tr./Katze)			
Morphin	0,1–0,3	i.m., s. c.	24	Bei mittel- bis hochgradigen Schmerzen
	0,06–0,12kg/Std.	Dauertropf	Gesamte Infusionszeit	
Oxymorphon*	0,02–0,05	i. v.	3–4	Bei mittel- bis hochgradigen Schmerzen
	0,05–0,1	i.m., s. c.	2–6	
Xylazin ^a	0,1–1,0	i. v., i.m., s. c.	0,5–2	Monitoring bei Herzschwäche, reversibel

* In Deutschland zurzeit nicht im Handel; Tr. = Tropfen; ^a Sedatives Analgetikum nur zur intraoperativen Anwendung (Anmerkung der Übersetzerin);

Einziges NSAID mit arzneimittelrechtlicher Zulassung zur Langzeitanwendung bei der Katze. Dosierung laut Hersteller 1. Tag 0,1 mg/kg, ab dem 2. Tag 0,05 mg/kg p. os

Prä- und perioperative Analgesie

Die Schmerzbeurteilung bei Katzen ist bekanntlich schwierig, weil deutliche Schmerzsymptome oft nur unterschwellig sind. Bei einer Umfrage hatte von 15 Katzen nur eine Katze nach einer Operation eine Analgesie erhalten⁴⁵. Die Schmerzbeurteilung erfolgt subjektiv durch erfahrene Beobachter und basiert auf Interaktionen mit dem Tier⁴⁶. Katzen mit Schmerzen werden üblicherweise inaktiv, sitzen in der hintersten Ecke des Käfigs und meiden menschliche Kontakte. Sie nehmen jegliche Art von Berührung übel bzw. vermeiden sie und neigen zu Aggressivität. Gelegentlich kann eine Katze im Käfig auch wild um sich schlagen, wobei diese Reaktion eher jungen Katzen vorbehalten ist.

Katzen mit Frakturen sollten unbedingt Analgetika erhalten, damit sich das Wohlbefinden bessert und Stress abgebaut wird^{47–51}. Dabei muss der Kreislauf der Katze sorgfältig beobachtet werden. Die präemptive Analgesie wird bei Katzen zur Schmerzkontrolle bei Operationen bevorzugt. Sie verhindert das sogenannte »Wind-up-Phänomen«, eine Sensibilisierung des Zentralnervensystems durch afferente nozizeptive Reize. Falls möglich, wird die balancierte (multimodale) Analgesie eingesetzt. Diese beinhaltet die simultane Anwendung zweier oder mehrerer Schmerztechniken, um einen synergistischen Effekt zu erhalten, um die Dosierung zu reduzieren und Komplikationen zu verringern⁴⁹. Um eine Analgesie bei Katzen zu erreichen, kann man viele Medikamente systemisch geben, z. B. Opioide, α_2 -Adrenozeptor-Agonisten und Nichtsteroidale Antiphlogistika (NSAIDs) (Tabelle 8). Die multimodale Analgesie kann durch Opioide und NSAIDs erreicht werden. Man kann auch lokal und epidural Analgetika einsetzen.

Opioide werden bei mäßigen bis starken Schmerzen verwendet. Sie haben einen schnellen Wirkungseintritt und blockieren die zentralen Sensibilisierungsvorgänge und autonomen Reaktionen, die durch den chirurgischen Reiz verursacht werden. Ihre Wirkung ist mit Ausnahme von Buprenorphin kurz. Bei widerspenstigen Katzen ist es besser, Buprenorphin oral zu geben, indem man die Injektionslösung in das Maul spritzt, sodass es über die Maulschleimhaut resorbiert wird. NSAIDs werden überwiegend bei leichten bis mäßigen Schmerzen eingesetzt. Sie fluten langsamer als Opioide an, wirken länger, reduzieren die periphere Sensibilisierung und zeichnen sich durch einen länger andauernden anti-inflammatorischen Effekt nach einer Operation aus.

