

Inhaltsverzeichnis

I	Allgemeine chirurgische Grundlagen	1	21	Gallenblase und Gallengänge	645
1	Grundlagen der chirurgischen Asepsis	3	22	Endokrine Organe	663
2	Pflege und Umgang mit Instrumenten und Zubehör in der Chirurgie	7	23	Hämolymphatisches System	713
3	Räumlichkeiten und Pflege der Ausstattung in der Chirurgie	23	24	Nieren und Harnleiter	735
4	Prä- und intraoperative Versorgung des chirurgischen Patienten	33	25	Blase und Harnröhre	767
5	Vorbereitung des Operationsfeldes	45	26	Reproduktionsorgane und Genitalien	813
6	Vorbereitung des chirurgischen Teams	51	27	Kardiovaskuläres System	889
7	Chirurgische Instrumente	59	28	Obere Atemwege	939
8	Nahtmaterialien, Nahttechniken und Blutstillung	69	29	Untere Atemwege: Lunge und Thorax	997
9	Wundinfektion und Antibiose	89	30	Untere Atemwege: Pleurahöhle und Zwerchfell	1033
10	Ernährungsmanagement chirurgischer Patienten	101	III	Orthopädie	1077
11	Grundlagen der Physiotherapie	117	31	Grundlagen der orthopädischen Chirurgie und der regenerativen Medizin	1079
12	Grundlagen der Anästhesie und Anästhetika	141	32	Grundlagen der Frakturdiagnose und -behandlung	1101
13	Schmerzmanagement und Akupunktur	159	33	Management spezifischer Frakturen	1167
14	Grundlagen der minimalinvasiven Chirurgie und Bildgebung beim chirurgischen Patienten	179	34	Gelenkerkrankungen	1279
II	Weichteilchirurgie	203	35	Verletzungen und Erkrankungen der Muskeln und Sehnen	1441
15	Haut und Hautanhangsgebilde	205	36	Weitere Erkrankungen der Knochen und Gelenke	1459
16	Auge	305	IV	Neurochirurgie	1479
17	Ohr	345	37	Neurodiagnostischer Überblick für den Kleintierchirurgen	1481
18	Verdauungsapparat	375	38	Neurologische Untersuchung und relevante Neuroanatomie	1491
19	Bauchhöhle	577	39	Intrakranielle Chirurgie	1507
20	Leber	609	40	Chirurgie der Halswirbelsäule	1535

41	Chirurgie der thorakolumbalen Wirbelsäule	1573	44	Neuromuskuläre Erkrankungen und deren Diagnostik	1633
42	Chirurgie im Bereich der Cauda equina	1597	Register	1639	
43	Nichtchirurgische Erkrankungen von Hirn und Rückenmark	1615			

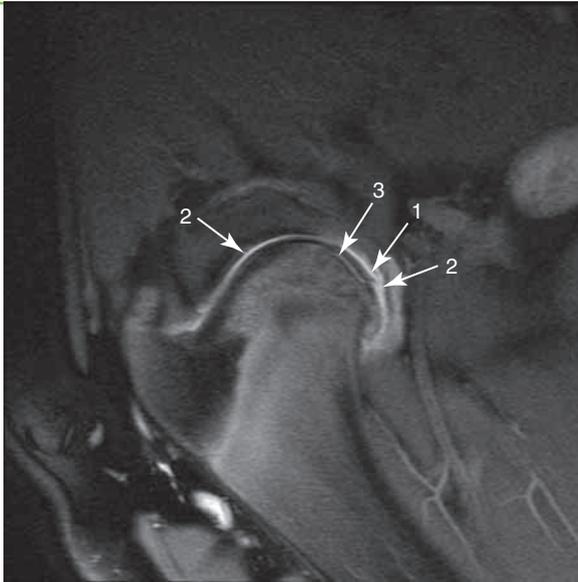


Abb. 14.9 Sagittales MRT-Bild des kaudalen Oberarmkopfs vom Hund mit einer osteochondralen Läsion mit fettgesättigter und protonendichter Sequenz. Ein mittelgroßer Knorpellappen liegt vor (Pfeil 1), der sich gut von der hyperintensiven Gelenkflüssigkeit (Pfeil 2) abgrenzt. Der Knorpellappen liegt dorsal vom abgeflachten Oberarmkopf (Pfeil 3).

posttraumatischen Bildgebung von Schädel, Wirbelkörpern und Becken, mit der sich Frakturen besser beurteilen lassen und eine mögliche Beteiligung des Nervensystems aufgedeckt werden kann (> Abb. 14.10). Auch das Ellenbogengelenk wird häufig auf der Suche nach einem fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (FMCP, Fragmented Medial Coronoid Process) mittels CT untersucht (> Abb. 14.11). Zusätzlich wird eine MRT des Ellenbogens zur Beurteilung von anderen Pathologien des Processus coronoideus eingesetzt und ist bei der Identifizierung von knorpeligen koronoiden Fragmenten sensitiver als die anderen Bildgebungsverfahren. Im Vergleich zur Röntgenaufnahme sind CT und

MRT bei der Diagnose eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae wesentlich genauer und spezifischer.

Bei schweren achsabweichenden Deformitäten der Extremitäten eignet sich die CT hervorragend für die präoperative Planung. Röntgentechnisch kann es schwierig sein, den Korrekturvorgang genau zu planen, wenn die Gliedmaßen in mehreren Ebenen deformiert sind. Die CT ermöglicht nicht nur hervorragende axiale Bilder, sondern auch 3D-Bilder sind in allen Ebenen möglich. Zusätzlich lassen sich anhand der CT-Bilder plastische Modelle der Extremität erstellen, die zur Planung des Korrekturverfahrens ausgesprochen nützlich sind.

Die Methoden lassen sich auch für die Planung von Weichteiloperationen einsetzen. Auch die Nasennebenhöhlen werden häufig im Zusammenhang mit einer Otitis media mit CT untersucht, um festzustellen, ob eine Bullaosteotomie angezeigt ist. Die Otitis media ist auf MRT-Bildern als Hyperintensität im Bereich der Bulla auf T2-gewichteten Bildern leicht zu erkennen (> Abb. 14.12).

Sowohl CT als auch MRT können die Identifizierung und Lokalisierung von Fremdkörpern im Weichteilgewebe erleichtern, die gegebenenfalls mit einem Fistelgang im Zusammenhang stehen. Falls ein Fistelgang vorliegt, sollte immer eine klassische Fistulografie erfolgen, auch wenn viele von fragwürdiger Genauigkeit sind. Mit der MRT lässt sich eine regionale Entzündung leicht als atypische Hyperintensität auf den T2- oder PD-Sequenzen identifizieren. Auch in der CT lassen sich regionale Entzündungen und Abszesse im gesunden Gewebe detektieren (> Abb. 14.13). Die Darstellung eines Fremdkörpers hängt von seiner Zusammensetzung ab, Aufnahmen in verschiedenen Ebenen ermöglichen seine genaue Lokalisierung und helfen bei der Diagnosestellung und Operationsplanung.

Des Weiteren können Gefäßerkrankungen dargestellt werden. Angeborene Anomalien, wie ein portosystemischer Shunt, lassen sich sowohl mit CT- als auch mit MR-Angiografie bestimmen (> Abb. 14.14). Dabei ist ein präzises Timing essenziell, um dem Bolus des intravenösen Kontrastmittels durch die Gefäße zu folgen (> Abb. 14.15).

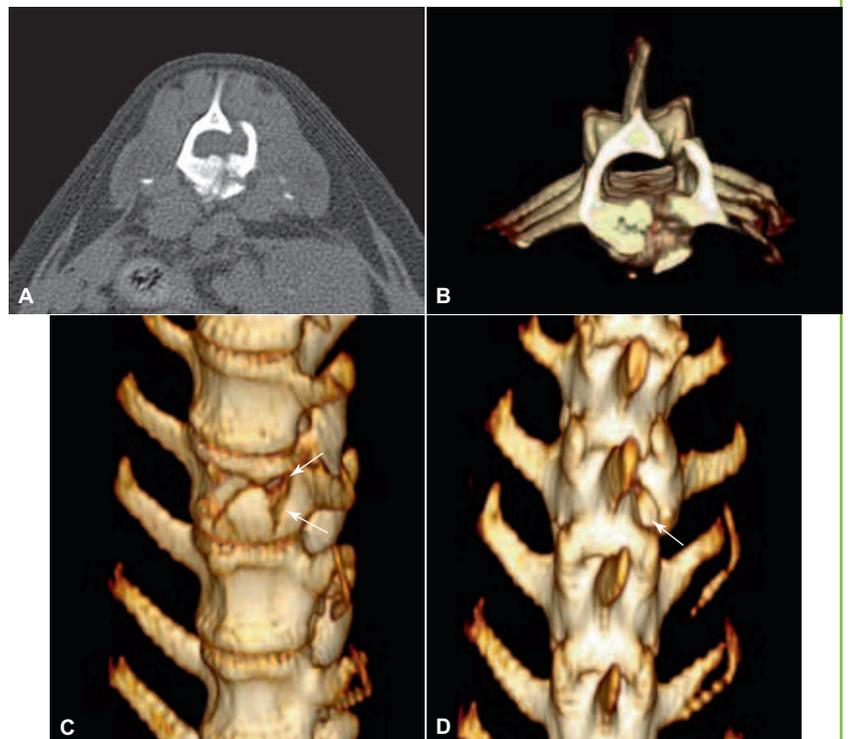


Abb. 14.10 Mehrere Bilder eines frakturierten Lumbalwirbelkörpers
A) Transversale CT-Aufnahme in Höhe der Fraktur
B–D) Dreidimensionale (3D-)Oberflächendarstellung der Fraktur
B) Die 3D-Transversalansicht im Schrägschnitt zeigt das Ausmaß der Frakturdislokation.
C) Ventrale Ansicht der Wirbelkörpertrümmerfraktur (Pfeile)
D) Dorsale Ansicht des Wirbels; linker Pedikel, Teil der Lamina und Facette sind seitlich verschoben (Pfeil). Zu beachten sind auch die verschobenen Frakturfragmente der linken Querfortsätze der beiden Wirbel, kaudal zur Wirbelkörperfraktur.

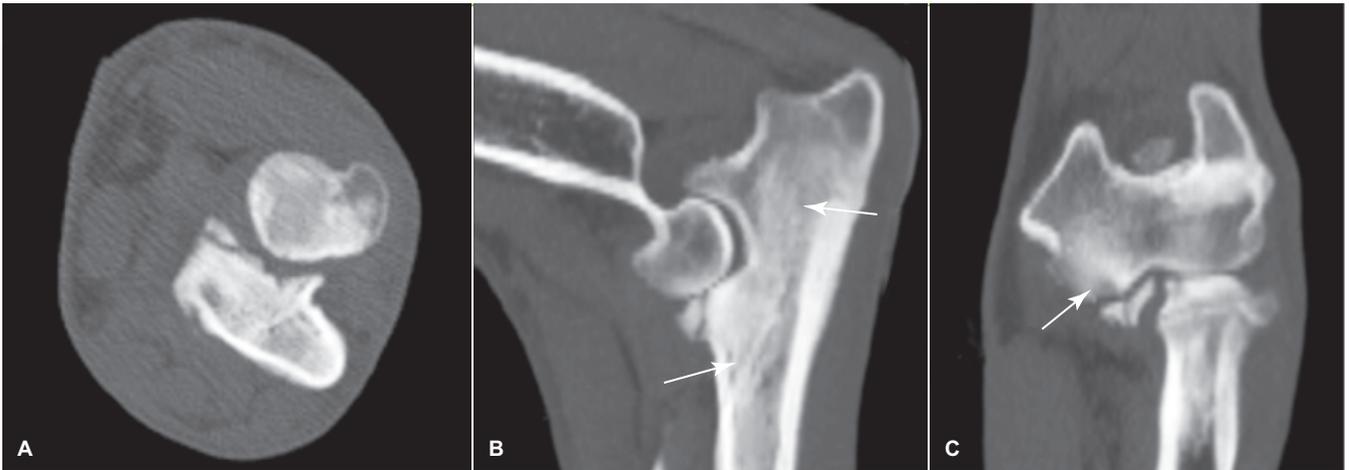


Abb. 14.11 A) Transversale CT eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (FMCP) (Fensterbreite [WW] = 2000; Fensterebene [WL] = 400)
 B) Sagittales Bild in Höhe des FMCP rekonstruiert. Der Patient hatte gleichzeitig eine Panostitis (Pfeile), im Bild sehr gut als Sklerose in der gesamten proximalen Elle zu erkennen.
 C) Kraniales Bild in Höhe des FMCP. Eine kleine osteochondrale Läsion ist am medialen Kondylus des Oberarmknochens erkennbar (Pfeil).

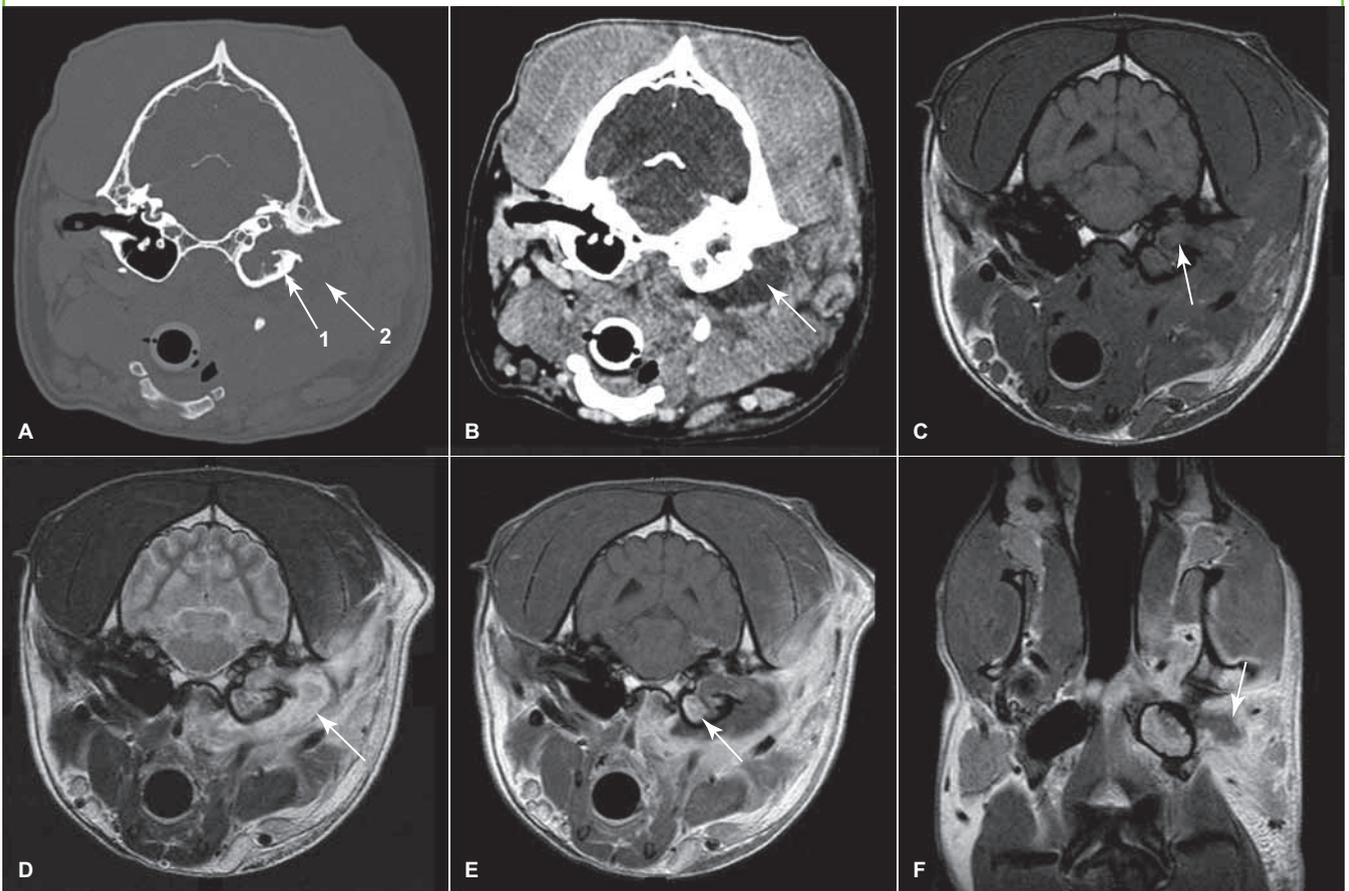


Abb. 14.12 A) CT-Bild im Knochenfenster (WW = 25000; WL = 480): Zu beobachten ist die knöcherne Verdickung der linken Bulla (Pfeil 1), innerhalb der Bullamaterial mit typischer Weichteilintensität und weiteres weichteildichtes Gewebe, das eng an die linke Bulla angrenzt (Pfeil 2)
 B) CT-Bild im Weichteilfenster (WW = 300; WL = 30) nach Kontrastmittelgabe. Es kommt zu keiner Kontrastmittelaufnahme des weichteildichten Gewebes in der Nähe der linken Bulla (Pfeil), es findet sich aber eine Kontrastmittelaufnahme im Randbereich.
 C–D) Transversale T1- und T2-gewichtete Bilder der Bulla. Im Vergleich zu den CT-Bildern findet sich ein besserer Weichteilkontrast innerhalb der linken Bulla (Pfeil).
 E) Die Hyperintensität des umgebenden Gewebes ist charakteristisch für einen erhöhten Flüssigkeitsanteil im Gewebe (Pfeil).
 F) Dorsales T1-Bild nach Kontrastmittelgabe. Der Pfeil zeigt auf Kontrastverstärkung innerhalb der Bulla.
 G) Dorsales T1-Bild nach Kontrastmittelgabe in Höhe der linken Bulla. Das hyperintense Gewebe auf diesen Bildern korreliert mit einer erhöhten Vaskularisierung des Gewebes. Die Kontrastmittelaufnahme ist ähnlich wie bei der CT-Untersuchung, insbesondere im abszedierten, nicht kontrastmittelaufnehmendem Bereich neben der linken Bulla (Pfeil). Diese Befunde ergeben die Diagnose einer Otitis media mit lokaler Abszessbildung. Die rechte Bulla stellt sich unauffällig dar.

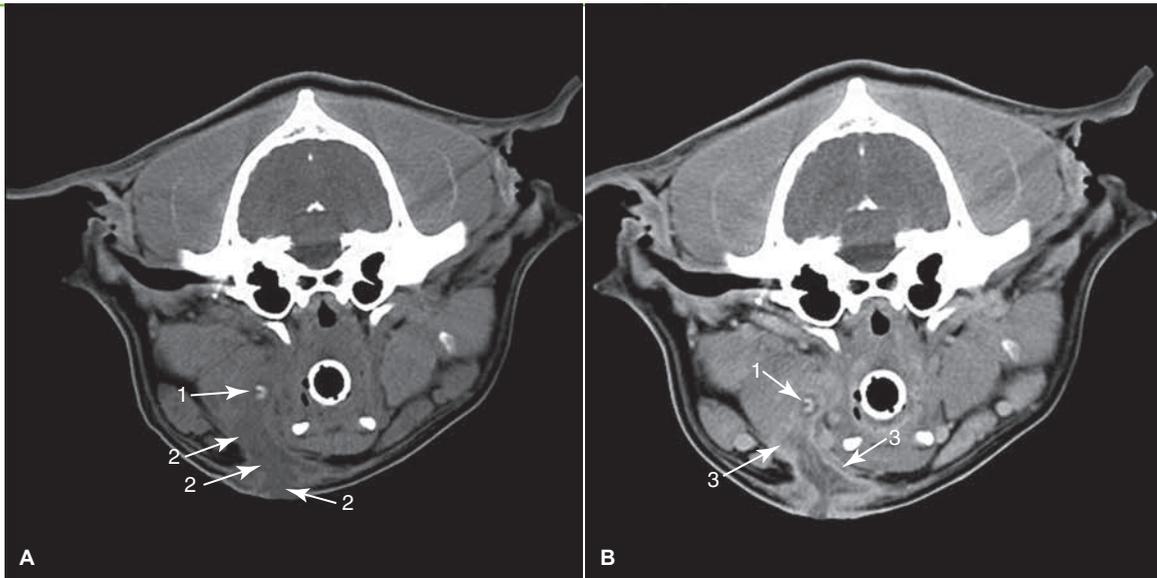


Abb. 14.13 Transversales CT-Bild auf Höhe des Trommelfells, **(A)** vor bzw. **(B)** nach Kontrastmittelgabe (WW = 241; WL = 54). Im Weichteilgewebe rechts des Endotrachealtubus ist ein hyperintenser halbmondförmiger Fremdkörper vorhanden (Pfeil 1). Heterogenes intensives Weichteilmaterial umgibt derzeit diese Struktur und erstreckt sich ventral zur Hautoberfläche durch den abführenden Gang (Pfeile 2). Zu beachten ist die Kontrastverstärkung des Weichteilgewebes um den abführenden Gang und den Fremdkörper (Pfeile 3).

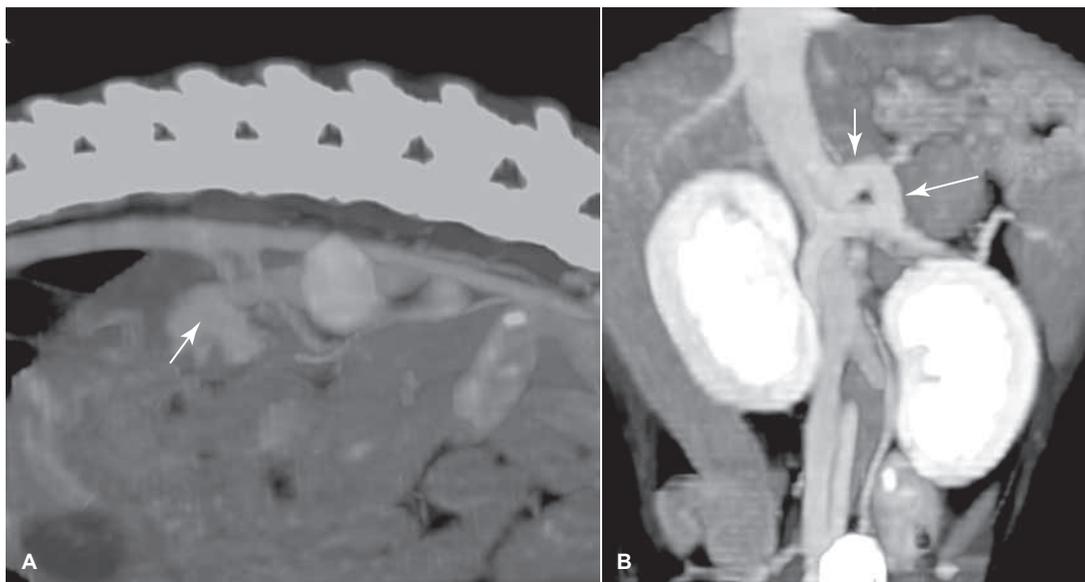


Abb. 14.14 Zweidimensional-multiplanar rekonstruierte CT-Bilder, **(A)** sagittal und **(B)** frontal zentriert auf die typische Lokalisation eines extrahepatischen porto-systemischen (portokavalen) Shunts (PSS). Das PSS (Pfeile) zeigt sich als vergrößertes gewundenes Gefäß, das die Portalvene mit der kaudalen V. cava verbindet. Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Robert Bahr, Center for Veterinary Health Sciences, Boren Veterinary Medical Teaching Hospital, Stillwater, OK.

Die digitale Subtraktion ist eine Technik, bei der ein kontrastloses Bild von einem Kontrastbild subtrahiert wird, um die Sichtbarkeit der Gefäße zu maximieren. Dies wird häufig verwendet, um kleinere, weniger gut sichtbare Gefäße zu detektieren. Es gibt mehrere MRT-Sequenzen zur Anfertigung eines MR-Angiogramms, die oft unabhängig von einer i.v. Kontrastmittelgabe möglich sind. Einige könnten in Zukunft zur Beurteilung der Nierengefäße bei der Transplantation von Katzenieren zum Einsatz kommen.

Techniken wie TWIST (Time-resolved Angiography with Interleaved Stochastic Trajectories) ermöglichen ein bimodales Abtasten des MR-K-Raums, wodurch die zeitliche Auflösung verbessert wird, ohne die Bildqualität wesentlich zu beeinträchtigen. So kön-

nen schneller mehrere Bilder aufgenommen und gespeichert werden, wodurch das genaue Timing an Bedeutung verliert.

Weil das i.v. Kontrastmittel über die Nieren ausgeschieden wird, wird häufig eine CT-basierte Ausscheidungsurografie durchgeführt, um die Diagnosestellung ektooper Harnleiter zu erleichtern.

Aufgrund ihrer schnellen Erfassungszeit gilt die CT auch als Methode der Wahl zur Diagnostik pulmonaler Thromboembolien und anderer Thorax- und Thoraxwand-Erkrankungen, z. B. eine Lungenlappentorsion, Abklärung von Lungenmetastasen bei nicht eindeutigem konventionellem Röntgenthorax, sowie zur Ursachenfindung bei Pleuraerguss und zur Bestimmung des Ausmaßes regionaler Neoplasien (> Abb. 14.16). Allerdings ist zu beden-

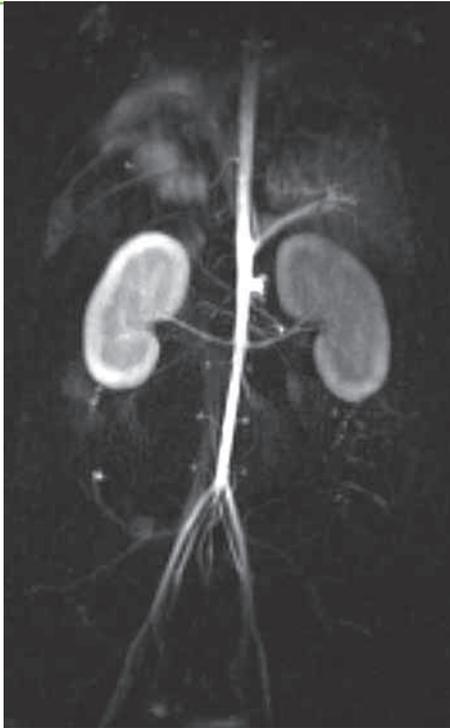


Abb. 14.15 Kontrastmittelverstärkte Magnetresonanztomografie der Niere. Aorta, Nierenarterien und Nieren sind eindeutig dargestellt.

ken, dass jede Bewegung sowohl bei der CT als auch der MRT deutliche Artefakte verursacht, die bei der MRT stärker ausfallen als bei der CT. Die schnellen Aufnahmen der modernen CT ermöglicht eine Thoraxdarstellung ohne den Einsatz von Gated Software, und der gesamte Thorax kann in einer einzigen Atempause abgebildet werden. Bei jeder MRT, die eine bewegte Region aufnimmt, wird zur Korrektur mithilfe von Gated Software abgeglichen.

Ein gutes Beispiel für eine Gated-MRI sind Herzuntersuchungen. Diese liefern hochauflösende Cine-Informationen, mit denen sich links- und rechtsventrikuläre Funktionsparameter wie Ejektionsfraktion und Herzschlagvolumen genau bestimmen lassen. Auf diese Informationen kann man sich zum Abschätzen des Zustands des Herzmuskels konsequent verlassen. Diese Parameter könnten stattdessen auch in einer Ultraschalluntersuchung bestimmt werden, wobei die MRT zusätzlich die Quantifizierung des Durchflusses an der Aorten- und Pulmonalklappe ermöglicht. Das Ausmaß der Regurgitation kann präzise über den Bezug zum Herzzyklus bestimmt werden, indem die Blutflussgeschwindigkeit an den Klappen untersucht wird. Das Herz kann auch mit modernen High-End-Multislice-CT-Scannern betrachtet werden. Hierfür sind 128+ -Slice-CT-Geräte ausreichend schnell, um hervorragende Gated-Cardiac-Scans durchzuführen. Durch den Einsatz von Kontrastmittel können Blutkreislauf und Herzmuskel gut darge-

stellt und eine Funktionsanalyse durchgeführt werden. Dies dient zur genauen Berechnung von Ejektionsfraktion, Herzschlagvolumen und Wanddicke. So schnell moderne 128+ -Slice-Systeme auch sind, bei hoher Herzfrequenz sind sie aufgrund von Unschärfe und Kantenartefakten eingeschränkt nutzbar, was den Einsatz bei kleineren Tieren erschwert. Außerdem muss trotz kardialen Gating die Atmungsbewegung kompensiert werden. Das Anhalten der Atmung reduziert diese Artefakte. Dies ist bei der Untersuchung normalerweise auch kein Problem, weil eine typische Herz-CT-Untersuchung an einem 128-Slice-System nur 5 Sekunden dauert.

In der Weichteilchirurgie werden CT und MRT häufig zur Planung komplexer Operationen eingesetzt, die oft in der Therapie von invasiven Neoplasien notwendig sind. Dabei können nicht nur Tumoren abgegrenzt, sondern auch große Gefäße dargestellt werden. Die mehrschichtig rekonstruierten Bilder, auch 3D-Bilder und die Möglichkeit, aus den Bilddaten Kunststoffmodelle zu erstellen, sind für die präoperative Beurteilung und Planung dieser Patienten äußerst wertvoll. Häufig werden auch CT-gestützte Biopsieverfahren durchgeführt, meist von Wirbelkörpern und primären Lungenknoten/Tumor, die im Ultraschall nicht dargestellt werden können (➤ Abb. 14.17).

Auch in der chirurgischen Onkologie lassen sich CT, MRT, PET und PET/CT für fundierte Aussagen einsetzen. Eine vollständige Liste klinischer Beispiele geht über den Rahmen dieses Buches hinaus. Das Osteosarkom beispielsweise ist ein häufiger Tumor in der Veterinärmedizin. Größe und klinisches Bild dieser Neoplasien wurden immer wieder in Studien mithilfe von Röntgen, Nuklearszintigrafie und PET/CT untersucht. Die tatsächliche Größe lässt sich auf zellulärer Ebene nicht mit Röntgenaufnahmen oder CT bestimmen, und die physiologischen Veränderungen im betroffenen Gewebe sind nicht immer deutlich genug, um Veränderungen in der physikalischen Dichte des Gewebes dann mittels CT darzustellen. Mit Hilfe der MRT kann man die durch den Tumor verursachten Weichteilveränderungen und Knochenaffektionen gut abgrenzen (➤ Abb. 14.18). Insbesondere zur Beurteilung der Behandlungsmöglichkeiten bei Osteosarkom wird die MRT eingesetzt, z. B. um eventuell eine Extremitäten-erhaltende Operation planen zu können. Die PET-Bildgebung zeigt physiologische Veränderungen mit hoher Sensitivität und Spezifität, und die Fusion von ¹⁸FDG-PET mit CT kann die physiologische Ausdehnung des Osteosarkoms darstellen (➤ Abb. 14.19).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die modernen bildgebenden Verfahren der Schlüssel zu einer umfassenderen Beurteilung komplexer Anatomien, der Gewebevaskularisierung, einer anormalen Gefäßbildung und der Ausdehnung eines Krankheitsprozesses sind. Als Planungsinstrument für komplexe chirurgische Eingriffe ermöglichen sie die anatomische Bildgebung ohne Überlagerung von anderen anatomischen Strukturen sowie eine Beurteilung der Funktion und Physiologie des Krankheitsprozesses.

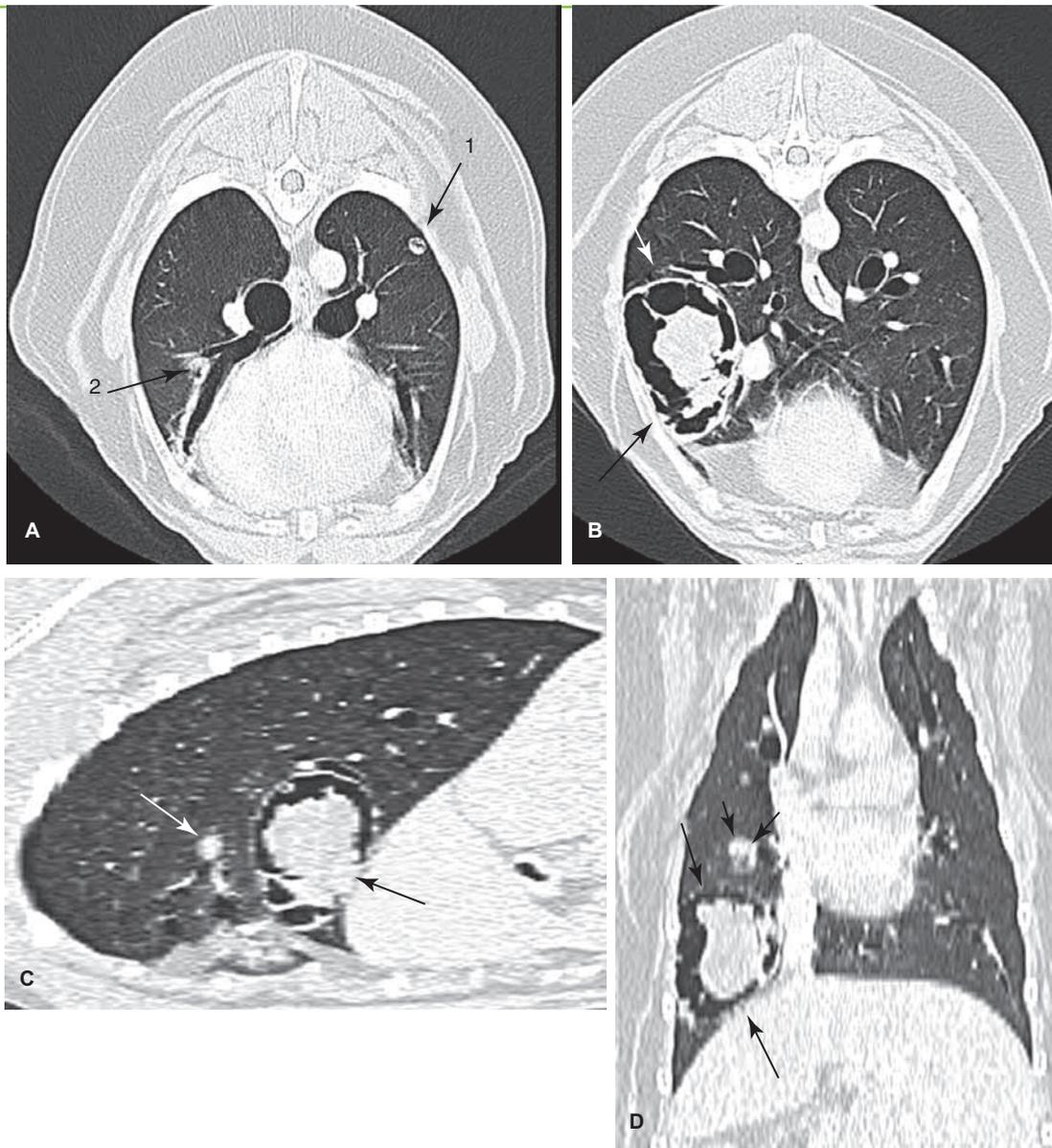


Abb. 14.16 CT-Bilder von einem Hund mit pulmonaler Neoplasie. Alle Bilder sind nach Kontrastmittelgabe und auf ein Lungenfenster eingestellt (WW = 1500; WL = 600).

A) Zwei kavitäre metastatische Läsionen, kranial des großen primären, ebenfalls kavitären Lungentumors (B). Eine metastatische Läsion zeigt sich in der Peripherie des dorsalen linken kranialen Lungenlappens (Pfeil 1), die andere grenzt an den Bronchus des rechten Lungenmittellappens (Pfeil 2).

B) Im Randbereich des rechten kaudalen Lungenlappens ist ein großer kavitärer Lungentumor erkennbar (Pfeil).

C) Das rekonstruierte sagittale Bild des rechten Hemithorax zeigt die Beziehung zwischen metastatischer Läsion (weißer Pfeil) und Lungentumor (schwarzer Pfeil).

D) Das rekonstruierte dorsale Bild zeigt dieselbe Beziehung wie (C) zwischen Primärtumor (großer Pfeil) und metastatischen Läsionen (kleine Pfeile). Die anderen hyperintensiven Strukturen in den Bildern sind mit Kontrastmittel angefarbte Lungengefäße.

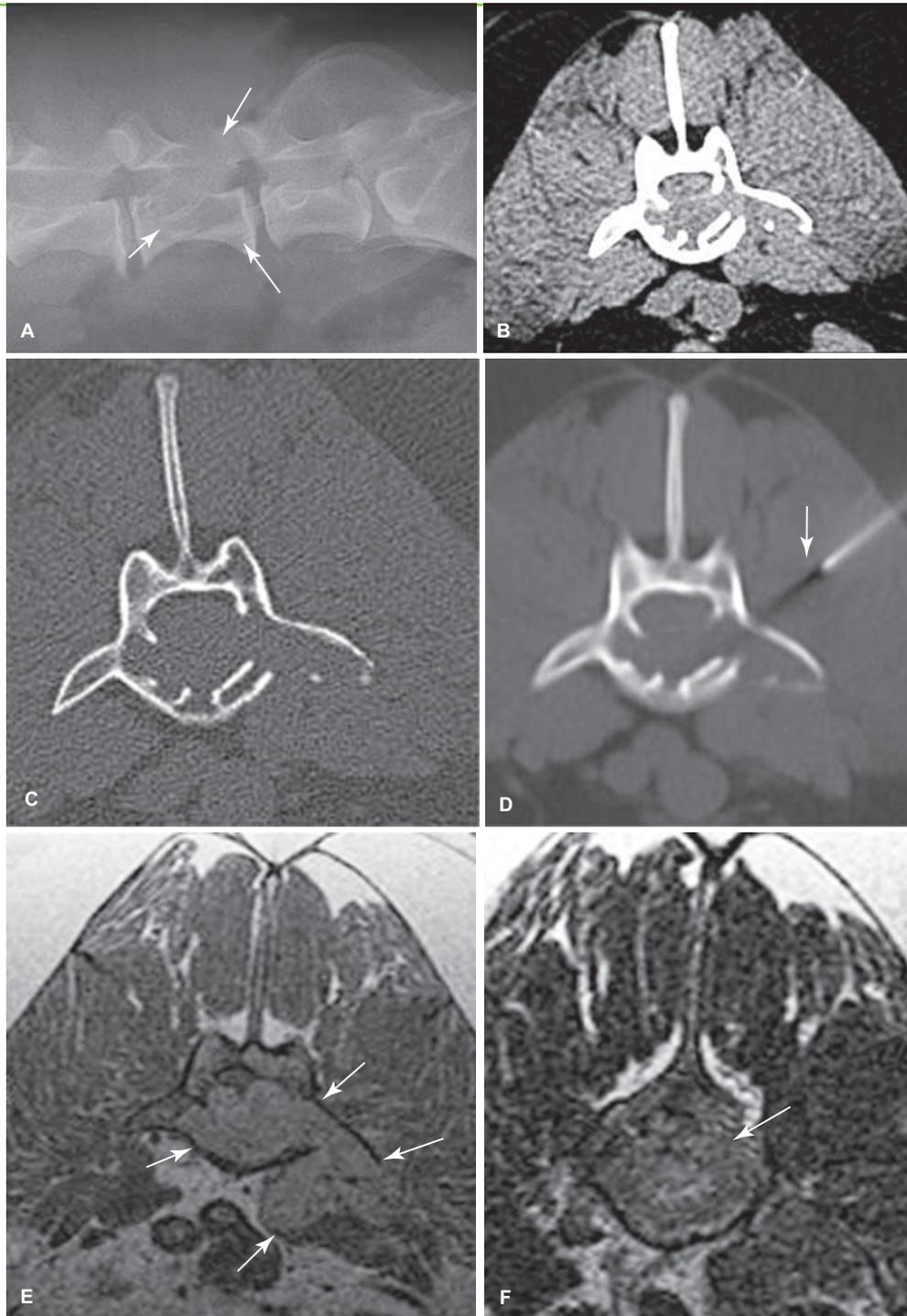


Abb. 14.17 Vergleichende Bilder eines Plasmazelltumors am 6. LWK. Die CT-Bilder zeigen die Osteolyse besser als die MRT-Aufnahmen; das invasive Weichgewebe ist in den MRT-Bildern deutlicher besser abgegrenzt.

A) Laterale Röntgenaufnahme des kaudalen Lendenbereichs

B–D) CT-Transversalaufnahmen von L6

E–F) Transversale T1-gewichtete und T2-gewichtete MRT-Bilder von L6

A) Die schwache Röntgendurchlässigkeit im Zusammenhang mit L6 (Pfeile) deuten auf Tumor hin.

B) Weichteilfenster (WW = 350; WL = 30)

C) Knochenfenster (WW = 2500; WL = 480)

D) CT-gesteuerte Biopsie. Die längliche hyperintense Struktur ist die Biopsienadel. Unmittelbar distal zur Nadel befindet sich ein längliches hypodenses Artefakt (Pfeil), das durch die Nadel verursacht wird.

E) Osteolyse des Lendenwirbels und Invasivität des Tumors (Pfeile)

F) Invasives Wachstum des Tumors (Pfeil)

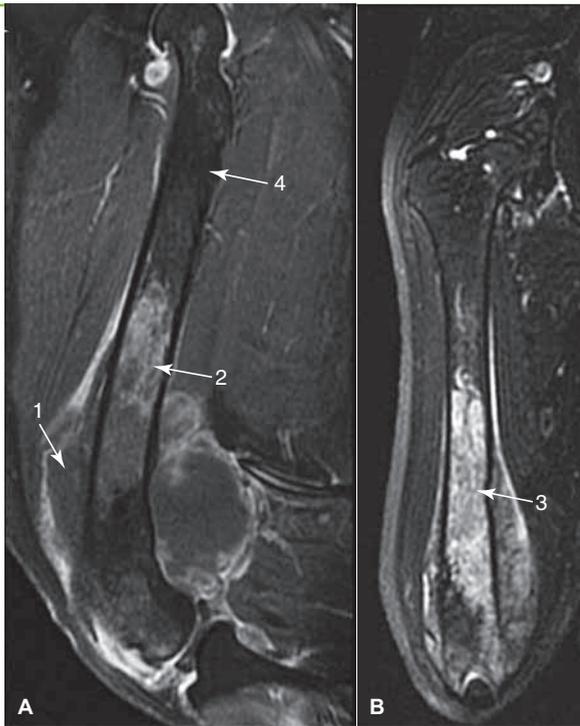


Abb. 14.18 Osteosarkom des distalen Femurs eines Hundes

A) T1-gewichtetes, fettgesättigtes, sagittales MRT-Bild nach Kontrastmittelgabe. Der Tumor zeigt umfangreiche extramedulläre Tumorteile (Pfeil 1) und den langgestreckten Befall der Femurdiaphyse. Intramedulläre Kontrastmittelanreicherung (Pfeil 2).

B) T2-gewichtetes, fettgesättigtes, kraniales MRT-Bild. Deutliche intramedulläre Hyperintensität (Pfeil 3). Diese beiden Befunde repräsentieren die neoplastische Infiltration des normalen intramedullären Fett. Normales verdrängtes Knochenmark zeigt sich im proximalsten Teil der Femurdiaphyse (Pfeil 4). Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Susan Kraft, Colorado State University.



Abb. 14.19 A) CT-Oberflächendarstellung eines Osteosarkoms des distalen radialen Radius eines Hundes

B) PET-CT-Fusionsbild des Tumors. Die weißen Bereiche zeigen die stärkste ^{18}F FDG-Aufnahme an, d. h. die größte abnorme Veränderung der Stoffwechselaktivität. Gelb zeigt eine erhöhte ^{18}F FDG-Aufnahme der Zellen an und Rot Bereiche mit einer normalen physiologischen oder Hintergrundaufnahme von ^{18}F FDG.

Zu beachten ist der deutliche Größenunterschied des Bereichs mit pathologisch erhöhter Stoffwechselaktivität (Pfeil 1) der Neoplasie im Vergleich zu den sichtbaren knöchernen Veränderungen (Pfeil 2). Es handelt sich um denselben Hund wie in > Abb. 14.18, nur in einem späteren Stadium.

16

Auge

16.1 Augenlider – Allgemeine Prinzipien und Techniken

16.1.1 Definitionen

Die am Lidrand liegenden **Meibom-Drüsen** (Tarsaldrüsen) münden zwischen vorderer und hinterer Lidkante und produzieren die Fettschicht des Tränenfilms, die die Verdunstung der Tränenflüssigkeit reduziert. **Trichiasis** ist der Zustand, bei dem Haare, die von normal behaarter Haut stammen, mit der Hornhaut in Kontakt kommen. **Distichien** sind Haare, die aus den Öffnungen der Meibom-Drüsen herauswachsen. **Ektopische Zilien** sind Haare, die in der palpebralen Bindehaut wachsen und die Hornhaut berühren. Ein **Entropium** ist das Einwärtsdrehen des Augenlidrands, ein **Ektropium** die Eversion des Augenlidrands. **Lagophthalmus** ist eine unvollständiger Lidschluss. **Exotropie** bezieht sich auf eine Aberration der Bulbusachse nach außen.

16.1.2 Präoperative Überlegungen

Die physiologische Funktion der Augenlider ist für die Gesundheit der Kornea, das Wohlempfinden und Sehvermögen von entscheidender Bedeutung, da die Augenlider die Tränenflüssigkeit über der Hornhautoberfläche verteilen und das Auge schützen. Lidoperationen sollten so geplant werden, dass die für die Gesunderhaltung der Hornhaut unerlässliche Lidfunktion erhalten bleibt. Eine nicht korrekte Adaptation der Lidränder (Misalignment) bei einer Operation oder eine postoperative Narbenbildung können zu Erkrankungen der Hornhaut führen.

Der Verlust der Lidfunktion durch ein Trauma oder eine neurologische Erkrankung kann eine Lidoperation dringend erforderlich machen, um Exposition, Irritation und Geschwüre der Hornhaut zu verhindern. Idealerweise sollten Hautinfektionen vor der Operation behandelt und Medikamente, die die Heilung negativ beeinflussen können, in einer reduzierten Dosis verabreicht oder zum Zeitpunkt der Operation ganz abgesetzt werden.

Richtiges Instrumentarium und Nahtmaterial sollten für jede geplante Operation vorhanden sein, und der ausführende Chirurg sollte über ausreichende Kenntnisse bezüglich der Erkrankung, der Anatomie, der Operationstechnik und anderer Erfordernisse verfügen, bevor er eine Operation durchführt. Komplexe oder seltene Operationen sollten an einen Veterinär-Ophthalmologen überwiesen werden, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen, insbesondere solche, die mikrochirurgische Ausrüstung und Fähigkeiten erfordern, um kombinierte Lappenplastiken der Haut und Bindehaut durchzuführen.

16.1.3 Vorbereitung der Operationsstelle

Vor dem Ausscheren und der Vorbereitung der Haut wird in beide Augen großzügig künstliche Tränenlösung oder eine antibiotikahaltige Salbe eingebracht, um die Kornea zu schützen. Mit einer Schermaschinenklinge Nr. 40 wird das Operationsfeld in einem Abstand von etwa 5 cm um das Auge ausgeschoren. Es sollte kein Staubsauger benützt werden, um die losen Haare zu entfernen, da der empfindliche Rand der Augenlider hierdurch geschädigt werden kann. Besser ist ein sanftes Abbürsten oder Aufsammeln der Haare mit einem Klebeband. Mit Wattestäbchen oder weichen Tupfern, die in 5-prozentiger Povidonjod-Lösung (nicht Seifenlösung) (1 Teil Povidonjod auf 50 Teile Spüllösung) getränkt wurden, wird die Haut antiseptisch vorbereitet. Der Bindehautsack wird mit Augenwaschlösung oder Tränenersatzlösung ausgespült, um Härchen zu entfernen und das Auge gut zu befeuchten. Der Einsatz von Chlorhexidin, Seife, Detergenzien oder Alkohol ist zu vermeiden, da dies die Kornea schädigen kann. Im Operationssaal werden das Auge und der Bindehautsack nochmals mit 5-prozentiger Povidonjod-Lösung gespült, und das Auge wird mit steriler Gaze und Abdecktüchern abgedeckt.

16.1.4 Anästhesie

Eine Vollnarkose ist in der Regel dann angezeigt, wenn eine Lidoperation die Inzision des Lidrands erfordert, wenn Nähte gelegt oder scharfe Instrumente wie ein Skalpell oder chirurgische Nadeln in der Nähe der Hornhaut verwendet werden. Beim ruhiggestellten Patienten ist eine präzisere Platzierung der Naht möglich. Auch wenn topische Anästhetika und minimale Sedierung bei einigen ophthalmologischen Eingriffen am Menschen üblich sind, ist die Wahrscheinlichkeit eines unnötigen Augentraumas bei unseren Patienten höher, wenn nur diese verwendet werden.

Präoperative Beruhigungsmittel wie ein Benzodiazepin in Kombination mit einem Opioid ermöglichen eine ruhige und sanfte Narkoseeinleitung (> Tab. 16.1). Narkosemonitore sollten unmittelbar nach der Intubation verfügbar sind. Bei ophthalmologischen Patienten ist es neben der Überwachung von Pulsoximetrie, Herzfrequenz, Atemfrequenz und Elektrokardiogramm (EKG) auch wichtig, den Blutdruck und das endexpiratorische Kohlendioxid (EtCO₂) zu überwachen. Da der Kopf abgedeckt und in der Regel dem Anästhesisten nicht zugänglich ist, sind die üblichen Überwachungstechniken, wie die Beurteilung des Lidreflexes, der Augenbewegungen oder des Kiefortonus, schwierig. Der Ohrsensor des Pulsoximeters kann alternativ an der Vulva, dem Präputium oder den Zehen befestigt werden kann, da die Positionierung an der Zunge nach Beginn der Operation schwierig sein kann.

Augen- und Kopfbewegungen während der Operation können iatrogene Augenverletzungen provozieren; deshalb muss die Tiefe

Tab. 16.1 Überlegungen zur Anästhesie beim ophthalmologischen Patienten

Präoperativ	
Allgemeiner Gesundheitszustand	<ul style="list-style-type: none"> • Möglicherweise geriatrischer Patient mit Komorbiditäten
Blutuntersuchung	<ul style="list-style-type: none"> • Mindestens Hämatokrit, Gesamtprotein, Kreatinin, ALT, idealerweise kompletter Blutstatus und Serumchemie • Patient > 5 Jahre: Blutstatus, Serumchemie ± Harnanalyse • Evtl. Herzabklärung bei bestehendem Herzgeräusch
Klinische Untersuchung	<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Krankheitsursache evtl. dolent bei Erstvorstellung • Bei Traumaanamnese: Allgemeinuntersuchung und Stabilisierung
Prämedikation	<ul style="list-style-type: none"> • Anticholinergika (Vorsicht bei Herzerkrankung, geriatrischen Katzen): <ul style="list-style-type: none"> – Atropin (0,02–0,04 mg/kg KG i. m., s. c.) oder – Glykopyrrolat (0,01 mg/kg KG i. m., s. c.) • Anxiolytika: <ul style="list-style-type: none"> – Diazepam (0,1–0,2 mg/kg KG i. v.) – Midazolam (0,1–0,2 mg/kg KG i. m., i. v.) • Analgetika: <ul style="list-style-type: none"> – Hydromorphon^a (0,1–0,2 mg/kg KG i. m. beim Hund; 0,05–0,1 mg/kg i. m. bei der Katze) oder – Morphin (0,1–0,5 mg/kg KG i. m., s. c. beim Hund; 0,1 mg/kg KG i. m., s. c. bei der Katze) oder – Butorphanol (0,1–0,4 mg/kg KG i. m., s. c.), oder – Oxymorphon^b (0,02–0,1 mg/kg KG i. m.) oder – Buprenorphin^d (0,01–0,02 mg/kg KG i. m. beim Hund, 0,005 mg/kg s. c. bei der Katze)
Intraoperativ	
Induktion	<ul style="list-style-type: none"> • Propofol (2–6 mg/kg KG i. v.) oder • Alfaxalon (2–3 mg/kg KG i. v. beim Hund; 2–5 mg/kg KG i. v. bei der Katze) • Vorsicht mit Masken, falls das Auge fragil ist
Erhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Isofluran oder Sevofluran, plus • Falls notwendig für die Analgesie: Fentanyl (Ladedosis 10–20 µg/kg KG, Erhaltung DTI 0,6–10 µg/kg KG/min i. v.) • Bei schwerer Bradykardie oder anderen Arrhythmien: Atropin (0,02–0,04 mg/kg KG i. v.) oder Glykopyrrolat (0,005–0,01 mg/kg KG i. v.)
Flüssigkeitsbedarf	Elektrolytlösungen, 5–10 ml/kg KG/h
Narkoseüberwachung	<ul style="list-style-type: none"> • Blutdruck • Herzfrequenz • Atemfrequenz • EKG • EtCO₂ • SpO₂ • Temperatur • Neuromuskuläre Übertragung via neuromuskuläres Monitoring (NMM) (auch bekannt als Train-of-Four Monitor), falls Muskelrelaxanzien appliziert wurden <p>Hinweis: Bei Augenoperationen ist es oft nicht möglich, Lidreflex oder Kiefertonus zu evaluieren.</p>

Lokalanästhesie	<ul style="list-style-type: none"> • Orbita-Block nach Verschluss des Septum orbitale: 0,5% Bupivacain (0,5–2 mg/kg KG beim Hund; 0,2–0,5 mg/kg KG bei der Katze) (max. 2 mg/kg KG) (> Kap. 13) • Topische Lokalanästhesie wie Proparacain, Tetracain
Postoperativ	
Analgesie	<ul style="list-style-type: none"> • Oxymorphon^b (0,02–0,04 mg/kg KG i. v., i. m.) oder • Methadon (0,1–0,5 mg/kg KG i. m., s. c. alle 3–4 h) oder • Morphin (0,1–0,5 mg/kg KG i. v. oder 0,1–2 mg/kg KG i. m. alle 1–4 h beim Hund^c; 0,05–0,2 mg/kg KG i. v. oder 0,1–0,5 mg/kg KG i. m. alle 1–4 h bei der Katze) oder • Hydromorphon^a (0,1–0,5 mg/kg KG i. v. oder 0,1–1 mg/kg KG i. m., s. c. alle 2–4 h beim Hund; 0,05–0,1 mg/kg KG i. v. oder 0,1–0,2 mg/kg KG i. m., s. c. alle 2–4 h bei der Katze) oder • Buprenorphin^d (0,01–0,02 mg/kg KG i. v., i. m., s. c. alle 4–6 h) plus • Carprofen (2,2 mg/kg KG p. o., i. m. alle 12 h beim Hund) oder • Robenacoxib (2 mg/kg KG p. o., s. c. alle 24 h 3× [Extralabel] beim Hund; 1–2 mg/kg s. c. alle 24 h 3× bei der Katze) oder • Meloxicam^e (0,1–0,2 mg/kg KG einmalig s. c. oder p. o., weiter 0,1 mg/kg p. o. alle 24 h beim Hund; 0,3 mg/kg KG s. c. einmalig bei Katzen)
Überwachung	<ul style="list-style-type: none"> • SpO₂ • Blutdruck • Herzfrequenz • Atemfrequenz und Atemmuster, speziell nach Gabe von Muskelrelaxantien • Temperatur
Blutuntersuchung	• Nur bei Diabetes mellitus
Geschätzter Schmerz-Score	• Mild bis hochgradig in Abhängigkeit von Operationstechnik und Erkrankung

^a Bei Katzen auf Hypothermie achten.

^b In Deutschland fällt der Arzneistoff Oxymorphon unter die Anlage II des BtMG, ist also verkehrs-, aber nicht verschreibungsfähig. Er findet hier keine regelmäßige Anwendung in der Tiermedizin.

^c Langsam applizieren, um Histaminausschüttung zu vermeiden.

^d Buprenorphin wirkt bei Katzen besser als Morphin.

^e Black-Box-Warnung herausgegeben von der Food and Drug Administration im Oktober 2010: Bei Katzen sind nach wiederholter Anwendung von Meloxicam Fälle von Nierenversagen und Tod aufgetreten. In den USA ist Meloxicam bei Katzen nur zur einmaligen Anwendung zugelassen.

ALT: Alaninaminotransferase; BUN: Blut-Stickstoff-Harnstoff; EKG: Elektrokardiogramm; EtCO₂: endexpiratorisches CO₂; i. m.: intramuskulär; IOP: intraokulärer Druck; i. v.: intravenös; KG: Körpergewicht; PCV: Packed Cell Volume; p. o.: oral; s. c.: subkutan; SpO₂: Sauerstoffpartialdruck mit Pulsoxymeter gemessen.

der Anästhesie sorgfältig überwacht werden, um Bewegungen zu reduzieren und gleichzeitig Hypotonie und Hypoventilation zu verhindern. Darüber hinaus kann während des gesamten Verfahrens eine Überdruckbeatmung erforderlich sein.

Die Überwachung der Herzfrequenz und des EKG ist in der Augen Chirurgie wegen der Möglichkeit der Induktion des okulokardialen Reflexes besonders wichtig [1]. Dieser Reflex besteht aus einem afferenten trigeminalen (V) und einem efferenten vagalen (X) Nervenast. Die Dehnung der äußeren Augenmuskeln oder der

Druck auf den Bulbus kann eine Asystolie oder eine Vielzahl von Herzrhythmusstörungen verursachen, eingeschlossen schwere Bradykardie, Kammerflimmern, ventrikuläre Extrasystolen und ventrikuläre Tachykardie. Tritt dieser Reflex auf, muss die Manipulation des Auges eingestellt und eine pharmakologische Behandlung eingeleitet werden. Bei Asystolie oder Bradykardie sollte Atropin (0,02–0,04 mg/kg KG i. v.) oder Glykopyrrolat (0,01–0,02 mg/kg KG i. v.) gegeben werden. Da Atropin schneller anflutet und eine stärkere Wirkung auf das Herz ausübt, ist es das Medikament der Wahl bei schwerer Bradykardie oder Sinusstillstand (> Kap. 12). Eine Prämedikation mit Glykopyrrolat oder Atropin (> Tab. 16.1) kann diesen Reflex reduzieren oder verhindern. Sie sollte aber bei Tieren mit Herzerkrankungen oder bei geriatrischen Katzen, die eine Tachykardie eventuell nicht tolerieren, nur mit Vorsicht angewendet werden. In diesen Fällen wird empfohlen, Glykopyrrolat oder Atropin in der bereits berechneten entsprechenden Dosis im Operationsaal zur Verfügung zu haben, so dass es gegebenenfalls schnell intravenös gegeben werden kann.

Bei Lidoperationen können Narkoseeinleitung, Intubation und Weiterführung der Anästhesie wie bei anderen Weichteiloperationen durchgeführt werden. Da die Tränenproduktion während der Vollnarkose stark abnimmt, sollten die Augen mindestens alle zwei Stunden gesalbt werden. Eine verminderte Tränenproduktion kann postoperativ für 24 Stunden bestehen bleiben; daher sollte eine weitere Anwendung eines topischen Tränenersatzes oder einer Augensalbe für ein bis zwei Tage postoperativ in Betracht gezogen werden. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass bei seitlicher Lagerung des Patienten kein Druck auf das andere Auge ausgeübt wird.

Wenn immer möglich, sollten Extubation und Aufwachphase in einer ruhigen Umgebung stattfinden, um ein Schlagen des Kopfes, das Blutungen und Schwellungen der Lider verursachen kann, zu vermeiden. Opioide sind aufgrund ihrer sedierenden und schmerzstillenden Wirkung in der postoperativen Phase sinnvoll. Niedrig dosiertes Acepromazin (0,005–0,01 mg/kg KG i. v.) verstärkt die beruhigende Wirkung der Opioide und kann nützlich sein, wenn der Patient während der Aufwachphase dysphor ist (> Kap. 12, > Tab. 12.1).

16.1.5 Antibiose

Perioperative Antibiotika sind für die Lidchirurgie indiziert, da die normale Flora der Augenoberflächen und der Augenlider potenzielle Krankheitserreger enthält. Systemische Antibiotika sollten vor der Operation verabreicht werden, damit bis zur Operation ein therapeutischer Blutspiegel erreicht wird (> Kap. 9). Topische Breitbandantibiotika werden vor allem für die perioperative Prophylaxe eingesetzt (> Box 16.1), systemische Antibiotika (z. B. Cefazolin i. v.) werden üblicherweise präoperativ verabreicht. Bei umfangreichen Lidoperationen, bestehender Hautinfektionen oder Gewebeschädigung können systemische Antibiotika für 10–14 Tage postoperativ indiziert sein.

Die am häufigsten verwendeten prophylaktischen topischen Antibiotika für Hunde sind Neomycin, Polymyxin und Bacitracin sowie für Katzen Erythromycin oder Oxytetracyclin (> Box 16.1). Katzen können in seltenen Fällen anaphylaktisch auf ihre erste Exposition gegenüber Neomycin oder Polymyxin reagieren; diese Medikamente sollten deshalb nicht erstmalig bei einer anästhesierten Katze verabreicht werden.



Box 16.1 Prophylaktische und therapeutische Antibiotika für Augenoperationen

Oral

- **Amoxicillin:** 22 mg/kg KG p. o. 2× tgl.
- **Cephalexin:** 30 mg/kg KG p. o. 2–3× tgl.
- **Cefpodoxim:** 5–10 mg/kg KG p. o. 2× tgl.

Topische Breitbandantibiotika

- **Neomycin–Polymyxin–Bacitracin:** 0,6 cm 4× tgl.
- **Neomycin–Polymyxin–Gramicidin:** 1 Tropfen 4× tgl.
- **Erythromycin:** 0,6 cm 4× tgl.
- **Oxytetracyclin:** 0,6 cm 4× tgl.

Topische Antibiotika mit gram-positivem Spektrum bei infizierten Hornhautgeschwüren

- **Cefazolin Augentropfen 5 %:** 1 Tropfen alle 1–2 h, hergestellt aus seiner 1-mg-Ampulle für die intravenöse Applikation. Hinweis: Die Lösung muss im Kühlschrank aufbewahrt werden; sie verfällt nach 10 Tagen (wie die Injektionslösung). Spritzen, Nadeln und Tropffläschchen müssen steril sein. Anmischung mit Tränenersatzlösung und RLL: Aus einer 15-ml-Flasche Tränenersatzflüssigkeit werden 3 ml entnommen und einer Flasche mit 1 g injizierbarem Cefazolin zugegeben. Dann gibt man 2 ml RLL zu und alles wird gut gemischt. 4 ml der Cefazolinlösung werden entnommen und in die 15-ml-Flasche Tränenersatzflüssigkeit zurückgegeben und gut gemischt. Hinweis: Es dürfen nur flüssige Tränenersatzlösungen verwendet werden, keine viskosen Lösungen oder solche mit Glycerin.
- **Ringer-Laktat-Lösung (RLL):** Eine Ampulle mit 1 g Cefazolin wird in 10 ml RLL gelöst, um eine Lösung mit 100 mg/ml zu erhalten. Die Lösung wird in einem sterilen Fläschchen 1:1 mit RLL verdünnt; z. B. werden 1,5 ml der 100 mg/ml mit 1,5 ml RLL in einem sterilen Gefäß gut gemischt, um 3 ml zu erhalten. Die Lösung wird mit einer Spritze und Nadel aufgezogen, dann wird die Nadel entfernt, um die Lösung am Auge zu applizieren.
- **Moxifloxacin (Vigamox):** 1 Tropfen alle 1–2 h initial
- **Gatifloxacin:** 1 Tropfen alle 1–2 h initial

Topische Antibiotika mit gram-negativem Spektrum bei infizierten Hornhautgeschwüren

- **Ciprofloxacin:** 1 Tropfen alle 1–2 h initial
- **Ofloxacin:** 1 Tropfen alle 1–2 h initial
- **Gentamicin 0,9 %:** 1 Tropfen alle 1–2 h initial. Kann verstärkt werden, indem 0,33 ml einer Gentamicinlösung mit 100 mg/ml jeweils zu 5 ml 0,3 % Gentamicin-Augentropfen zugegeben werden.
- **Tobramycin:** 1 Tropfen alle 1–2 h initial

16.1.6 Chirurgisch relevante Anatomie

Augenlider und Orbita umgeben und schützen das Auge (> Abb. 16.1). Die Augenlider sind bewegliche Hautfalten, die das Licht filtern und die Hornhaut schützen. Das Oberlid ist etwas größer und beweglicher als das Unterlid. Ober- und Unterlider vereinigen sich am medialen (nasalen) und lateralen (temporalen) Kanthus (> Abb. 16.1) und werden durch das mediale und laterale Palpebraband stabilisiert. Die Weite der Lidöffnung wird durch gegensätzliche Muskelgruppen gesteuert; der M. orbicularis oculi schließt die Lidspalte, während sie durch den M. levator palpebrae superioris, M. levator anguli oculi medialis und die glatte Muskulatur der Periorbita erweitert wird. Die Tränenpünktchen (dorsal und ventral) leiten überschüssige Tränenflüssigkeit via Tränen-Nasen-Kanal in die Nase ab (> Abb. 16.1). Sie befinden sich unmittelbar hinter dem Lidrand, etwa 2–5 mm vom medialen

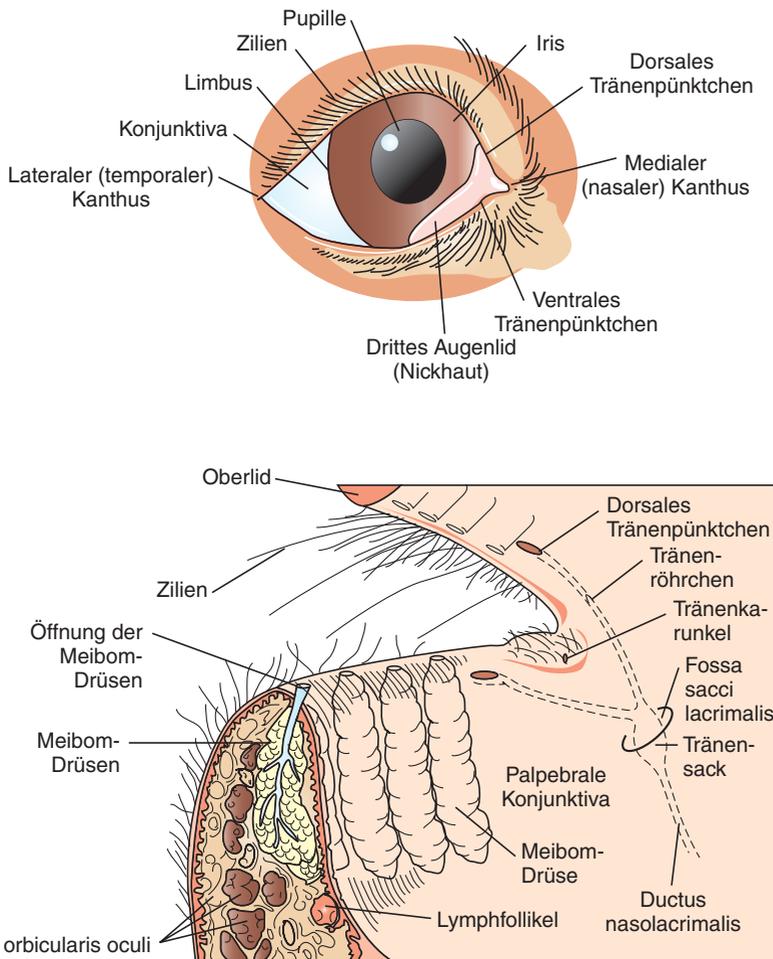


Abb. 16.1 Anatomie der Lider und der periokulären Strukturen (von innen gesehen)

Kanthus entfernt. Die Augenlider schließen sich wie ein Reißverschluss von lateral nach medial, um die Tränenflüssigkeit in Richtung der Tränenpünktchen zu bewegen. Am medialen Kanthus befindet sich die Karunkel mit kleinen feinen Haaren und Talgdrüsen; sie kann pigmentiert sein.

Die Lidränder von Hunden und Katzen sind in der Regel haarlos. Die Haut des Oberlids hat lange Wimpern, die knapp über dem Lidrand der Haut entspringen; das Unterlid ist frei von Wimpern (> Abb. 16.1). Lange Tasthaare haben ihren Ursprung aus einer Karunkel dorsomedial jeden Auges und entsprechen den menschlichen Augenbrauen. Der Lidrand ist ein mukokutaner Übergang, an dem Bindehaut und Haut aufeinandertreffen.

Entlang des Lidrands verläuft eine Reihe von Meibom-Drüsen, die die Fettkomponente des Tränenfilms ausscheiden. Diese verhindert die Verdunstung der Tränenflüssigkeit (> Abb. 16.1). Die Meibom-Drüsen sind durch die palpebrale Bindehaut hindurch am Lidrand sichtbar und füllen sich z. B. bei einer Entzündung mit weißlichem Sekret. Die Öffnungen der Meibom-Drüsen stellen sich wie eine Reihe von kleinen grauen Punkten entlang des Lidrandes dar.

16.1.7 Operationstechnik

Bei Lidoperationen werden kleine Gewebssareale behandelt und Präzision und Feingefühl sind unerlässlich. Nähte sollten grundsätzlich nicht perforierend in die Haut gelegt und Nähte und Knoten immer so platziert werden, dass sie die Kornea nicht berühren.

Temporäre Tarsorrhaphie

Ist ein korrekter Lidschluss nicht möglich oder besteht eine traumatische Proptose, ist eine temporäre Tarsorrhaphie angezeigt. Dieses Verfahren wird auch nach einigen Lidoperationen angewendet, um die Spannung an der Operationsstelle und die Wundkontraktur während der Heilung zu reduzieren oder zur vorübergehenden Behandlung eines Exophthalmus mit übermäßiger Hornhautexposition. Eine vorübergehende Tarsorrhaphie sollte bei tiefen Hornhautgeschwüren, Hornhautverletzungen, Hornhautperforationen oder anderen Augenkrankungen, die keine übermäßige Hornhautbelastung mit sich bringen, vermieden werden, da dieses Verfahren die Heilung nicht unterstützt und die Visualisierung des Krankheitsbereichs verhindert.

An den Lidrändern werden mit 4-0 Seide horizontale Matratzennähte angebracht, um die Lidränder aneinander zu legen. Die Nähte penetrieren nicht alle Gewebeschichten, sondern werden exakt auf Höhe der Meibom-Drüsen aus dem Lid herausgeführt und so fest geknüpft, dass die Fäden die Hornhaut nicht berühren (> Abb. 16.2).

Stents können bei Bedarf verwendet werden, um den Druck der Naht auf die Lider zu verringern. Nach einer Tarsorrhaphie sollte der Besitzer das Tier auf eine ausgeprägte Zunahme von Sekretion oder von Schmerzen überwachen. Sollte dies der Fall sein, müssen die Nähte sofort entfernt und das Auge nachun-

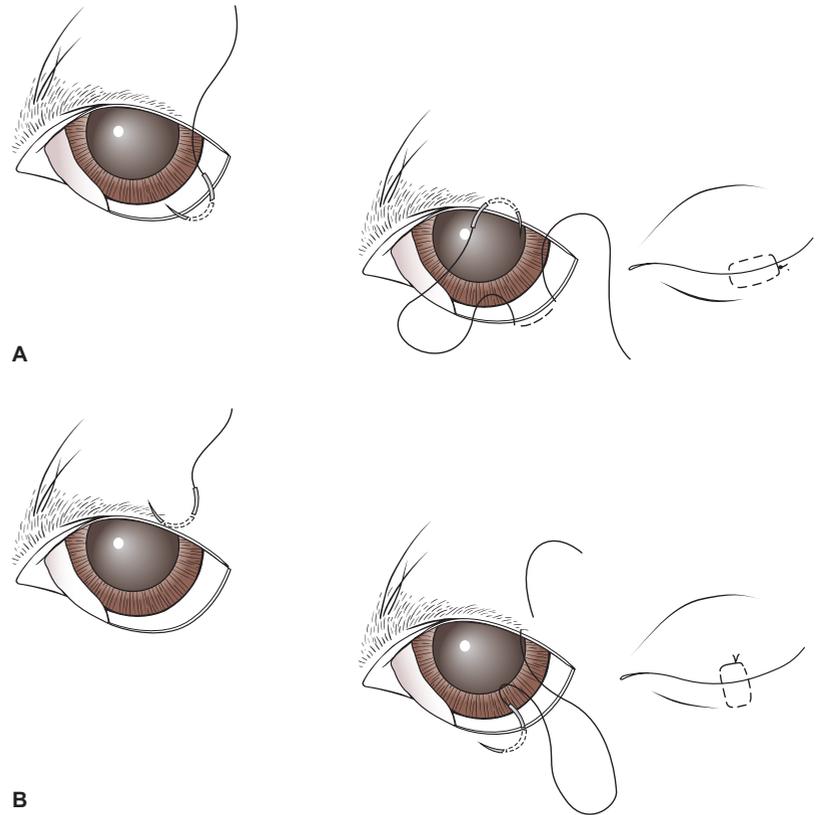


Abb. 16.2 Temporäre Tarsorrhaphie: Die Matratzennähte können parallel (A) oder senkrecht (B) zum Lidrand ausgerichtet werden. Die Nähte perforieren das Augenlid nicht vollständig.

tersucht werden. Bei einer komplikationslosen Tarsorrhaphie sollten die Nähte nach 14 Tagen oder, wenn sie sich lösen, früher entfernt werden. Anderenfalls können die losen Fäden die Hornhaut traumatisieren, was zu einem Ulcus corneae führen kann.

16.1.8 Heilungseigenschaften der Augenlider

Das Augenlid heilt wie jede andere Haut. Da die Augenlider mehr der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, kann eine feuchte Dermatitis eher als an anderen Körperstellen auftreten.

16.1.9 Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Für die Lidchirurgie sollte ein weicher Faden wie Polyglactin 910 (resorbierbar) oder Seide (nichtresorbierbar) verwendet werden. Polyglactin 910 kann belassen werden, bis er sich auflöst oder die Nähte können entfernt werden. Da Seide nicht resorbierbar ist, sollte sie nach der Heilung der Inzision wegen der Reaktion auf das Nahtmaterial entfernt werden. Für den Lidrand sollte ein Faden der Stärke 5-0, für die anliegende Haut Nahtmaterial der Stärke 3-0 bis 5-0 mit einer angeschweißten gebogenen schneidenden (Reverse-Cutting-)Nadel verwendet werden (➤ Box 16.2). Weniger geschmeidiges Nahtmaterial (Polydioxanon, Nylon) sollte vermieden werden, da es die Gewebeapposition verschieben und bei Lockerung oder Dislokation zu einer Gefahr für die Hornhaut werden kann.

Box 16.2 Nahtmaterial und spezielle Instrumente für die Augen-

Lidchirurgie

- 4-0 und 5-0 Polyglactin 910 Fäden, 4-0 Seide oder Klammern, je nach Operationsmethode; Gewebekleber für das Eyelid-Tacking
- Baby Jones oder andere Tuchklemmen (4)
- Jaeger-Lidplatte
- Derf-Nadelhalter oder zarter Mayo-Hegar-Nadelhalter (Mini)
- 0,8-mm-Bishop-Harmon oder Adson-Brown-Pinzetten
- Iris- oder Augenschere
- Optional: Chalazion-Pinzette, Bard-Parker-Skalpellgriff und No. 15 Skalpellklinge zur Resektion von Lidneoplasien
- Baby-Moskito-Arterienklemmen
- Optional: Allis-Gewebefasszange für die Hotz-Celsus-Operation
- Optional: Stentmaterial wie sterile i. v. Schläuche oder Knöpfe mit Löchern (Hemdenknopf)

Cherry Eye

- 5-0 oder 6-0 Polyglactin 910 Fäden
- Baby-Jones- oder andere Tuchklemmen (4 oder 6)
- Castroviejo- oder Barraquer-Nadelhalter mit gebogener Spitze
- Mikrochirurgische Pinzetten wie Colibri 0,3 mm mit Knüpfspitze
- Bishop-Harmon-Pinzetten 0,8 mm
- Iris- oder Augenscheren

Konjunktiva-Transplantat (Flap)

- 6-0 Polyglactin 910 Fäden
- Baby-Jones- oder andere Tuchklemmen (4)
- Barraquer- oder Castroviejo-Lidspreizer
- Stevens-Tenotomieschere
- Colibri 0,3 mm mit Knüpfspitze (2)
- Barraquer- oder Castroviejo-Nadelhalter
- Irisscheren
- Bishop-Harmon-Pinzetten 0,8 mm
- Vergrößerung

Proptose

- 4-0 Nylon oder Seide
- 4-0 oder 5-0 Polyglactin 910
- Mayo-Scheren
- Derf-Nadelhalter
- Adson-Brown- oder Bishop-Harmon-0,8-mm-Pinzetten
- Moskito-Arterienklemmen
- Jaeger-Lidplatte, glatter Skalpellgriff oder entsprechendes Instrument, um den Bulbus atraumatisch nach hinten zu drücken
- Iris- oder andere Scheren zum Schneiden des Nahtmaterials
- Optional: Stentmaterial

Enukleation

- 2-0, 3-0 oder 4-0 PDS für das Septum orbitale
- 2-0, 3-0 oder 4-0 Polyglactin 910 für Subkutis und Haut
- Tuchklemmen (4)
- Optional Allis-Gewebeklemmen
- Adson-Brown-Pinzetten
- Bard-Parker-Skalpellgriff und Nr. 15 Skalpell-Klingen
- Kurze gebogene Metzenbaum-Schere
- Mayo-Scheren
- Scharfe gebogene Enukleationsschere
- Gebogene Moskito- oder Crile-Klemme
- Große Hämoclips
- Derf- oder anderer kleiner Nadelhalter
- Optional: bipolare Koagulation und Absaugung
- Optional: Intraskleralprothese aus Silikon

Das Augeninstrumentarium (> Box 16.2) sollte 0,8-mm-Bishop-Harmon-Pinzetten für die Manipulation der Lider enthalten. Derf- oder Pars-Nadelhalter und kleine Augen- oder Irisscheren sind geeignet, um Nahtmaterial der Stärke 5-0 zu handhaben und zu schneiden. Eine autoklavierbare Jaeger-Lidplatte oder Chalazion-Pinzette dient zur Unterlegung des Lids und zum Schutz der Kornea bei einer Lidoperation. Chalazion-Pinzetten haben eine solide abgerundete Platte und einen offenen Ring, die sich beim Zusammendrücken aneinanderlegen (> Abb. 16.3). Bei geschlossener Chalazion-Pinzette wird Druck auf das Gewebe unter dem Ring ausgeübt, und Blutungen an der Operationsstelle werden vorübergehend verhindert. Blutungen sollten mit direktem Druck behandelt werden; sterile Wattestäbchen ermöglichen ein präzises, aber schonendes Abwischen, um eine gute Sicht auf die Operationsstelle zu ermöglichen. Auch ein tragbarer, batteriebetriebener Kauter (Medline oder Bovie Medical Kauter) kann für oberflächliche Blutungen verwendet werden.

16.1.10 Postoperative Versorgung und Überwachung

Nach der Operation sollten die Inzisionen der Augenlider sowie der Gesichtshaut mit einem starren Halskragen geschützt werden, der bei vollständig gestrecktem Kopf gerade über die Nase des Tieres hinausragt. Patienten können den Operationserfolg beein-

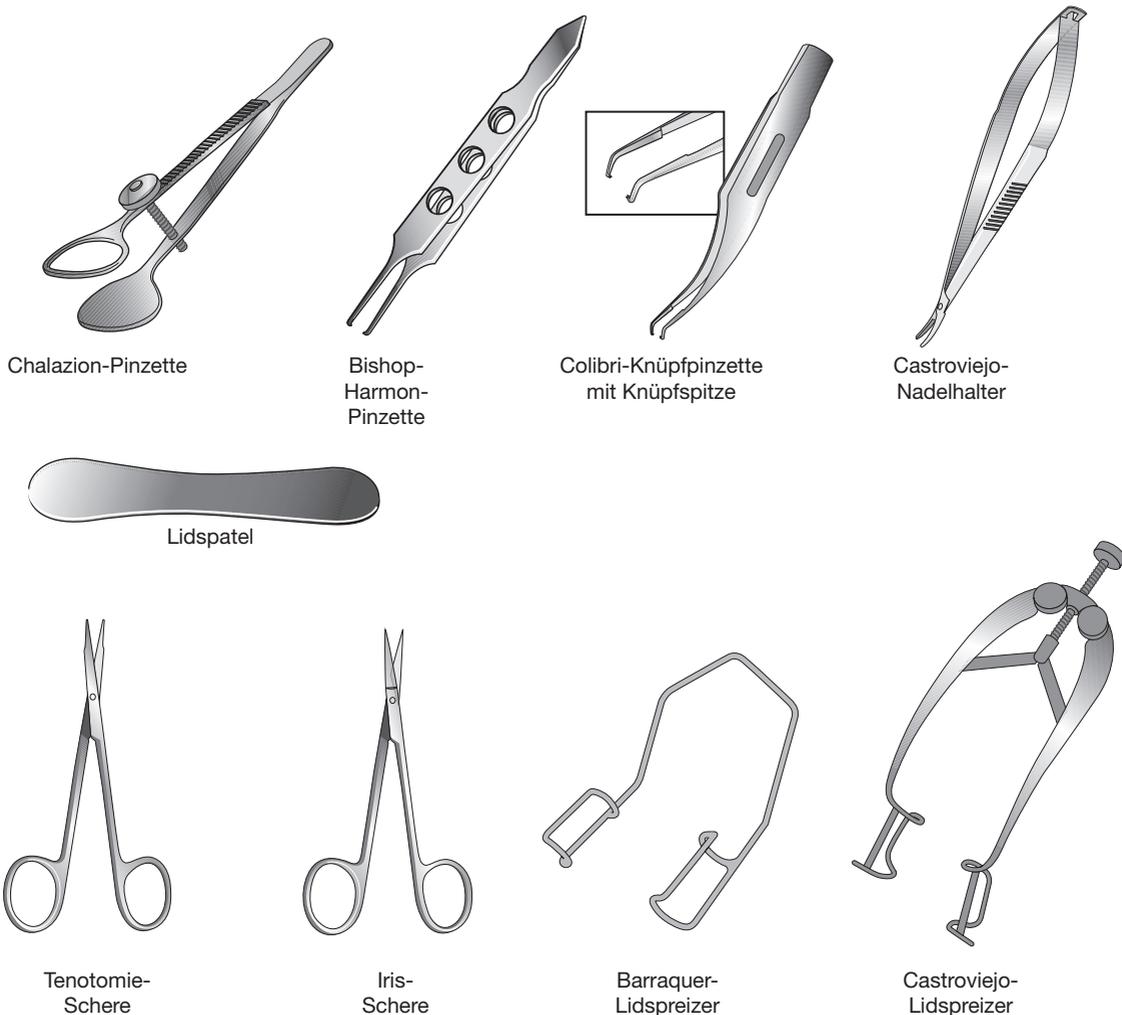


Abb. 16.3 Instrumente für die Augenchirurgie (nicht maßstabsgetreu)

trächtigen, wenn sie ihre chirurgischen Inzisionen traumatisieren, was manchmal zu weiteren Operationen führt. Patienten reiben normalerweise ihre Augen an Gegenständen oder am Boden, sodass ein richtig bemessener, starrer Halskragen effektiver ist als Augenklappen, aufblasbare oder weiche Halskrägen.