Gabapentin, ursprünglich als Anti-Konvulsivum entwickelt, wirkt beim Menschen klinisch als neuropathisches Analgetikum. In Anlehnung an anekdotisch überlieferte Berichte scheint das Medikament bei Katzen zu besten Hoffnungen zu berechtigen. Die zu empfehlende Dosis liegt bei 2,5–5,0 mg/kg zweimal täglich.

REGIONALE ANALGESIE

Durch die epidurale und lokale Applikation von Analgetika lässt sich eine regionale Analgesie bei Katzen erreichen.

Lokale Injektion

Durch eine lokale Injektion mit Bupivacain (max. 5 mg/Katze) kann für 6 Stunden eine Analgesie im Operationsbereich erreicht werden. Die Gesamtdosis von Bupivacain bei gesunden Katzen sollte 2 mg/kg nicht überschreiten (1,6 ml einer 0,5 %igen Lösung für eine 4 kg schwere Katze).

TABELLE 9: MEDIKAMENTE ZUR EPIDURALANALGESIE

Medikament	Dosis (mg/kg)	Dosis (mg/kg)*	Wirkungseintritt (Min.)	Analgetische Wirkungsdauer (Std.)
Bupivacain (0,5 %)	0,5–0,75	0,1–0,15	10–15	3–6
Morphin (10 mg/ml) ⁺	0,1–0,3	0,01–0,03	20–60	10–24
Morphin (10 mg/ml) ⁺ + Bupivacain (0,5 %) ⁺	0,1–0,2	0,02–0,04	10–15	24
Oxymorphon (1 mg/kg)	0,05–0,1	0,05–0,1	20–40	7–10
Fentanyl (0,05 mg/ml)	0,004	0,08	5–30	2–5
Medetomidin (1 mg/ml)	0,01	0,01	5–10	1–8

* Die Medikamente werden mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, sodass man ein Gesamtvolumen von ca. 0,2 ml/kg erhält
⁺ Morphin und Bupivacain ohne Konservierungsstoffe werden bevorzugt. Für die intrathekale Injektion muss konservierungsfreies Bupivacain ohne Adrenalin verwendet werden

Epiduralanalgesie

Die epidurale Applikation wird überwiegend bei Katzen eingesetzt, die schon narkotisiert sind und denen ein orthopädischer Eingriff bevorsteht. Die epidurale Applikation von Bupivacain allein bewirkt eine Schmerzfreiheit von ca. 4–6 Stunden (Tabelle 9). Eine einzige epidurale Morphingabe ohne Konservierungsmittel kann bei Operationen an der Hinterhand eine andauernde Analgesie bis zu 24 Stunden hervorrufen. Für eine epidurale Injektion lässt sich Bupivacain auch mit Morphin kombinieren. In einer kürzlich erschienen Studie bei Katzen mit Onychektomie wurde der analgetische Effekt eines epidural applizierten Morphins mit demjenigen, der sich aus einer Kombination von Morphin und Bupivacain entwickelte, verglichen⁵². Die Kombination beider Medikamente führte – verglichen mit Morphin allein – zu einer signifikanten Verringerung der Menge des verwendeten Inhalationsanästhetikums, die für die Aufrechterhaltung der Allgemeinanästhesie erforderlich war und bewirkte eine länger andauernde Analgesie. Die Autoren schlossen daraus, dass die präemptive epidurale Gabe von Morphin mit oder ohne Bupivacain den postoperativen Schmerz besser kontrolliert als wiederholte Gaben von Oxymorphon* und Ketoprofen. Die analgetische Wirkung von epidural appliziertem Fentanyl (4 µg/kg) und Medetomidin (10 µg/kg) wird ebenfalls beschrieben⁵³. Oxymorphon ist ein Opioid mit ähnlichen Eigenschaften wie Morphin, es ist aber kürzer wirksam.