Beachte

Weiche oder aufblasbare Halskrägen ebenso wie Halskrägen, die nur die Beweglichkeit des Halses einschränken (z. B. Bite Not Collar), stellen keinen effektiven Schutz dar. Die Patienten können damit trotzdem die Augen an Gegenständen reiben.

Die medikamentöse Therapie nach der Operation besteht aus topischen prophylaktischen Antibiotika (> Box 16.1) viermal täglich, oralen Antibiotika für umfangreiche Operationen, Entzündungshemmern und Analgetika. Die Verabreichung von Medikamenten viermal täglich kann schwierig sein. Ein machbarer Zeitplan ist, dass der Besitzer das Tier behandelt, wenn er aufwacht, bevor er das Haus verlässt, wenn er nach Hause kommt und bevor er zu Bett geht. Seromuköser Augenausfluss kann in der Anfangszeit nach der Operation normal sein und wird meist durch eine postoperative Bindehautentzündung verursacht.

Die Besitzer sollten auf vermehrte Schwellung, Rötung oder Ausfluss aus der Operationswunde, aber auch auf Pruritus, Bлеpharospasmus, Epiphora oder Schmerzen achten. Bei der postoperativen Untersuchung sollte die Hornhaut auf Ulzeration, Vaskularisation oder Anzeichen einer topischen Reizung untersucht werden. Wenn eine Infektion der Operationswunde auftritt, sollten eine bakteriologische Untersuchung mit Resistenztest und die systemische Gabe eines Antibiotikums in Betracht gezogen werden.

16.1.11 Komplikationen

Unvollkommenheiten und Einkerbungen am Lidrand können die gleichmäßige Verteilung des Tränenfilms auf der Hornhaut beeinträchtigen. Die Naht kann infolge einer Infektion oder infolge einer Traumatisierung durch den Patienten dehinzieren. Eine ungenügende Adaptation der Lidränder und eine ungeeignete Gewebespannung können zur Ausbildung eines Entropiums, Ektropiums oder deformierten Augenlids führen, und der Kontakt mit Haaren aus diesen Bereichen kann zu Hornhautulzeration, Vaskularisation, Granulation oder Pigmentierung. Nähte, die auf der Hornhaut reiben, können Ulzerationen verursachen, die den Austausch oder die Entfernung von Nähten erforderlich machen.

Epiphora kann auftreten, wenn die Tränenpunkte oder der Tränen-Nasenkanal verletzt sind. Bei Katzen kann eine Überempfindlichkeit gegen topisches Neomycin oder Polymyxin zu starker Schwellung der Augenlider, Juckreiz und Chemosis (Bindehautödem) oder sehr selten zu einer anaphylaktischen Reaktion führen.

16.1.12 Altersbedingte Besonderheiten

Jüngere Tiere erleiden eher Traumata oder zeigen entwicklungsbedingte Probleme wie ein Entropium. Die Heilung erfolgt jedoch schneller als bei älteren Tieren.

16.2 Augenlider – Spezielle Erkrankungen

16.2.1 Lazerationen des Augenlids

Definition

Lazerationen des Augenlids sind ein teilweiser oder vollständiger Schnitt oder Riss am Augenlid.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Lazerationen des Augenlids werden durch Traumata wie Bissverletzungen oder Kontakt mit einem scharfen Gegenstand verursacht. Sie sollten schnellstmöglich versorgt werden, um die Hornhaut zu schützen und einen effektiven Lidschluss aufrechtzuerhalten. Eine Sekundärheilung von Lidrandrissen kann zu einer Fibrosierung und oder Deformation des Augenlids führen, die sekundär zu Hornhautvernarbungen, Schmerzen und Exposition der Hornhaut führen können. Eine direkte Adaptation der Wundränder ist möglich, wenn weniger als ein Drittel des Lidrands fehlt. Größere Verletzungen erfordern eine Nahlappenplastik oder Hauttransplantation. Für die normale Funktion des Augenlids ist es unerlässlich, soviel Lidrand wie irgend möglich zu erhalten. Selbst sehr schmale Lidrandstreifen sollten erhalten und niemals exzidiert werden, wenn sie vital erscheinen (> Abb. 16.4). Wenn dieses Hautstück nicht überlebt, muss der Augenlidrand möglicherweise später rekonstruiert werden, falls mehr als ein Drittel des Lidrands verloren ist.

Diagnose

Klinik

Signalement

Lazerationen des Augenlids können in jedem Alter und bei jeder Rasse auftreten, kommen aber häufiger bei jungen, aktiven Tieren vor.

Anamnese

Unter Umständen wurden Blutungen, Schwellungen oder deformierte Augenlider beobachtet. Zum Zeitpunkt der Erstverletzung kann es zu einer starken Blutung kommen, die jedoch häufig schnell abklingt.

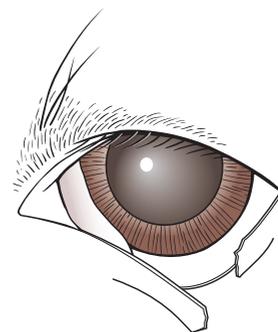


Abb. 16.4 Riss des Augenlids direkt am Lidrand. Es ist wichtig auch schmale Gewebestreifen zu erhalten, um eine spätere Rekonstruktion des Lidrands zu vermeiden.

Klinische Untersuchung

Der Lidrand sieht bei einem vollständigen Riss ungleichmäßig oder unterbrochen aus. Die Schwellung der Augenlider kann erheblich sein und somit zu Verzerrungen führen. Nicht selten ist ein Gewebestreifen am Rand vom restlichen Augenlid abgerissen. Die Hornhaut, das dritte Augenlid, die inneren Augenstrukturen, der Kopf sowie der restliche Körper werden auf weitere Anzeichen von Verletzungen untersucht.

Differenzialdiagnose

Augenliddeformationen aufgrund dermatologischer Erkrankungen, Narben oder ulzerierte Neoplasmen könnten ähnlich aussehen.

Konservative Therapie

Topische und orale Antibiotika sollten wie bei anderen Hautverletzungen nach einer Rissverletzung des Augenlids eingesetzt werden. Wenn der Lidschluss unvollständig ist, muss die Hornhaut feucht gehalten und gesalbt werden.

Chirurgische Therapie

Eine Operation ist angezeigt, wenn der Lidrand betroffen ist, der Lidschluss unvollständig ist oder der Augenliddefekt groß ist. Bei Augenlidrissen, die den Ductus nasolacrimalis mitbetreffen, oder bei möglicherweise komplizierten Rekonstruktionen des Augenlids wird die Überweisung an einen Veterinär-Ophthalmologen empfohlen.

Präoperatives Vorgehen

Hautkontaminationen oder -infektionen werden vor der Operation behandelt. Wenn der Riss oder Defekt weniger als ein Drittel des Lidrandes beträgt und noch blutend, frisch und neu ist (wenige Stunden), ist möglicherweise ein primärer Wundverschluss möglich. Ist die Wunde älter, müssen die Wundränder aufgefrischt werden. Falls eine eingeschränkte Lidfunktion zur Exposition der Hornhaut führt, muss diese unbedingt feucht gehalten und gesalbt werden.

Anästhesie

Die Operation muss in Vollnarkose durchgeführt werden, da eine präzise Adaptation der Lidränder unerlässlich ist (> Kap. 16.1.1).

Chirurgisch relevante Anatomie

Siehe > Abb. 16.1.

Lagerung

Der Patient wird in Bauchlage gelagert, mit einer Handtuchrolle unter dem Kinn, um den Kopf oben zu halten.

Operationstechnik

Nach dem Ausrasieren wird die Wunde gründlich gespült und vorsichtig mit einer 5-prozentigen Povidonjod-Lösung gereinigt. Der Lidrand, die Öffnungen der Meibom-Drüsen am Lidrand (> Abb. 16.1, > Abb. 16.5, B) und die palpebrale Bindehaut werden identifiziert.

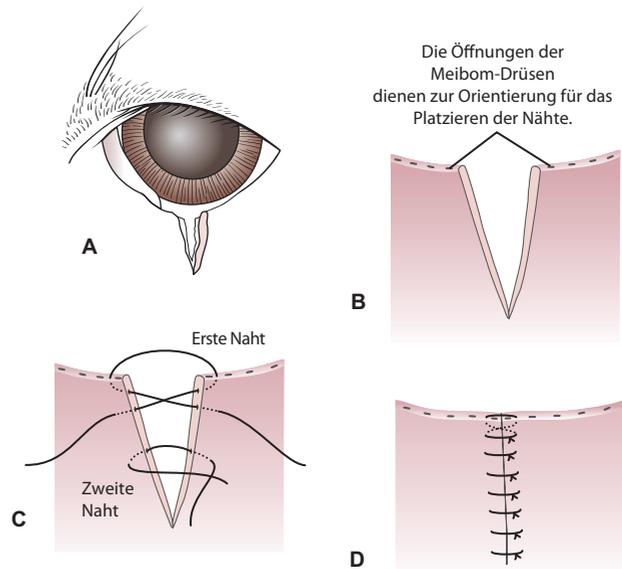


Abb. 16.5 Lidriss

- A)** Es ist wichtig, so viel Lidrand wie möglich zu erhalten.
B) Zuerst wird der Lidrand ausgerichtet und verschlossen.
C) Mittels einer nichtperforierend gelegten Achternahrt wird der Lidrand exakt adaptiert. Das zweite Heft wird in der Mitte des Risses platziert, um die Haut auszurichten.
D) Die Haut wird mit Einzelheften verschlossen, wobei darauf geachtet werden muss, dass nicht perforierend gestochen wird. Die Hefte haben einen Abstand von 3–5 mm.

Bei älteren Schnittwunden werden die Wundränder mit einer Irisschere aufgefrischt. Der entfernte Gewebestreifen sollte nicht breiter als 1 mm sein. Die Länge des Augenlidrandes sollte so weit wie möglich erhalten bleiben (> Abb. 16.5, A). Zuerst wird der Lidrand ausgerichtet und verschlossen, wobei das Alignment des Lidrandes perfekt sein muss. Richtig platzierte Nähte am Augenlidrand werden entlang der Linie der Öffnungen der Meibom-Drüsen gelegt (> Abb. 16.5, B). Der Lidrand wird mittels einer nichtperforierenden Achternahrt oder mittels Einzelheften mit einem Faden der Stärke 5-0- oder 4-0 (Polyglactin 910) exakt adaptiert (> Abb. 16.5, C). Die Haut wird mit nichtperforierenden Einzelheften vernäht. Die Nähte werden in einem Abstand von ca. 3–5 mm gelegt und die Naht- und Knotenenden von der Hornhaut weg ausgerichtet (> Abb. 16.5, D).

Nach beendeter Operation sollte die Innenseite des Augenlids keine sichtbare Naht aufweisen, sodass das Bindehautgewebe von selbst heilen kann, und keine Naht die Hornhaut berühren.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Chirurgische Instrumente und Nahtmaterial sollten wie in > Kap. 16.1.1 beschrieben verwendet werden.

Postoperative Versorgung und Überwachung

Eine vollständige temporäre Tarsorrhaphie kann angezeigt sein, um die Hornhaut nach der Versorgung ausgedehnter Lidverletzungen zu schützen, da Lidfunktion und Lidschluss beeinträchtigt sein können. Die Platzierung der Nähte sollte nach dem Aufwachen des Patienten und weiterhin in regelmäßigen Abständen nach der Operation überprüft werden, um sicherzustellen, dass keine Nähte mit der Hornhaut in Berührung kommen.

Komplikationen

Eine Komplikation von Lidrandoperationen ist zusätzlich zu den zuvor aufgeführten allgemeinen Prinzipien eine Nekrose des Augenlidgewebes. Eine insuffiziente anatomische Rekonstruktion und Funktion des Augenlids kann eine Hornhauterkrankung bedingen. Die Nähte können nach 14 Tagen entfernt werden.

Prognose

Wenn die Versorgung einer Augenlidverletzung kurz nach dem Trauma durchgeführt wird, die Wiederherstellung des Lidrands gut ist und die Gewebeerstörung minimal war, kann die Prognose für eine langfristige Augenlidfunktion ausgezeichnet sein. War die Verletzung chronisch oder lag eine ausgedehnte Gewebeschädigung vor, ist die Prognose vorsichtig bis gut zu stellen.

16.2.2 Neoplasien der Augenlider

Definition

Die **Meibom-Drüsen** sind modifizierte Talgdrüsen, die den Lidrand säumen.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Neoplasien der Lider können, selbst wenn sie harmlos sind, zu einer anhaltenden Traumatisierung der Hornhaut führen, was eine chirurgische Entfernung erforderlich macht. Umfangsvermehrungen der Lider können Hornhautverletzungen und -beschwerden verursachen, die Augenlidfunktion beeinträchtigen und eine Keratitis verursachen. Chronische Lidneoplasien sind in der Regel weniger dringlich, wenn sie langsam wachsen oder klein sind. Bei Hunden sind Neoplasien der Lider am häufigsten mit den Meibom-Drüsen assoziiert (> Abb. 16.1, > Abb. 16.5, B) und 70–80 % gutartig. Talgdrüsenadenome und Epitheliome sind die häufigsten Lidtumoren bei Hunden; sie wachsen mitunter schnell. Bösartige Lidtumoren sind seltener; dazu gehören Plattenepithelkarzinome, Adenokarzinome der Talgdrüsen, Basalzellkarzinome und Fibrosarkome. Etwa 60 % der Lidmelanome sind gutartig und 40 % bösartig.

Bei Katzen sind Lidneoplasien in der Regel bösartig, wobei das Plattenepithelkarzinom (ca. 60 % der Fälle) am häufigsten ist. Des Weiteren kommen Fibrosarkome, Adenokarzinome, Basalzellkarzinome, Melanome und Hämangiosarkome vor.

Diagnose

Klinik

Signalement

Das Durchschnittsalter von Hunden mit Lidneoplasien beträgt acht Jahre, während Katzen im Durchschnitt zehn Jahre alt sind. Die Prävalenz von Lidtumoren ist erhöht beim Beagle, Husky, Englischen Setter, Toy- und Zwergpudel, Labrador und Golden Retriever.

Anamnese

Augenlidmassen sind gut sichtbar und können sich langsam oder schnell entwickeln. Klinische Symptome sind Augenausfluss, Blepharospasmus, Blutung und lokale Reizung. Einige Tiere reiben am Auge, aber viele stören sich nicht an der Masse.

Klinische Untersuchung

Bei betroffenen Tieren ist eine Masse am Augenlid, am Lidrand oder an der Bindehaut sicht- oder tastbar. Das Augenlid wird nach außen gedreht und die Rückseite des Lids untersucht, um festzustellen, ob die Masse in die am Lidrand gelegenen Meibom-Drüsen zieht (> Abb. 16.6). Mehrere gleichzeitig vorliegende Lidneoplasien können vom gleichen oder von unterschiedlichem Typ sein. Ungefähr 10 % der malignen Tumoren beim Hund wachsen lokal invasiv. Bei der ophthalmologischen Untersuchung können sekundäre Hornhautgeschwüre, Keratitis (Gefäßeinsprossung in die Kornea) oder Pigmentierung der Hornhaut auffallen. In schweren Fällen können periokuläre Exkoriationen, Hautgeschwüre oder Blutungen der Haut vorliegen.

Laborbefunde

Bei ausreichender Größe kann eine Augenlidmasse für eine zytologische Untersuchung punktiert werden. Zwischen Nadel und Auge sollte eine Augenlidplatte, ein Skalpellgriff oder ein steriler Zungenspatel platziert werden. Die Aspiration vergrößerter lokaler Lymphknoten kann ebenfalls in Betracht gezogen werden. Lidtumoren können mit Sekundärinfektionen assoziiert sein; daher können eine bakteriologische Untersuchung inklusive Resistenztest und Behandlung mit geeigneten Antibiotika vor der Operation in Betracht gezogen werden, wenn der Verdacht auf eine Infektion besteht. Die histologische Untersuchung aller resezierten Massen sollte durchgeführt werden, um eine endgültige Diagnose zu erhalten und die Exzisionsränder zu beurteilen.



Abb. 16.6 A) Von außen nicht erkennbare Neoplasie des Augenlids
B) Auf der palpebralen Fläche des Augenlids sichtbare Neoplasie

Differenzialdiagnose

Zu den Differenzialdiagnosen zählen entzündliche Läsionen wie Chalazion oder Erkrankungen der Meibom-Drüsen, Pilzgranulome z. B. aufgrund von Histoplasmose, Zysten der Lider und Narbenkontrakturen.

Konservative Therapie

Chemotherapie, Strahlentherapie, Kryotherapie oder photodynamische Therapie können in Kombination mit oder als Ergänzung zur chirurgischen Behandlung angewendet werden. Insbesondere kann ein Plattenepithelkarzinom unter Verwendung einer Strontium-90-Sonde mit Beta-Strahlung behandelt werden.

Chirurgische Therapie

Augenlidtumoren, die sich progressiv vergrößern, die Hornhaut berühren oder klinische Symptome verursachen, sollten entfernt werden. Wenn weniger als ein Drittel des Lidrandes betroffen ist, können nach Entfernung der Masse die Exzisionsränder primär verschlossen werden. Mastzelltumoren, die einen Exzisionsabstand von 0,5 cm erfordern, oder Neoplasien von mehr als einem Drittel der Lidrandlänge sollten zur rekonstruktiven Chirurgie an einen Veterinär-Ophthalmologen überwiesen werden. Bei einigen Rassen, z. B. Cockerspaniels, die ausgeprägt lange Augenlider haben, kann eventuell ein größerer Abschnitt des Lidrands reseziert werden. Rassen mit kurzen, eng anliegenden Lidspalten wie Zwergpudel oder Katzen weisen möglicherweise weniger resezierbaren Lidrand auf, wodurch Dehiszenz, eine sichtbare Lidverkürzung, verringerte Größe der Lidspalte, Gesichtssymmetrie oder -entstellung und Epiphora wahrscheinlicher werden.

Präoperatives Vorgehen

Wenn erforderlich sollten Augenlidinfektionen oder Bindehautentzündungen vor der Operation behandelt werden. Die Menge des zu entfernenden Gewebes muss vor der Narkoseeinleitung beurteilt werden.

Anästhesie

Wenn der Patient an Lungen- oder der Lebermetastasen leidet, sind bei der Betäubung besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich. Aufgrund der für diese Operation erforderlichen Präzision ist jedoch in der Regel eine Vollnarkose erforderlich.

Chirurgisch relevante Anatomie

Viele Adenome der Meibom-Drüsen erstrecken sich nach proximal und sind möglicherweise von der Innenseite des Augenlids aus besser sichtbar. Daher sollte dieser Bereich vor Beginn der Operation immer genau betrachtet werden (> Abb. 16.1, > Abb. 16.6; > Kap. 16.1.1).

Lagerung

Bauch- oder Seitenlage bieten den besten Zugang für die Augenlidchirurgie. In Bauchlage wird das Kinn vermittels einer Handtuchrolle angehoben, um die Lagerung der Atemwege und des Kopfes zu optimieren.

Operationstechniken

Tumorresektion und primärer Wundverschluss

Um die Lidmasse vollständig zu entfernen, ist normalerweise eine vollständige Exzision aller Gewebeschichten des Augenlides notwendig.

Das Augenlid wird stabilisiert und mit einer Lidplatte oder einer Chalazion-Pinzette unterlegt (> Abb. 16.6, A). Wenn keine Lidplatte oder Chalazion-Pinzette verfügbar ist, kann ein steriler Zungenspatel verwendet werden. Es muss sichergestellt sein, dass der geplante Exzisionsbereich weniger als ein Drittel der Lidrandlänge umfasst. Mit einer Bard-Parker-Klinge Nr. 15 wird eine keil- oder hausförmige Inzision um die Masse mit einem 1–2 mm großen, gut sichtbaren Rand gelegt. Die Bindehaut wird mit einer Iris- oder Tenotomie-Schere abgetrennt, um die Masse vollständig zu lösen und zu entfernen (> Abb. 16.6, B). Blutungen werden mit direktem Druck oder einem batteriebetriebenen Hand-Kauter (oder bipolarer Koagulation mit einer feinen Koagulationspinzette, Anm. des Verfassers) gestillt. Zuerst wird der Lidrand adaptiert und verschlossen, sodass er perfekt ausgerichtet ist (> Abb. 16.6, C, Inset).

Die Linie der punktförmigen Öffnungen der Meibom-Drüsen entlang des Lidrandes kann als Orientierungspunkt verwendet werden, um die Lidrandnähte korrekt zu platzieren.

Der Lidrand wird mittels einer Achternaht (> Abb. 16.6, C) oder mit einem Einzelheft mit 5-0-Polyglactin 910 verschlossen. Danach wird die Haut einschichtig mit nicht perforierenden Einzelheften vernäht [3]. Das zweite Heft wird in der Mitte der Inzision positioniert, um die Inzisionsränder zu adaptieren und die verbleibenden Hefte werden dann gleichmäßig in einem Abstand von ungefähr 2–4 mm gesetzt. Die Knotenenden werden von der Hornhaut abgewandt ausgerichtet.

Nach Beendigung der Operation darf auf der Innenseite des Augenlids keine Naht sichtbar sein (> Abb. 16.6, D) und keine Naht die Hornhaut berühren.

Beachte

Das erste Heft am Lidrand ist für die korrekte Adaptation der Augenlider sowie zur Vermeidung einer Kerbenbildung entscheidend.

Kleine (<3 mm) gestielte Bindehautmassen, welche nicht in die Tiefe ziehen, können bei einem ruhigen Patienten möglicherweise nur mit einem Lokalanästhetikum entfernt werden. Die Entfernung in der Tiefe aufsitzender oder ausgedehnter Bindehautzubildungen erfordert eine Vollnarkose.

Das Lid wird mit einer Chalazion-Klemme evertiert, um die Neoplasie der Bindehaut darzustellen. Die Masse wird zusammen mit der umgebenden Bindehaut mittels einer Tenotomie-Schere exzidiert und der palpebralen Bindehautdefekt kann sekundär abheilen.

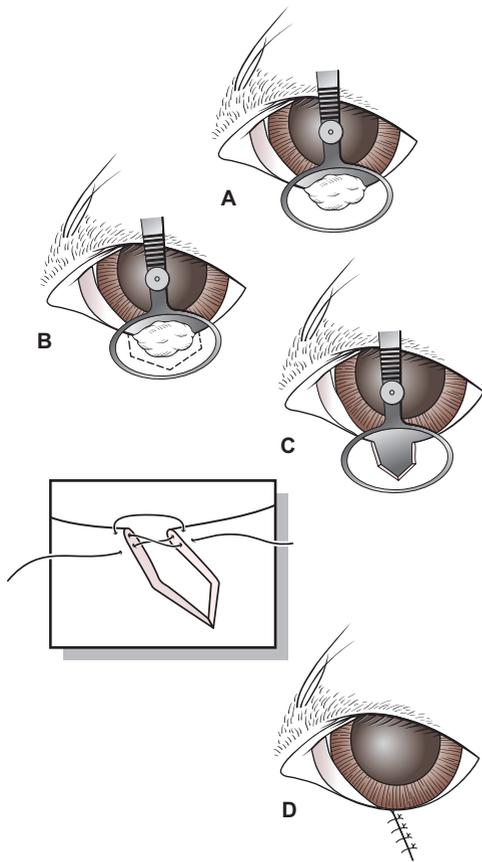


Abb. 16.7 Lidtumor-Resektion

- A)** Mit einer Lidplatte oder Chalazion-Pinzette wird das Lid stabilisiert und Blutstillung erzeugt.
B) Um Tumoren, die weniger als ein Drittel des Lidrands umfassen, wird V- oder hausförmig inzidiert.
C) Zuerst wird der Lidrand mit einer modifizierten Achternäht adaptiert.
D) Die restliche Haut wird mit nichtperforierend gestochenen Einzelheften verschlossen.

Bei Massen, die mehr als ein Drittel des Augenlidrandes betreffen, sind Lappentechniken zur Rekonstruktion erforderlich, und die Überweisung an einen Veterinär-Ophthalmologen wird empfohlen. Wenn eine Überweisung nicht möglich ist, kann eine H-Plastik oder ein halbkreisförmiges Transplantat in Betracht gezogen werden, um das Augenlid zu rekonstruieren.

AP H-Plastik-Verschiebelappen (Advancement-Flap)

Eine H-Plastik sollte nur am unteren Augenlid und nicht am oberen Augenlid durchgeführt werden und ist ungeeignet für Massen, die den Kanthus miteinbeziehen.

Nach der Resektion der Masse wird mit parallelen Schnitten senkrecht zum Lidrand ein einstielliger Verschiebelappen hergestellt, indem diese Schnitte nach distal verlängert werden (> Abb. 16.8, A). Der Verschiebelappen sollte 1–2 mm länger sein als der durch die Tumorsektion entstandene Defekt. An beiden Enden der distalen Inzision werden kleine dreieckige Hautabschnitte ausgeschnitten (> Abb. 16.8, B). Der Flap wird in den Lidrand verschoben, exakt an den verbleibenden Lidrand angelegt und mit 5-0 Polyglactin 910 mit einer Achternäht (> Abb. 16.8, C) adaptiert. Die restliche Haut des Transplantats wird mit resorbierbarem 4-0 bis 5-0 Polyglactin 910 mit der angrenzenden Haut vernäht (> Abb. 16.8, D). Die äußere be-

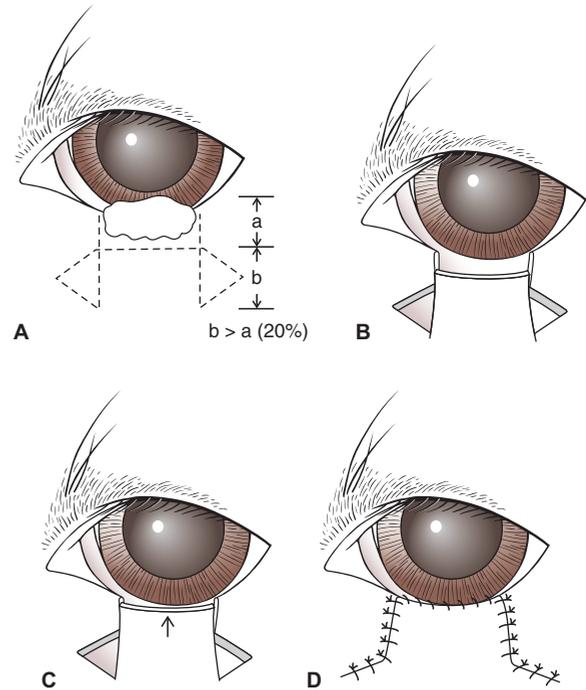


Abb. 16.8 H-Plastik zur Rekonstruktion des Unterlids, nachdem mehr als ein Drittel der Länge des Lidrands entfernt wurde

- A)** Die Masse wird mit einer rechteckigen Inzision inklusive 2 mm Sicherheitsabstand reseziert. Durch Verlängerung der lateralen und medialen Inzision nach proximal wird ein Verschiebelappen hergestellt.
B) Auf beiden Seiten des Flaps werden kleine Gewebebedriecke entfernt, um „Dog Ears“ zu vermeiden. Die Konjunktiva wird unterminiert und mobilisiert.
C) Der Flap wird an den Lidrand vorgeschoben und vorsichtig adaptiert.
D) Konjunktiva und Haut werden am Lidrand mit Einzelheften so verschlossen, dass nach Möglichkeit keine nachwachsenden Haare die Kornea berühren. Die restliche Inzision wird mit Einzelheften verschlossen.

haarte Dermis am distalen Rand des Transplantats wird entfernt, um ein haarloses Areal in dem Bereich zu schaffen, der der Hornhaut anliegt.

AP Halbkreisförmige Lappenplastik

Mittels einer halbkreisförmigen Inzision am lateralen Kanthus kann die lateral des Defekts gelegene Haut in den Defekt am oberen oder unteren lateralen Augenlid bewegt werden. Diese Lappentechnik ist daher am besten für große, lateral gelegene Lidläsionen geeignet.

Die Umfangsvermehrung wird reseziert (> Abb. 16.9, A). Der Krümmung des seitlichen Augenlids folgend wird lateral die Haut halbkreisförmig inzidiert. Die Länge der Krümmung ist ungefähr doppelt so lang wie der resezierte Teil des Augenlids, wobei sich die Krümmung in der Mitte der Inzision befindet (> Abb. 16.9, A). Am lateralen Ende der Inzision wird ein dreieckiges Hautstückchen exzidiert, um das beim Einfügen des Transplantats in den Defekt entstehende „Dog Ear“ zu vermeiden (> Abb. 16.9, B). Das Hauttransplantat wird nach medial in den Augenliddefekt geschoben und der Augenlidrand mittels eines modifizierten Achter-Kreuzstichs auf das Hauttransplantat ausgerichtet (> Abb. 16.9, B–D). Dann wird der Scheitelpunkt bzw. die Mulde des halbkreisförmigen Hauttransplantats mit einer weiteren modifizierten Achternäht (> Abb. 16.9, D) an den lateralen Kanthus angeheftet. Die Haut wird mit Einzelheften (4-0 bis 5-0 resorbierbares Polyglactin 910; > Abb. 16.9, E) verschlossen. Entlang des seitlichen

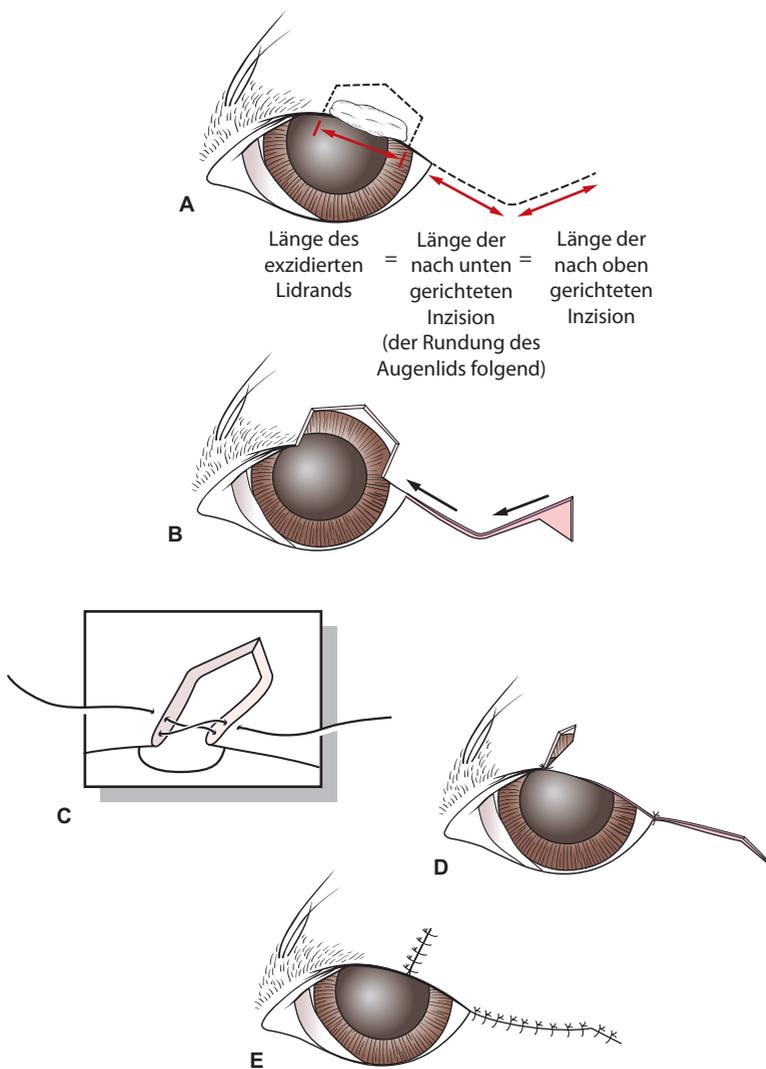


Abb. 16.9 Halbkreisförmiges Transplantat zur Rekonstruktion des Augenlids nach Entfernung von mehr als einem Drittel Lidrandlänge
A) Die Masse wird reseziert.
B) Der Krümmung des lateralen Augenlids folgend wird nach lateral inzidiert. Die Länge der Inzision ist etwa doppelt so lang wie der exziierte Lidrand und die höchste/tiefste Stelle der Kurve befindet sich in der Mitte der Inzision; am lateralen Ende der Inzision wird ein kleines Hautdreieck entfernt.
C) Der Flap wird in den Defekt bewegt und der Lidrand mit einer Achternaht verschlossen.
D) Die Haut des neuen lateralen Kanthus wird an den Scheitelpunkt/tiefsten Punkt der Inzision adaptiert.
E) Die Haut wird mit Einzelheften verschlossen.

freien Hauttransplantatrandes wird ein schmaler Rand von 2–3 mm der oberflächlichen behaarten Dermis entfernt, wobei das tiefer liegende Hauttransplantatgewebe erhalten bleiben muss. Ziel ist es, einen unbehaarten Hautrand zu schaffen, um die Gefahr einer eventuellen Trichiasis zu reduzieren.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Chirurgische Instrumente und Nahtmaterial sollten wie in > Kap. 16.1.1 beschrieben verwendet werden. Verschiebelappen sollten idealerweise von Bindehaut ausgekleidet sein. Operationen im Bereich der Bindehaut erfordern mikrochirurgische Techniken und sollten am besten an einen tierärztlichen Augenarzt überwiesen werden.

Postoperative Versorgung und Überwachung

Die allgemeinen Grundsätze für die Lidchirurgie wurden bereits beschrieben. Weiterhin muss mit einer postoperativen Schwellung des Augenlids gerechnet werden, die innerhalb von zwei bis vier Wochen abgeklungen sein sollte. Nach ausgedehnten Rekonstruktionen oder Transplantatoperationen können zuerst kalte und später warme Kompressen angewendet werden, um die Schwellung der Augenlider zu verringern und die Durchblutung

zu fördern. Das Resultat der Operation kann nach zwei bis vier Wochen beurteilt werden, wenn die Schwellung nachgelassen hat. Die Nähte werden nach 14 Tagen entfernt, wenn die Haut geheilt ist. Der Halskragen sollte nach dem Entfernen der Naht für weitere zwei bis drei Tage belassen werden, für den Fall, dass das Tier an der Wunde kratzen möchte.

Komplikationen

Zusätzlich zu den in den allgemeinen Grundsätzen für Augenlider in > Kap. 16.1.1 beschriebenen Komplikationen, kann eine Nahtdehiscenz auftreten, wenn übermäßige Spannung auf der Wunde besteht oder eine Infektion vorliegt. Tumorrezidive können auftreten, wenn die Operationsränder noch neoplastische Zellen enthalten.

Nach Operationen, bei denen der Augenlidrand nicht erhalten oder wiederhergestellt wird (H-Plastik, halbkreisförmiger Lappen und andere Lappentechniken), entwickelt sich häufig eine Trichiasis mit der Folge chronischer Reizzustände. Die Trichiasis kann eine signifikante Komplikation sein, die zu Schmerzen, Hornhautgeschwüren und -narben, Epiphora und Automutilation führen kann und somit eventuell ein weiteres chirurgisches Eingreifen erforderlich macht.

29.2 Spezifische Erkrankungen

29.2.1 Traumata der Thoraxwand

Definition

Von einer **Flutterbrust** („Flail Chest“) spricht man, wenn es zu Serienfrakturen der Rippen gekommen ist und sich das entstandene frei bewegliche Brustwandsegment bei der Inspiration nach innen und bei Expiration nach außen bewegt (paradoxe Atembewegung).

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Zu Verletzungen der Brustwand kann es durch stumpfe Traumata (z. B. Verkehrsunfälle, Hufritte durch ein Pferd) oder perforierende Traumata kommen. Die häufigsten perforierenden Verletzungen der Brustwand bei Hunden sind Biss- oder Schusswunden. Sowohl stumpfe als auch perforierende Traumata können massive Weichteilverletzungen der Brustwand zur Folge haben (> Abb. 29.13). Auch wenn Weichteilverletzungen meist nicht die Ursache erhöhter Morbidität oder Mortalität sind, stellen sie doch oft den einzigen äußerlich erkennbaren Hinweis auf ein schweres Thoraxtrauma dar. Aufgrund der durch Muskelrisse verursachten Schmerzen atmen betroffene Tiere nur sehr flach. Dennoch entwickelt sich in diesen Fällen nur selten eine Hypoxämie aufgrund von Ventilationsstörungen, es sei denn, es liegt gleichzeitig auch eine schwere Verletzung des Lungparenchyms vor.

Subkutane Emphyseme können bei stumpfen wie auch bei perforierenden Traumata auftreten, haben aber meist keine klinische Bedeutung. Sie entstehen, wenn Luft in das subkutane Gewebe gezwungen und zwischen die muskulären und fasziellen Schichten gepresst wird. Die Luft kann dabei entweder durch einen Riss von Pleura und interkostalen Muskeln, auf direktem Weg über eine offene Wunde oder durch die Ausdehnung eines mediastinalen Emphysems in das subkutane Gewebe gelangen. Die Behandlung des subkutanen Emphysems richtet sich dabei immer nach der primären Ursache. Auch Rippenfrakturen sind selten für eine hohe Morbidität verantwortlich. In manchen Fällen entstehen bei Rippenfrakturen jedoch spitze Frag-

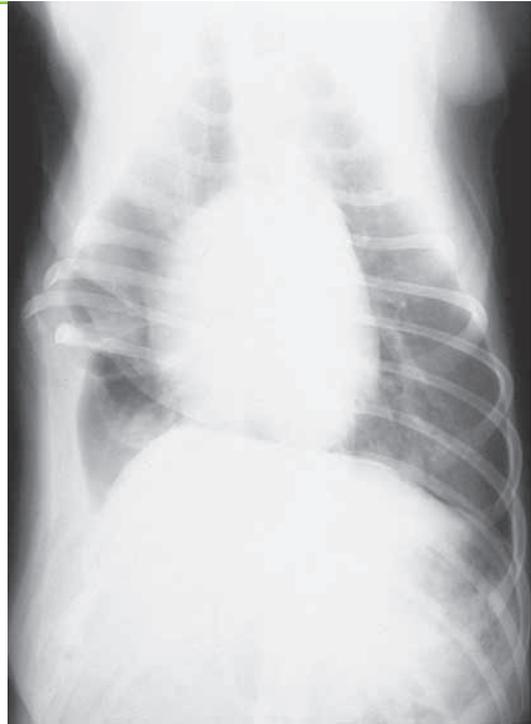


Abb. 29.13 Thoraxröntgen eines Hundes, der von einem Pferd getreten wurde. Auf den großen Defekt zwischen den Rippen auf der rechten Seite des Thorax und auf die durch das Brustwandtrauma verursachten extrapleurale Symptome achten (siehe Text).

mente, die größere Gefäße oder das Lungengewebe verletzen können. Rippenfrakturen können auch die Atmung beeinträchtigen, da die Tiere, um die schmerzhafteste Bewegung der Rippenfragmente zu reduzieren, nur sehr oberflächlich atmen.

Von einer Flutterbrust spricht man, wenn es zu beiden Seiten des Ortes der Gewalteinwirkung zu Serienfrakturen der Rippen gekommen ist und das entstandene Brustwandsegment seine Kontinuität mit dem restlichen Thorax verloren hat (> Abb. 29.14). Durch die Veränderungen des intrapleurale Drucks kommt es

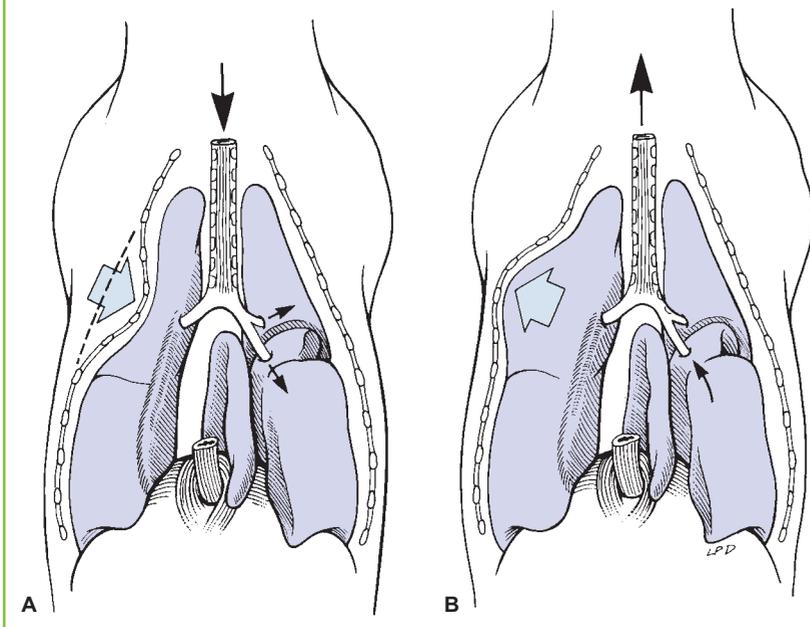


Abb. 29.14 Bei der Flutterbrust kommt es durch die intrapleurale Druckveränderungen zu paradoxen Bewegungen der Brustwand während der Atmung. Das frakturierte Segment bewegt sich **A)** während der Inspiration nach innen, **B)** während der Expiration nach außen.

zu paradoxen Atembewegungen der Brustwand. Das frakturierte Segment bewegt sich während der Inspiration nach innen und während der Expiration nach außen. Die mit einer Flatterbrust verbundenen respiratorischen Störungen können sehr massiv sein und umfassen verminderte Vitalkapazität, reduzierte funktionelle Residualkapazität, Hypoxämie, reduzierte Gesamtcompliance, erhöhten Luftwiderstand und eine daraus resultierende angestrenzte Atmung. Man ging bislang davon aus, dass diese pathologischen Veränderungen primär durch die Bewegung des frakturierten Rippensegments zustande kommen, doch ist man heute der Ansicht, dass die entstandene Verletzung des Lungengewebes und die schmerzbedingte Hypoventilation die entscheidenden Faktoren bei der Entstehung einer respiratorischen Insuffizienz darstellen.