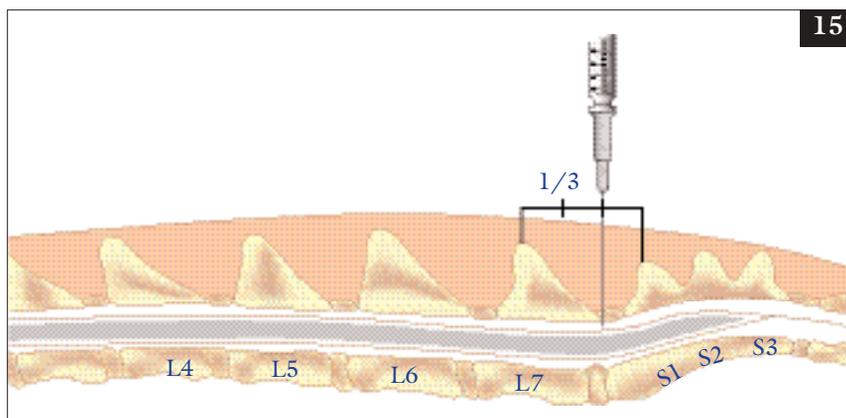
Der analgetische Effekt von Medikamenten, die epidural appliziert werden, ist sowohl dosis- als auch volumenabhängig. Die Menge von 1 ml/5 kg KM, berechnet auf schlanke bzw. normalgewichtige Katzen, bewirkt im Allgemeinen eine Analgesie, die bis zur Höhe des ersten Lenden-

wirbels reicht. Das Analgetikum wird in physiologischer Kochsalzlösung gelöst, um die gewünschte Injektionsmenge zu erhalten.

Eine epidurale Analgesie ist bei thorakolumbalen und lumbosakralen Frakturen, Luxationen, Infektionen, Tumoren und Gerinnungsstörungen kontraindiziert. Die Komplikationshäufigkeit nach epiduraler Gabe von Morphin liegt – Berichten zufolge – bei Hunden und Katzen bei 0,75 %⁵⁴.

Um eine detaillierte Beschreibung über die Technik der epiduralen Analgesie zu bekommen, wird dem Leser weitere Literatur empfohlen^{53,55,56}. Zwischen L7 und S1 wird eine einzige Injektion mit einer 40 mm langen Spinalnadel (22 Gauge) durchgeführt (15). Die Katze wird in Seitenlage verbracht und der entsprechende Bereich geschoren und präpariert. Wird nur an einer Seite operiert, sollte die Katze so platziert werden, dass die zu operierende Seite tischnah liegt. Die Injektion erfolgt in der Mitte des Foramen lumbosacrale. Die Processus spinosi von L7 und S1 werden palpirt, und zwischen diesen zwei Orientierungspunkten erfolgt die Injektion. Die Wirbelsäule wird gebeugt, indem die Hinterbeine nach kranial gezogen werden. Die Nadel wird senkrecht durch die Haut und das Ligamentum flavum eingestochen. Falls man auf Knochen stößt, wird die Nadel zurückgezogen und dann vorsichtig entweder kranial oder kaudal entlang des Knochens in das Spatium geführt. Man fühlt einen geringen Widerstand, wenn das Ligament durchstoßen wird. Anschließend wird die Nadel ca. 2 mm weiter vorgeschoben, bis kein Widerstand mehr vorhanden ist. Der Mandrin wird anschließend entfernt. Man beobachtet am Kanülenansatz, ob Blut oder Liquor austritt. Falls Blut sichtbar wird, muss die Nadel entfernt und der Vorgang

* In Deutschland nicht erhältlich.



15 Abbildung einer Epiduralanalgesie. Der Processus spinosus des ersten Schwanzwirbels (S1) ist bei Katzen prominenter als beim Hund. Die Processus spinosi von L7 und S1 werden als Orientierungspunkte gewählt. Die Injektion erfolgt annähernd im kaudalen Drittel dieses Bereiches.

mit einer neuen Nadel wiederholt werden. Nicht selten passiert es bei der Katze, dass die Nadel in den Subarachnoidalraum gelangt. Falls Liquor sichtbar wird, kann die Injektion intrathekal durchgeführt und die errechnete Dosis muss um 40–50 % reduziert werden⁵².

Transdermale Patches

Ein transdermalen Fentanyl-Patch (Hexal) kann bei Katzen ab 2,0 kg Körpergewicht eingesetzt werden^{50,57–61}. Ein 25-µg/Std.-Patch bewirkt eine relativ konstante Schmerzfreiheit über 72 Stunden nach Applikation. Sieben Stunden nach Patch-Gabe ist der effektive Wirkspiegel im Plasma erreicht⁶¹. Um den Patch richtig zu platzieren, muss die Haut dorsal am Rücken oder lateral am Thorax geschoren und vorsichtig gesäubert werden. Alkohol und Desinfektionsmittel sind zu vermeiden. Man nimmt den Patch an einer Ecke, klebt die adhäsive Seite direkt auf die Haut und drückt ihn für 1–2 Minuten fest. Handschuhe sollten vorsichtshalber getragen werden, damit man nicht mit der Membran in Kontakt kommt. Empfehlenswert ist,

eine Bandage über den Patch zu wickeln. Somit wird ein vorzeitiges Entfernen durch das Tier vermieden. Durch den Patch entsteht ein gleichmäßiger Opioid-Spiegel während des Behandlungszeitraumes, sodass weitere Injektionen oder orale Gaben von Analgetika nicht erforderlich sind. Trotzdem kann die Fentanyl-Konzentration bei den verschiedenen Individuen unterschiedlich lang andauern, sodass es ratsam ist, die Tiere sorgfältig zu beobachten, ob Anzeichen einer ungenügenden Analgesie oder adverse Reaktionen wie z.B. Atemdepression auftreten.

Prä- und perioperative Sedation

Vor der Allgemeinanästhesie erfolgt gewöhnlich eine Prämedikation mit Sedativa (Tabelle 10). Sedativa benötigen Katzen meist dann, wenn sie schwierig zu handhaben oder im Käfig aggressiv sind^{47,62}. Auch bei Röntgenaufnahmen oder wenn ein Verband angelegt wird, sind Sedativa manchmal erforderlich. Acepromazin allein ist nicht sehr wirksam, sinnvoller ist eine Kombination aus verschiedenen Medikamenten. Acepromazin zusammen mit einem

TABELLE 10: SEDATIVA

Medikamente	Dosis (mg/kg)	Applikationsart	Dauer (Std.)	Bemerkungen
Acepromazin	0,01–0,03	i. v.	1–2	Nicht bei Anfällen
	0,05–0,1	i. m., s. c.	2–6	
Acepromazin	0,05			Nicht bei Anfällen
+Butorphanol oder	0,1–0,3	i. m.	2–5	
+Buprenorphin oder	0,005–0,01	i. m.	4–8	
+ Morphine	0,1–0,2	i. m., s. c.	2–6	
Medetomidin	0,05–0,08	i. v., i. m., s. c.	0,5–2	Monitoring bei Herzschwäche, reversibel mit Atipamezol
Medetomidin	0,025–0,0	i. v., i. m., s. c.	0,5–2	
+Butorphanol oder	0,1–0,25	i. v., i. m.	2–3	
+Buprenorphin	0,005–0,02	i. v., i. m.	2–4	
Xylazin	0,1–1,0	i. v., i. m., s. c.	0,5–2	
Xylazin	0,2			
+Butorphanol oder	0,1–0,2	i. v., i. m.	1–3	
+Buprenorphin	0,005–0,02	i. v., i. m.		
Ketamin	2,5			Tiefe Sedation für 12–20 Min.
+Diazepam oder				
Midazolam	0,25	i. v.		
Ketamin	2,5–7,5			Niedrigere Dosen von Ketamin und Acepromazin bei kranken Katzen
+Midazolam	0,25			
+Acepromazin	0,05–0,1	i. m.		
Diazepam	0,1–0,5	i. v.	0,5–1	

Opioid als Prämedikation bewirkt eine leichte bis mittlere Sedation. Alpha-2-Agonisten wie z.B. Medetomidin und Xylazin allein appliziert wirken kreislauf- und atemdepressiv und sollten nur bei ganz gesunden Patienten gegeben werden. Benzodiazepine wie Diazepam oder Midazolam allein gegeben rufen eine zufriedenstellende Sedation bei kranken Katzen hervor. Auch diese Medikamente kann man mit Opioiden in der gleichen Dosierung wie mit Alpha-2-Agonisten zusammen geben. Ketamine in Kombination mit Acepromazin und Diazepam oder Midazolam führen zu einer wirksamen Sedation. In niedriger Dosierung ist diese Kombination auch bei sehr kranken Katzen möglich. Atropin (0,04 mg/kg) oder Glykopyrrolate (0,005–0,01 mg/kg) kann man – wenn eine Bradykardie vorliegen sollte – zur Sedation hinzufügen.