Diagnose

Klinik

Signalement

Brustwandtraumata können bei Hunden und Katzen jeden Alters vorkommen, sind aber bei jüngeren Tieren häufiger zu beobachten. Bisswunden am Thorax werden vorwiegend bei Hunden kleiner Rassen diagnostiziert.

Anamnese

Das vorangegangene Trauma ist in vielen Fällen vom Tierhalter nicht beobachtet worden. Die Tiere werden wegen Atemnot, Bewegungsunlust, Niedergeschlagenheit, Lethargie und/oder Anorexie dem Tierarzt vorgestellt.

Klinische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung sind oft nur geringe oder keine Hinweise auf ein Thoraxtrauma zu bemerken. Das Tier muss auf jeden Fall sehr gründlich auf kleine perforierende Wunden und Bereiche eines subkutanen Emphysems untersucht werden. Eine Flatterbrust kann bei der Adspektion aufgrund der paradoxen Bewegung des Brustkorbs bei der Atmung erkannt werden. Tiere mit hochgradiger Atemnot können zyanotisch sein.

Bei allen Tieren mit Thoraxtraumata muss auch an die Möglichkeit traumatisch bedingter Herzschäden gedacht werden. Infolge von stumpfen oder perforierenden Thoraxverletzungen kann es, sogar wenn keine äußeren Anzeichen für eine Verletzung vorliegen, zu einem verzögerten Auftreten von Arrhythmien, vor allem ventrikulären Extrasystolen und ventrikulärer Tachykardie, kommen. Diese Arrhythmien treten meist erst 12–72 Stunden nach dem Trauma auf und stehen entweder in Zusammenhang mit einer Myokardkontusion, einer schockbedingten Ischämie oder mit neurogenen Verletzungen, die zu sympathischer Überstimulation führen. Bei verletzten Patienten werden kardiale Traumaschäden oft übersehen, weil (1) die Aufmerksamkeit auf sichtbare Verletzungen gerichtet ist, (2) es keine äußerlichen Anzeichen einer Verletzung gibt oder (3) bei der ersten Untersuchung keinerlei Hinweis auf eine traumatische Einwirkung auf den Thorax zu sehen ist. Aus diesem Grund muss bei diesen Patienten die Herzfunktion in der ersten Zeit nach dem Thoraxtrauma mehrmals überprüft werden.

Bildgebende Verfahren

Röntgenaufnahmen des Thorax sollten bei allen Tieren mit stumpfem oder perforierendem Trauma angefertigt werden. In einer Studie aus dem Jahr 2015 zu Bissverletzungen am Thorax hat sich gezeigt, dass bei 22 % der Hunde und Katzen mit normalem Atem-

muster im Thoraxröntgen Läsionen zu erkennen waren [10]. Thoraxröntgenbilder von Tieren nach einem Trauma müssen sorgfältig auf bestehende Lungenkontusion, Pneumothorax (> Kap. 30.2.3), Pleuraerguss (> Kap. 30.2.4) und Zwerchfellhernien (> Kap. 30.2.1) untersucht werden. Rippenfrakturen werden auf Röntgenbildern gerne übersehen, wenn die Rippenkonturen nicht ausdrücklich genau überprüft werden, vor allem, wenn das frakturierte Segment nicht oder nur leicht verschoben ist. Röntgenaufnahmen sollten, wenn möglich, immer in mindestens zwei unterschiedlichen Strahlengängen (ventrodorsal/dorsoventral und latero-lateral) gemacht werden. Durch die sorgfältige Untersuchung von Wirbeln, Schulterblättern und Vordergliedmaßen lassen sich eventuell zusätzlich vorliegende skelettale Traumata diagnostizieren. Besteht Verdacht auf multiple Verletzungen, bietet sich eine CT-Untersuchung des ganzen Körpers anstelle mehrerer einzelner Röntgenaufnahmen an.

Beachte

Thoraxröntgenbilder dyspnoischer Tiere müssen besonders sorgfältig ausgewertet werden, um parenchymatöse Läsionen (d. h. Kontusionen) von einem Pneumothorax abzugrenzen.

Laborbefunde

Die labordiagnostischen Befunde sind meist unspezifisch. Eine Blutgasanalyse kann eine Hypoxämie, respiratorische Azidose (durch Hypoventilation) oder Alkalose (durch Hyperventilation) aufdecken.

Differenzialdiagnose

Zu den Differenzialdiagnosen gehören Rippenfrakturen, die sekundär nach neoplastischen oder infektiösen Prozessen auftreten. Derartige Läsionen sind aber im Allgemeinen von Lysis oder Proliferation in die angrenzenden Knochen gekennzeichnet.

Konservative Therapie

Die meisten Tiere mit Thoraxtraumata können ohne einen chirurgischen Eingriff stabilisiert werden. Bei Patienten mit starker Lungenkontusion oder Blutungen ist eine Antibiotikatherapie angezeigt. Das Vorliegen eines Pneumothorax muss abgeklärt werden und ist entsprechend zu behandeln (> Kap. 30.2.3). Dyspnoische Tiere müssen mit Sauerstoff versorgt werden. Bei einer bestehenden Flatterbrust kann das betroffene Rippensegment zunächst stabilisiert werden, indem man den Patienten mit der betroffenen Seite nach unten lagert. In der Humanmedizin ist bei Lungenkontusion und Flatterbrust die mechanische Beatmung in der Regel die Therapie der Wahl. Bei vielen tierischen Patienten ist eine Langzeitbeatmung allerdings nicht möglich und die Stabilisierung des Rippensegments daher angezeigt (siehe unten). Die Stabilisierung verhindert eine weitere Verletzung von intrathorakalen Strukturen, verbessert die Ventilation und vermindert die mit der Bewegung der frakturierten Segmente verbundenen Schmerzen. Ob eine chirurgische Stabilisierung langfristig von Nutzen ist, wird unter dem Abschnitt Prognose besprochen.

Chirurgische Therapie

Die chirurgische Exploration von Bisswunden am Thorax wird empfohlen, um devitalisiertes Gewebe einem Débridement zu un-

terziehen und das Ausmaß einer Kontamination zu verringern. Bei einem Hund mit einer perforierenden Bisswunde am Thorax wurde kürzlich eine Unterdruck-Wundbehandlung erfolgreich durchgeführt [11].

Bei perforierenden Verletzungen oder mehr als drei röntgenologisch dokumentierten Läsionen (oder beidem) ist eine explorative Thorakotomie angezeigt [10]. Einzelne Rippenfrakturen müssen nur selten chirurgisch versorgt werden. Serienrippenbrüche können aber weitere Läsionen oder Defekte in der Brustwand verursachen (z. B. Thoraxdeformationen), weshalb in diesen Fällen eine Operation gerechtfertigt ist. Liegt gleichzeitig ein intrathorakales Trauma vor, das eines chirurgischen Eingriffs bedarf, bietet sich die offene Stabilisierung der Rippenfrakturen an. Die Flutterbrust kann mit einer externen Schienung des Thorax behandelt werden, die das betroffene Segment stabilisiert (siehe unten).

Präoperatives Vorgehen

Traumapatienten mit Lungenkontusion müssen vor der chirurgischen Korrektur der Rippenfrakturen stabilisiert werden. Wenn notwendig, muss eine Schockbehandlung eingeleitet werden (d. h. Flüssigkeitstherapie und Antibiose, eventuell auch Kortikosteroidgaben). Die Verabreichung von Sauerstoff wirkt sich bei den meisten Patienten positiv aus (> Kap. 4). Antibiotika sind vor allem dann indiziert, wenn starke pulmonale Kontusionen oder Blutungen vorliegen. Bei Serienrippenbrüchen und Flutterbrust erleichtert man dem Tier die Atmung allein schon dadurch, dass man es mit der betroffenen Seite nach unten lagert.

Anästhesie

Die Schienung des frei beweglichen Rippensegments kann mit einem lokalen interkostalen Nervenblock (> Kap. 30) anstelle einer Allgemeinanästhesie erfolgen. Empfehlungen zur Anästhesie von Tieren mit respiratorischen Erkrankungen sind in > Kap. 29.1.3

zu finden. Ist eine Vollnarkose notwendig, sei auf die Anästhesieprotokolle für akute Traumapatienten in > Tab. 30.3 verwiesen.

Lagerung

Für die chirurgische Reparatur von Rippenfrakturen und Flutterbrust wird der laterale Thorax im Bereich der betroffenen Rippen geschoren und für einen chirurgischen Eingriff vorbereitet.

Operationstechniken

Rippenfrakturen

Zur einfachen Marknagelung wird ein schmaler intramedullärer Pin durch das proximale Fragment in den Knochenmarkkanal gesetzt. Die Fraktur wird reponiert und der Pin nun auch in das distale Segment gesetzt. Die Enden des Pins werden durch den Kortex geführt und zur besseren Fixation leicht umgebogen. Alternativ kann die Frakturversorgung auch mittels Cerclage oder Kreuzspickung erfolgen.

Flutterbrust

Die betroffenen Rippen werden an ein Stück Kunststoffschienenmaterial (z. B. Orthoplast®) befestigt, das zuvor so in Form gebogen wurde, dass es sich an die Brustwand anfügt (> Abb. 29.15). Unter Verwendung eines Steinmann-Nagels werden ausreichend große Löcher in das Material gebohrt, um das gewählte Nahtmaterial (siehe unten) hindurch zu fädeln. Die Fäden werden um die betroffenen Rippen herum und ihre Enden durch die vorgebohrten Löcher in der Schienungsplatte geführt und fest verknötet.

Als Alternative zur Kunststoffplatte können auch Aluminiumstäbe, Zungenspatel oder Lubra-Platten verwendet werden.

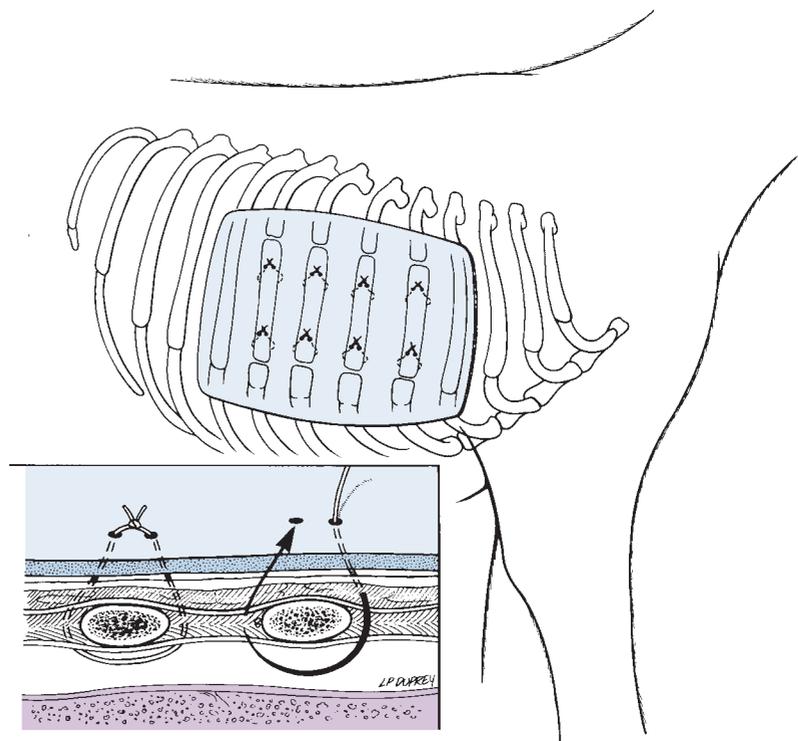


Abb. 29.15 Zur chirurgischen Korrektur der Flutterbrust werden die betroffenen frakturierten Rippen mit einer Kunststoffplatte geschient. Die Fäden werden um die betroffenen Rippen herum und durch die Löcher in der Schienungsplatte geführt und verknötet.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Für das Anbringen einer Schiene bei Tieren mit Flatterbrust eignet sich starkes monofiles Nahtmaterial (2-0 bis 2, je nach Größe des Tieres) mit einer angeschweißten großen, gebogenen Nadel. Zusätzlich wird zur Lochung der Platte ein Steinmann-Pin samt Zubehör benötigt. Für die Korrektur von Rippenfrakturen sind kleine intramedulläre Pins sowie Zerklagedrähte notwendig.

Postoperative Versorgung und Überwachung

Tiere mit einem Trauma der Brustwand müssen in der postoperativen Phase genau auf Anzeichen von Hypoventilation und Pneumothorax (> Kap. 30.2.3) überwacht werden. Die Gabe von Analgetika ist zu empfehlen (> Tab. 29.1).

Prognose

Die Prognose für Tiere mit Thoraxtrauma hängt im Allgemeinen vom Umfang des pulmonalen und kardialen Traumas sowie von der Entwicklung postoperativer Wundkomplikationen ab. Berichten zufolge liegt die Mortalitätsrate von Hunden und Katzen mit thorakalen Bisswunden bei 15% [10]. Die meisten Rippenfrakturen heilen ohne chirurgische Intervention. Für das langfristige Behandlungsergebnis bei Patienten mit Flatterbrust macht es keinen Unterschied, ob das lose Segment operativ stabilisiert wurde oder nicht. Bei Katzen ist die Prognose nach Rippenfrakturen aufgrund eines Traumas generell gut; liegen zusätzlich auch Flatterbrust, Pleuraerguss oder Zwerchfellhernien vor, ist die Prognose allerdings schlechter.

29.2.2 Lungentumoren

Definition

Primäre pulmonale Neoplasien entstehen im Lungengewebe als solitäre Massen oder in seltenen Fällen als multizentrische Herde.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Primäre Lungentumoren sind bei Hunden und Katzen sehr viel seltener als metastatische Neoplasien. Am häufigsten betroffen sind dabei die diaphragmatischen Lungenlappen und hier wiederum häufiger die rechten Lungenlappen. Die Klassifikation von Primärtumoren der Lunge basiert in der Regel auf dem vorherrschenden histologischen Muster, da eine anatomische Zuordnung zu einem Ursprungsgewebe sehr häufig nicht möglich ist oder mehrere Tumortypen auf einmal vorkommen. Adenokarzinome sind die bei Hunden und Katzen am häufigsten diagnostizierte Tumorart, wogegen Plattenepithelkarzinome und anaplastische Karzinome eher selten sind. Auch Primärtumoren bindegewebigen Ursprungs (z. B. Osteosarkome, Fibrosarkome, Hämangiosarkome) sind selten. Die meisten primären pulmonalen Neoplasien sind bösartig, doch ist auch von gutartigen Tumoren berichtet worden (papilläres Adenom, bronchiales Adenom, Fibrom, Myxochondrom und Plasmozytom). Pulmonale Neoplasien sind sehr aggressiv und neigen zu frühzeitiger Metastasierung. Fast alle anaplastischen Karzinome und Plattenepithelkarzinome haben zum Zeitpunkt der Diagnose bereits Metastasen ausgebildet, während dies nur bei etwa der Hälfte der Adenokarzinome der Fall ist. Die Metastasierung erfolgt in die Lunge selbst oder in die regionalen Lymphknoten oder aber in beide Strukturen.

Für alle nodulären Lungenerkrankungen sind Sekundärtumoren der Lunge die wichtigste Differenzialdiagnose. Zu den Tumoren, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit pulmonale Metastasen ausbilden, zählen Mammakarzinome, Schilddrüsenkarzinome, Hämangiosarkome, Osteosarkome, Übergangszellkarzinome, Plattenepithelkarzinome und orale sowie digitale Melanome.

Das feline Lunge-Zehen-Syndrom ist ein ungewöhnliches Metastasierungsmuster bei Katzen mit Primärtumoren der Bronchien oder bronchoalveolären Metastasen. Diese bilden sich an den distalen Phalangen mehrerer Zehen verschiedener Gliedmaßen. Am häufigsten betroffen sind die gewichtstragenden Zehen.

Diagnose

Klinik

Signalement

Das durchschnittliche Alter von Hunden und Katzen mit primären Lungentumoren liegt bei über zehn Jahren. Anaplastische Karzinome kommen tendenziell häufiger bei etwas jüngeren (8–9 Jahre) Tieren vor als Adenokarzinome. Es scheint keine Geschlechts- oder Rassenprädisposition zu geben, doch sind Boxer offenbar überrepräsentiert. Bei Katzen ist das durchschnittliche Alter bei der Diagnose von Lungentumoren zwölf Jahre, und auch hier scheint keine Geschlechts- oder Rassenprädisposition zu bestehen.

Anamnese

Fast 25% aller Hunde mit pulmonalen Neoplasien sind zum Zeitpunkt der Diagnose beschwerdefrei, und die pulmonalen Neoplasien stellen einen Zufallsbefund dar, wenn Röntgenbilder des Thorax wegen eines anderen Problems angefertigt werden. Sind klinische Symptome bereits vorhanden, berichten die Besitzer oft, dass diese schon seit Wochen oder Monaten bestehen.

Klinische Untersuchung

Der häufigste klinische Befund bei Hunden mit primären Lungentumoren ist ein unproduktiver Husten. Weitere Symptome sind Hämoptyse, Fieber, Lethargie, Belastungsintoleranz, Gewichtsverlust, Dysphagie und Anorexie. Lahmheiten können in Verbindung mit Knochen- oder Muskelmetastasen, aber auch in Verbindung mit hypertropher Osteopathie oder dem feline Tumor-Zehen-Syndrom auftreten. Bei Katzen mit primären Lungentumoren sind die häufigsten Symptome Gewichtsverlust, Lethargie und Dyspnoe, wobei respiratorische Symptome generell nur bei einem Drittel der Katzen festzustellen sind.

Bildgebende Verfahren

Besteht der Verdacht auf pulmonale Neoplasien, müssen in jedem Fall Röntgenaufnahmen des Thorax angefertigt werden (> Abb. 29.16). Den häufigsten Befund bei Hunden mit Primärtumoren der Lunge stellt eine einzelne noduläre Verschattung in der Peripherie des dorsokaudalen Lungenlappens dar (> Abb. 29.17). Multiple miliare Läsionen kommen eher selten vor (> Abb. 29.18). Das radiologische Muster kann sich als einfach-nodulär, multipel-nodulär oder disseminiert-infiltrativ darstellen. Multiple umschriebene Läsionen in einem einzelnen oder mehreren Lungenlappen deuten meist eher auf metastatische Neoplasien als auf einen Primärtumor der Lunge hin.

Das feline bronchoalveoläre Karzinom kann sich als gemischtes bronchoalveoläres Muster darstellen, aber auch als schlecht definierte alveoläre Masse oder als kavitäre Umfangsvermehrung. Bei

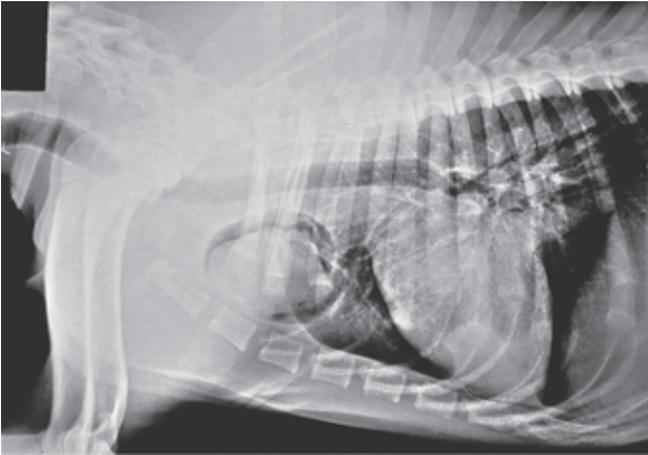


Abb. 29.16 Thoraxröntgen eines 2 Jahre alten Deutschen Schäferhundes mit einer bronchogenen Zyste im linken kranialen Lungenlappen. Die chirurgische Resektion wurde über eine mediane Sternotomie durchgeführt.

betroffenen Katzen zeigt sich typischerweise eine Bronchialerkrankung (z. B. ein bronchointerstitielles Muster, peribronchiales Cuffing [ödembedingte Verdickung der Bronchialwand] oder Bronchiektasie); auch Metastasen in den Luftwegen können vorhanden sein. Da die im Röntgen sichtbaren Zeichen eines Lungentumors bei Katzen nicht spezifisch sind (viele entzündliche Erkrankungen erzeugen ähnliche Veränderungen), sollte zur definitiven Diagnose eine Feinnadelaspiration durchgeführt werden.

Beachte

Angesichts der häufig fehlenden respiratorischen Symptome bei Tieren mit Lungentumoren empfiehlt sich die Anfertigung eines Thoraxröntgens bei all jenen Hunden oder Katzen, die mit unerklärlichen chronischen Symptomen vorgestellt werden.

Röntgenaufnahmen des Thorax sollten immer sowohl im ventrodorsalen als auch in beiden laterolateralen Strahlengängen angefertigt werden. Läsionen in der Lunge werden oft nicht bemerkt, da bei laterolateralen Aufnahmen der betroffene Lungenflügel wegen der erhöhten Dichte des umgebenden Lungengewebes bzw. aufgrund der Atelektase nicht zu erkennen ist. Röntgenbilder stellen ein relativ unempfindliches Diagnoseverfahren für pulmonale Neoplasien dar, da die Knoten mindestens einen Durchmesser von 0,5–1 cm haben müssen, um zuverlässig erkannt zu werden. Die Aufnahmen müssen immer auch auf Anzeichen von sternaler oder hilärer Lymphadenopathie und/oder Pleuraerguss untersucht werden. Es kann u. U. schwierig sein, Lungenmetastasen eines primären Lungentumors von pulmonalen Fernmetastasen anderer Primärtumoren abzugrenzen. Verglichen mit primären Läsionen sind metastatische Neoplasien meist kleiner, besser umschrieben und vorwiegend in den peripheren oder mittleren Anteilen der Lunge zu finden. Multiple Knoten im Zusammenhang mit primären Lungentumoren bestehen meist aus einem großen solitären Rundherd und mehreren kleineren sekundären Knoten. Treten multiple Knoten als Metastasen auf, so finden sich in der Regel mehrere große Rundherde und unterschiedlichste kleinere Knoten. Das sensitivste Untersuchungsverfahren zur Diagnose pulmonaler Läsionen ist eine kontrastverstärkte Computertomografie (CT). Generell ist die CT für den Nachweis von knotenartigen Veränderungen in der Lunge sensitiver als Röntgenaufnahmen in drei

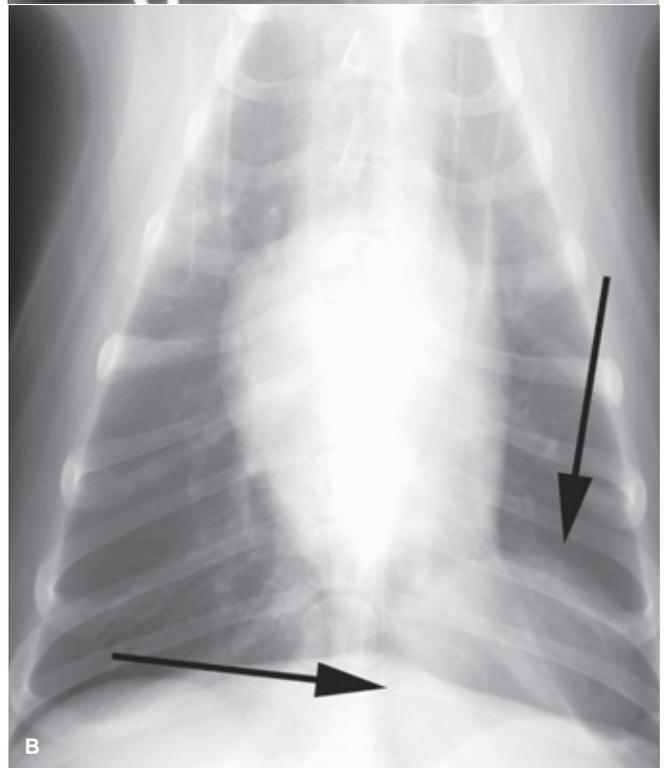
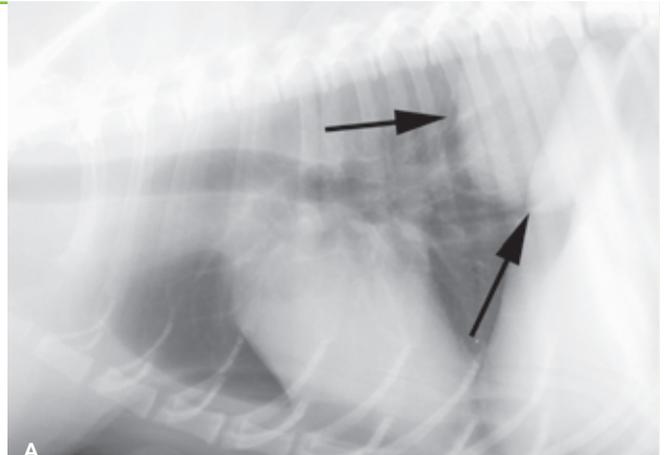


Abb. 29.17 Hund mit großer Umfangsvermehrung im linken Lobus caudalis. Man beachte die gut definierten Ränder der Weichteilmasse (Pfeile). Als Differenzialdiagnose kommt primär ein Primärtumor der Lunge infrage.

A) Rechts-laterale Röntgenaufnahme

B) Ventrodorsale Röntgenaufnahme

Ebenen; dies gilt insbesondere bei großen und Rassen [12]. Bei CT-Aufnahmen des Thorax von Katzen fanden sich bei 53 % der Tiere zusätzliche Herde pulmonaler Erkrankung, die als Metastasen einzugliedern waren; ein Pleuraerguss wurde bei 30 % der Katzen diagnostiziert [13].

Beachte

Um primäre oder metastatische Lungentumoren zu diagnostizieren, sollten Röntgenaufnahmen des Thorax immer sowohl im ventrodorsalen als auch in beiden laterolateralen Strahlengängen angefertigt werden. Röntgenbilder von Tieren mit pulmonaler Neoplasie immer auf das Vorhandensein multipler Herde sowie auf Lymphadenopathie und/oder Pleuraerguss untersuchen.

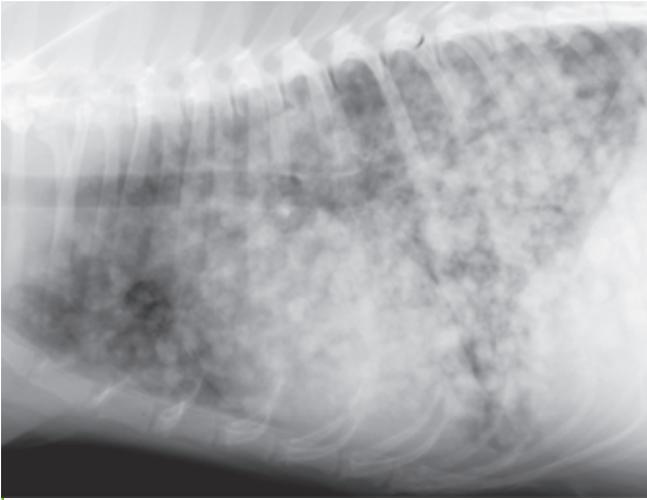


Abb. 29.18 Thoraxröntgen eines 7 Jahre alten Siberian Husky mit metastatischen Neoplasien. Man beachte das miliare noduläre Muster der Lunge. Als Differenzialdiagnose käme hier primär eine Pneumonie durch Pilzinfektion in Frage.

Von thorakalen Umfangsvermehrungen kann man unter Ultraschall- oder CT-Kontrolle Feinnadelaspirate entnehmen (> Kap. 29.1.6).

Die zytologischen Befunde von Feinnadelaspiraten (Blindbiopsien und ultraschallkontrollierte Biopsien) spiegeln exakt die Ergebnisse der histopathologischen Untersuchung wider. Gleichermaßen genau sind die diagnostischen Resultate von CT-gesteuerter intrathorakaler Feinnadelaspiration und Kernbiopsien. Zu den Komplikationen zählen Pneumothorax und Lungenblutung bzw. beides; eine Behandlung ist in der Regel jedoch nicht notwendig. Durch die Verwendung sehr feiner Nadeln (25 oder 27 G) lassen sich die Komplikationen gering halten. Die endoskopische Sonografie (wobei die Spitze des Endoskops im Ösophagus liegt) stellt für die weitere Beurteilung von im Röntgen entdeckten intrathorakalen Massen, die sich aufgrund ihrer Lokalisation oder der Überlagerung durch gasgefüllte Strukturen einer weiteren routinemäßigen radiologischen Beurteilung entziehen, ein wertvolles diagnostisches Verfahren dar. Während der Untersuchung können auch ultraschallgeleitete Biopsien von verändertem Gewebe genommen werden.

Laborbefunde

Der Laborbefund ist meist unspezifisch, kann aber eine aregenerative Anämie, Leukozytose und Hyperkalzämie ergeben.

Differenzialdiagnose

Pulmonale Neoplasien müssen von Abszessen oder Granulomen (z. B. herzwurmbedingt oder mykotisch) abgegrenzt werden. Proben für eine zytologische Untersuchung können durch Probeexzision, perkutanes Feinnadelaspirat, transtracheale Lavage, Thorakoskopie oder Bronchoskopie gewonnen werden. Die zytologische Untersuchung eines Feinnadelaspirats ist ein hilfreiches nichtinvasives Diagnoseverfahren, setzt allerdings voraus, dass der Knoten mittels Kanüle erreicht werden kann. Mithilfe der thorakoskopischen Lungenbiopsie lassen sich Biopsieproben, je nach Lokalisation, sicher und minimalinvasiv gewinnen.

Beachte

Die Unterscheidung zwischen schweren mykotischen Erkrankungen und miliaren Neoplasien im Röntgen kann schwierig sein.

Konservative Therapie

Bei Kleintieren ist die chirurgische Entfernung von primären Lungentumoren die Therapie der Wahl, während in der Humanmedizin bei ähnlichen Lungentumoren routinemäßig eine Chemotherapie angewandt wird. Eine adjuvante chemotherapeutische Behandlung von Lungentumoren kann bei Tieren gute Erfolge zeigen. Bezüglich umfassenderer Informationen zur Chemotherapie von Lungentumoren bei Tieren sei der Leser auf Fachbücher der Onkologie verwiesen.

Chirurgische Therapie

Die großzügige Exstirpation des Tumors im Gesunden ist die Therapie der Wahl bei solitären Primärtumoren oder multiplen Herden in einem einzelnen Lungenlappen, sofern keine Anzeichen für Fernmetastasen oder fortgeleitete extrapleurale Herde vorhanden sind. Die chirurgische Resektion betroffener Lungenareale ist gelegentlich auch bei Lungenmetastasen eines entfernten Primärtumors (z. B. Osteosarkom der Extremitäten) indiziert. Die interkostale Thorakotomie hat gegenüber der medianen Sternotomie den Vorteil, dass sie eine bessere Darstellung der zu resezierenden Lungenlappen ermöglicht und die Lymphknotenbiopsie (> Kap. 29.1.6) erleichtert. Eine partielle Lobektomie sollte nur dann durchgeführt werden, wenn der Tumor am Rand eines Lungenlappens lokalisiert ist; ansonsten ist eine totale Lobektomie vorzunehmen. Die thorakoskopische Untersuchung ist eine wertvolle Hilfe, um das Vorhandensein von Metastasen noch vor der Durchführung der Thorakotomie abzuklären, vor allem, wenn eine Metastasierung die Entscheidung für oder gegen eine Resektion beeinflussen würde. Von der thorakoskopischen Entfernung von primären Lungentumoren beim Hund ist berichtet worden [4, 14, 15]. Im Vergleich zur offenen Thorakotomie bestand der einzige signifikante Unterschied in der längeren Operationsdauer bei der Thorakoskopie, während andere Parameter wie vollständige Exzision im Gesunden, Dauer der stationären Aufenthalts-, Komplikationsrate, kurzfristige Überlebenszeiten und mediane Überlebenszeiten vergleichbar waren [15].

Präoperatives Vorgehen

Das präoperative Management von Tieren mit pulmonalen Neoplasien und Dyspnoe gleicht dem für Tiere mit anderen respiratorischen Erkrankungen (> Kap. 29.1). Ist die Tumormasse sehr groß, kann die Lagerung mit der betroffenen Seite nach unten die Ventilation verbessern.

Anästhesie

Siehe unter Anästhesie von Patienten mit respiratorischen Erkrankungen in > Kap. 29.1.3.

Chirurgisch relevante Anatomie

Für die anatomische Beschreibung der Lungenlappen wird auf > Kap. 29.1.5 verwiesen.

Lagerung

Da die meisten Lungentumoren über eine interkostale Thorakotomie entfernt werden, muss der laterale Thorax für einen chirurgischen Eingriff entsprechend vorbereitet werden.

Beachte

Bei Hunden mit großen pulmonalen Tumoren bei Präparation und Narkoseeinleitung auf die Lagerung achten. Das Gewicht des Tumors kann, wenn das Tier mit der gesunden Seite nach unten liegt, die Expansion der Lunge und damit die Atmung behindern. In solchen Fällen kann es von Vorteil sein, den Patienten in Bauch- oder Rückenlage vorzubereiten.

Operationstechniken

Thorakoskopische Biopsie oder partielle Lobektomie

Die Wahl der geeigneten Technik richtet sich nach Größe und Lokalisation des Tumors.

Die Lungenlappen werden mit dem Thorakoskop gründlich auf pathologische Veränderungen untersucht. Kleine Knoten, die in der Peripherie des Lungenlappens liegen, werden wie in > Kap. 29.1.6 (Lungenbiopsie) beschrieben, entfernt.

Bei größeren Tumoren, die eine partielle Lobektomie erfordern, wird mithilfe der Thorakoskopie die optimale Stelle für die Mini-Thorakotomie („Schlüsselloch“-Technik) ermittelt, wobei sich die Größe der Inzision nach der Größe des zu exstirpierenden Tumors bzw. Lungenlappens richtet.

Der betroffene Lungenlappen wird mit einer Babcock-Fasszange erfasst und so weit exteriorisiert, dass ein Stapler (z. B. TA-30- oder TA-55-Stapler) zwischen Tumor und Hilus platziert werden kann. Der betroffene Lungenlappen wird nun entlang der vorgesehenen Linie geklammert und abgesetzt. Nach eingehender Überprüfung der Schnittstelle auf eventuelle Leckagen wird die Lunge in den Brustraum zurückverlagert.

Thorakoskopische Lobektomie

Lungentumoren an der Peripherie des Organs können thorakoskopisch entfernt werden. Bei größeren Umfangsvermehrungen oder Zubildungen nahe des Lungenhilus ist die Entfernung mit dieser Technik aufgrund der beeinträchtigten Visualisierung und der schwierigen Manipulation der Lunge eine Herausforderung. Zur Optimierung des für den Eingriff nötigen Raums empfiehlt sich die Einlungenventilation.

Das Tier wird in lateraler Schräglage positioniert, um eine bessere Sicht auf den Hilus zu erhalten. Der Endoskop-Port und zwei bis drei Instrumenten-Ports werden nach dem Triangulationsmodus angeordnet und hergestellt (> Kap. 29.1.6). Die Manipulation der betroffenen Lunge erfolgt mit einer atraumatischen Pinzette. Durch scharfe Dissektion wird der Lungenhilus freigelegt. Mit einem endoskopischen Stapler (EndoGIA, 45–65 mm lang; Magazin mit 3,5-mm-Klammern) werden die Klammern in rechtem Winkel über den Hilus gesetzt. Nach Auslösen des Staplers wird die resezierte Lunge in einen Endobeutel platziert, um bei Herausziehen des Endoskops das Gewebe der Thoraxwand nicht mit Tumorzellen zu kontaminieren. Um die im Endobeutel befindliche resezierte Lunge nach außen befördern zu können, muss einer der Instrumenten-Ports vergrößert werden. Vergrößerte hiläre Lymphknoten

werden biopsiert oder entfernt. Die geklammerte Naht ist auf Blutungen oder Luftleckagen zu kontrollieren. Nach Platzierung eines Thorakostomietubus werden alle Ports routinemäßig verschlossen.

Partielle oder totale chirurgische Lobektomie

Siehe > Kap. 29.1.6.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Bei Anzeichen einer Infektion sollte kein nichtresorbierbares, geflochtenes Nahtmaterial (z. B. Seide) verwendet werden (> Kap. 29.1.8).

Postoperative Versorgung und Überwachung

Postoperativ werden die Tiere auf Anzeichen von Dyspnoe beobachtet. Sauerstoff muss auf alle Fälle verfügbar sein. Die Patienten werden analgetisch versorgt (> Kap. 29.1.3). Die Effektivität der Ventilation kann mittels Blutgasanalyse und Pulsoxymeter gut beurteilt werden. Plötzlich auftretende Atemnot kann mit Blutungen oder der Ausbildung eines Pneumothorax in Zusammenhang stehen.

Komplikationen

Die schwerwiegendsten Komplikationen bei der Entfernung von Lungentumoren beim Hund sind Blutungen und Pneumothorax im Zusammenhang mit der Lobektomie (> Kap. 29.1.10). In 9–23 % der Fälle muss die Thorakoskopie zu einer Thorakotomie erweitert werden.

Prognose

Die Prognose ist günstig bei Hunden mit gut differenzierten primären Lungentumoren ohne Metastasierung und ohne klinische Symptome. Hunde mit Tumoren der Lungenränder oder Lungenbasis haben bessere Überlebenszeiten als solche, bei denen ganze Lungenlappen involviert sind. Der wichtigste prognostische Faktor in Verbindung mit der Überlebenszeit bei Hunden ist, ob bereits eine Metastasierung in die Lymphknoten erfolgt ist oder nicht. Die Zwei-Jahres-Überlebensrate liegt bei Hunden nach einer Lobektomie bei etwa 50 % [14].

Die Prognose bei Katzen mit primären Lungentumoren ist schlecht, da die Erkrankung zum Zeitpunkt der Diagnose meist schon sehr weit fortgeschritten ist und die Tumoren sehr aggressives metastatisches Verhalten zeigen. In einer Studie lag die gesamte mediane Überlebenszeit bei betroffenen Katzen bei 156 Tagen; auch hier ist die Beteiligung der Lymphknoten ein wichtiger prognostischer Faktor (65 Tage Überlebenszeit bei Lymphknotenbeteiligung im Gegensatz zu 498 Tagen ohne Beteiligung der Lymphknoten). Bei Katzen mit einem Tumor mittleren Grades beträgt die mediane Überlebenszeit 730 Tage, während diese bei Tumoren höheren Grades bei nur 105 Tagen liegt [16]. In einer anderen Studie wird von einer medianen Überlebenszeit von nur elf Tagen berichtet, wobei folgende Faktoren mit der reduzierten Überlebenszeit in Korrelation standen: klinische Symptomatik zum Zeitpunkt der Diagnose, Pleuraerguss, Tumorstaging M1 (Fernmetastasen) und schlecht differenzierter Tumortyp [17]. Bei Katzen, die bei der Erstvorstellung keine klinischen Symptome aufwiesen, betrug die mediane Überlebenszeit 578 Tage.

29.2.3 Lungenabszess

Definition

Ein **pulmonaler Abszess** ist eine lokalisierte eitrige Einschmelzung von Gewebe, in deren Folge es zu Kavernenbildung in der Lunge kommen kann.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Pulmonale Abszesse sind selten, können aber als Komplikation bei Fremdkörpern, Neoplasien, bakteriellen Pneumonien, Aspirationspneumonien, Pilzinfektionen oder Parasitenbefall vorkommen. Abszesse, die sekundär nach Neoplasien auftreten, können steril oder infiziert sein. Die am häufigsten in Verbindung mit nekrotisierenden Pneumonien beim Hund isolierten Organismen sind *Escherichia coli*, *Pseudomonas* spp. und *Klebsiella* spp. Die Ruptur eines pulmonalen Abszesses kann zu einem Pyothorax (> Kap. 30.2.6) oder Pneumothorax (> Kap. 30.2.3) oder beidem führen. Pulmonale Abszesse können auch als Folge von Inhalation oder thorakaler Penetration von bestimmten Pflanzenteilen (z. B. Fuchsschwanzgras), die durch die Lunge migrieren, entstehen.

Diagnose

Klinik

Signalement

Pulmonale Abszesse kommen bei Hunden und Katzen aller Rassen sowie jeden Alters und Geschlechts vor.

Anamnese

Die Tiere werden häufig wegen anhaltenden leichten Fiebers, unterschiedlichster Grade von Atemnot, Gewichtsverlust, Lethargie und/oder einer Anämie vorgestellt. Die Dauer der Erkrankung schwankt dabei von Stunden bis Wochen. Die Ruptur eines pulmonalen Abszesses mit nachfolgendem Pneumothorax kann zu akuter Atemnot führen.