Postoperative Versorgung

Die postoperative Versorgung ist ein sehr wichtiger Teil der Therapie traumatisierter Patienten. Von Bedeutung hierbei sind jegliche Art von Monitoring sowie die Unterstützung von Atmung und Kreislauf während der Erholungsphase aus der Narkose. Eine verhängnisvoll verlaufende pulmonäre Fettembolie kann als Komplikation nach einer Frakturversorgung auftreten. Die Ursache kann eventuell in einer chronischen respiratorischen, postoperativen Insuffizienz liegen⁶³. Die Katze verliert – im Vergleich zum Hund – rasch an Körperwärme. Dies ist bedingt durch die relativ große Körperoberfläche im Vergleich zur Körpermasse. Die Thermoregulation muss sorgfältig beobachtet werden, besonders wenn Katzen Sedativa oder Anästhetika erhalten haben. Die Schmerztherapie wird auch in der postoperativen Phase fortgeführt, um Schmerzen und Stress zu mildern. Weitere postoperative Maßnahmen sind Röntgen, Antibiotikumtherapie, Verbände, Unterstützung der Futteraufnahme und Physiotherapie⁶⁴. Eine gute postoperative Nachsorge ist von enormer Wichtigkeit und sollte nicht unterschätzt werden.

RÖNTGEN

Sofort nach der Operation werden Röntgenaufnahmen angefertigt, um die Reposition und den Sitz der Implantate zu bestätigen. Komplikationen, wie z.B. Implantate im Gelenk, fehlerhafte Korrektur der Bruchenden oder eine ungenügende Stabilisation erfordern eine sofortige Rückkehr in den Operationsraum, um dieses Problem zu korrigieren. Wenn möglich sollten intraoperative Röntgenaufnahmen angefertigt werden, um den korrekten Sitz der Implantate während des Eingriffes zu beurteilen. Ein Kontroll-Röntgen ist alle 3–4 Wochen empfehlenswert, bis die Fraktur geheilt ist. Dies ist deshalb so wichtig, weil man rasch feststellen kann, ob sich eine Infektion und Komplikationen durch die Implantate entwickeln. Falls Komplikationen auftreten, sind Röntgenaufnahmen noch

häufiger durchzuführen und auch weitere Kontrollen erforderlich.

ANALGESIE

Analgetika werden während der Aufwachphase verabreicht. Dabei ist die Katze sorgfältig auf Schmerzsymptome zu beobachten (Tabelle 8). Langwirkende Medikamente sind für die postoperative Analgesie zu bevorzugen. Bei mittelgradigen bis schweren Schmerzen empfiehlt es sich, direkt in der postoperativen Phase i. v. ein Opioid *per infusionem* oder transdermale Fentanyl-Patches einzusetzen. Analgetika können – falls nötig – auch während der Frakturheilung weiter gegeben werden. Viele Katzen verhalten sich schon wenige Tage später recht ruhig, sodass die Medikamente reduziert oder sogar weggelassen werden können. NSAIDs sollten mit Vorsicht bei Katzen eingesetzt werden. Carprofen, Ketoprofen, Meloxicam als auch Tolfidine bewirken eine länger andauernde Analgesie, wenn sie direkt postoperativ gegeben werden⁶⁵.

ANTIBIOTIKA

Routinemäßig werden keine Antibiotika nach gedeckter Frakturversorgung oder offener Stabilisation unter aseptischen Kautelen, die nicht länger als 2 Stunden dauerten, gegeben, es sei denn, andere Indikationen erfordern dies. Prophylaktische Antibiotikagaben während der Operation sind im Allgemeinen erlaubt. Antibiotika als therapeutische Maßnahme sind bei längerer Operationsdauer oder Kontaminationen während oder nach einer Operation erforderlich. Wenn möglich, wird das Antibiotikum erst dann eingesetzt, wenn die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung und des Resistenztests vorliegen.

EINGESCHRÄNKTE AKTIVITÄT

Die Aktivität der Katze muss während der Frakturheilung eingeschränkt werden. Obwohl die frühzeitige Rückkehr zur normalen Bewegung von Bein und Gelenk wünschenswert ist, sollte eine übermäßige Belastung nicht erfolgen. Eine Einschränkung der Beweglichkeit bei der Katze wird im Allgemeinen durch eine räumliche Beschränkung erzielt. Das Tier darf dann zwar das Bein belasten, aber nicht herumlaufen oder springen. In manchen Fällen ist ein Käfig sinnvoll, besonders dann, wenn die Stabilität im Frakturbereich gefährdet ist. Eine Sedation ist meistens zur Aktivitätsreduzierung nicht notwendig. Bei Katzen mit einem Fixateur externe muss sichergestellt werden, dass sie mit dem Rahmen nicht an Möbeln oder anderen Hindernissen hängen bleiben.

PHYSIOTHERAPIE

Postoperativ ist Physiotherapie sehr sinnvoll, um frühzeitig die Funktion des Beines wieder herzustellen und um einer Muskelkontraktur vorzubeugen⁶⁶. Bei manchen Katzen

mag diese Art der Rehabilitation Probleme bereiten, weil sie sehr eigenwillig sind und während der Therapie gegen jegliche Manipulation eine Abneigung haben⁶⁷. Die Durchführung der Physiotherapie sollte in einem sehr ruhigen Raum weit weg von Lärm und Unruhe erfolgen. Hierbei werden kalte Kompressen 3–4 Mal pro Tag (für 10–15 Minuten) innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Operation auf das Bein gelegt. In der nächsten Woche folgen warme Kompressen mehrmals täglich. Sobald sich der Patient wohler fühlt, kann mit restriktiven Übungen und passiven Bewegungen des Gelenks begonnen werden. Passive Bewegungsübungen verbunden mit leichten Muskelmassagen sollten mehrmals am Tag (10 Wiederholungen) ausgeführt werden. Kontrollierte aktive Bewegungen sowie Spiele regen die Funktion des Beines an. NSAIDs reduzieren Entzündungen und Schmerzen und erhöhen die Toleranzschwelle der Katze für die Physiotherapie. Übungen zur Rehabilitation sollten sehr vorsichtig erfolgen, damit keine Schmerzen oder eine Lockerung der Fixation auftreten. Aqua- oder Hydrotherapie mit den gleichen Kriterien wie beim Hund kann bei der Katze versucht werden, wird allerdings oft nicht toleriert.