Klinische Untersuchung

Die klinischen Befunde variieren je nachdem, ob ein Pneumothorax oder ein Pleuraerguss (oder beides) vorhanden ist (> Kap. 30.2.3, > Kap. 30.2.4). Bei den meisten Tieren besteht Fieber. Bei der Auskultation sind inspiratorische knisternde Rasselgeräusche über der Masse zu hören.

Bildgebende Verfahren

Auf Röntgenbildern stellen sich pulmonale Abszesse meist als noduläre oder kavernöse strahlenundurchlässige Läsionen dar. In der Regel sind die Wände des Abszesses nur undeutlich abgebildet. Wenn ein Pleuraerguss vorhanden ist, kann eine Thorakozentese für die definitive Diagnose erforderlich sein. Durch eine Ultraschalluntersuchung lassen sich kavernöse von nicht kavernösen Läsionen unterscheiden, sofern ein geeignetes akustisches Fenster hergestellt werden kann. Mithilfe der Computertomografie können Lungenabszesse von Tumoren der Lunge unterschieden werden (> Abb. 29.19).

Laborbefunde

Das weiße Blutbild kann unauffällig sein oder eine Leukozytose mit oder ohne degenerative Linksverschiebung zeigen. Bei chronischen Infektionen kann eine aregenerative Anämie bestehen.

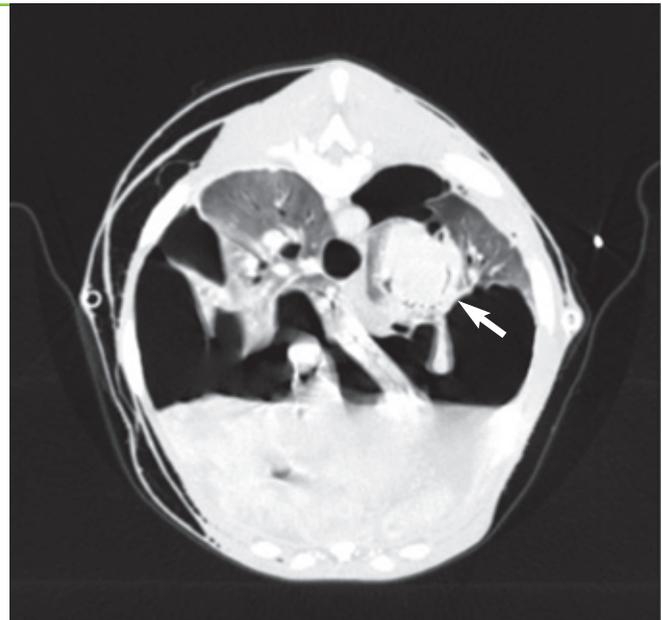


Abb. 29.19 Transversalschnitt einer Thorax-CT eines 5 Jahre alten Deutsch Kurzhaar mit einem Abszess im linken Lobus caudalis (Pfeil), hochgradigem Pneumothorax und Pleuraerguss

Differenzialdiagnose

Abszesse müssen durch eine zytologische und/oder histologische Untersuchung von mittels Probeexzision oder Feinnadelaspiration gewonnenen Proben von anderen nodulären oder kavernösen pulmonalen Läsionen abgegrenzt werden (Granulome, Paragonimiasis, Neoplasien). Bei der präoperativen Aspiration muss jedoch vorsichtig vorgegangen werden, um einen Pyothorax zu vermeiden. Die geeignete Aspirationsstelle lässt sich am besten unter Ultraschallkontrolle lokalisieren. Viele nicht neoplastische Läsionen (z. B. Paragonimiasis) können konservativ behandelt werden, doch ist in manchen Fällen eine definitive Diagnose nur mithilfe einer chirurgisch gewonnenen Biopsie möglich.

Konservative Therapie

Bei dyspnoischen Patienten muss die Therapie vorrangig auf die Stabilisierung der Tiere gerichtet sein. Bei Vorhandensein von pleuraler Flüssigkeit oder Luft ist unbedingt eine Thorakozentese durchzuführen. Für die Therapie sollte zunächst ein Breitbandantibiotikum mit gutem anaerobem Wirkungsspektrum gewählt werden (> Kap. 29.1.4); sobald die Ergebnisse von Kultur und Antibiogramm vorliegen, wird die Behandlung entsprechend angepasst und für drei bis sechs Wochen durchgeführt. Liegt ein Pyothorax vor, muss eine Thoraxdrainage platziert und der Thorax gespült werden (> Kap. 30.1.6). Manche Tiere sprechen gut auf die medikamentöse Therapie an und es kommt zur vollständigen Remission. Sollte nach mehreren Tagen medikamentöser Therapie keine Besserung der klinischen Symptome oder der Lungenfunktion zu sehen sein oder sollten die pleuralen Flüssigkeitsansammlungen weiterbestehen oder sich gekammerte Kavernen bilden, ist ein chirurgisches Eingreifen unumgänglich.

Chirurgische Therapie

Lässt sich ein solitärer pulmonaler Abszess durch die medikamentöse Therapie nicht auflösen, muss der betroffene Lungenlappen

teilreseziert werden oder eine totale Lobektomie via interkostaler Thorakotomie durchgeführt werden (> Kap. 29.1.6). Wenn multiple Verschattungen auf beiden Seiten des Thorax oder ein Pleuraerguss vorhanden sind, ist der Zugang über eine mediane Sternotomie zu bevorzugen.

Präoperatives Vorgehen

Bei dyspnoischen Patienten muss vor dem Eingriff eine Thorakozentese durchgeführt werden. Mit der antibiotischen Therapie wird sofort oder bei Vorliegen der Ergebnisse der Kultur begonnen.

Anästhesie

Hinweise und Anästhesieprotokolle für Tiere mit respiratorischen Funktionsstörungen sind in > Kap. 29.1.3 zu finden, speziell zur Anästhesie von Tieren mit Pneumothorax in > Kap. 30.2.3.

Chirurgisch relevante Anatomie

Die chirurgisch relevante Anatomie des Thorax wird in > Kap. 29.1.5 beschrieben.

Lagerung

Hinweise zur Lagerung der Tiere für die interkostale oder mediane Thorakotomie sind in > Kap. 29.1.6 zu finden.

Operationstechnik

Das erkrankte Lungengewebe wird identifiziert und noch vor jedem weiteren Schritt abgeklemmt, sodass kein purulentes Material benachbarte Lungenlappen kontaminieren kann. Je nach Größe und Lokalisation des Lungenabszesses wird nun eine partielle oder totale Lobektomie durchgeführt. Für bakterielle oder mykotische Kulturen (oder beides) sowie für die histologische Untersuchung werden die entsprechenden Proben eingesandt. Die restliche Brusthöhle wird auf die Anwesenheit von verändertem Gewebe oder Fremdkörpern untersucht. Alle erreichbaren Lungenlappen werden palpiert, um weitere pulmonale Läsionen abzuklären. Die Lungenlappen werden von etwaigen Verklebungen befreit, sodass alle Lappen frei beweglich sind. Eventuell vorhandene zystöse Gebilde sowie Fibrinablagerungen auf der Lungenoberfläche werden entfernt. Vor dem Verschluss der Brusthöhle wird eine Thoraxdrainage gelegt.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Bei vorhandenen Infektionen sollte von der Verwendung von geflochtenem, monofilem nichtresorbierbarem Nahtmaterial (z. B. Seide) Abstand genommen werden.

Postoperative Versorgung und Überwachung

Bei Infektionen wird die Verabreichung geeigneter Antibiotika während 3–6 Wochen empfohlen. Ein Pyothorax wird mit thorakaler Lavage behandelt (> Kap. 30.2.6). Postoperative Analgetika sollten in jedem Fall verabreicht werden (> Kap. 29.1.3).

Prognose

Die Prognose für Tiere mit pulmonalen Abszessen hängt von der zugrunde liegenden Ursache ab. Bei geeigneter Behandlung und in Abwesenheit von Neoplasien ist die Prognose des Lungenabszesses gut.

29.2.4 Lungenlappentorsion

Definition

Unter einer Lungenlappentorsion (LLT) versteht man die Rotation eines Lungenlappens um seine Längsachse. Dabei kommt es zur Verdrehung und Abschnürung des Bronchus und der pulmonalen Blut- und Lymphgefäße am Hilus.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Alle flexiblen Strukturen der Lunge, die einerseits ihre Mobilität gewährleisten, können andererseits auch eine Torsion begünstigen (> Box 29.3). Ein partieller Kollaps der Lunge (z. B. bei pulmonalen Erkrankungen oder Traumata) löst die Lunge aus ihren normalen räumlichen Beziehungen zu Brustwand, Mediastinum und angrenzenden Lungenlappen. Dies kann die Beweglichkeit der Lunge erhöhen. Auch ein Pleuraerguss oder Pneumothorax kann durch die nachfolgende Atelektase der Lunge die erhöhte Beweglichkeit eines Lungenlappens bewirken und somit auch zur Lungenlappentorsion prädisponieren. Auch wenn berichtet wurde, dass die LLT bei Hunden einen Chylothorax auslöst, so ist nicht auszuschließen, dass umgekehrt der Chylothorax die Torsion des Lungenlappens ausgelöst hat. Von Lungenlappentorsionen nach vorangegangenem chirurgischem Eingriff am Thorax wurde berichtet, wenn Lungenlappen manipuliert wurden und nach dem Thoraxverschluss partiell kollabiert blieben. Auch wenn eine LLT an jedem Lungenlappen auftreten kann, wird sie bei Hunden großer Rassen am häufigsten am rechten Lobus medius und bei kleinen Hunden am linken Lobus cranialis beobachtet.



Box 29.3 Mögliche Ursachen für eine Lungenlappentorsion

- Atelektase aufgrund von:
 - Pneumonie
 - Trauma
 - Pneumothorax
 - Pleuraerguss
 - Manipulation während eines chirurgischen Eingriffs
- Spontan
- Chirurgische Manipulation
- Keine Reposition der Lungenlappen nach chirurgischem Eingriff

Die Torsion eines Lungenlappens führt zur venösen Stauung des verdrehten Lungenlappens. Die zuführenden Arterien dagegen bleiben meist zumindest teilweise durchgängig, sodass weiterhin Blut in den Lappen gelangt. Durch den Einstrom von Flüssigkeit und Blut in die Alveolen kommt es zur Konsolidierung des Lungenlappens. Er verfärbt sich dunkel und wird fest und nimmt ein leberartiges Aussehen an. Die Form des Lungenlappens verändert sich und im Röntgen erscheint er manchmal verlagert. Als Folge der venösen Stauung kommt es außerdem häufig zur Ansammlung von Pleuraflüssigkeit.

Diagnose

Klinik

Signalement

Hunde großer Rassen mit tiefem Brustkorb, vor allem Afghanen, sind am häufigsten von einer Lungenlappentorsion betroffen; allerdings kommt die LLT oft auch bei Hunden kleiner Rassen oder Toy-Rassen vor. Eine Prädisposition scheint bei jungen männlichen Möpsen zu bestehen. Bei Afghanen ist die Lungenlappentorsion häufig von einem Chylothorax begleitet (➤ Kap. 30.2.5). Bei Hunden großer Rassen und beim Mops kann es spontan, ohne vorangegangene Erkrankung oder Trauma, zur Torsion eines Lungenlappens kommen. Von Lungenlappentorsionen wird auch bei Hunden anderer kleinerer Rassen berichtet, doch treten diese meist sekundär nach einem primären Pleuraerguss, nach operativen Eingriffen am Thorax oder infolge von Traumata auf. Obwohl die Lungenlappentorsion in jedem Alter auftreten kann, sind Hunde mittleren Alters doch am häufigsten betroffen. Erst kürzlich wurde allerdings bei sieben jungen Hunden unter einem Jahr, die mit Dyspnoe und Lethargie vorgestellt wurden, eine LLT diagnostiziert [19]. Bei Katzen sind Lungenlappentorsionen selten.

Anamnese

Hunde mit LLT werden in der Regel wegen Hustens und Hämoptysis vorgestellt. Manchmal besteht auch Anorexie und Depression. Bei signifikantem Pleuraerguss kann auch eine hochgradige Atemnot bestehen. Oft gibt es eine Vorgeschichte von Pneumothorax, Pneumonie oder Trauma.

Klinische Untersuchung

Da die Lungenlappentorsion fast immer mit einem Pleuraerguss einhergeht, gehören gedämpfte Herztöne und Lungengeräusche zu den üblichen Symptomen. Weitere Befunde können Depression, Anorexie, Husten, Fieber, Dyspnoe, Hämoptyse, Hämatemesis und/oder Erbrechen sein.

Bildgebende Verfahren

Röntgenologisch erkennbare Auffälligkeiten variieren je nachdem, wie viel Pleuraflüssigkeit vorhanden ist, ob begleitende oder auslösende Erkrankungen vorliegen und wie lange die Torsion schon besteht. Der beständige röntgenologische Befund ist ein von einem verschatteten Lungenlappen begleiteter Pleuraerguss. Anfangs sind im betroffenen Lungenlappen Luftbronchogramme vorhanden, die sich in abnorme Richtung ausdehnen können. Durch zunehmende Füllung der Bronchien mit Blut und Flüssigkeit können die Luftbronchogramme verschwinden. Bleibt der kollabierte verschattete Lungenlappen auch nach Entfernung der pleuralen Flüssigkeit unverändert erhalten, erhärtet dies den Verdacht auf eine Lungenlappentorsion (➤ Abb. 29.20). Innerhalb des betroffenen Lungenlappens sind oftmals kleine, verstreut liegende Luftbläschen zu erkennen (vesikuläres Lungenmuster). Die Bronchusstrukturen innerhalb des Lungenlappens können schwer zu erkennen sein; sind sie zu sehen, so erscheinen sie häufig unregelmäßig, fokal verengt, stumpf oder verschoben. Zudem sind oftmals eine Verlagerung des Mediastinums, eine gebogene und nach dorsal verlagerte Trachea sowie eine axiale Rotation der Carina zu sehen. Aufnahmen im horizontalen Strahlengang (in Seitenlage oder am stehenden Tier) sind dabei zur Abklärung oft hilfreich. Pleurale Flüssigkeit, die infolge einer Torsion auftritt, sammelt sich oft um

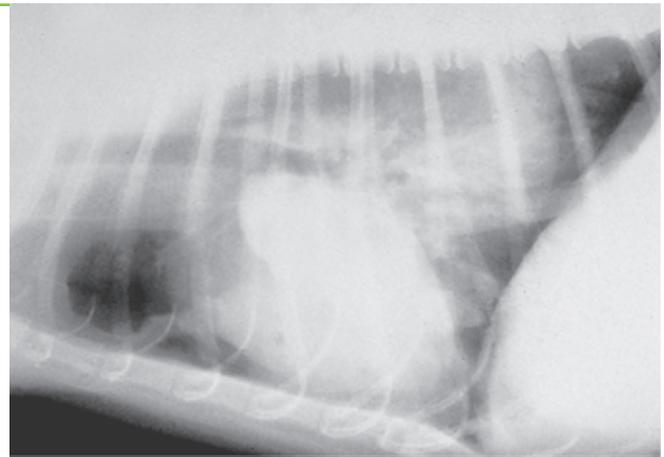


Abb. 29.20 Laterale Aufnahme des Thorax eines Hundes mit Torsion des rechten mittleren Lungenlappens. Die pleurale Flüssigkeit wurde vor der Aufnahme entfernt. Die Weichteilmasse überlagert die Herzsilhouette.

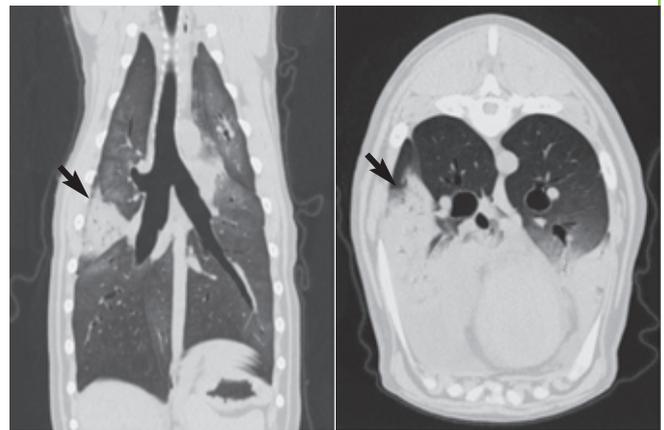


Abb. 29.21 CT-Schnittbilder aus einer koronalen und transversalen Schichtung bei einem 3 Jahre alten Mischlingshund mit Torsion des rechten Lobus medius der Lunge (Pfeile)

den betroffenen Lungenlappen herum und sinkt nicht ab. Die Unfähigkeit des betroffenen Lungenlappens, sich mit Luft zu füllen und nach oben oder in den nicht betroffenen Hemithorax auszu dehnen, ist ein unspezifischer Hinweis auf eine Lungenlappentorsion. In der Ultraschalluntersuchung des Thorax erscheint die betroffene Lunge in der Regel groß und echoarm mit zentralen Fokienachhallender Schallsignale, die für das Vorliegen von Gas sprechen. Oft sind die Befunde von Thoraxröntgen und Ultraschalluntersuchung auch unspezifisch, sodass vor einem chirurgischen Eingriff weitere diagnostische Schritte angezeigt sind.

Der CT-Befund von Hunden mit Lungenlappentorsion umfasst einen Pleuraerguss und einen abrupt endenden Bronchus sowie eine Vergrößerung und Konsolidierung des betroffenen Lappens und ein Emphysem (➤ Abb. 29.21). Ein intravenös verabreichtes Kontrastmedium reichert sich nur in den benachbarten kollabierten oder belüfteten Lungenlappen an, nicht aber im verdrehten Lappen. Die Bildrekonstruktion der CT-Daten liefert eine innere Ansicht von Trachea und Bronchi (virtuelle Bronchoskopie) und trägt zu einer definitiven Diagnose einer Lungenlappentorsion bei.

In der Bronchoskopie zeigt sich der Bronchus typischerweise okkludiert und „verdreht“. Das Gewebe an dieser Stelle erscheint manchmal ödematös. Auch Blut kann in den Bronchien vorhanden sein (➤ Abb. 29.22).

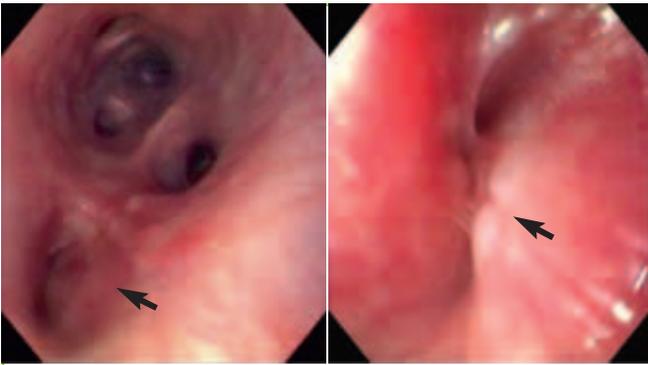


Abb. 29.22 Bronchoskopie eines Hundes mit verdrehtem Lungenlappen. Deutlich erkennbar sind die Okklusion des Bronchus (Pfeile) auf der rechten Seite sowie die Blutung aus der abgeschnürten Stelle.

Beachte

Die Torsion eines Lungenlappens führt in der Regel zu einem ausgedehnten Pleuraerguss. Der betroffene Lungenlappen kann oft erst nach Entfernung der Flüssigkeit röntgenologisch erkannt werden.

Laborbefunde

Die labordiagnostischen Befunde bei Lungenlappentorsion sind sehr unterschiedlich. Die Analyse der Pleuraflüssigkeit kann den Erguss als steril, serös, chylös, purulent oder hämorrhagisch identifizieren. Durch einen Pleuraerguss verschiedenster Ätiologie kann jedoch eine sekundäre Lungenlappentorsion ausgelöst werden, sodass die Ergebnisse der Flüssigkeitsanalyse oft verwirrend sein können. Das Auftreten von Blut in vorher nicht hämorrhagischer Pleuraflüssigkeit deutet meist auf eine Lungenlappentorsion hin. Das weiße Blutbild zeigt in manchen Fällen entzündliche Veränderungen, die aber auch auf das auslösende Krankheitsgeschehen und nicht so sehr auf die Lungenlappentorsion zurückzuführen sein können.

Differenzialdiagnose

Erkrankungen wie Pneumonie, pulmonale Thromboembolie, Lungenkontusion, Neoplasie, Atelektase, Hämothorax, Zwerchfellhernien oder Pyothorax können sich röntgenologisch wie eine Lungenlappentorsion darstellen. Das Auffinden eines verdrehten Lungenlappens nach chirurgischer Eröffnung des Thorax bringt schließlich die Bestätigung der Diagnose.

Konservative Therapie

Die Therapie zielt zunächst darauf ab, den Zustand des Patienten zu stabilisieren und die vorhandene Atemnot vor dem chirurgischen Eingriff zu lindern. Entstandene Pleuraflüssigkeit muss mittels Thorakozentese entfernt werden (> Kap. 30.1.6). Eine anhaltende Flüssigkeitsansammlung oder massive Pleuraergüsse können das Legen einer Thoraxdrainage erforderlich machen (> Kap. 30.1.6). Bei manchen Tieren bringt eine Sauerstofftherapie mittels nasaler Insufflation oder Sauerstoffkäfig eine Besserung der Atemprobleme. Zugrunde liegende Erkrankungen wie Pneumonien müssen diagnostisch abgeklärt werden und sind gegebenenfalls entsprechend antibiotisch zu behandeln. Die intravenöse Gabe von Flüssigkeit ist zur Vermeidung einer Dehydratation des Patienten vor und während des Eingriffs zu empfehlen.

Beachte

Die Lungenlappentorsion ist eine klare chirurgische Indikation, da eine Spontanheilung nur extrem selten vorkommt.

Chirurgische Therapie

Eine spontane Korrektur der Lungenlappentorsion kommt aufgrund des Anschwellens des Lappens und der schnellen Ausbildung von Adhäsionen fast nie vor. Die Therapie der Wahl ist somit immer die chirurgische Entfernung des betroffenen Lungenlappens. Der Schaden am Lungenparenchym ist meist so umfangreich, dass eine Rettung des verdrehten Lappens in den wenigsten Fällen möglich ist, es sei denn, die Torsion des Lungenlappens wird sofort diagnostiziert (z. B. direkt nach einem chirurgischen Eingriff am Thorax). Auch von Rückfällen nach chirurgischer Korrektur der Torsion ohne Lobektomie ist berichtet worden.

Präoperatives Vorgehen

Prophylaktische Antibiotika sind bei Tieren mit Lungenlappentorsion gerechtfertigt. Bei Tieren mit eingeschränkter Atemfunktion muss die pleurale Flüssigkeit vor der Narkoseeinleitung entfernt werden.

Anästhesie

Hinweise zum anästhetischen Management von Tieren mit Atemwegsproblematik sind in > Kap. 29.1.3 zu finden.

Lagerung

Der laterale Thorax der betroffenen Seite wird für eine interkostale Thorakotomie vorbereitet (> Kap. 29.1.6).

Operationstechnik

Der verdrehte Lungenlappen wird noch vor dem Versuch, ihn in seine korrekte Lage zurückzudrehen, mit einer nicht quetschenden Ligaturklemme abgeklemmt. Dies verhindert, dass Toxine oder Flüssigkeiten in die Blutbahn der anderen Lungenlappen gelangen.

Das Aufdrehen des Lungenlappens vor seiner Entfernung ermöglicht die Identifizierung der für die Ligatur relevanten vaskulären und bronchialen Strukturen, ist aber in vielen Fällen aufgrund der ausgedehnten Adhäsionen nicht ohne Weiteres möglich. Um die Gefäße oder den Bronchus zu ligieren, kann eine Transfixationsnaht gesetzt oder ein Müller-Knoten (Webeleinstek) verwendet werden.

Alternativ kann man sich zur Entfernung des betroffenen Lappens auch eines TA-Staplers bedienen. Nach erfolgter Lobektomie sind Lage und Expansion der verbleibenden Lungenlappen zu überprüfen. Vom entfernten Lungengewebe wird eine Probe zur histologischen Untersuchung eingesandt sowie eine mikrobielle Kultur des Lungenparenchyms angelegt, um Hinweise auf die auslösende Grundkrankheit zu erhalten (z. B. Pneumonie, Neoplasie). Vor dem Verschluss der Brusthöhle wird eine Thoraxdrainage gelegt.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Geflochtenes polyfiles Nahtmaterial muss aufgrund des hohen Infektionsrisikos vermieden werden. Zum Abklemmen des Bronchus eignen sich vor allem große Klemmen, wie z. B. eine Satinsky-Klemme (➤ Kap. 29.1.8).

Postoperative Versorgung und Überwachung

Die antibiotische Behandlung wird fortgesetzt, wenn eine Infektion nachgewiesen werden konnte. Die Patienten sind postoperativ analgetisch zu versorgen (➤ Kap. 29.1.3). Sobald die pleurale Flüssigkeitsproduktion unter 2,2 ml/kg Körpergewicht fällt, kann die Thoraxdrainage entfernt werden (➤ Kap. 30.1.6). Die meisten Patienten profitieren von einer Sauerstoffgabe in der postoperativen Phase, vor allem, wenn der Torsion eine Erkrankung der Lunge, z. B. eine Pneumonie, vorausging. Hält die Atemnot nach der Operation unvermindert an, sollte durch ein Thoraxröntgen eine eventuell erneute Torsion ausgeschlossen werden.

Prognose

Die Prognose ist nach chirurgischer Therapie der Lungenlappentorsion in den meisten Fällen günstig. Der Pleuraerguss gibt sich meist innerhalb einiger Tage, sofern nicht gleichzeitig ein Chylothorax vorliegt.

29.2.5 Trichterbrust (Pectus excavatum)

Definitionen

Bei der **Trichterbrust (Pectus excavatum)** handelt es sich um eine Fehlbildung des Brustbeins und der angrenzenden Rippenknorpel, die sich als dorsoventrale Einziehung des Brustkorbs darstellt. Unter **Pectus carinatum (Kielbrust, Hühnerbrust)** versteht man eine Protrusion des Sternums, die im Vergleich zur Trichterbrust deutlich seltener auftritt.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Die Ursachen für das Auftreten von Trichterbrust bei Tieren sind unbekannt (➤ Abb. 29.23). Zu den vorgeschlagenen Theorien für

die Entstehung dieser Fehlbildung zählen eine Verkürzung der Zentralsehne des Zwerchfells, abnormer intrauteriner Druck sowie eine angeborene Muskelschwäche des kranialen Anteils des Zwerchfells. Abnorme Atmungsgradienten scheinen bei der Entwicklung dieser Erkrankung bei einigen Hunden eine Rolle zu spielen, da brachycephale Hunde sehr häufig betroffen sind, die gleichzeitig auch eine hypoplastische Trachea aufweisen. Die Trichterbrust steht möglicherweise mit dem „Schwimmer-Syndrom“ in Zusammenhang, das eine nur wenig beschriebene Erkrankung neonater Hundewelpen bezeichnet, bei der die Gliedmaßen nach lateral so weit abgespreizt werden, dass ein normaler Gang unmöglich ist. Auch Fehlbildungen der Gliedmaßengelenke oder der langen Röhrenknochen können in Verbindung mit der Trichterbrust vorhanden sein.

Patienten mit Pectus excavatum weisen häufig respiratorische sowie kardiovaskuläre Funktionsstörungen auf. Durch die abnorme Lage des Herzens kann es zu Kreislaufproblemen kommen, die durch die Abknickung der großen Gefäße und den veränderten venösen Rückfluss sowie durch die Kompression des Herzens entstehen. Letzteres prädisponiert betroffene Tiere auch für Herzrhythmusstörungen (vor allem in den Herzohren). Auch die Kapazität der Ventrikel ist eingeschränkt und das Reservevolumen der Lunge reduziert. Häufig liegen auch kardiale Anomalien vor (siehe unten unter Differenzialdiagnose).

Diagnose

Klinik

Signalement

Pectus excavatum ist eine angeborene Anomalie bei Hunden und Katzen. Bei betroffenen Tieren zeigen sich die klinischen Symptome meist bereits bei der Geburt oder kurz danach. Die Trichterbrust kann bei allen Hunderassen vorkommen, doch scheinen brachycephale Rassen prädisponiert zu sein. Eine Geschlechtsprädisposition konnte dagegen noch nicht festgestellt werden.

Anamnese

Viele Tiere mit Trichterbrust zeigen überhaupt keine Symptome. Der Defekt ist aber in den meisten Fällen deutlich zu palpieren, was für die Besitzer auch bei fehlenden klinischen Symptomen häufig ein Grund ist, den Tierarzt aufzusuchen (➤ Abb. 29.24). Symptomatische Tiere werden wegen Belastungsintoleranz, Ge-

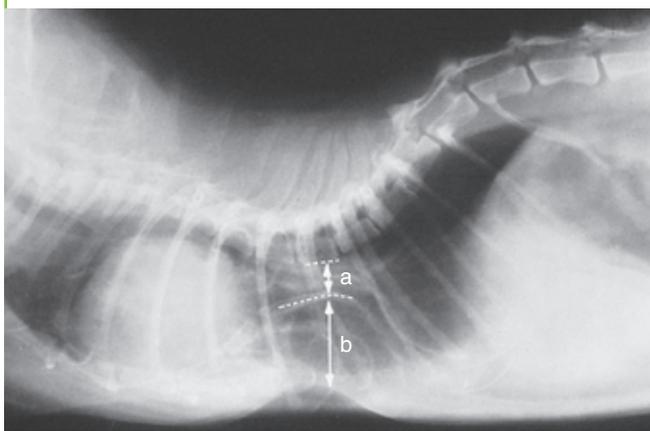


Abb. 29.23 Laterale Röntgenaufnahme einer Katze mit schwerer Form von Trichterbrust. Der Grad der Einziehung kann entweder über den geringsten Abstand zwischen Wirbelsäule und dorsalem Rand des Sternums (a) oder über die Tiefe der Wölbung (b) ermittelt werden. Es ist zu beachten, dass bei der massiven Form der Trichterbrust meist auch die Rippenknorpel deformiert sind. (Aus: Fossum TW et al. Pectus excavatum in eight dogs and six cats. J Am Anim Hosp Assoc. 1989; 25: 595.)



Abb. 29.24 Trichterbrust bei einer Katze. Der Kopf zeigt nach links. Die große Vertiefung am kaudalen Sternum ist offensichtlich. (Aus: Fossum TW et al. Pectus excavatum in eight dogs and six cats. J Am Anim Hosp Assoc. 1989; 25: 595.)

wichtsverlust, Hyperpnoe, rezidivierender Lungeninfektionen, Zyanose, Erbrechen, andauerndem produktivem Husten, Inappetenz und/oder Episoden geringgradiger respiratorischer Erkrankungen vorgestellt. Es wurde bisher kein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der klinischen Symptome und dem Grad der anatomischen und physiologischen Anomalien gefunden.

Beachte

Vom Pectus excavatum sind oft mehrere Tiere eines Wurfs betroffen. Auch wenn die Ätiologie nicht geklärt ist, sollte von einem Zuchteinsatz betroffener Tiere Abstand genommen werden. Die ehestmögliche Kastration der Tiere wird empfohlen.

Klinische Untersuchung

Die Deformation des Sternums ist in der Regel gut zu palpieren. Als weitere klinische Befunde können Herzgeräusche und raue Lungengeräusche auftreten. Die Dyspnoe ist unterschiedlich stark ausgeprägt, meist fällt aber eine flache schnelle Atmung auf.

Beachte

Herzgeräusche bei Tieren mit Trichterbrust müssen keine Herzerkrankung anzeigen, sondern können auch durch die abweichende Lage des Herzens im Thorax bedingt sein.

Bildgebende Verfahren

Auf Röntgenbildern des Thorax zeigt sich eine abnorme Einziehung des Sternums in den kaudalen Thorax. Das Ausmaß der Verformung kann objektiv erfasst werden, indem man die frontosagittalen und vertebralen Indizes anhand der Thoraxröntgenbilder berechnet (> Box 29.4). Den frontosagittalen Index erhält man, indem man das Verhältnis zwischen der auf einer dorsoventralen oder ventrodorsalen Röntgenaufnahme gemessenen Brustbreite auf Höhe des 10. Brustwirbels und der Entfernung zwischen dem Mittelpunkt der ventralen Oberfläche des 10. Brustwirbels zum nächstgelegenen Punkt des Sternums errechnet (> Abb. 29.25). Der vertebrale Index ist das Verhältnis zwischen der Entfernung vom Mittelpunkt der dorsalen Oberfläche eines ausgewählten Wirbelkörpers zum nächstgelegenen Punkt auf dem Brustbein und dem dorsoventralen Durchmesser im Mittelpunkt des gleichen Wirbelkörpers (> Abb. 29.25). Die Klassifizierung des Schweregrades des Pectus excavatum kann anhand dieser frontosagittalen und vertebralen Indizes in leichte, mittelschwere und schwere Form erfolgen (> Tab. 29.3). Diese Einteilung ist auch bei der objektiven Beurteilung der Verbesserung des Thoraxdurchmessers nach einem operativen Eingriff hilfreich.

Box 29.4 Normale frontosagittale und vertebrale Indizes

Frontosagittaler Index:

- Nicht brachycephale Hunderassen: 0,8–1,4
- Brachycephale Hunderassen: 1–1,5
- Katzen: 0,7–1,3

Vertebrale Index:

- Nicht brachycephale Hunderassen: 11,8–19,6
- Brachycephale Rassen: 12,5–16,5
- Katzen: 12,6–18,8

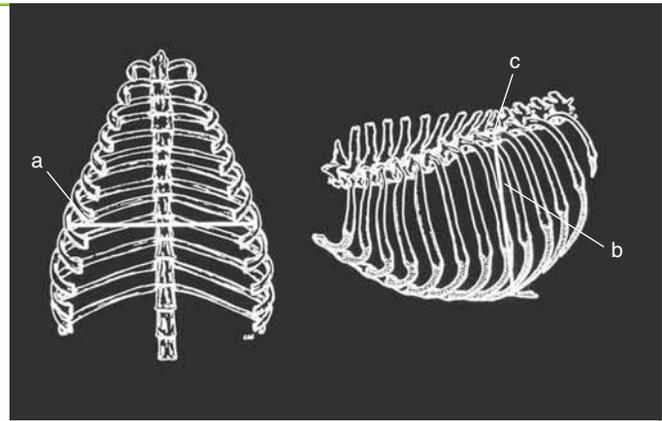


Abb. 29.25 Der frontosagittale Index ist das Verhältnis zwischen der Brustbreite auf Höhe des 10. Brustwirbels (a) und der Entfernung zwischen dem Mittelpunkt der ventralen Fläche des 10. Brustwirbels und dem nächstgelegenen Punkt auf dem Sternum (b). Der vertebrale Index ist das Verhältnis zwischen der Entfernung vom Mittelpunkt der dorsalen Fläche des 10. Brustwirbels zum nächstgelegenen Punkt auf dem Sternum (b und c) und dem dorsoventralen Durchmesser des Wirbelkörpers auf gleicher Höhe. (Aus: Fossum TW et al. Pectus excavatum in eight dogs and six cats. J Am Anim Hosp Assoc. 1989; 25: 595.)

Tab. 29.3 Klassifikation des Pectus excavatum (PE, Trichterbrust) bei Hunden und Katzen basierend auf frontosagittalem Index (FS) und vertebralem Index (VERT)

Ausmaß des PE	FS-Index	VERT-Index
Geringgradig	≤ 2	> 9
Mittelgradig	2–3	6–8,99
Hochgradig	> 3	< 6

Röntgenbilder des Thorax müssen auch auf das gleichzeitige Vorhandensein anderer Anomalien überprüft werden (z. B. tracheale Hypoplasie, kardiale Anomalien, Pneumonie). Bei den meisten Tieren mit Trichterbrust ist die Lage des Herzens so verändert (> Abb. 29.26), dass es auf den Röntgenbildern vergrößert erscheint. Die Unterscheidung von einer tatsächlichen Herzvergrößerung ist hierbei oft nicht möglich.

Laborbefunde

Abweichungen der labordiagnostischen Befunde sind selten.

Differenzialdiagnose

Die Diagnose des Pectus excavatum ist relativ unkompliziert. Assoziierte Anomalien sind manchmal jedoch schwieriger zu diagnostizieren. Herzgeräusche sind bei Tieren mit Trichterbrust relativ üblich und entstehen meist durch die abweichende Position des Herzens. Dementsprechend verschwinden diese Herzgeräusche oftmals nach der chirurgischen Korrektur oder bei veränderter Lage des Patienten. Systolische Herzgeräusche scheinen mit einem Abknicken der A. pulmonalis oder mit verstärkten Vibrationen der Arterie durch ihre Nähe zur Brustwand in Verbindung zu stehen. Tiere mit Trichterbrust und klinisch unbedeutenden systolischen Herzgeräuschen müssen klar von jenen Patienten unterschieden werden, bei denen Herzfehler sowie Pulmonalstenosen oder Septumdefekte vorliegen.

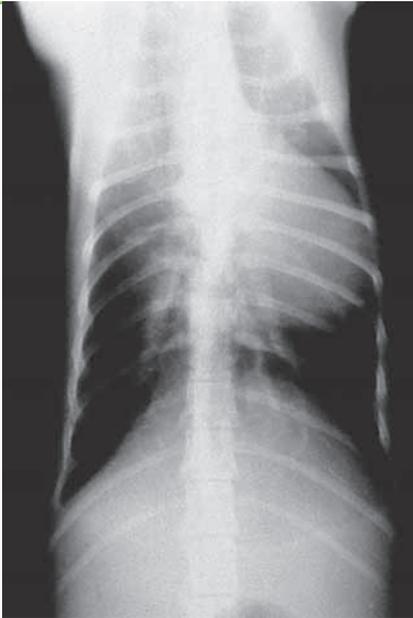


Abb. 29.26 Thoraxröntgen eines Hundes mit Trichterbrust. Man achte auf die Verschiebung des Herzens durch das deformierte Sternum. (Aus: Fossum TW et al. Pectus excavatum in eight dogs and six cats. J Am Anim Hosp Assoc. 1989; 25: 595.)

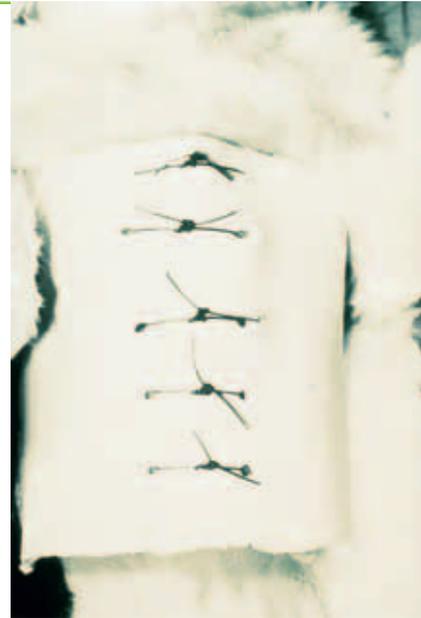


Abb. 29.27 Anbringen einer externen Schiene am ventralen Aspekt des Thorax bei einem jungen Hund mit Pectus excavatum (aus: Fossum TW et al. Pectus excavatum in eight dogs and six cats. J Am Anim Hosp Assoc. 1989; 25: 595)

Konservative Therapie

Welpen mit nur leicht abgeflachter Brust können auch ohne chirurgische Intervention eine normale oder annähernd normale Thoraxkontur entwickeln. Dennoch sollten die Besitzer dieser jungen Tiere angehalten werden, regelmäßige mediolaterale Kompressionen des Thorax vorzunehmen. Tiere mit schwerer Einziehung des Sternums werden von dieser Technik oder vom bloßen Anbringen einer Schiene nicht profitieren, da dabei die Position des Brustbeins nicht korrigiert wird. Gleichzeitig vorliegende Infektionen des Atemtraktes oder eine schwere Dyspnoe sind ebenfalls konservativ und gegebenenfalls mit zusätzlicher Sauerstoffgabe zu behandeln.

Chirurgische Therapie

Die am häufigsten angewandte Technik zur Korrektur einer Trichterbrust ist das Anbringen einer Schiene am ventralen Aspekt des Thorax (➤ Abb. 29.27). Eine definitive Korrektur mittels externer Schienung ist möglich, da die meisten Tiere zum Zeitpunkt der Diagnosestellung noch sehr jung sind und Rippenknorpel wie Sternum zu diesem Zeitpunkt noch sehr gut formbar sind. Der fehlgebildete Thorax lässt sich verformen, indem eine starre Schiene mit Nähten am Sternum und den Auflagerrippen fixiert wird und so Zug auf das Sternum ausgeübt wird. Weichteile, die aufgrund von Anomalien an der Ausbildung der Trichterbrust möglicherweise beteiligt sind, werden gedehnt oder durchtrennt, wenn das Sternum nach ventral gezogen wird. Verschiedene Arten von Schienen (zirkulär, V-förmig, U-förmig) sind zur Korrektur des Thorax beschrieben worden. Ob eine chirurgische Korrektur bei asymptomatischen Tieren mit mittelgradiger oder schwerer Trichterbrust ausgeführt werden soll oder nicht, ist noch nicht geklärt worden. Symptomatische Patienten mit assoziierten kardialen Anomalien profitieren fast immer von einem Eingriff. Zur Korrektur der

Trichterbrust sind auch Verfahren wie die Verwendung eines intrasternalen Pins oder einer externen Schienung bzw. das Anbringen einer Knochenplatte an der Ventralfläche des Sternums eingesetzt worden.