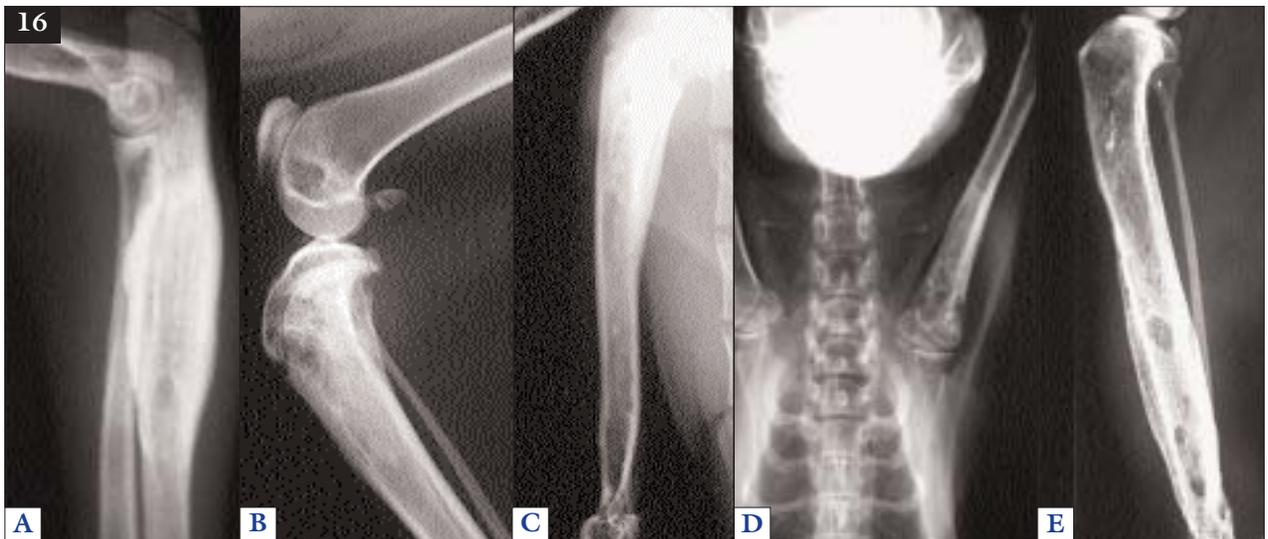
Posttraumatische Osteomyelitis

Eine posttraumatisch auftretende bakterielle Osteomyelitis ist bei Katzen selten. Sie kann nach Reposition und Behandlungen offener Frakturen oder von Bissverletzungen

auftreten. Im Vergleich zum Hund ist die lokale Ausbreitung einer Infektion des Weichteilgewebes an der distalen Gliedmaße eine häufige Ursache für eine Osteomyelitis. Staphylokokken, Streptokokken und *Escherichia coli* werden oft aus infizierten Knochen isoliert. *Proteus*, Klebsiellen, *Pseudomonas*, *Pasteurella* und anaerobe Keime wie *Actinomyces*, Clostridien, *Bacteroides* und *Fusobacterium* findet man des Öfteren bei Knocheninfektionen, die durch Bisswunden verursacht werden^{28, 68}. Multiple Organismen können vorhanden sein. Junge männliche Katzen sind hierbei überrepräsentativ. Dies spiegelt die unverhältnismäßig hohe Häufigkeit von Frakturen und Bisswunden bei diesen Katzen wider.

DIAGNOSE

Die Diagnose einer bakteriellen Osteomyelitis basiert auf klinischen Symptomen, charakteristischen Röntgenbefunden, Proben, die aus dem Bereich aspiriert oder biopsiert wurden. Klinische Symptome einer Osteomyelitis können Schmerzen, Schwellungen, Erytheme und eine eingeschränkte Funktion des Beines beinhalten. Anfänglich sind diese Symptome direkt nach der Aufwachphase nach einer Frakturbehandlung oder komplizierten Schnittwunde schwer auszumachen. Ein akutes Auftreten einer noch stärkeren Lahmheit oder wenn der Patient nach einer Frakturbehandlung überhaupt nicht auftritt, kann als Indikation einer Infektion gewertet werden. Manche Katzen



16 Osteomyelitis langer Röhrenknochen.

A Laterale Röntgenaufnahme einer Ulna mit Osteomyelitis nach Bissverletzung. Sklerose und ein Knochensequester sind erkennbar. **B** Laterale Röntgenaufnahme einer proximalen Tibia mit Osteomyelitis in der Tuberositas tibiae. **C** Laterale Röntgenaufnahme eines proximalen Humerus mit Osteomyelitis. Beachte die Sklerose und periostalen Proliferationen. **D** Kranio-kaudale Röntgenaufnahme eines Humerus mit pyogranulomatöser Osteomyelitis. Beachte die Lysis des Knochens und den Verlust der normalen Trabekelstruktur im proximalen Humerus. **E** Laterale Röntgenaufnahme einer Tibia mit Osteomyelitis nach Bissverletzung. Lysis, periostale Reaktion und Sklerose sind in der Diaphyse und distalen Metaphyse erkennbar.