Präoperatives Vorgehen

Infektionen des Atemtrakts müssen vor einem Eingriff behandelt werden. Bei schwerer Atemnot muss Sauerstoff über eine Nasen-sonde oder mittels Sauerstoffkäfig verabreicht werden. Die prophylaktische Gabe von Antibiotika kann in Betracht gezogen werden, verhindert jedoch nur selten eine Infektion der Haut im Bereich der Schiene. Zur Entwicklung einer intrathorakalen Infektion im Zusammenhang mit dem chirurgischen Eingriff kommt es nur selten.

Anästhesie

Das anästhetische Management bei jungen Tieren konzentriert sich auf die besondere Beachtung von Luftwegen, Atmung, Körpertemperatur und Blutzuckerkonzentration. Die Tiere müssen intubiert und beatmet werden, wobei der Sauerstoffanteil sehr hoch sein sollte. Intravenös verabreichte Flüssigkeiten werden am besten angewärmt und sollten Glukose enthalten, wenn die Blutglukosekonzentration nicht laufend überwacht werden kann (➤ Tab. 29.4). Des Weiteren sollten die Tiere auf eine isolierende Matte oder Wärmematte gelagert und gegen die kalte Umgebungstemperatur im OP isoliert werden. Die Schiene muss vor dem Eingriff geformt und angepasst werden, um die Narkosezeit möglichst kurz zu halten. Wegen des Risikos eines Pneumothorax sollte von der Verwendung von Stickoxid (Lachgas) abgesehen werden. Postoperative Analgesie wird bei Welpen mittels Gabe von Fentanyl, Hydromorphon oder Buprenorphin erreicht (➤ Tab. 29.4). Bei dyspnoischen Tieren keine Kammer- oder Maskeninduktion verwenden.

 **Tab. 29.4** Überlegungen zur Anästhesie für die chirurgische Korrektur des Pectus excavatum

Präoperativ	
Allgemeiner Gesundheitszustand	<ul style="list-style-type: none"> • Möglicherweise Komorbiditäten
Blutuntersuchung	<ul style="list-style-type: none"> • Hämatokrit • Blutglukose • Elektrolyte • Blut-Harnstoff-Stickstoff • Kreatinin • Gesamtprotein
Klinische Untersuchung	<ul style="list-style-type: none"> • Patienten evtl. deutlich gestresst und extrem dyspnoisch • Evtl. Herzgeräusche • Möglicherweise orthopädische Anomalien
Sonstige Diagnostik	<ul style="list-style-type: none"> • Blutdruck • EKG • Röntgenaufnahmen (Thorax) • ± Herzultraschall
Prämedikation	<ul style="list-style-type: none"> • Sauerstoff mit vorgehaltenem Sauerstoffschlauch oder Gesichtsmaske • Keine Sedativa bei Depression oder Dyspnoe • Bei minimaler Beeinträchtigung der Atmung: <ul style="list-style-type: none"> – Midazolam (0,2 mg/kg KG i.v., i.m.) oder – Diazepam (0,2 mg/kg KG i.v.) • Vor Narkoseeinleitung sind alle Arzneimittel, die eine Atemdepression hervorrufen, zu vermeiden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Opiode, Xylazin, Medetomidin, Dexmedetomidin; bei Hypotonie sind Acepromazin, Xylazin, Medetomidin und Dexmedetomidin zu vermeiden.
Intraoperativ	
Narkoseeinleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Präoxygenierung für 3–5 min mit Gesichtsmaske oder vorgehaltenem Sauerstoffschlauch • Bei normaler Herzfunktion: <ul style="list-style-type: none"> – Propofol (4–8 mg/kg KG i.v.); rasch verabreichen, um Zeit bis zur Intubation und Beatmung zu beschleunigen – Alfaxalon (2–5 mg/kg KG i.v.) • Bei deutlicher Beeinträchtigung der Herzfunktion: <ul style="list-style-type: none"> – Etomidat (0,5–1,5 mg/kg KG i.v.); vor der Gabe von Etomidat ein Benzodiazepin verabreichen, um myoklonale Aktivität zu vermeiden.
Aufrechterhaltung der Narkose	<ul style="list-style-type: none"> • Isofluran oder Sevofluran, plus <ul style="list-style-type: none"> – Fentanyl (Hunde: 2–10 µg/kg KG i.v. bei Bedarf; Katzen: 1–4 µg/kg KG i.v. bei Bedarf) zur kurzfristigen Schmerzlinderung, plus – Hydromorphon^a (Hunde: 0,05–0,2 mg/kg KG i.v. bei Bedarf; Katzen: 0,05–0,1 mg/kg KG i.v. bei Bedarf) oder – Oxymorphon^b (0,1–0,2 mg/kg KG i.v.) oder – Morphin^c (Hunde: 0,1–1 mg/kg KG i.v. bei Bedarf; Katzen: 0,05–0,2 mg/kg KG i.v. bei Bedarf) oder – Buprenorphin^d (0,005–0,02 mg/kg KG i.v. bei Bedarf) plus – Ketamin (niedrig dosiert) (0,5–1 mg/kg KG i.v.) • Lachgas ist zu vermeiden. • Ventilationsparameter: <ul style="list-style-type: none"> – SpO₂ >95 % – Geringe Atemzugvolumina: <6 ml/kg – Atemfrequenz: 10–30 – Spitzenatemdrücke: <12–15 mmHg, falls Aufrechterhaltung adäquater Atemzugvolumina möglich • Zur Vermeidung von pulmonalem Trauma ist die Aufrechterhaltung kleiner Atemzugvolumina wichtig. Sollten die aufgeführten Parameter nicht erreicht werden können, ist die PEEP zu erwägen.
Flüssigkeitstherapie	<ul style="list-style-type: none"> • 5–20 ml/kg/h zur Kompensierung von Verdunstungsverlusten plus 3× geschätzter Blutverlust (EBL); zur Kompensierung der EBL ist die Gabe von Kolloiden zu erwägen (im Verhältnis 1:1)
Überwachung	<ul style="list-style-type: none"> • Blutdruck • EKG • Atemfrequenz • SpO₂ • EtCO₂ • Körpertemperatur • Harnmenge
Postoperativ	
Analgesie	<ul style="list-style-type: none"> • Morphin^c (Hunde: 0,1–1 mg/kg KG i.v. oder 0,1–2 mg/kg KG i.m., alle 1–4 h; Katzen: 0,05–0,2 mg/kg KG i.v. oder 0,1–0,5 mg/kg KG i.m., alle 1–4 h) oder • Hydromorphon^a (Hunde: 0,05–0,2 mg/kg KG i.v., i.m., alle 3–4 h; Katzen: 0,05–0,1 mg/kg KG i.v., i.m., alle 3–4 h) oder • Oxymorphon^b (0,1–0,2 mg/kg KG i.v., i.m., alle 2–4 h) oder • Buprenorphin^d (0,005–0,02 mg/kg KG i.v., i.m. oder 0,01–0,02 mg/kg KG oral-transmukosal bei Katzen) • NSAIDs sind bei jungen Patienten unter 3 Wochen kontraindiziert.^e

Beachte

Indem das Femur durch einen innerhalb oder unmittelbar kaudal des Azetabulums platzierten Hohmann-Hebel kaudal angehoben wird, kann die Sicht auf das Azetabulum verbessert werden. Eine übermäßige Dehnung der umliegenden Strukturen kann jedoch zu einer Ischiadikus-Neuropathie führen.

Rekonstruktion der Gelenkkapsel

In manchen Fällen ist die Gelenkkapsel intakt, abgesehen von einem schmalen Riss, durch den der Femurkopf luxiert ist, oder einem Bereich, in dem die Kapsel von ihrer Insertionsstelle am Femurhals losgerissen ist. In beiden Fällen ist eine primäre Kapselnaht als alleinige Rekonstruktionsmethode ausreichend, sofern der Femurkopf nach seiner Reposition durch das Azetabulum genügend überdacht und das Gelenk über seinen gesamten Bewegungsradius stabil ist.

Die Gelenkkapsel wird mit einer Knopfnah aus nichtresorbierbarem monofilem Faden verschlossen (➤ Abb. 34.96). Wenn die Gelenkkapsel an ihrer Insertionsstelle abgerissen ist, werden kleine Löcher in den Femurhals gebohrt, durch die die Naht verlaufen kann, oder die Kapsel wird mit Knochenankern befestigt.

Beachte

Eine Kapselrekonstruktion als alleinige Stabilisierungsmaßnahme setzt voraus, dass der dorsale Teil der Gelenkkapsel erkennbar und das Gelenk normal geformt ist.

Rekonstruktion des Gelenks

Die Gelenkkapsel kann so geschädigt sein, dass eine primäre Naht nicht möglich ist. In solchen Fällen können eine prothetische Gelenkkapsel oder Toggle-Pins zur Stabilisierung der Reposition verwendet werden, während die bindegewebige Gelenkkapsel verheilt. Eine prothetische Gelenkkapsel wird aus Nahtmaterial konstruiert, das durch den kraniodorsalen Azetabulumrand und die Fossa trochanterica verläuft (➤ Abb. 34.97).

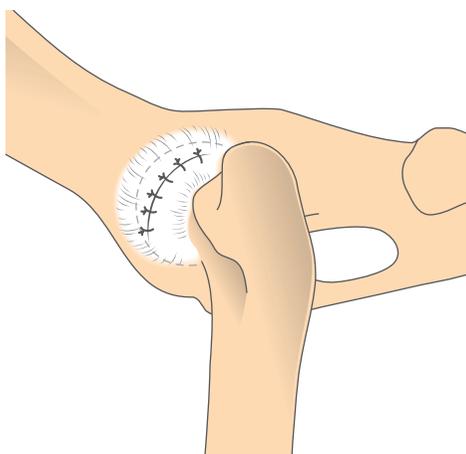


Abb. 34.96 Stabilisierung einer Hüftgelenkluxation mittels Kapselnaht. Zur Rekonstruktion der Gelenkkapsel wurden Einzelknopfnähte verwendet.

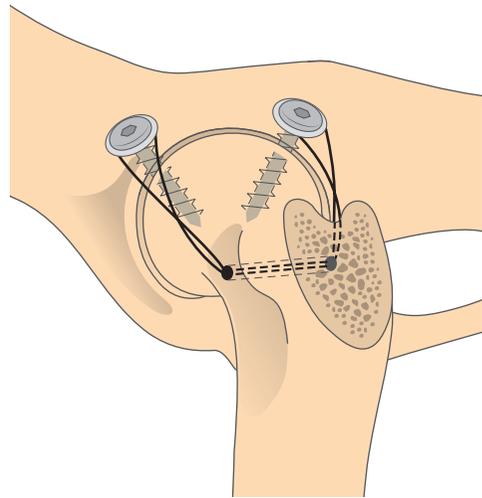


Abb. 34.97 Stabilisierung einer Hüftgelenkluxation mittels eines Kapselersatzes. Die Knochenschrauben mit Unterlegscheiben werden strategisch günstig am dorsolateralen Rand des Azetabulums platziert. Das Nahtmaterial wird von den Knochenschrauben durch einen vorgelegten Knochentunnel im dorsalen Femurhals geführt und unter Spannung gebracht. Das Fadenmaterial verhindert eine Relaxation nach kraniodorsal. Anstelle der Schrauben können auch Knochenanker verwendet werden.

Zwei Schrauben mit flachen Unterlegscheiben aus Metall oder Knochenanker werden im dorsalen Rand des Azetabulums fixiert, eine auf 10, die andere auf 1 Uhr (an der linken Hüfte). Eine dritte Schraube mit Unterlegscheibe bzw. ein dritter Knochenanker wird in die Fossa trochanterica eingebracht (alternativ kann ein Loch zur Aufnahme des Fadens durch den Femurhals in die Fossa trochanterica gebohrt werden). Zwischen den Schrauben bzw. Knochenankern im Azetabulum und der in der Fossa trochanterica wird ein dicker nichtresorbierbarer Faden oder ein Bänderersatz in Form einer Achterschlinge verspannt. Der Faden wird ausreichend fest angezogen, um die Reposition aufrechtzuerhalten, darf jedoch nicht so festgezurr werden, dass er bei normalem Gehen reißt.

Im Fall eines schwerwiegenden Kapselschadens, einer chronischen Luxation, oder wenn multiple Gliedmaßenverletzungen einen frühzeitigen Einsatz des rekonstruierten Hüftgelenks erfordern, ist die Verwendung eines Toggle-Pins u. U. sinnvoll. Der künstliche Ersatz des Lig. capitis ossis femoris hält nicht unbegrenzt, sorgt aber bei korrekter Platzierung für Stabilität, bis es zu einer Kapsel-fibrose kommt.

Mithilfe eines Zielgeräts wird ein Loch mit einem Durchmesser von 2,5 mm vom Trochanter tertius ausgehend zentral durch den Femurhals bis zur Fovea capitis gebohrt (➤ Abb. 34.98, A).

Das Loch kann alternativ auch retrograd von der Fovea capitis aus bis zur lateralen Fläche des Femurs auf Höhe des Trochanter tertius gebohrt werden.

Dann wird ein 3,5 mm großes Loch durch den dorsalen Anteil der Fossa acetabuli gebohrt (➤ Abb. 34.98, B). Mehrere dicke, nichtresorbierbare Fäden werden an einem kommerziell erworbenen Toggle oder selbst hergestellten Toggle-Pin befestigt. Zur Erzeugung eines Toggle-Pins wird ein

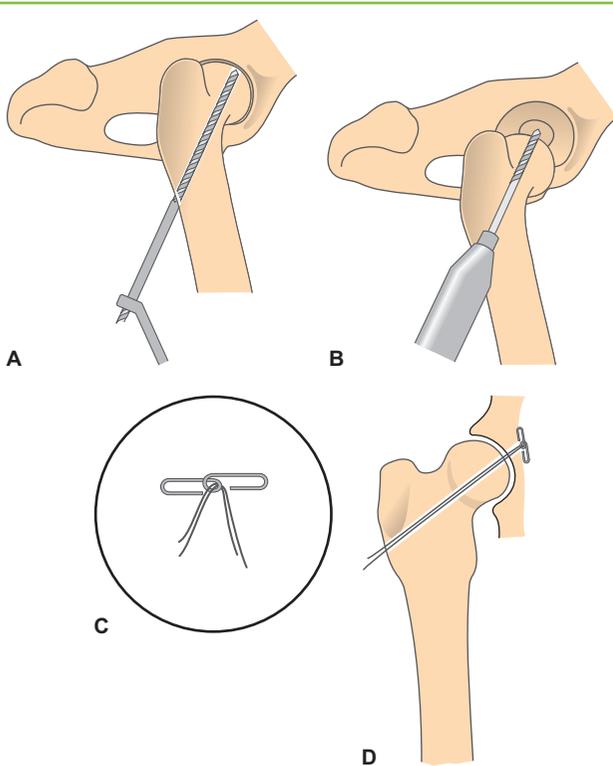


Abb. 34.98 Stabilisierung einer Hüftgelenkluxation mittel Toggle-Pin
A) Ein Loch wird durch den Femurhals und **(B)** die Fossa acetabuli gebohrt.
C) Multiple Fäden eines nichtresorbierbaren Bandmaterials werden am Toggle-Pin, der aus einem Kirschner-Bohrdraht hergestellt wird, befestigt. Der Toggle-Pin wird durch das Loch in der Fossa acetabuli gefädelt und so umgelegt, sodass er flach anliegt.
D) Die Fäden werden durch das Bohrloch im Femurhals geführt. Das Hüftgelenk wird reponiert und das Bandmaterial fixiert.

Kirschner-Bohrdraht in Form einer Schleife mit zwei Flügeln gebogen (> Abb. 34.98, C).

Alternativ kann ein Tight-Rope-System (Firma Arthrex Vet Systems) (> Abb. 34.99), das einen Toggle-Pin, orthopädischen Bandersatz und einen chirurgischen Knopf enthält, verwendet werden.

Der Toggle-Pin wird durch das in der Fossa acetabuli befindliche Loch vorgeschoben und durch Zug an den Fäden gedreht, bis er an der medialen Wand des Azetabulums fest zu liegen kommt. Dann werden die



Abb. 34.99 Arthrex Tight-Rope-System zur Anwendung als Toggle Pin (mit freundlicher Genehmigung von Arthrex Vet Systems)

Fäden durch den Bohrtunnel im Femur gefädelt, das Hüftgelenk reponiert und die Fäden festgezogen (> Abb. 34.98, D). Die Fäden werden befestigt, indem ein Fadenpaar durch ein Bohrloch lateral in der Femurkortikalis gefädelt und mit dem Fadenpaar der anderen Seite verknötet wird. Alternativ können die Fäden durch einen chirurgischen Knopf gefädelt und verknötet werden. Der Faden sollte zwar so fest angezogen werden, dass die Reposition der Hüfte aufrechterhalten wird, jedoch nicht zu fest, da er sonst beim normalen Gehen reißen könnte.

Transposition des Trochanter major

Wenn das Hüftgelenk instabil und die Glutealmuskulatur nicht verletzt ist, kann eine Trochanterosteotomie durchgeführt werden, um den Trochanter major zur zusätzlichen Stabilisierung der Reposition distal und leicht kaudal zu versetzen. Die Transposition führt dazu, dass eine Kontraktion der Glutealmuskeln eine Abduktion und Innenrotation des Femurkopfes bewirkt.

Der Trochanter wird osteotomiert (> Abb. 34.80) und zusammen mit der Glutealmuskulatur nach proximal retrahiert. Sobald das Hüftgelenk von Geweberesten gereinigt und reponiert worden ist, wird das Bein abduziert. Mithilfe eines Osteotoms und eines Hammers wird eine neue Oberfläche kaudal und distal des eigentlichen Trochanteransatzes geschaffen (> Abb. 34.100). Der Trochanter major wird mittels einer Drahtzuggurtung in seiner neuen Position fixiert.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Für die Kapselrekonstruktion wird ein nichtresorbierbarer Faden der Stärke 1 oder 2 verwendet. Die Transposition des Trochanter major erfordert ein Osteotom, einen Hammer und Cerclagedraht. Zur künstlichen Rekonstruktion der Gelenkkapsel werden Schrauben und Unterlegscheiben aus chirurgischem Stahl oder Knochenanker benötigt. Toggle-Pins sind kommerziell erhältlich, können aber auch aus dünnen Kirschner-Bohrdrähten geformt werden.

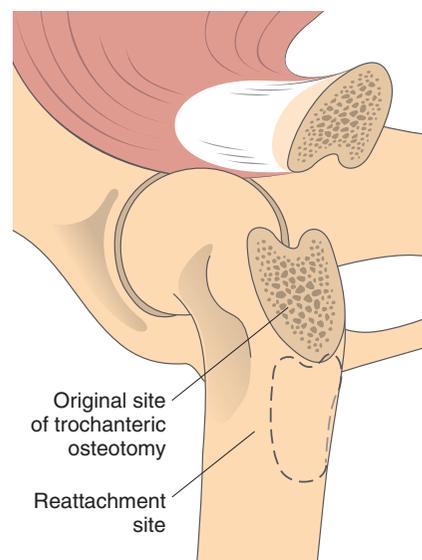


Abb. 34.100 Stabilisierung einer Hüftgelenkluxation mittels Transposition des Trochanter major. Eine neue Adaptationsfläche etwas kaudal der normalen anatomischen Position wird vorbereitet. Der Trochanter major wird in dieser neuen Lage mit kleinen Pins und Cerclagedraht (Drahtzuggurtung) fixiert.

Für die Implantation des Toggle-Pins und der Fäden sind ein Bohrer und eine Bohrschutzhülse sowie eine Zielhilfe erforderlich.

Postoperative Versorgung und Überwachung

In der frühen postoperativen Periode sollte die Reposition mit einer Ehmer-Schlinge stabilisiert werden. Diese kann nach vier bis sieben Tagen entfernt werden. Bei Hunden mit stabilen Hüftgelenken ist Boxenruhe u. U. ausreichend. Sobald die Ehmer-Schlinge entfernt wurde, kann im Rahmen der Physiotherapie mit kontrollierten Bewegungsübungen begonnen werden. Ein Beispiel für geeignete physiotherapeutische Maßnahmen ist in > Kap. 11 angegeben. Drei Tage nach Entfernung der Ehmer-Schlinge, und bevor sich das Tier wieder unbeaufsichtigt bewegen darf, sollte es nochmals zur Nachuntersuchung vorgestellt werden.

Prognose

Die Erfolgsrate hinsichtlich einer langfristig stabilen Reposition und einer guten bis sehr guten Gliedmaßenfunktion liegt nach der geschlossenen Reposition bei etwa 50 %. Bei Patienten mit schlecht geformten Hüftgelenken aufgrund einer sekundären Hüftgelenkdysplasie oder früheren Traumatisierung ist die Prognose sehr vorsichtig. Klinische Studien haben gezeigt, dass die Erfolgsquote einer chirurgischen Intervention nach gescheiterter geschlossener Reposition sich nicht von der unterscheidet, die durch eine operative Reposition als primäre Behandlungsmethode erzielt wird [51–53]. Daher ist es sinnvoll, bei Patienten mit Hüftgelenkluxationen zunächst eine geschlossene Reposition zu versuchen. Die Erfolgsrate hinsichtlich einer langfristig stabilen Reposition und einer guten bis sehr guten Gliedmaßenfunktion liegt nach der offenen Reposition bei etwa 85–90 % [51–53] und scheint unabhängig von der gewählten Operationsmethode zu sein.

34.3.21 Morbus Legg-Calvé-Perthes

Definitionen

Bei **Morbus Legg-Calvé-Perthes** handelt es sich um eine nicht-entzündliche aseptische Nekrose des Femurkopfs, die bei jungen Patienten auftritt, bevor sich die Epiphysenfuge des Femurkopfs geschlossen hat. **Legg-Calvé-Perthes-Krankheit**, **aseptische Femurkopfnekrose** oder **OCD des Femurkopfs** sind weitere Bezeichnungen für diese Erkrankung.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Morbus Legg-Calvé-Perthes führt durch eine Unterbrechung der Blutversorgung zu einem Zusammenbruch der Femurepiphyse. Die Ursache für die Unterbrechung des Blutflusses ist nicht sicher geklärt, es wurden aber einige Theorien aufgestellt, nach denen hormonelle Einflüsse, erbliche Faktoren, anatomische Gegebenheiten, intrakapsulärer Druck sowie eine Infarzierung des Femurkopfs eine Rolle spielen könnten. Die Gefäßversorgung des Femurkopfs erfolgt bei jungen Tieren mit noch nicht geschlossenen proximalen Epiphysenfugen allein über die epiphysären Gefäße. Die metaphysären Gefäße passieren die Epiphysenfuge nicht und tragen somit nicht zur Gefäßversorgung des Femurkopfs bei. Die Gefäße der Epiphyse verlaufen außerhalb des Knochens entlang der Oberfläche des Femurhalses, passieren die Epiphysenfuge und dringen zur Ernährung der Epiphyse in den Knochen ein. Eine Sy-

novitis oder eine Gliedmaßenfehlstellung kann den intraartikulären Druck so ansteigen lassen, dass die fragilen Venen kollabieren und es zu einer Hemmung des Blutflusses kommt. Als genetische Ursache für die Entstehung der aseptischen Femurkopfnekrose wurde ein autosomal-rezessives Gen vorgeschlagen. Nach dem Absterben der Zellen setzen reparative Prozesse ein. Während der Revaskularisierungsphase wird die Knochensubstanz mechanisch geschwächt, und die normale physiologische Körperlast kann zu einem Kollaps und einer Fragmentation der Femurepiphyse führen. Wenn dies passiert, entstehen durch die Inkongruenz der Femurepiphyse und des Azetabulums degenerative Gelenkveränderungen. Die Fragmentation (Frakturierung) der Femurepiphyse und die Osteoarthrose rufen Schmerzen und Lahmheit hervor.

Beachte

Da die Erkrankung ätiologisch auf ein autosomal-rezessives Gen zurückgeführt wird, muss den Besitzern nahegelegt werden, betroffene Tiere zu kastrieren.

Diagnose

Klinik

Signalement

Morbus Legg-Calvé-Perthes tritt bei jungen kleinrassigen Hunden (unter 10 kg Körpergewicht) auf. Die Altersspanne der erkrankten Tiere reicht von 3–13 Monaten mit einem Maximum bei einem Alter von sechs bis sieben Monaten. Rüden und Hündinnen sind gleichermaßen betroffen. Die Erkrankung tritt in 10–20 % der Fälle beidseitig auf.

Anamnese

Die erkrankten Tiere werden in der Regel wegen einer sich langsam entwickelnden Stützbeinlahmheit zur Untersuchung vorgestellt, die sich über einen Zeitraum von sechs bis acht Wochen verschlechtert. Die Lahmheit kann sich so verschlimmern, dass die Tiere die Gliedmaße überhaupt nicht mehr belasten. Manche Besitzer berichten von einer akut aufgetretenen klinischen Lahmheit. Bei diesen Patienten hat ein plötzlicher Kollaps der Epiphyse die akute Verschlechterung einer bereits vorhandenen, aber noch nicht wahrnehmbaren Lahmheit hervorgerufen. Weitere klinische Symptome sind Hyperästhesie, verringerter Appetit und ein Nagen an der Haut im Bereich der betroffenen Hüfte.

Klinische Untersuchung

Die Manipulation des Hüftgelenks ruft bei den betroffenen Tieren immer Schmerzen hervor. Mit Fortschreiten der Erkrankung können zusätzlich eine Einschränkung des Gelenkradius, Muskelatrophie und Krepitation im Bereich des Gelenks auftreten.

Bildgebende Verfahren

Auf Röntgenaufnahmen sind eine Deformation des Femurkopfs, eine Verkürzung und/oder Lyse des Femurhalses und Zonen verminderter Knochendichte innerhalb der Femurepiphyse zu sehen (> Abb. 34.101). Eine Röntgenaufnahme mit gebeugten Hüftgelenken ("Frosch") kann hilfreich sein, um die abnorme Form des Femurkopfs darzustellen (> Abb. 34.101). Mittels CT können Lysen oder Kavitäten innerhalb eines röntgenologisch relativ normal geformten Femurkopfs sichtbar gemacht werden.

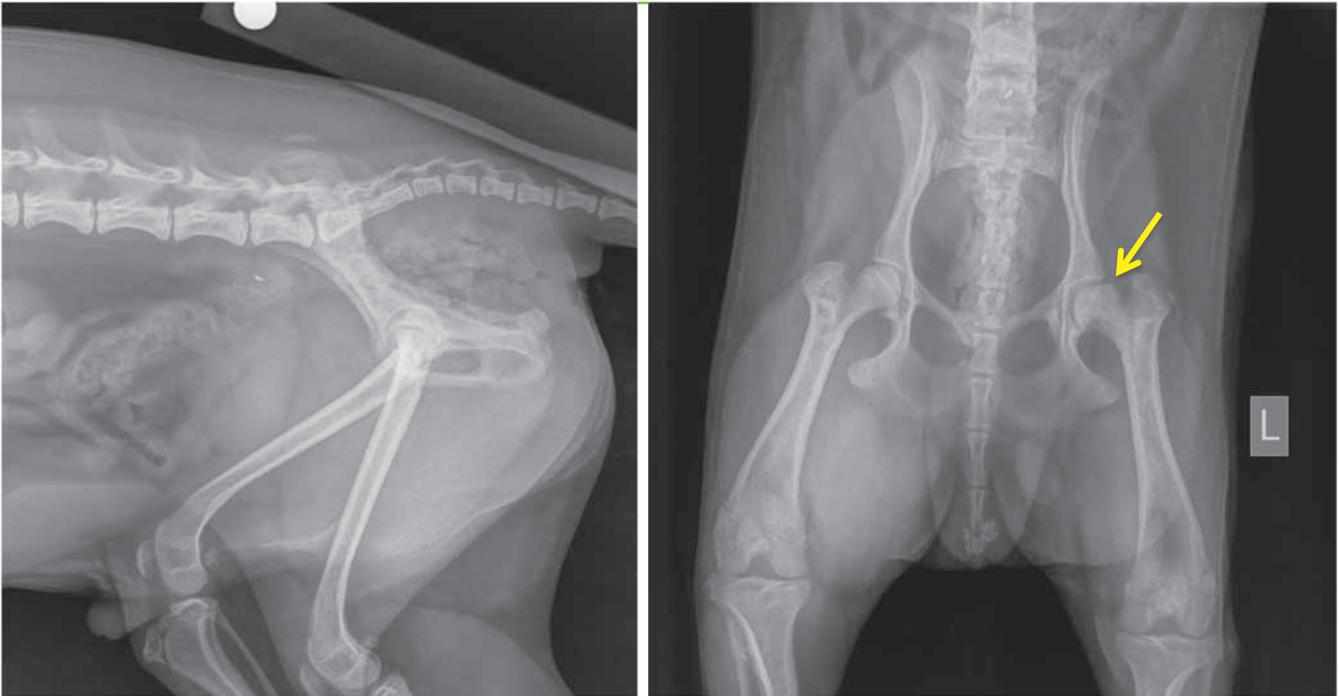


Abb. 34.101 Röntgenaufnahme eines jungen Hundes mit Morbus Legg-Calvé-Perthes. Der Femurkopf weist mottenfraßähnliche Veränderungen auf und ist deformiert (Pfeil).

Laborbefunde

Es bestehen keine spezifischen Laborwertveränderungen.

Differenzialdiagnose

Differenzialdiagnostisch kommen eine Traumatisierung der Epiphyse oder eine mediale Patellaluxation in Betracht. Kleine Hunde können zusätzlich eine bilaterale mediale Patellaluxation aufweisen (> Kap. 34.3.27). Das Kniegelenk muss gründlich untersucht werden, um diese Erkrankung diagnostizieren zu können.

Konservative Therapie

Da die Erkrankung im Anfangsstadium für die meisten Hunde nicht schmerzhaft ist, kann die Diagnose häufig erst gestellt werden, wenn der Kollaps und die Fragmentation bereits zu einer Gelenkinkongruenz und degenerativen Gelenkveränderungen geführt haben. Bei einem geringen Prozentsatz der Tiere kann durch eine konservative Therapie mit entzündungshemmenden Medikamenten und Leinenzwang oder gelenkschonenden Aktivitäten wie Schwimmen eine Schmerzlinderung erreicht werden. Die meisten Hunde müssen jedoch chirurgisch behandelt werden, um eine Besserung der Lahmheit zu erzielen. In Ausnahmefällen kann die Diagnose gestellt werden, bevor der Hüftkopf kollabiert ist. In diesem Fall besteht die Behandlung in einer Entlastung der Gliedmaße während der Revaskularisierungsphase, um einem Kollaps des Femurkopfs vorzubeugen.

Chirurgische Therapie

Zu den Behandlungsoptionen des Morbus Legg-Calvé-Perthes zählen die Femurkopf- und -halsresektion sowie die totale Hüftendoprothese. Bei Zwerghunderassen stellen Mini-Hüftendoprothesen ein erfolgreiches Behandlungsmodell dar [54].

Präoperative Versorgung

Die Aktivität des Hundes muss bis zur endgültigen Operation eingeschränkt werden. Zur Schmerzlinderung können entzündungshemmende Medikamente verabreicht werden.

Anästhesie

Die verschiedenen Anästhesiemethoden bei Hunden mit orthopädischen Erkrankungen sind in > Tab. 32.1 und > Tab. 32.2 beschrieben.

Chirurgisch relevante Anatomie

Bei an Morbus Legg-Calvé-Perthes leidenden Tieren ist die Gelenkkapsel verdickt und vermehrt vaskularisiert. Femurkopf und -hals sind meist deformiert. Der Knochen ist häufig aufgeweicht und kann bei der Femurkopf- und -halsresektion fragmentieren. Kleine Fragmente müssen dann mit einem Rongeur entfernt werden.

Lagerung

Der Hund wird seitlich gelagert, sodass das betroffene Bein oben liegt. Um die Manipulation des Beins während des Eingriffs zu erleichtern, kann die Gliedmaße während der Operationsvorbereitung aufgehängt werden. Das Bein muss von der Rückenlinie bis zur Mitte der Tibia auf den aseptischen Eingriff vorbereitet werden.

Operationstechniken

Die Femurkopf- und -halsresektion stellt oftmals die Behandlung der Wahl dar. Die Operationstechnik ist auf Seite X beschrieben.

Nahtmaterialien und spezielle Instrumente

Zur Entfernung der Femurkopfes und -halses bei kleinen Hunden werden ein Knochenmeißel und ein Hammer sowie Knochenküretten und Rongeurs benötigt.

Postoperative Versorgung und Überwachung

Das Tier sollte unmittelbar nach dem Eingriff bereits ermutigt werden, die Gliedmaße zu benutzen. Besonders empfehlenswert sind physiotherapeutische Übungen, wie sie in > Tab. 34.9 beschrieben sind. Um die Schmerzen zu lindern und einen frühzeitigen Einsatz des Beines zu fördern, werden NSAIDs verabreicht. Das Hüftgelenk sollte zweimal täglich passiv gebeugt und gestreckt werden, sobald der Hund dies toleriert. Die Physiotherapie sollte mit kleinen Bewegungen begonnen und der Bewegungsradius über 5–10 Minuten schrittweise gesteigert werden.

Prognose

Nach der Femurkopf- und -halsresektion ist die Prognose hinsichtlich einer normalen Gliedmaßenfunktion gut, da die betroffenen Hunde grundsätzlich klein sind. Dennoch sollten die Besitzer darüber aufgeklärt werden, dass bei feuchtem Wetter sowie nach großer Belastung oder langen Inaktivitätsphasen immer noch eine leichte intermittierende Lahmheit auftreten kann. Gelegentlich werden schlechte Ergebnisse erzielt, wenn die Tiere die Gliedmaße präoperativ bereits nicht mehr belasteten oder eine starke Muskellatrophy aufwiesen, sowie bei operationstechnischen Mängeln.

34.3.22 Ruptur des kranialen Kreuzbands am Kniegelenk

Definition

Bei Verletzungen des kranialen Kreuzbands (**vorderem Kreuzbandriss**, **Ruptur des Lig. cruciatum craniale**) können vollständige und partielle Rupturen unterschieden werden. Auch der Ab- bzw. Ausriss des Bandes an seinem Ursprung oder Ansatz sind möglich. Als **vordere Schublade** bezeichnet man eine starke kraniokaudale Bewegung der Tibia relativ zum Femur infolge einer Traumatisierung des vorderen Kreuzbands. Unter dem „Cranial Tibial Thrust“ (CTT) wird die Kranialbewegung der Tuberositas tibiae verstanden, die zu sehen ist, wenn das Sprunggelenk einer Gliedmaße mit kranialem Kreuzbandriss gebeugt ist und der M. gastrocnemius sich kontrahiert. Mit **Translation** bezeichnet man die Bewegung eines Knochens parallel zu seiner Achse oder Ebene. **Pivot-Shift** ist die kraniale Bewegung der Tibia in Kombination mit deren Innenrotation. Der **Tibiaplateauwinkel** (TPA, Tibial Plateau Angle) beschreibt jenen Winkel, der zwischen einer senkrecht zur Längsachse der Tibia gezogenen Linie und einer parallel zum Tibiaplateau verlaufenden Linie liegt. Eine palpierbare Verdickung des medialen Anteils des Kniegelenks wird in der englischsprachigen Fachliteratur als „Medial Buttress“ bezeichnet. **Imbrikation** beschreibt die Stabilisierung bzw. das Straffziehen einer Struktur. **Isometrie** ist definiert als die Aufrechterhaltung gleicher Distanz oder Spannung während der gesamten Bewegungsamplitude.

Allgemeines und klinisch relevante Pathophysiologie

Das kraniale Kreuzband ist unterteilt in ein kraniomediales und ein kaudolaterales Bündel, die an unterschiedlichen Stellen auf dem Tibiaplateau inserieren. Das vordere Kreuzband hat die primäre Aufgabe, die kraniale Verschiebung der Tibia in Relation zum Femur zu begrenzen (> Abb. 34.102). Das kraniomediale Bündel ist während aller Phasen der Flexion und Extension ge-

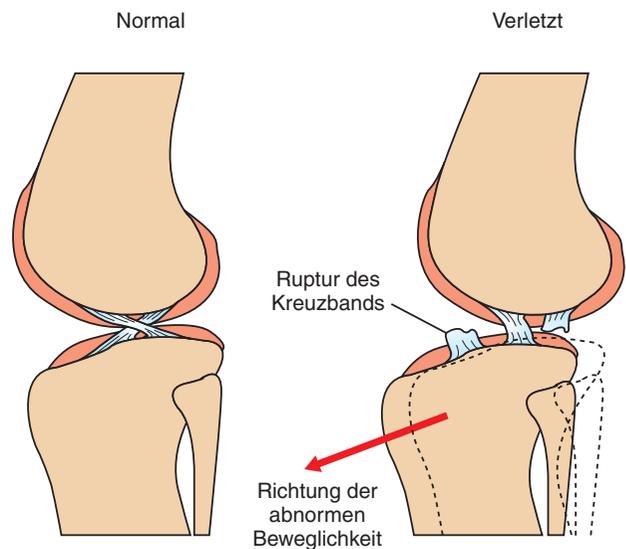


Abb. 34.102 Das kraniale Kreuzband verhindert die Verlagerung der Tibia gegenüber dem Femur nach kranial.

spannt, das kaudolaterale bei Extension gespannt und bei Flexion erschlafft. Das kraniale Kreuzband limitiert zusätzlich die Innenrotation der Tibia. Bei gebeugtem Kniegelenk drehen sich die beiden Kreuzbänder umeinander und limitieren so den Grad der Innenrotation der Tibia relativ zum Femur. Das Ausmaß der Varus-valgus-Stabilisierung des gebeugten Kniegelenks wird ebenfalls durch die Interaktion des kranialen und kaudalen Kreuzbands bei der Flexion begrenzt.

Zwischen den einzelnen Fasern des kranialen Kreuzbands konnten Mechanorezeptoren und afferente Nervenendigungen nachgewiesen werden. Die Innervation des Bandes dient als propriozeptiver Feedback-Mechanismus, um einer übermäßigen Beugung oder Streckung des Kniegelenks vorzubeugen. Dieser Schutzmechanismus wird vervollständigt durch die Stimulation oder Relaxation von Muskelgruppen, die das Kniegelenk unterstützen.

Beachte

Das kraniomediale Bündel des kranialen Kreuzbands stellt die erste Kontrollinstanz dar, die eine kraniokaudale Schubladenbewegung verhindert.

Rupturen des vorderen Kreuzbands können degenerative oder traumatische Ursachen haben. Diese beiden Kategorien hängen insofern zusammen, als durch degenerative Veränderungen geschwächte Bänder anfälliger für Traumata sind. Die hohe Inzidenz vorderer Kreuzbandrisse beim Hund spricht dafür, dass in den meisten Fällen eine frühzeitige Degeneration des Kreuzbands die zugrundeliegende Ursache darstellt [55, 56]. Die Degeneration des Kreuzbands kann durch Alterungsvorgänge (vor allem bei großwüchsigen Hunden), Gelenkfehlstellungen (steile Hintergliedmaßen) und immunmedierte Arthropathien bedingt sein. Die Degeneration des Kreuzbands wurde aber auch mit einem vergrößerten Tibiaplateauwinkel (TPA) in Verbindung gebracht, obwohl diese Korrelation nicht in allen Studien hergestellt werden konnte [55–57]. Ein vergrößerter TPA bedeutet den genannten Theorien zufolge eine chronische Überbelastung des vorderen Kreuzbands, wodurch es zum mechanischen Versagen dieser Struktur kommen

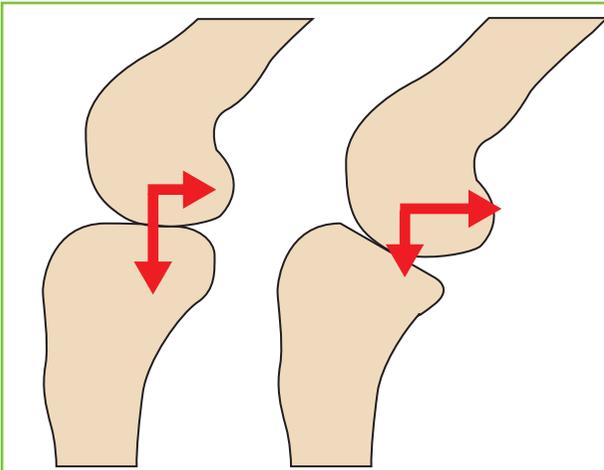


Abb. 34.103 Ein steiler Tibiaplateauwinkel bewirkt eine größere kraniale Verlagerung der Tibia während der Lastaufnahme.

kann (> Abb. 34.103). Bei Katzen erhöht Übergewicht das Risiko für eine Ruptur des vorderen Kreuzbands signifikant.

Der Mechanismus eines traumatisch bedingten vorderen Kreuzbandrisses spiegelt in erster Linie die Funktion dieser Bandstruktur in der Begrenzung der Gelenkbewegung wider. Die Verletzung des vorderen Kreuzbands ist meist mit einer Hyperextension und Innenrotation der Gliedmaße verbunden, die auftritt, wenn der Hund mit der Pfote in einem Loch oder einem Zaun hängen bleibt. Auch Springen kann zu einem Reißen des Kreuzbands führen, wenn der Vorwärtsschub der Tibia die Bremskraft des Kreuzbands überschreitet. Bei einer Degeneration des Bandes können bereits wiederholte Bewegungen normaler Intensität ein progressives Reißen des Bandes bewirken [57]. In vielen Fällen betreffen die zugrunde liegenden pathologischen Veränderungen beide Kniegelenke, sodass ein hoher Prozentsatz der Hunde entweder bereits mit bilateralem Kreuzbandriss vorgestellt wird oder das kontralaterale Kreuzband innerhalb von ein bis zwei Jahren ebenfalls reißt. Eine partielle Ruptur des kranialen Kreuzbands verursacht eine Lahmheit mit minimal wahrnehmbarer Instabilität im Kniegelenk und progressiven röntgenologischen Anzeichen einer Gonarthrose. Im Laufe der Zeit rupturiert das Band dann gewöhnlich vollständig.

Verletzungen des kranialen Kreuzbands mit Kniegelenkinstabilität sind Teil einer Kaskade pathologischer Veränderungen, zu denen eine progressive Arthrose und Verletzungen des medialen Meniskus gehören. Die Kniegelenkinstabilität resultiert in einer Synovitis, einer Degeneration des Gelenkknorpels, periartikulärer Osteophytenbildung und Kapselproliferation. Der unbewegliche mediale Meniskus ist in diesem instabilen Gelenk einer Traumatisierung unterworfen (> Kap. 34.3.23). Unabhängig von der Behandlungsmethode kommt es nach Kreuzbandrupturen zu einer progressiven Gonarthrose.

Diagnose

Klinik

Signalement

Hunde jeden Alters und Geschlechts sowie aller Rassen können betroffen sein. Meistens tritt eine Ruptur des kranialen Kreuzbands jedoch bei jungen und aktiven großrassigen Hunden auf. Katzen sind seltener betroffen als Hunde.

Anamnese

Akute oder chronische Verletzungen und partielle Rupturen bedingen die drei klinischen Erscheinungsformen der kranialen Kreuzbandruptur. Patienten mit einem akuten Kreuzbandriss zeigen eine plötzlich einsetzende Lahmheit mit vollständiger oder partieller Entlastung der Gliedmaße. Diese bessert sich gewöhnlich im Laufe von 3–6 Wochen nach der Verletzung ohne Behandlung, vor allem bei Patienten, die weniger als 10 kg wiegen. Eine Ausnahme stellen Hunde dar, bei denen auch eine Meniskusverletzung vorliegt. Bei diesen Tieren zeigt sich in der Regel eine persistierende mittel- bis hochgradige Hangbeinlahmheit bis zur operativen Behandlung.

Patienten mit chronischen Verletzungen zeigen eine dauerhafte mittelgradige Lahmheit, die sich graduell bis hin zu einer deutlich geringgradigen Lahmheit bessert. Betroffene Tiere haben oft Probleme beim Aufstehen bzw. beim Hinsetzen. Die Besitzer berichten u. U., dass der Hund beim Sitzen die betroffene Gliedmaße nach außen stellt. Typisch ist des Weiteren eine Verschlechterung der Lahmheit nach langen Ruhepausen und nach Anstrengung. Eine chronische Lahmheit ist mit der Entwicklung einer Gonarthrose verbunden. Im frühen Stadium sind partielle Risse des vorderen Kreuzbands schwer zu diagnostizieren. Anfangs zeigen die betroffenen Tiere unter Belastung eine geringgradige Lahmheit, die sich nach Ruhephasen wieder legt. Dieses Stadium kann mehrere Monate andauern. Wenn die Ruptur weiter fortschreitet und das Kniegelenk zunehmend instabil wird, verschlimmern sich die degenerativen Veränderungen. Die Lahmheit wird daraufhin deutlicher und vergeht nicht mehr nach Ruhephasen.

Hunde jeden Alters können von einer bilateralen subakuten oder chronischen vorderen Kreuzbandruptur betroffen sein. Bei diesen Tieren wird oftmals eine neurologische Erkrankung vermutet, da sie unfähig sind oder nicht bereit scheinen, beide Hintergliedmaßen zu belasten. Besitzer berichten auch häufig, dass ihr Hund nicht normal sitzen kann bzw. dass er auf erhöhten Flächen wie Stühlen oder Treppen sitzt.

Klinische Untersuchung

Tiere mit akutem vollständigem Kreuzbandriss sind bei der Untersuchung des Kniegelenks häufig ängstlich. Eine Instabilität ist aufgrund der Angespanntheit des Patienten und der daraus resultierenden Muskelkontraktion u. U. schwer zu bewerten. Häufig ist an die Patellarsehne angrenzend ein Gelenkerguss zu fühlen. Ein positiver Tibiakompressionstest kann leichter auszulösen sein als ein positives Schubladenphänomen.

Unter chronischen Kreuzbandrissen leidende Patienten weisen im Vergleich mit der gesunden Gliedmaße oft eine Atrophie der Oberschenkelmuskulatur auf, und bei der Beugung und Streckung des Kniegelenks ist ein Krepitieren zu fühlen. Wenn das Gelenk aus der Beugung in die gestreckte Position geführt wird, ist möglicherweise ein Klicken oder Ploppen zu hören und zu fühlen. Dies weist in vielen Fällen auf einen zusätzlichen Meniskussschaden hin. Das Fehlen eines sog. Meniskusklicks schließt aber eine Meniskusverletzung nicht aus. Oft kann eine Verdickung der medialen Gelenkoberfläche palpieren werden, die durch Osteophytenbildung entlang der Rollkämme der Trochlea ossis femoris und Bindegewebsproliferation im Bereich des medialen Condylus ossis femoris und der proximalen Tibia verursacht wird („Medial Buttress“). Eine kraniokaudale Instabilität ist u. U. besonders bei großen oder ängstlichen Hunden mit chronischen Kreuzbandrissen aufgrund der Proliferation der fibrösen Gelenkkapsel schwer auslösbar.

Bei partiellen Rupturen ist eine frühe Instabilität schwer nachzuweisen, da ein Teil des Bandes intakt ist und eine kraniokaudale Bewegung hemmt. Rupturen allein des kaudolateralen Bündels verursachen keine Instabilität, da das intakte kranio mediale Bündel sowohl bei der Flexion als auch bei der Extension des Kniegelenks gespannt ist. Wenn eine isolierte Verletzung des kranio medialen Bündels auftritt, während das kaudolaterale Bündel intakt bleibt, ist das Gelenk in der Extension stabil, da das kaudolaterale Bündel gespannt bleibt. In der Flexion hingegen tritt eine Instabilität auf, da das kaudolaterale Bündel während dieser Phase normalerweise erschlafft. Zu Beginn fehlen Schmerzen, Gelenkfüllung und Krepitation. Anzeichen von Instabilität und Arthrose sind aber möglicherweise bereits wahrnehmbar. Hunde mit partiellen Rupturen des vorderen Kreuzbands zeigen Schmerzen bei Hyperextension der Gliedmaße.

Beachte

Wenn die Einschätzung von Instabilität und Schwellung des Kniegelenks schwer fällt, muss grundsätzlich die kontralaterale Gliedmaße zum Vergleich herangezogen werden.

Die Auslösbarkeit einer **kranialen Schublade** ist diagnostisch für eine Kreuzbandruptur (> Video 34.5). Dieser Test wird in Seitenlage durchgeführt. Eine häufige Ursache für eine fehlende Auslösbarkeit der Schubladenbewegung stellt eine mangelhafte Relaxation des Patienten dar. Daher sollten Hunde, bei denen ein starker Verdacht besteht, dass die Lahmheit durch einen Kreuzbandriss bedingt ist, in Vollnarkose oder unter starker Sedierung untersucht werden, um den Einfluss des Muskeltonus ausschließen zu können (> Kap. 31). Der Untersucher steht am Hinterende des Hundes und platziert Daumen und Zeigefinger der einen Hand auf dem Femur (> Abb. 34.104). Der Daumen wird unmittelbar hinter die laterale Fabella und der Zeigefinger über die Patella gelegt, während die übrigen Finger den Oberschenkelknochen umfassen. Mit der anderen Hand wird die Tibia so gefasst, dass der Daumen direkt hinter dem Fibulakopf und der Zeigefinger über der Crista tibiae liegen. Die übrigen Finger umschließen den Tibiaschaft.

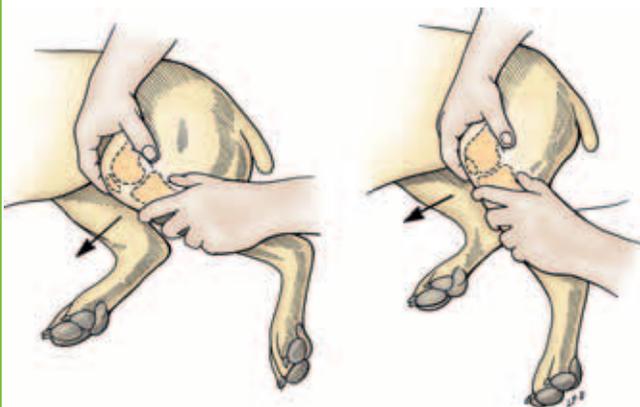


Abb. 34.104 Zur Untersuchung des Kniegelenks auf einen potenziellen Kreuzbandriss wird der Daumen einer Hand über der lateralen Fabella platziert, und der Zeigefinger über der Patella. Mit dieser Hand wird das Femur stabilisiert. Dann wird der Daumen der zweiten Hand auf den Fibulakopf gelegt, und der Zeigefinger auf die Tuberositas tibiae. Bei gebeugtem und dann gestrecktem Knie wird versucht, die Tibia gegenüber dem Femur nach kranial und distal zu bewegen.

Während die eine Hand den Femur stabilisiert, wird mit der anderen Hand die Tibia parallel zur Ebene des Tibiaplateaus vor- und zurückbewegt. Der vorwärts gerichtete Druck auf die Tibia sollte durch den hinter dem Fibulakopf platzierten Daumen ausgeübt werden. Hierbei muss die Tibia in einer neutralen Stellung gehalten werden, die durch die Position der auf der Patella und auf der Tuberositas tibiae liegenden Finger vorgegeben wird. Eine Innenrotation, die leicht mit einer kranialen Schubladenbewegung verwechselt werden kann, muss verhindert werden. Das Kniegelenk muss in der Extension, in der normalerweise am stehenden Tier vorliegenden Winkelung, sowie im auf 90° gebeugten Zustand auf eine Instabilität untersucht werden.

Wenn die Instabilität fraglich ist, hilft der Vergleich mit der kontralateralen Gliedmaße. Als positiver Befund ist eine kraniokaudale Bewegung zu bewerten, die mehr als die 0–2 mm Beweglichkeit des gesunden Gelenks ausmacht. Bei jüngeren Tieren kann die normale kraniokaudale Verschieblichkeit sogar ein Ausmaß von 4–5 mm annehmen, das Vorliegen einer Kreuzbandruptur wird aber nur durch das Fehlen eines abrupten Stopps am kranialen Ende der Bewegung bestätigt. Da die meisten isolierten Kreuzbandrisse das kraniale Kreuzband betreffen, ist meist eine kraniokaudale Instabilität mit dieser Verletzung verbunden. Beim Vorliegen einer partiellen Ruptur beträgt die Schubladenbewegung bei gebeugtem Kniegelenk möglicherweise nur 2–3 mm, an der gestreckten Gliedmaße ist sie u. U. gar nicht auslösbar. Bei nur geringgradigen partiellen Rupturen kann die vordere Schublade häufig in keiner Position ausgelöst werden. Nach Beendigung des Schubladentests sollte die Gliedmaße über den normalen Bewegungsradius gebeugt und gestreckt werden. Am gestreckten Knie wird die Stabilität der Seitenbänder beurteilt.

Beachte

Juvenile Hunde zeigen eine größere kraniokaudale Verschieblichkeit der Tibia (4–5 mm). Diese ist aber durch einen deutlichen Stopp gekennzeichnet.

Der **Tibiakompressionstest** wird entweder am stehenden Tier oder in Seitenlage durchgeführt. Der Untersucher steht dabei am hinteren Ende des Hundes und fasst mit einer Hand den distalen Quadrizepsmuskel von der kranialen Oberfläche her so, dass der Zeigefinger nach unten zur Patella gestreckt werden kann und die Fingerspitze auf der Tuberositas tibiae liegt (> Abb. 34.105). Die zweite Hand fasst von plantar die Pfote im Bereich des Metatarsus. Die Gliedmaße wird in mäßige Streckung gebracht; wenn die untere Hand das Sprunggelenk beugt, verhindert die obere Hand die Beugung im Kniegelenk. Der Zeigefinger der oberen Hand fühlt nun, ob sich die Tuberositas tibiae nach kranial bewegt, wenn das Sprunggelenk gebeugt wird. Beim gesunden Knie spürt die obere Hand des Untersuchers einen Druck der Patella auf den Zeigefinger dieser Hand. Liegt jedoch ein kranialer Kreuzbandriss vor, wird die Tuberositas tibiae bei der Beugung des Sprunggelenks nach vorne verschoben („Cranial Tibial Thrust“). Diese Technik sollte bei mehreren Stufen der Beugung des Kniegelenks wiederholt werden, um auch eine partielle Ruptur des Kreuzbands zu entdecken.

Bildgebende Verfahren

Bei akuten Kreuzbandrupturen sind Röntgenaufnahmen hilfreich, um andere Lahmheitsursachen auszuschließen. Röntgenologische

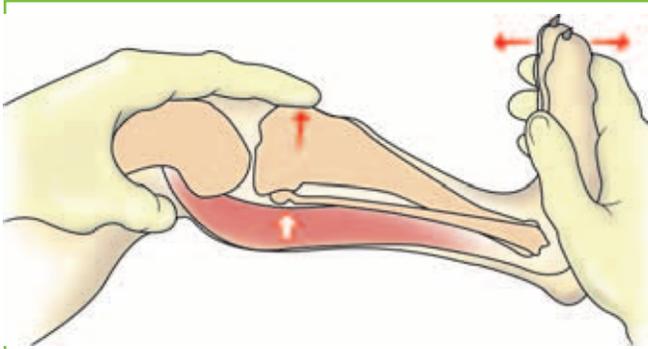


Abb. 34.105 Zur Durchführung eines Tibiakompressionstests wird der distale Quadrizeps mit einer Hand von seiner kranialen Oberfläche gefasst, sodass der Zeigefinger über die Patella bis auf die Tuberositas tibiae vorgeschoben werden kann. Die zweite Hand wird verwendet um die Pfote auf Höhe des Metatarsus von der plantaren Fläche zu fassen. Bei leicht gestrecktem Kniegelenk wird nun das Sprunggelenk mit der unteren Hand gebeugt, wobei die obere Hand eine Beugung des Kniegelenks verhindert. Nun überprüft man, ob die Tibia sich bei diesem Manöver nach kranial verlagert. Dies wäre ein Hinweis auf einen Kreuzbanddefekt.

Befunde bei Tieren mit chronischen vollständigen oder partiellen Rupturen umfassen eine Kompression des Kniefettkörpers kranial im Gelenk und kaudal eine Ausdehnung der Gelenkkapsel infolge des Gelenkergusses sowie Osteophytenbildung entlang der Rollkämme der Trochlea ossis femoris, der kaudalen Oberfläche des Tibiaplateaus und des Apex patellae (> Abb. 34.106) [55]. Zusätzlich sind eine Verdickung der Gelenkkapsel und eine subchondrale Sklerose zu sehen. Die radiologisch erkennbaren Veränderungen sind bei der vorderen Kreuzbandruptur unspezifisch und können sich in der Form auch bei anderen Erkrankungen des Kniegelenks, z. B. bei Infektionen, Weichteilneoplasien und immunmediierter Arthritis, so darstellen. Einzig bei einem Abriss des Kreuzbands kann der Röntgenbefund spezifisch sein, indem an der Insertion des vorderen Kreuzbandes am Tibiaplateau ein Knochenfragment im Röntgen erkennbar ist.

Die Magnetresonanztomografie (MRT) ist in verschiedenen Studien zur Untersuchung der relevanten Strukturen des Kreuzbands des Hundes eingesetzt worden; allerdings ist diese Technik aufgrund der hohen Anschaffungskosten und der deshalb begrenzten Verfügbarkeit nur beschränkt für die Diagnose des vorderen Kreuzbandrisses beim Hund einsetzbar.

AP Arthroskopie

Ein Großteil der Oberfläche des Kreuzbands kann arthroskopisch auf die im Zusammenhang mit einer Kreuzbandschädigung auftretenden größeren Risse sowie Fibrillation oder Verfärbungen untersucht werden. Auch die Menisken und der Gelenknorpel können auf diese Weise inspiziert werden. Es hat sich gezeigt, dass die Arthroskopie die kurzfristige Morbidität bei Hunden, die eine Stabilisierung von Verletzungen des vorderen Kreuzbands benötigen, zu senken imstande ist (> Video 34.6, > Video 34.7 und > Video 34.8). Die Arthroskopie des Kniegelenks dient sowohl diagnostischen als auch therapeutischen Zwecken. Die diagnostische Arthroskopie wird in erster Linie durchgeführt, um das Vorliegen einer partiellen Ruptur des vorderen Kreuzbands zu bestätigen und das Ausmaß der Gonarthrose zu beurteilen. Die therapeutische Arthroskopie dient der Entfernung von Resten des kranialen Kreuzbands, der assistierten Rekonstruktion des kranialen Kreuzbands, der Behandlung von Meniskusverletzungen, der Behandlung einer Kniegelenk-OCD sowie der Oberflächenbehandlung bei Arthrose (Abrasionsplastik und Microfracturing).

Für die Arthroskopie des Kniegelenks verwendet man meist ein 2,7-mm-Arthroskop. Bei großen Hunden kann ein 4-mm-Arthroskop eingesetzt werden; je größer das Arthroskop ist, desto schwieriger gestaltet sich jedoch das Einführen anderer Instrumente in das Gelenk. Ein motorgetriebener Shaver ist hilfreich, um durch Entfernung der das Sichtfeld einschränkenden Anteile des Fettkörpers ein Sichtfenster zu schaffen. Hierzu wird das große Shaver-Handstück mit einem Shaver-Schneideblatt verwendet, dessen Gesamtradius 3,5 oder 4 mm beträgt. Zu den für Eingriffe am Kniegelenk nützlichen Handinstrumenten zählen Tasthaken, Faszszangen und schneidende Gewebezangen. Spezielle Handinstrumente für arthroskopische Eingriffe beim Hund sind heutzutage im Fachhandel erhältlich; diese sind in jedem Fall den meisten kleinen Instrumenten aus der Humanmedizin vorzuziehen, da letztere oft zu groß für die Hunde sind. Es ist zu beachten, dass die Handinstrumente sehr empfindlich sind, je kleiner sie sind, und dass sie daher leicht beschädigt werden können.

Es sind zwei Vorgehensweisen zur Kniegelenkarthroskopie beschrieben:

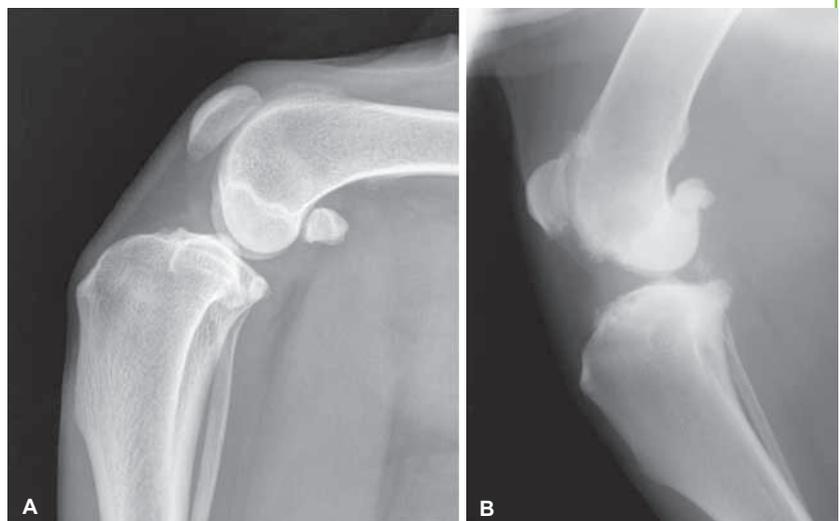


Abb. 34.106 Mediolaterale Röntgenaufnahme eines Hundes mit Ruptur des vorderen Kreuzbands

A) Auffällig sind der Verlust der Abgrenzbarkeit des Kniegelenkfettkörpers und die Vergrößerung des Gelenkkapselschattens.

B) Neben der reduzierten Abgrenzbarkeit des Kniegelenkfettkörpers und der Vergrößerung des Gelenkkapselschattens zeigt sich hier die Ausbildung osteophytärer Zubildungen entlang der Trochlea ossis femoris und eine subchondrale Sklerose im Bereich des Tibiaplateaus.

Technik 1: Das Gelenk wird mit einer 20-G-40-mm-Kanüle mit Kochsalz- oder Ringerlaktat-Lösung aufgefüllt. Das Arthroskopieportal wird lateral zum Lig. patellae platziert, und zwar auf Höhe eines Drittels des Abstands von Apex patellae zum Tibiaplateau. Es erfolgt eine Stichinzision durch die Haut bis in das Gelenk mit einer Skalpellklinge Nr. 15. Die Arthroskopiekanüle wird mittels eines stumpfen Obturators in die Inzision und bis in das mediale Kompartiment des Gelenks vorgeschoben. Der Obturator wird gegen die Arthroskopieoptik getauscht.

Technik 2: Das Arthroskopieportal wird erneut lateral des Lig. patellae platziert, diesmal allerdings auf halber Höhe zwischen Tuberositas tibiae und Apex patellae. Hierzu wird die Stichinzision mit einer Skalpellklinge Nr. 15 durch Haut bis in das Gelenk geführt. Der Obturator einer Spülkanüle wird in die Inzision für das Arthroskopieportal eingeführt und unter der Patella soweit vorgeschoben, bis er die Haut medioproximal der Patella ausbeult. Über dem Obturator wird die Haut inzidiert und der Obturator dann durch die Öffnung durch die Haut durchgestoßen. Nun wird die Abflusskanüle über den Obturator geschoben, bis sich die Spitze der Abflusskanüle etwas unter dem Zentrum der Patella befindet. Der Obturator wird entfernt und die Spitze der Abflusskanüle in die mediale Gelenkaussackung bewegt, indem das Knie gestreckt und die Kanüle über den medialen Rollkamm des Femurs gehoben wird. Sobald der Abfluss gewährleistet ist, wird das Arthroskop in sein Portal eingebracht. Das Instrumentenportal wird auf derselben proximodistalen Höhe angebracht wie das Arthroskopieportal, jedoch medial zum Lig. patellae. Das Femoropatellargelenk wird systematisch untersucht. Unter Beugung des Kniegelenks wird das Arthroskop bei vorsichtigem Zurückziehen lateral des Tuberculum intercondylare im Femorotibialgelenk platziert. Die weitere Exploration kann durch den Fettkörper beeinträchtigt sein, da dieser meist entzündet ist und den Blick auf die Kreuzbänder und Menisken verdeckt.

Ein weiter proximal angesetztes Arthroskopieportal verringert die Einschränkung der Sicht durch den Fettkörper. Ein Sichtfenster durch den Fettkörper wird angelegt, sodass die Bänder und Menisken gründlich untersucht werden können. Zur Resektion des entzündeten Fettkörpers wird ein motorisierter Shaver verwendet.

Das Arthroskop wird so positioniert, dass es auf dem Fettkörper liegt und das Tuberculum intercondylare sich im Sichtfeld befindet. Ein Instrumentenportal wird wie oben beschrieben etabliert und der Shaver in das Gelenk eingebracht. Der Shaver wird im Sichtfeld des Arthroskops dargestellt und mit seinen scharfkantigen Anteilen weg von der Linse geführt. Das störende Gewebe wird durch Schneiden und Absaugen entfernt. Das vordere Kreuzband (häufig nur noch die Reste des vorderen Kreuzbandes) und die Menisken werden visualisiert, sobald das Sichtfenster durch den Fettkörper dies zulässt (> Abb. 34.107). Die Reste des gerissenen vorderen Kreuzbands werden mithilfe des motorisierten Shavers oder einer kleinen Rongeur-Zange entfernt. Sowohl der laterale als auch der mediale Meniskus werden auf Risse oder Auffaserungen untersucht.

Der mediale Meniskus ist häufig ebenfalls verletzt (Korbhenkelriss, radiäre Risse oder Auffaserungen).

Um das mediale Kompartiment mit dem medialen Meniskus bis nach kaudal vollständig einsehen zu können, wird ein Hohmann-Hebel oder Kniestrator durch das Instrumentenportal oder durch ein separates Portal proximal des Instrumenten- oder Arthroskopieportals eingebracht. Die Spitze des Distraktors wird kaudal des Tibiaplateaus platziert und dann

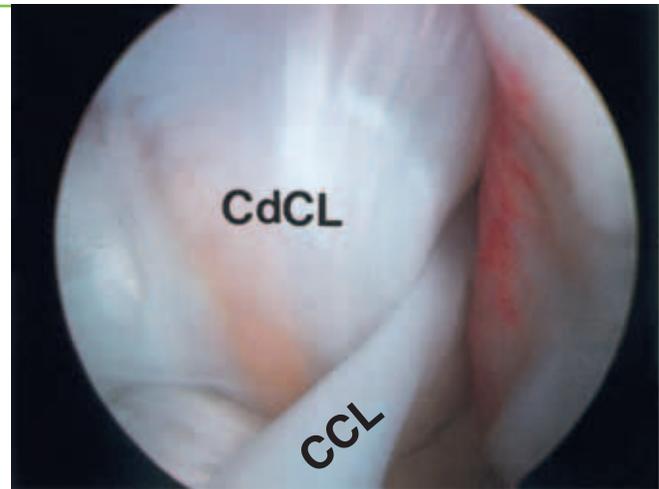


Abb. 34.107 Kraniale Aufsicht der Fossa intercondylaris. Das kaudale Kreuzband (CdCL) ist intakt. Ein residualer Bandrest ist alles, was vom kranialen Kreuzband übrig geblieben ist (CCL).

das Gelenk aufgehebelt. Alternativ kann auf das Kniegelenk Varusstress ausgeübt werden, um das mediale Kompartiment des Kniegelenkes weiter zu öffnen. Der Meniskus wird auf Auffaserungen (> Abb. 34.108, A) oder komplette Risse (> Abb. 34.108, B) untersucht. Mithilfe kleiner Tasthaken und Faszangen können defekte Anteile des Meniskus gehalten und dann mit Rongeur-Zangen abgetragen werden. Sobald die Menisken überprüft und defekte Anteile entfernt wurden, erfolgt die chirurgische Stabilisierung des Kreuzbandrisses.

Laborbefunde

Wenn die palpatorische und die röntgenologische Untersuchung des Gelenks keine eindeutige Diagnose liefern, kann ein Synoviapunktat untersucht werden. Bei partiellen Kreuzbandrupturen ist die Gelenkpunktion besonders hilfreich, um eine Kniegelenkbeteiligung als Ursache für die Lahmheit zu identifizieren. Ein erhöhtes Volumen an Gelenkflüssigkeit und eine zwei- bis dreifach erhöhte Zellzahl (6.000–9.000 WBC/ μ l; vorwiegend mononukleäre Zellen) deuten auf sekundäre degenerative Gelenkveränderungen hin (> Kap. 34.1).

Differenzialdiagnose

Differenzialdiagnostisch kommen Neoplasien des Gelenks, eine immunmedierte Arthritis, septische Arthritis, milde Verstauchungen oder Muskelzerrungen, Patellaluxation, primäre Meniskusdefekte, eine Avulsion des langen Zehenstreckers sowie eine primäre oder sekundäre Arthrose in Betracht.

Konservative Therapie

Eine konservative Therapie ist bei Hunden meist erfolglos [58, 59]. Die Lahmheit verbessert sich zwar meist mit der Zeit, jedoch kehren die Tiere nicht zu ihrem vorherigen Aktivitätsniveau zurück, ohne dass es zu wiederkehrenden Lahmheitsepisoden kommt. Die chirurgische Stabilisierung ist zur Sicherstellung einer optimalen Gelenkfunktion folglich bei Patienten jeder Größe zu empfehlen. Die Lahmheit bessert sich bei kleinen, konservativ versorgten Patienten (z. B. durch Ruhe und NSAID) oft innerhalb von sechs Wochen. Es scheint, als ob diese Patienten

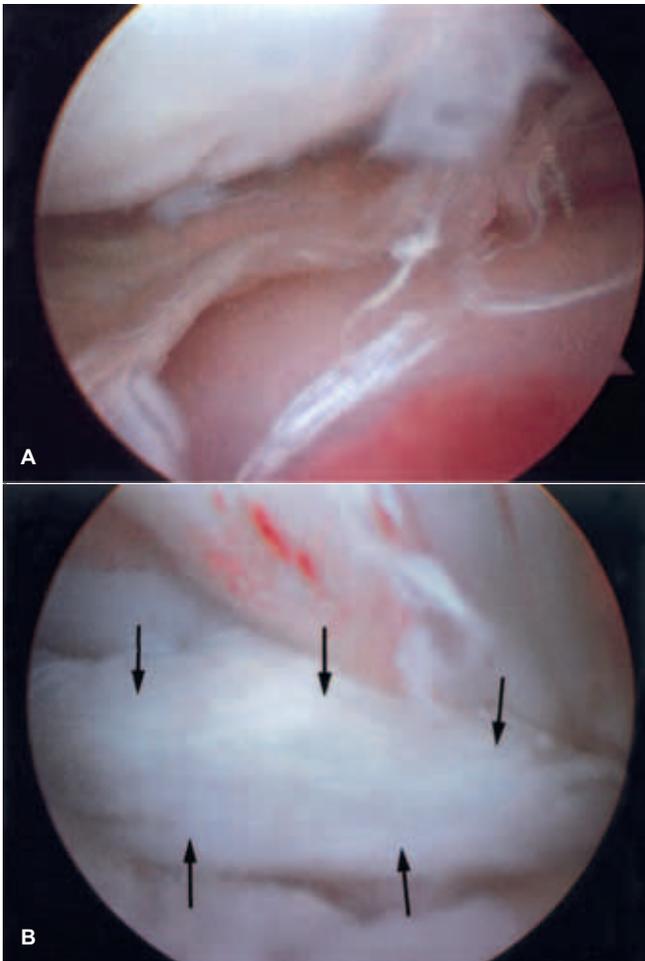


Abb. 34.108 A) Kraniale Aufsicht eines aufgefaserten medialen Meniskus in Verbindung mit einem kranialen Kreuzbandriss
B) Kraniale Aufsicht eines Korbhenkelrisses des medialen Meniskus. Der defekte Meniskus ist nach kranial umgeschlagen (Pfeile).

eine normale Gliedmaßenfunktion zurückerlangen. Jedoch bleibt die Instabilität bestehen, und es entwickelt sich meist eine sekundäre Arthrose. Obwohl äußerlich nicht immer sichtbar, wird das Körpergewicht meist auf das unverletzte Bein verlagert. Diese Überlastung der kontralateralen Gliedmaße im Zusammenspiel mit der altersbedingten Schwächung der Kreuzbandstrukturen kann dann zu einem Kreuzbandriss des kontralateralen Kniegelenks innerhalb von 12–18 Monaten führen. Diese Hunde sind daraufhin häufig nicht mehr gehfähig und werden irrtümlicherweise für neurologische Patienten gehalten. Eine präzise Erhebung der Anamnese sowie eine gründliche klinische Untersuchung sollten den Kliniker zur Diagnose eines beidseitigen Kreuzbandrisses anstelle einer Neuropathie führen. Die Behandlung von Patienten mit bilateralem Kreuzbandriss ist weniger erfolgversprechend als die Behandlung einer unilateralen Kreuzbanderkrankung.

Beachte

Die Verletzung des kontralateralen Kreuzbandes tritt bei ungefähr 40 % der Patienten auf. Der Prozentsatz steigt auf 60 % an, wenn zum Zeitpunkt der ersten Kreuzbandruptur bereits röntgenologische Veränderungen am kontralateralen Kniegelenk zu sehen sind.

Chirurgische Therapie

Bei der chirurgischen Therapie unterscheidet man intrakapsuläre und extrakapsuläre Rekonstruktionsverfahren, Korrekturosteotomien und eine primäre Adaptation mit zusätzlicher Verstärkung (> Tab. 34.10). Die Wahl der Stabilisierungsmethode hängt von den Vorlieben des Operateurs sowie von Größe und Einsatzgebiet des Patienten, aber auch von den Kosten ab, da die meisten retrospektiven Studien ergeben haben, dass die Erfolgsrate unabhängig von der Operationstechnik bei etwa 90 % liegt [60, 61].

Intra- und extrakapsuläre Operationsverfahren zielen darauf ab, die passive Widerstandskraft des Kniegelenks (insbesondere des vorderen Kreuzbands und der fibrosierenden Gelenkkapsel) wiederherzustellen. Bei der **intrakapsulären Stabilisierung** wird autogenes Gewebe nach der „Over-the-Top“-Methode durch das Gelenk oder alternativ durch vorgebohrte Knochen-tunnel im Femur und/oder in der Tibia geführt. Oftmals wird hierfür die autologe Fascia lata verwendet. Synthetische Materialien werden selten eingesetzt, da sie sich dehnen oder reißen können und eine Entzündung oder Infektion hervorrufen können. Auch Allografts mit oder ohne Knochenpfropfen sind eine Option, werden jedoch zur Rekonstruktion des Kreuzbands nicht häufig eingesetzt. Ein Vorteil der intrakapsulären Methoden ist, dass damit die physiologischen und biologischen Verhältnisse am ehesten nachgeahmt werden [62]. Nachteile sind die Invasivität des Eingriffs und die Neigung des Autografts zu Dehnung und Versagen.

Zu den **extrakapsulären Methoden** gehören außerhalb des Gelenks liegende synthetische Nahtmaterialien. Extrakapsuläre Rekonstruktionen werden oft fälschlicherweise als Imbrikationsnähte bezeichnet. Es sind zahlreiche verschiedene Techniken mit unterschiedlichen Ursprungs- und Ansatzstellen der Fadenzügel beschrieben worden. Die genaue Position des Ursprungs und Ansatzpunkts des extrakapsulären Fadenzügels hat einen signifikanten Einfluss auf die Isometrie des Gelenks und beeinflusst das Ausmaß der Schubladebewegung im Rahmen des normalen Bewegungsradius des Kniegelenks [63]. Extrakapsuläre Fadenzügel können auch über Knochenanker oder Knochentunnel fixiert werden [64]. Zu den verwendeten Materialien für einen extrakapsulären Fadenzügel zählen monofile Nylonfäden oder Angelschnüre, speziell hergestellte orthopädische Drähte oder geflochtene orthopädische Bänder. Die Fäden können geknotet oder mit einer

Tab. 34.10 Kategorisierung der Methoden zur chirurgischen Reparatur eines Kreuzbandrisses

Primäre Reparatur mit vergrößerter Darstellung	Reparatur einer Avulsion der Bandinsertion
Intrakapsulär	<ul style="list-style-type: none"> • Fasziestreifen Over-the-Top • Fasziestreifen mit Knochentunnel • Allograft • Synthetischer Bandersatz
Extrakapsulär	<ul style="list-style-type: none"> • Lateraler Fadenzügel zur Fabella • Knochenanker • Fibulakopftransposition • Tight Rope • Faszienkopplung
Osteotomie	<ul style="list-style-type: none"> • Tibia Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) • Keilosteotomie der Tibia (Tibial Wedge Osteotomy, TWO) • Tibial Tuberosity Advancement (TTA)

Krampe verbunden werden. Der Einsatz einer Krampe verändert die biomechanischen Eigenschaften der Fadenschlaufe.

Neben anderen Verfahren sind auch echte **Imbrikationstechniken** zur Versorgung kranialer Kreuzbandrisse beschrieben worden, meist in Verbindung mit weiteren Stabilisierungstechniken. Dazu wird die Fascia lata entweder durch eine Faszienopplung oder durch partielle Exzision und Verschluss gerafft. Diese Techniken werden in der Regel im Rahmen des Routineverschlusses der Fascia lata durchgeführt.

Die **Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO)** verändert die Biomechanik des Kniegelenks, um eine dynamische Stabilisierung in der Bewegung zu erreichen [59, 65]. Physiologischerweise wird das Kniegelenk sowohl durch passive (Bänder, Menisken, Gelenkkapsel) als auch durch aktive (Muskeln und Sehnen) Strukturen stabilisiert. Das kraniale Kreuzband wirkt als passive stabilisierende Struktur einer Kranialverlagerung und einer Innenrotation der Tibia entgegen. Bei der Belastung der Gliedmaße erzeugen der Bodenwiderstand und die Muskelkräfte eine Kompressionsbelastung auf der Gelenkoberfläche der Tibia. Infolge der Kaudalneigung des Tibiaplateaus entstehen bei der Belastung der Tibia Scherkräfte, die bei Hunden, denen das kraniale Kreuzband fehlt, zu einer abnormen Verlagerung der Tibia führen. Die Scherkomponente der Kompressionskräfte wird als „Cranial Tibial Thrust“ bezeichnet und passiv durch das kraniale Kreuzband gebremst (➤ Abb. 34.103). Der „Cranial Tibial Thrust“ verhält sich proportional zur Kaudalneigung des Tibiaplateaus. Wenn diese abnimmt, verringert sich auch der „Cranial Tibial Thrust“. Die Neigung des Tibiaplateaus kann so reduziert werden, dass der „Cranial Tibial Thrust“ von der kranioproximalen in die kaudale oder neutrale Richtung umgelenkt wird. An dem Punkt, an dem der „Tibial Thrust“ eine Richtungsänderung nach kaudal erfährt, übernimmt das kaudale Kreuzband zunehmend die Funktion der passiven Hemmung einer abnormen Verschiebung. Ziel der TPLO-Operationstechnik ist es, eine Neigung des Tibiaplateaus zu erzielen, bei der der „Tibial Thrust“ effektiv durch das kaudale Kreuzband und die aktiven Stabilisatoren des Kniegelenks, die Quadrizepsgruppe, kontrolliert werden kann. Diese liegt bei etwa 3–7° (➤ Abb. 34.109, A, B). Da das kraniale Kreuzband auch eine übermäßige Innenrotation passiv hemmt, müssen die Quelle dieses Drehmoments und die Rolle der TPLO-Operationstechnik hinsichtlich einer kontrollierenden Funktion desselben logisch hinterfragt werden. Ein Versagen in der Neutralisierung dieser internen Rotation, was zu einem Schubladenphänomen mit interner Rotation führt, wird als „Pivot Shift“ bezeichnet. Die Bedeutung dieser Drehbewegungsstabilität für den Ausgang der TPLO-Operation hinsichtlich der Funktionsfähigkeit der Gliedmaße ist ungeklärt. Die TPLO ist eine effektive Methode zur Therapie des vollständigen oder partiellen Kreuzbandrisses beim Hund. Viele Chirurgen bevorzugen diese Methode insbesondere bei größeren und bewegungsfreudigen Hunden, bei denen sich eine langwierige Rehabilitation und postoperative Ruhighaltung schwierig gestaltet.

Die **Keilosteotomie der Tibia** (Tibial Wedge Osteotomy, TWO) ist ein Vorläufer der TPLO, und wurde ursprünglich als Behandlungsverfahren für stark vergrößerte Tibiaplateauwinkel beim Hund beschrieben [66]. Die TWO basiert auf den gleichen biomechanischen Prinzipien wie die TPLO (➤ Abb. 34.110); allerdings führt die tiefere Lokalisation der Osteotomie zu einer Veränderung der relativen Position der Crista tibiae, was mit Komplikationen

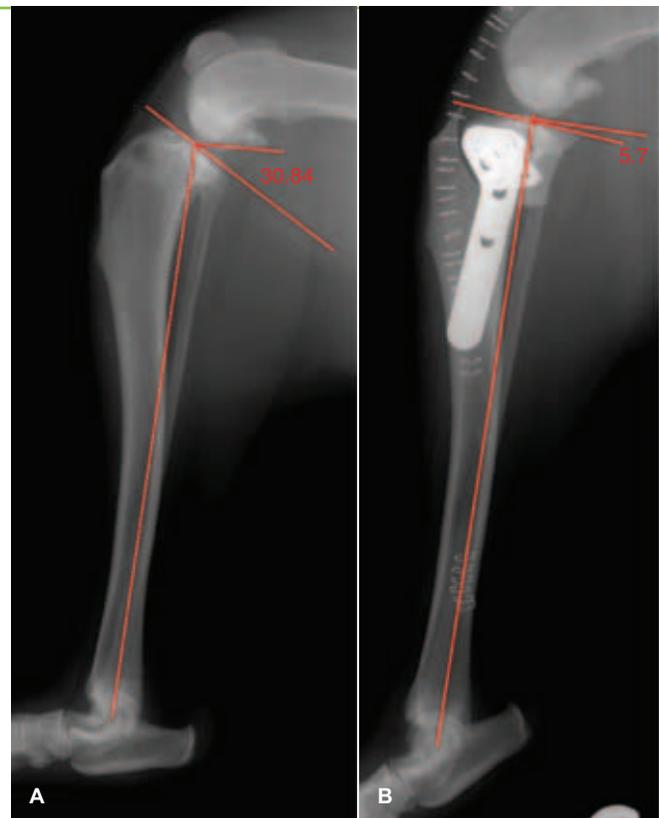


Abb. 34.109 A) Präoperative mediolaterale Röntgenaufnahme eines Hundes zur Messung des Tibiaplateauwinkels für eine TPLO

B) Die postoperative Röntgenaufnahme zeigt die gewünschte Abflachung des Tibiaplateauwinkels auf 5° zur dynamischen Stabilisierung des instabilen Kniegelenks nach vorderem Kreuzbandriss.

beim Streckmechanismus des Knies in Verbindung gebracht wurde. Die TWO stellt aber nach wie vor eine wertvolle Technik zur Behandlung des vorderen Kreuzbandrisses und eines vergrößerten Tibiaplateauwinkels bei jungen Hunden mit noch nicht geschlossenen Wachstumsfugen an der proximalen Tibia dar, da die TWO im Gegensatz zur TPLO diese Wachstumsfugen nicht beeinträchtigt.

Das **TTA (Tibial Tuberosity Advancement)** umfasst eine Osteotomie des Anteils der Tibia, der keine Last trägt. Die Patellarsehne wird hier senkrecht zur gemeinsamen Tangente des Femorotibialgelenks ausgerichtet, sodass der Vorwärtsschub der Tibia (Cranial Tibial Thrust) ausgeschaltet wird [67]. Wird das Bein belastet, entsteht durch die Pfote über Metatarsus und Tarsus eine Kraft, die die Achillessehne mit einer zweiten Kraft reagieren lässt, um die Stabilität des Sprunggelenks in dessen gewichtstragendem Winkel aufrechtzuerhalten. Es entsteht im Tarsus eine Vektorkraft (Summe der aus der Belastung der Gliedmaße resultierenden Kräfte), die gleichzeitig eine Kraft in der Patellarsehne kreiert, die notwendig ist, um das Kniegelenk zu stabilisieren. Die Kombination der im Kniegelenk wirkenden Kräfte führt zu einer Vektorkraft, die in einer Ebene wirkt, die fast parallel zur Patellarsehne ist (bei einem Winkel des Kniegelenks von 135° im Stand bzw. bei Belastung). Dies ist die bei normaler Gewichtsbelastung im Kniegelenk wirkende Gesamtkraft. Ist die Neigung des Tibiaplateaus bei Belastung der Gliedmaße nicht anatomisch senkrecht auf das Lig. patellae ausgerichtet, dann kommt es zu keiner Überlagerung von Vektorkraft und



Abb. 34.110 Röntgenaufnahme einer Tibia nach Keilosteotomie der Tibia (Tibial Wedge Osteotomy, TWO)

normaler tibiofemorale Kompressionskraft. Es entsteht eine tibiofemorale Scherkraft, die als „Cranial Tibial Thrust“ bezeichnet wird (in Richtung der vorderen Schublade oder Tibiattranslation), die beim gesunden Tier durch das kraniale Kreuzband abgefangen wird.

Bei der TTA wird das Lig. patellae dadurch in einen rechten Winkel zur Neigung des Tibiaplateaus gebracht, dass sein Ansatz in kranialer Richtung vorverlagert wird, wodurch die tibiofemorale Scherkräfte bei Belastung eliminiert werden und das kraniale Kreuzband entlastet wird [67]. Bei der TPLO-Technik wird grundlegend Ähnliches dadurch bewirkt, dass das Tibiaplateau rotiert wird, um die tibiofemorale Scherkräfte zu neutralisieren. Allerdings kann sich durch die TPLO der Zug auf die Patellarsehne verstärken, während es bei der TTA theoretisch zu einer Entlastung der Sehne kommt. Eine Entzündung des Lig. patellae scheint nach der TTA seltener zu sein als nach einer TPLO. Die TTA beeinträchtigt nicht die Gelenkkongruenz, doch kommt es zu einer vermehrten Belastung des kaudalen Kreuzbands. Dies kann teilweise dadurch kompensiert werden, dass es aufgrund eines längeren Hebelarms des Lig. patellae zu einer generellen Reduzierung der inneren Gelenkreaktionen kommt. Unabhängig von der zur Stabilisierung des Kniegelenks ausgewählten Operationsmethode sollte der Meniskus mittels Arthroskopie oder offener Arthrotomie auf Risse oder andere Traumata untersucht werden. Bei 50–75 % der Patienten mit Rupturen des vorderen Kreuzbands ist das Kaudalhorn des medialen Meniskus beschädigt [68, 69]. Die meisten dieser Patienten weisen einen Korbhenkelriss (> Abb. 34.108, B) auf, der exzidiert werden muss.

Präoperatives Vorgehen

Die Aktivität der Patienten mit vorderem Kreuzbandriss sollte vor dem Eingriff limitiert werden, um einer weiteren Schädigung des Gelenkknorpels oder Meniskus infolge der Instabilität vorzubeugen. Bei Hunden, deren Kniegelenk chirurgisch stabilisiert wird, sind eine perioperative Antibiose (> Kap. 9) sowie ein adäquates

Schmerzmanagement mit Opiaten (> Box 32.1), NSAID (> Tab. 32.4) oder einer epiduralen Analgesie (> Tab. 32.3) angezeigt.

Anästhesie

Empfehlungen zu Anästhesiemethoden bei orthopädischen Eingriffen sind in > Tab. 32.1 und > Tab. 32.2 diskutiert. Die epidurale Verabreichung eines Opioids reduziert postoperative Schmerzen (> Tab. 32.3). Eine intraartikuläre Verabreichung von 0,5%igem Bupivacain (0,5 ml/kg KG) oder von Morphin (0,1 mg/kg KG mit NaCl-Lösung auf ein Volumen von 0,5 ml/kg KG verdünnt) vor dem Verschließen des Hautschnitts bewirkt ebenfalls eine Linderung der postoperativen Beschwerden.

Chirurgisch relevante Anatomie

Zur arthroskopischen Exploration und operativen Behandlung einer Ruptur des kranialen Kreuzbands ist eine genaue Kenntnis von Ursprung und Ansatz der normalen Bandstrukturen des Kniegelenks sowie der Menisken erforderlich. Die Sehne des M. extensor digitorum longus entspringt in der Fossa extensoria des lateralen Femurkondylus und liegt unmittelbar unterhalb der lateralen Arthrotomie-Inzision. Das kraniale Kreuzband hat seinen Ursprung an der Innenfläche (medial) des lateralen Femurkondylus (> Abb. 34.111), zieht mediodistal, vollführt eine spiralförmige 90°-Drehung und inseriert an der kranio-medialen Oberfläche des Tibiaplateaus unter dem Lig. transversum genus. Das kaudale Kreuzband ist als breite Bandplatte in der Fossa intercondylaris sichtbar. Der mediale und laterale Meniskus sind jeweils halbmondförmige Scheiben aus Faserknorpel, die an der Tibia und dem umgebenden Weichteilgewebe befestigt sind

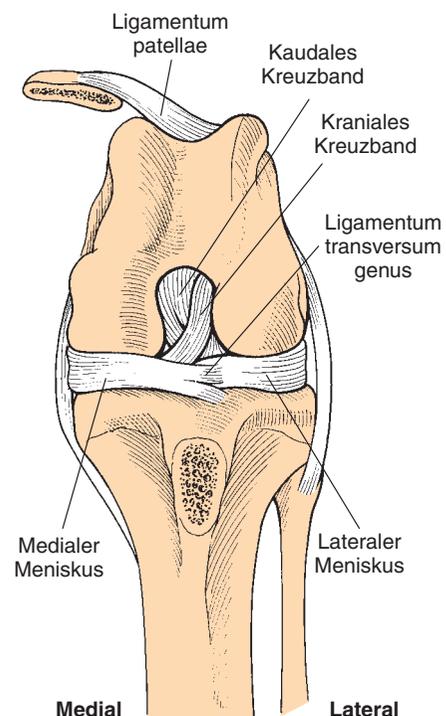


Abb. 34.111 Anatomische Orientierungspunkte für die Kreuzbänder und Menisken

(> Kap. 34.3.23). Bei einer extrakapsulären Stabilisierung muss darauf geachtet werden, dass der laterokaudal des Kniegelenks verlaufende N. fibularis geschont wird. Die Fabellae liegen als Sesambeine im Ursprung des M. gastrocnemius, zwischen den Femurkondylen und der distalen Diaphyse des Femurs. Besteht eine Arthrose, kommt es zur Osteophytenbildung der Fabellae, was die Passage von Nadel und Faden um die Fabella herum erschweren kann. Das laterale Seitenband hat seinen Ursprung am lateralen Kondylus des Femurs und inseriert am Caput fibulae. Die Fibula wird mit der Tibia proximal durch ein Band verbunden.

Das mediale Seitenband dient als ungefährender Orientierungspunkt für den distalen Rand der TPLO-Osteotomie. Es inseriert breit einige Zentimeter unterhalb des Tibiaplateaus an der Kaudalfläche der Tibia (> Abb. 34.112). Die A. und V. poplitea liegen proximal unmittelbar kaudal der Tibia und müssen während der Osteotomie geschützt werden. Die V. saphena medialis liegt distal an der Medialfläche der Tibia und muss beim Einführen des distalen Jig-Pins ebenfalls geschont werden.

Lagerung

Für die Arthroskopie wird der Patient in Rückenlage positioniert. Die Gliedmaße sollte aufgehängt gelagert und von der Hüfte bis zum Tarsus geschoren sowie entsprechend für den aseptischen Eingriff vorbereitet werden. Die Vorbereitung sollte wie für einen offenen chirurgischen Eingriff erfolgen, falls eine Arthrotomie erforderlich wird oder eine Kreuzbandstabilisierung nach der Arthroskopie durchgeführt werden soll. Die Gliedmaße kann entweder von einem Assistenten in Position gehalten oder auf einer speziellen Stützvorrichtung gelagert werden.

Für die Durchführung einer intra- oder extrakapsulären Stabilisierung kann der Patient auf die Seite gelagert oder in Rückenlage positioniert werden. Um eine maximale Manipulierbarkeit des Beins während des Eingriffs zu gewährleisten, wird dieses während der Operationsvorbereitung aufgehängt. Die Gliedmaße wird vom Hüftgelenk bis zum Tarsus rasiert und auf den aseptischen Eingriff vorbereitet.

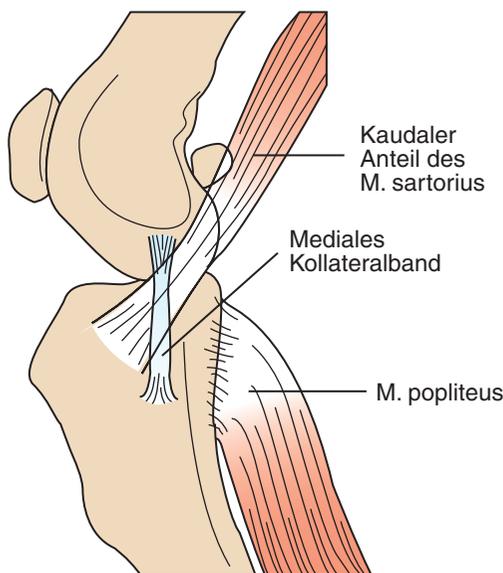


Abb. 34.112 Anatomische Orientierungspunkte an der medialen Fläche der Tibia zur Durchführung einer TPLO oder einer TTA

Für eine TPLO, TTA oder TWO kann der Patient in Rückenlage verbracht oder dorsolateral schräg zur Seite des Eingriffs geneigt gelagert werden. Manche Chirurgen bevorzugen eine Lagerung des Patienten in der Form, dass die zu operierende Gliedmaße flach auf dem OP-Tisch liegt, wenn Knie- und Sprunggelenk im 90°-Winkel gebeugt sind. Bei Riesenrassen wird gelegentlich auch ein Instrumentenständer („stumme Schwester“) zur Lagerung der Gliedmaße mit herangezogen. Die Gliedmaße wird von der Hüfte bis zum Tarsus entsprechend für den aseptischen Eingriff vorbereitet.

Operationstechniken

Lateraler Zugang zum Kniegelenk

Siehe > Video 34.9.

Der Hautschnitt erfolgt kraniolateral auf Höhe der Patella (> Abb. 34.113, A). Er beginnt 5 cm proximal der Patella und endet 5 cm distal der Crista tibiae. Das subkutane Gewebe wird in derselben Linie durchtrennt, um das Septum zwischen dem oberflächlichen Blatt der Fascia lata und dem M. biceps femoris proximal sowie dem lateralen Retinaculum patellae distal darzustellen. Die Fascia lata wird proximal inzidiert und die Inzision distal durch die Fascia lata sowie das laterale Retinaculum patellae fortgesetzt (> Abb. 34.113, B). Die Gelenkkapsel wird mit einem 1 cm distal der Patella beginnenden Schnitt eröffnet. Dieser wird entlang des Lig. patellae und proximal der Kniescheibe weitergeführt. Anschließend wird entlang des Randes des M. vastus lateralis in Richtung der Fabella präpariert (> Abb. 34.113, C). Die Patella wird zur Darstellung der kranialen Gelenkfläche nach medial luxiert.

Medialer Zugang zum Kniegelenk

Der Hautschnitt erfolgt kraniomedial auf Höhe der Patella (> Abb. 34.114). Er beginnt 5 cm proximal der Patella und endet 5 cm unterhalb der Crista tibiae. Das subkutane Gewebe wird in derselben Linie durchtrennt, um das parapatellare, mediale Retinaculum patellae darzustellen. Dieses wird ebenso wie die Gelenkkapsel entlang des medialen Randes des Patellarbands inzidiert. Die Inzision wird proximal bis zur suprapatellaren Gelenkausbuchtung und distal bis zur Tuberositas tibiae fortgesetzt.

Laterale extrakapsuläre Stabilisierung

Siehe > Video 34.10 und > Video 34.11.

Man führt wie oben beschrieben eine Arthroskopie oder Arthrotomie durch, entfernt die Reste des kranialen Kreuzbands und inspiziert die Menisken auf etwaige Risse oder sonstige Schäden. Defekte Anteile des Meniskus werden entfernt. Ist der Meniskus intakt, wird falls gewünscht ein Meniskusrelease durchgeführt, und die Arthrotomie oder Arthroskopieportale werden verschlossen. Falls noch nicht geschehen, wird ein lateraler Zugang zum Kniegelenk hergestellt. Die Haut wird lateral retrahiert, und das laterale Retinaculum sowie die distale Fascia lata werden inzidiert.

Wenn zuvor eine laterale Arthrotomie gewählt wurde, besteht diese Inzision bereits.

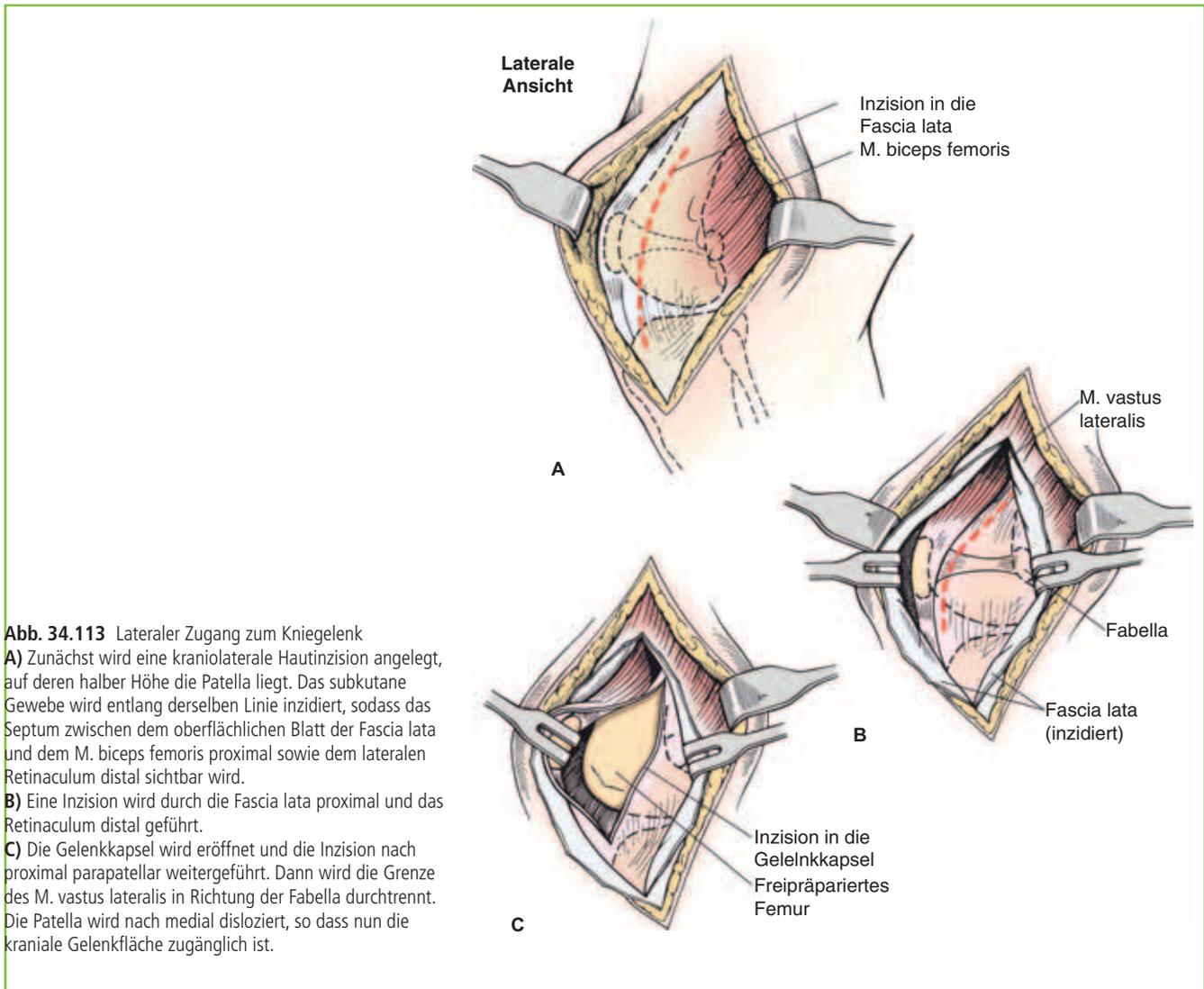


Abb. 34.113 Lateraler Zugang zum Kniegelenk

A) Zunächst wird eine kraniolaterale Hautinzision angelegt, auf deren halber Höhe die Patella liegt. Das subkutane Gewebe wird entlang derselben Linie inzidiert, sodass das Septum zwischen dem oberflächlichen Blatt der Fascia lata und dem M. biceps femoris proximal sowie dem lateralen Retinaculum distal sichtbar wird.

B) Eine Inzision wird durch die Fascia lata proximal und das Retinaculum distal geführt.

C) Die Gelenkkapsel wird eröffnet und die Inzision nach proximal parapatellar weitergeführt. Dann wird die Grenze des M. vastus lateralis in Richtung der Fabella durchtrennt. Die Patella wird nach medial disloziert, so dass nun die kraniale Gelenkfläche zugänglich ist.

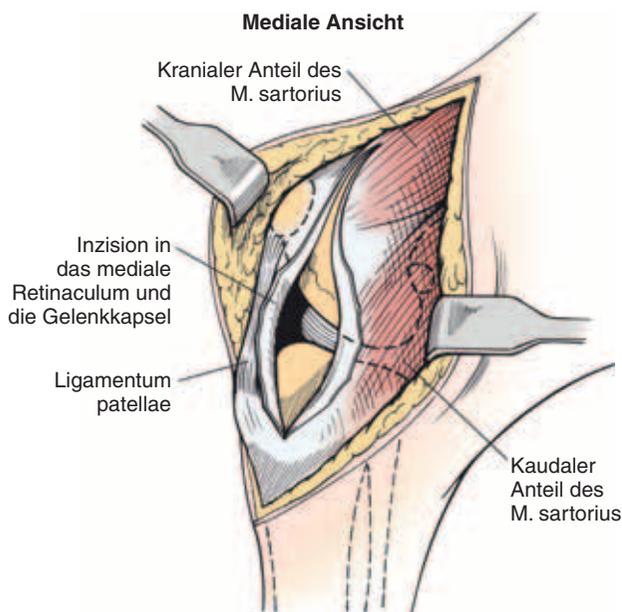


Abb. 34.114 Medialer Zugang zum Kniegelenk. Eine kraniomediale Inzision wird so angelegt, dass die Patella auf halber Höhe liegt. Das subkutane Gewebe wird entlang derselben Linie inzidiert, sodass das parapatellare mediale Retinaculum freiliegt. Die Schnittführung reicht nun durch das mediale Retinaculum und die Gelenkkapsel neben der medialen Begrenzung des Lig. patellae.

Zur Darstellung des M. gastrocnemius wird der M. biceps femoris von der Lateralfäche der Gelenkkapsel gelöst. Ein monofiler Nylonfaden oder ein Stück monofile Nylon-Angelschnur (monofiler Nylonfaden der Stärke 2 für Hunde bis zu 10 kg Körpergewicht, Nylon-Angelschnur mit 27 kg Tragkraft für Hunde bis zu 30 kg Körpergewicht und 36 kg Tragkraft für Hunde über 30 kg) wird von proximal nach distal um die Fabella herumgeführt.

Der Faden kann auch an einem Knochenanker, der in den lateralen Kondylus des Femurs platziert wurde, befestigt werden (> Abb. 34.116).

Der Knochenanker sollte soweit kaudal wie möglich am distalen Pol der Fabella verankert werden. Nun wird der Faden unmittelbar proximal der Tuberositas tibiae unter dem Patellarband hindurchgeführt. Danach wird in die Crista tibiae ein zur Aufnahme der Nadel genügend großes Loch von medial nach lateral gebohrt und der Faden in derselben Richtung durch dieses Loch gezogen. Alternativ werden zwei Löcher durch die Crista tibiae gedreht, und der Faden wird durch die Löcher von medial nach lateral und dann lateral nach medial geführt (> Abb. 34.115). Der Faden wird abgeschnitten, um die Nadel zu entfernen, sodass an zwei Fadenenden angezogen werden kann. Die Gliedmaße wird in die physiologischerweise am stehenden Hund vorhandene Winkelung gebracht, die Tibia nach kaudal und in Außenrotation gehalten, um die Schubladenbewegung zu eliminieren, und die Fäden werden von Hand verknötet oder mithilfe einer Krampe fixiert (> Abb. 34.115).

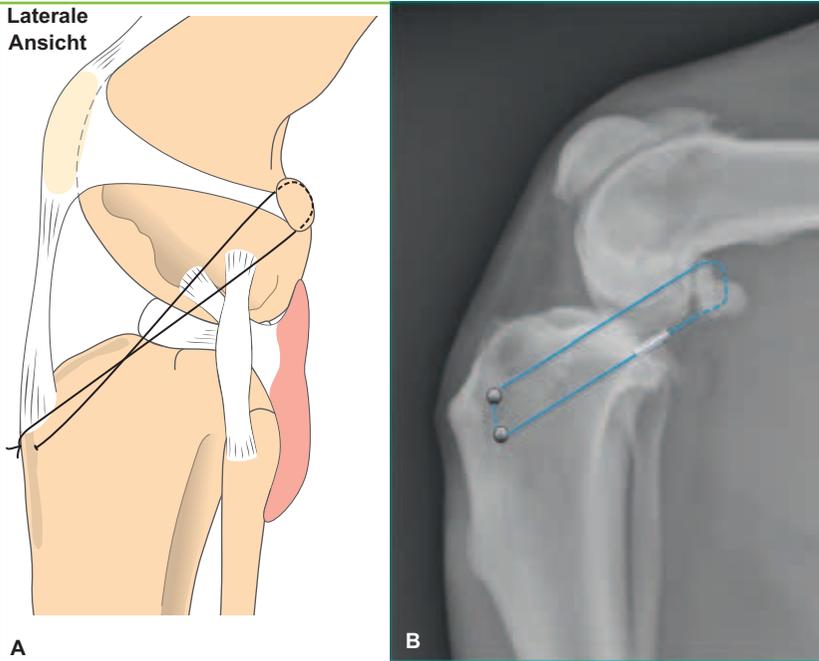


Abb. 34.115 Eine extrakapsuläre Rekonstruktion mithilfe eines dicken nichtresorbierbaren Fadens (oder mehrerer Fäden). Der Bandersatz wird durch die tiefe Faszie geführt, um die Fibula herum und durch einen Bohrkanal (A) oder zwei divergierende Bohrkanäle (B) in der Tuberositas tibiae. Nach Verknoten des Fadenzügels ist die kraniale Schubladenbewegung ausgeschaltet.

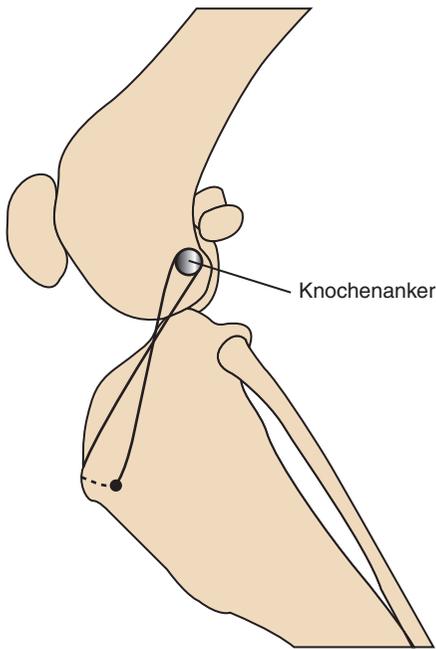


Abb. 34.116 Eine extrakapsuläre Rekonstruktion mithilfe eines dicken nichtresorbierbaren Fadens und von Knochenankern

Die Effektivität der Krampe zur Sicherung einer Fadenschlinge wurde mit einem Knoten verglichen. Das System mit einer Krampe bietet eine konsistentere Fadenspannung, weniger Irritationen durch das geknotete Nahtmaterial, der Faden mit Krampe leiert weniger aus und hält bei Kniegelenken mit vorderem Kreuzbandriss stärkeren Belastungen stand.

Zu dem stabilisierenden Faden wird das laterale Retinaculum patellae durch eine mehrreihige, vertikale überlappende Matratzennaht (Fasziendopplung oder „Vest-over-Pants“-Naht) nach kranial und distal gezogen.

Jede Nahtreihe wird kaudal der Arthrotomielinie durch das Retinaculum geführt, über die Arthrotomielinie hinübergeführt, kranial der Inzision und distal des Ausgangseinstichs durch das kraniale Retinaculum gestochen und wieder zurück durch das kaudale Retinaculum geführt. Einige Einzelhefte werden vorgelegt und erst verknotet, wenn sich alle Fäden einer Reihe an der richtigen Position befinden.

Bei richtiger Platzierung der Fäden wird das kaudale Retinaculum über das kraniale gedoppelt.

Das Gewebe wird, wie oben beschrieben, verschlossen.

Stabilisierung mittels Tight Rope

Eine Arthroskopie oder Arthrotomie wird wie oben beschrieben durchgeführt. Die Reste des kranialen Kreuzbands werden entfernt, und der Meniskus wird auf Risse oder andere Defekte untersucht. Beschädigte Anteile des Meniskus werden entfernt, oder es wird—falls gewünscht—ein Meniskusrelease durchgeführt. Alle pathologischen Veränderungen des Gelenks werden dokumentiert, und die Gelenkkapsel wird verschlossen. Falls dies nicht bereits erfolgt ist, wird der laterale Anteil des Kniegelenks exploriert, und eine Inzision durch das laterale Retinaculum und die distale Fascia lata angelegt.

Diese Inzision wurde bereits durchgeführt, wenn zuvor eine laterale Arthrotomie erfolgt ist.

Die Verbindungsstelle von lateraler Fabella zum kaudalen Anteil des lateralen Femurkondylus wird palpatorisch identifiziert. Der Führungsdraht wird so positioniert, dass dieser den Femur ca. 2 mm distal zur Verbindungsstelle durchdringt.

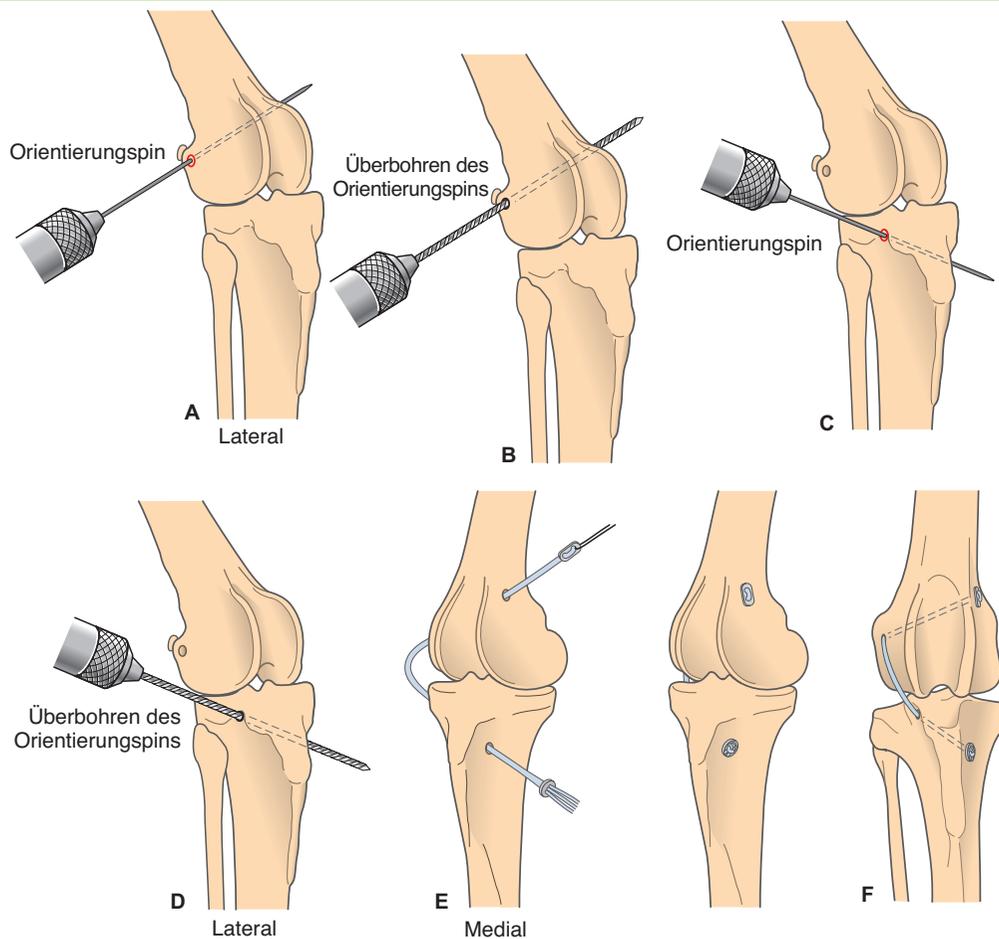


Abb. 34.117 A) Der Führungsdraht des Tight Rope CCL Systems wird am Femur ca. 2 mm distal der Verbindung laterale Fabella–Femurkondylus eingedrillt und im kaudalsten Anteil des lateralen Femurkondylus vorgeführt.

B) Nachdem der Führungsdraht korrekt platziert wurde, wird dieser mit einem kanülierten Bohrer überbohrt.

C) Die Ursprungssehne des langen Zehenstreckers wird nach kranial retrahiert und der zweite Führungsdraht so platziert, dass er so kaudal und proximal wie möglich in der Fossa extensoria der Tibia beginnt und die proximale Tibia an ihrer medialen Fläche verlässt.

D) Nach korrekter Platzierung des Führungsdrahtes wird dieser überbohrt.

E) Das Tight Rope wird nun in Position gebracht, beginnend am medialen Anteil der Tibia bis zum medialen Anteil des Femurs.

F) Das Tight Rope wird unter Spannung gebracht und mit mehreren Knoten gesichert.

drungsstelle laterale Fabella–Femurkondylus im kaudalsten Anteil des Femurkondylus penetriert (\gg Abb. 34.117, A). Der Führungsdraht sollte sehr präzise platziert werden. Das Einbringen des Führungsdrahts erfolgt über einen Bohrer mit Bohrdrahtaufsatz in proximaler Richtung, sodass der Draht das distale Femur überquert und auf Höhe der distalen Diaphyse des Femurs auf dessen medialer Fläche direkt kaudal des M. vastus lateralis austritt.

Der Draht sollte auf Höhe der Basis patellae sichtbar werden, wenn das Kniegelenk in einer Winkelung gehalten wird, die bei Lastaufnahme besteht. Die exakte Positionierung des Führungsdrahts wird überprüft; die Eintrittsstelle liegt im kaudalen Anteil des lateralen Femurkondylus, die Gelenkfläche wird nicht penetriert, und der Austrittspunkt lässt die Platzierung eines chirurgischen Knopfes oder Toggles auf dichtem kortikalem Knochenmaterial des distalen Femurs zu.

Mit dem 3,5 mm messenden kanülierten Bohrer wird nun von lateral nach medial das Bohrloch über dem Führungsdraht angelegt. Sobald der

Bohrer die mediale Femurkortikalis durchstößt, wird dieser zusammen mit dem Führungsdraht entfernt und ein weiterer Führungsdraht oder Pin in den Knochentunnel des Femur eingebracht, um dessen genaue Position für die anschließende Platzierung des Tight-Rope-Implantats zu markieren. Die Ursprungssehne des langen Zehenstreckers wird in der Fossa extensoria der proximalen lateralen Tibia palpirt und eine 5–10 mm lange Inzision in die Faszia und Gelenkkapsel direkt kaudal und parallel zur Sehne des langen Zehenstreckers angelegt. Die Sehne wird kranial retrahiert, um die Platzierung des Führungsdrahts innerhalb der Fossa zu ermöglichen. Der Führungsdraht soll so weit kaudal und proximal innerhalb der knöchernen Rinne platziert werden, wie es ohne Penetration der Gelenkfläche möglich ist (\gg Abb. 34.117, B). Der Führungsdraht wird nun in die proximale Tibia mithilfe eines Handbohrers oder einer Bohrmaschine in distaler Richtung vorangetrieben, sodass der Draht die proximale Tibia überquert und an der proximalen Metaphyse der Tibia auf deren medialer Fläche austritt.

Die exakte Positionierung des Führungsdrahts stellt sich so dar, dass die Eintrittsstelle proximal am kaudalen Ende der Rinne für den langen Zehenstrecker auf Höhe des Gerdy-Tuberkels liegt, die Gelenkfläche nicht penetriert und an ihrer Austrittsstelle an der

proximalen Tibia genug dichten, kortikalen Knochen zur Platzierung eines chirurgischen Knopfes oder Toggles bietet.

Mit dem 3,5 mm kanülierten Bohrer wird erneut das Loch über dem Führungsdraht gebohrt, und zwar von lateral nach medial. Sobald der Bohrer die mediale Tibiakortikalis durchstößt, wird dieser zusammen mit dem Führungsdraht entfernt und ein anderer Führungsdraht oder Pin zur Markierung der Lage des Knochentunnels für die anschließende Implantation des Tight Rope eingebracht.

Nun wird der Markierungspin an der medialen Öffnung des Bohrkannals des Tibiatunnels freipräpariert, indem die Hautinzision durch Retraktion aufgedehnt oder eine kleine, separate Hautinzision wie für eine Arthroskopie an dieser Stelle angelegt wird. Die Führungsnadel für das Tight Rope wird durch den Tibiatunnel von medial nach lateral geführt. Dann wird lateral auf die Führungsnadel des Tight Rope und medial auf die Fiber-Tape-Fäden Zug ausgeübt, sodass der Tight-Rope-Toggle in flacher Lage von medial nach lateral durch den Tibiatunnel geführt werden kann. Der Toggle wird bis zu seinem Austritt am lateralen Anteil des Kniegelenks vorgezogen, wobei der lange Zehenstrecker nach kranial retrahiert wird (> Abb. 34.117, C). Die Tight-Rope-Führungsnadel wird durch den Femurtunnel von lateral nach medial gezogen. Die Führungsnadel wird durch die Öffnung des Knochentunnels auf der medialen Fläche des Femur herausgezogen und die Tight-Rope-Führungsnadel medial sowie die Fiber-Tape-Fäden lateral unter Spannung gebracht, sodass der Tight-Rope-Toggle sich in der Längsachse des Femurtunnels ausrichtet. Nun wird der Tight-Rope-Toggle durch den femoralen Knochentunnel von lateral nach medial gefädelt, bis er am medialen Anteil des Femurs austritt, und zwar unterhalb des M. vastus medialis. Dann wird der Toggle umgeschlagen, sodass er senkrecht zum femoralen Knochentunnel liegt. Die Fiber-Tape-Fäden auf der lateralen Fläche des Femurs werden angezogen, sodass der Toggle flach und stabil auf der medialen Femurkortikalis aufliegt. Das Fiber Tape wird am lateralen Anteil des Kniegelenks straff gezogen und jegliche Verdrillungen beseitigt, sodass die einzelnen Stränge flach und sicher auf der lateralen Gelenkkapsel unterhalb der Faszie aufliegen. Nun werden die Fiber-Tape-Fäden am medialen Anteil der Tibia so gestrafft, dass der Tight-Rope-Button vollständig auf der Tibiakortikalis aufliegt. Das Kniegelenk wird in einem Winkel, der bei physiologischer Lastaufnahme besteht, gehalten und leicht nach außen rotiert. In dieser Haltung werden die freien Enden der Fiber-Tape-Fäden über dem Knopf verknötet.

Ein Transplantatspanner mit Tensiometer hilft dabei, die exakte Spannung für die Fiber-Tape-Fäden zu ermitteln und damit ein optimales Ergebnis der Operation zu ermöglichen.

Beide Fadenstränge der Fiber-Tape-Bänder werden in den Transplantatspanner gelegt und die Fadenzügel direkt über dem Button festgezogen. Es wird eine initiale Fadenspannung von 10–12 lb ausgeübt und das Gelenk für ungefähr 20 Zyklen durch seinen gesamten Radius gebeugt und gestreckt, während Schubladenphänomen, Cranial Tibial Thrust und interne Rotation des Gelenks beurteilt werden. Dieser Vorgang wird fortgesetzt, bis die Fadenspannung trotz der Manipulation konstant bleibt und der gewünschte Grad an Stabilität erreicht wurde.

Das Tensiometer wird von den ersten beiden Fiber-Tape-Fäden gelöst, und die anderen beiden Fäden werden gefasst. Der Straffungsvorgang wird nun wiederholt. Sobald das zweite Fadenpaar vorgespannt wurde, wird die Fadenspannung mit dem Tensiometer gehalten und das erste Fadenpaar mit vier oder fünf Knoten gesichert. Das Tensiometer wird nun entfernt und das zweite Fadenbündel auf dieselbe Weise verknötet. Erneut wird das Kniegelenk auf ein Schubladenphänomen, interne Rotation sowie einen physiologischen Bewegungsumfang überprüft, um die korrekte Lage der Implantate und eine adäquate Stabilität des Kniegelenks sicherzustellen. Der Führungsfaden wird durchtrennt und die Tight-

Rope-Nadel mit diesem zusammen entfernt. Der kaudale Anteil des M. sartorius wird über den Button und die Knoten an der Tibia gedeckt und an die kraniale Faszie adaptiert.

Zusätzlich zum Tight Rope erfolgt eine Fasziendoppelung des lateralen Retinakulums in kraniodistaler Richtung. Jedes Heft der modifizierten Matratzennaht nach Mayo wird kaudal der Arthrotomie-Inzision durch das Retinaculum gesetzt, über die Arthrotomie geführt und kranial der Arthrotomie weiter distal als der Einstich im Retinakulum ein- und ausgestochen. Dann wird der Faden zurück durch das kaudale Retinaculum geführt. Die Hefte werden zunächst alle vorgelegt und erst dann verschlossen.

Bei korrekter Platzierung der Nähte wird das kaudale Retinaculum über das kraniale Retinaculum gezogen.

Der Wundverschluss erfolgt wie oben beschrieben.

Das Tight Rope kann auch andersherum angelegt werden, also von medial nach lateral durch den Femurtunnel und dann von lateral nach medial durch den Tibiatunnel. So sichert der Toggle die Fixation an der Tibia und der Button die Fixation am Femur. Für kleinere Hunde und Katzen ist ein Mini-Tight-Rope-Implantatsystem erhältlich.

Tibia-Plateau-Leveling-Osteotomie (TPLO)

Radiologische Beurteilung

Siehe > Video 34.12.

Der anästhesierte Patient wird in Seitenlage auf den Röntgentisch gelegt, sodass die betroffene Gliedmaße unten zu liegen kommt. Das gegenüberliegende Bein wird aus dem Röntgenstrahl herausgehalten. Die Kassette wird so gewählt, dass die distalen Femurkondylen, die gesamte Tibia und das Tarsalgelenk auf das Bild passen (> Abb. 34.118). Die Gliedmaße wird nun so positioniert, dass sich die Femurkondylen wie auch die Rollkämme des Talus überlagern. Nun wird die Aufnahme angefertigt. Danach folgt eine weitere Aufnahme derselben Strukturen, jedoch im kraniokaudalen Strahlengang.

Die genaueste Messung des Tibiaplateauwinkels (TPA) kann dann erzielt werden, wenn der Abstand zwischen den beiden Femurkondylen weniger als 2 mm beträgt und der Zentralstrahl über dem Kniegelenk in Richtung des Tibiaplateaus zeigt.

Zur Markierung des TPA markiert man auf der lateralen Aufnahme die Mitte der Trochlea des Talus und die Mitte der Eminentia intercondylaris des Tibiaplateaus. Diese beiden Punkte werden mit einer Linie verbunden (a) (> Abb. 34.119). Eine zweite Linie (b) wird gezogen, um den geschätzten Verlauf des Tibiaplateaus zu markieren (> Abb. 34.119). Am Schnittpunkt der beiden Linien wird eine dritte Linie (c) eingezeichnet, die im rechten Winkel auf Linie a steht (> Abb. 34.119). Nun wird der Winkel zwischen Linie b und c gemessen. Dies ist der Tibiaplateauwinkel (TPA). Mithilfe der Rotationstabelle und dem für das jeweilige Kniegelenk passend ausgewählten Sägeblattradius kann nun abgelesen werden, um wieviel Millimeter die Osteotomie rotiert werden muss (> Tab. 34.11).