

# Möglichkeiten der minimal-invasiven kardiologischen Kathetereingriffe beim Hund

T.M. Glaus<sup>1</sup>, S. Unterer<sup>2</sup>, K. Tomsa<sup>2</sup>, C. Baumgartner<sup>1</sup>, U. Geissbühler<sup>3</sup>, O. Gardelle<sup>3</sup>, C. Reusch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Kardiologie, <sup>2</sup>Klinik für Kleintiermedizin und <sup>3</sup>Abteilung für bildgebende Diagnostik, Departement für Kleintiere der Universität Zürich

## Zusammenfassung

Die therapeutischen Möglichkeiten in der Veterinärkardiologie haben sich innerhalb der letzten Jahre rasant entwickelt. Während früher nur Eingriffe am offenen Thorax möglich waren, so werden zunehmend neue minimal-invasive interventionelle Methoden angewandt. Eingriffe wie Ballondilatation einer Pulmonalstenose, Katheter-Embolisation eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli, Herzschrittmacherimplantation bei symptomatischer Bradyarrhythmie und palliative Ballonperikardiotomie bei maligner Herztamponade etablieren sich zunehmend. Diese alternativen interventionellen Behandlungsmethoden sind attraktiv, weil ohne invasive Operation postoperative Schmerzen und potentielle Komplikationen einer Thorakotomie fehlen. Die Kenntnis solcher neuer Behandlungsmodalitäten und insbesondere der Indikationen für einen Eingriff sind Voraussetzung, dass sie optimal und breit eingesetzt werden können.

**Schlüsselwörter:** Ballondilatation – Coil embolisation – Ballonperikardiotomie – Herzschrittmacher – Hund

## Possibilities of minimally invasive cardiac catheter interventions in the dog

The therapeutic possibilities in veterinary cardiology have developed rapidly in the past few years. Whereas until recently cardiac intervention in dogs could only be performed by thoracotomy, new minimally invasive techniques are adopted. Procedures like balloondilatation of pulmonic stenosis, coil embolisation of patent ductus arteriosus, pacemaker implantation in symptomatic bradyarrhythmia, and palliative balloon pericardiotomy are becoming more and more established. These alternative interventional methods are attractive, because no postsurgical pain and no complications potentially associated with thoracotomy ensue. The knowledge of such new treatment modalities and particularly the indications for an intervention are prerequisites to apply them optimally and broadly.

**Key words:** balloon dilation – coil embolisation – balloon pericardiotomy – pacemaker – dog

## Einleitung

In den letzten Jahren konnten grosse Fortschritte in der Diagnostik von Herzerkrankungen erzielt werden. Durch die besseren technischen Hilfsmittel sind beispielsweise kongenitale Herzfehler auf nicht-invasive Weise mittels Ultraschalluntersuchung einfach und exakt diagnostizierbar und ihr Schweregrad quantifizierbar. Die bessere Diagnostik bringt jedoch nur dann einen wirklichen Fortschritt, wenn sich auch die therapeutischen Möglichkeiten verbessern. Während bis vor kurzem nur invasive chirurgische Eingriffe zur Verfügung standen, um gewisse angeborene oder erworbene Herzkrankheiten zu korrigieren oder

zumindest palliativ zu behandeln, mehren sich auch in der Veterinärmedizin die Möglichkeiten, minimal invasive Kathetereingriffe durchzuführen. Nicht zuletzt wächst auch das Bedürfnis von Tierbesitzern, die vorhandenen verbesserten Behandlungsmodalitäten für ihre Tiere tatsächlich in Anspruch zu nehmen. Der grundsätzliche Unterschied zwischen klassisch chirurgischen und minimal invasiven interventionellen Herzeingriffen besteht darin, dass keine eigentliche Operation und speziell keine Thorakotomie mehr nötig ist. Dadurch entfallen der postoperative Schmerzzustand, postoperative Massnahmen wie

Thoraxdrainage und mögliche Komplikationen wie Pleuraerguss, Pneumothorax oder Pleuritis. In der Veterinärmedizin seit Jahren angewandte minimal-invasive Eingriffe sind die Ballondilatation von Pulmonalstenosen (Bright et al., 1987; Sisson et al., 1988; Brownlie et al., 1991), die transvenöse Einpflanzung von Herzschrittmachern (Darke et al., 1989; Sisson et al., 1991) und die Entfernung von Herzwürmern beim sogenannten Cavalsyndrom bei Hund und Katze (Jackson et al., 1977; Rawlings et al., 1994; Glaus et al., 1995). Fortschritte der neueren Zeit sind der Katheter-Verschluss des persistierenden Ductus arteriosus Botalli (Snaps et al., 1995; Schneider et al., 1996; Glaus et al., 1999), welcher die klassisch chirurgische Methode weitgehend verdrängt hat und schliesslich die Ballonperikardiotomie (Cobb et al., 1996; Glaus, 1999; Sidley et al., 1999).

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Indikationen, Vorteile, Nachteile, potentiellen Komplikationen und Kosten der bei uns durchgeführten Herzkathetereingriffe vorzustellen. Da für die Stellung der Indikation eine exakte Diagnose Voraussetzung ist, wird ein zusätzliches Augenmerk auf die diagnostische Aufarbeitung gelegt.

### Technische Voraussetzungen

Für alle beschriebenen Eingriffe ist eine spezielle Ausrüstung notwendig. Da die verwendeten hochspezialisierten Katheter für ganz ausgewählte Indikationen in der Humanmedizin entwickelt worden sind, ist der Preis teilweise recht hoch. Gewisse Materialien werden uns dabei auch von Humanspitälern (ge-

braucht oder abgelaufen) oder Firmen kostenlos oder verbilligt zur Verfügung gestellt. Andernfalls wären manche Kathetereingriffe tatsächlich teurer als eine klassische Chirurgie mit Thorakotomie. Eine weitere Grundvoraussetzung für einen Kathetereingriff ist das Vorhandensein einer Fluoroskopie-Anlage, da alle Eingriffe unter Durchleuchtung durchgeführt werden müssen. Damit sind die Eingriffe nur in speziellen Zentren durchführbar. Für die Anästhesie sollten ein ausgebildeter Anästhesiologe und gute Geräte zur Narkoseüberwachung zur Verfügung stehen. Wir überwachen die Tiere während eines Eingriffs routinemässig mittels Ösophagusstethoskop, EKG-Monitor, Kapnographie, Pulsoximeter und nicht-invasiver Blutdruckmessung. Des weitern ist es sehr hilfreich, während eines Eingriffs in den grossen Gefässen und den Herzkammern invasiv die Drücke messen zu können. Und schliesslich sollten immer Medikamente und ein Defibrillator für eine Reanimation bereit stehen.

### Pulmonalstenose

Die Pulmonalstenose (PS) gehört zusammen mit der (Sub-) Aortenstenose (SAS) und dem persistierenden Ductus arteriosus Botalli (PDA) zu den häufigsten angeborenen Herzmissbildungen in der Schweiz (Cortesi, 1999; Baumgartner und Glaus, 2003). Während eine SAS eher bei grossen Hunderassen auftritt, wird eine PS eher bei mittleren und kleineren Rassen gefunden. Die PS ist bei den meisten Hunden eine rein valvuläre Stenose, verursacht durch dysplastische Klappen, welche zum Teil verklebt sind und dadurch den Herzausfluss behindern. Bei schwer-

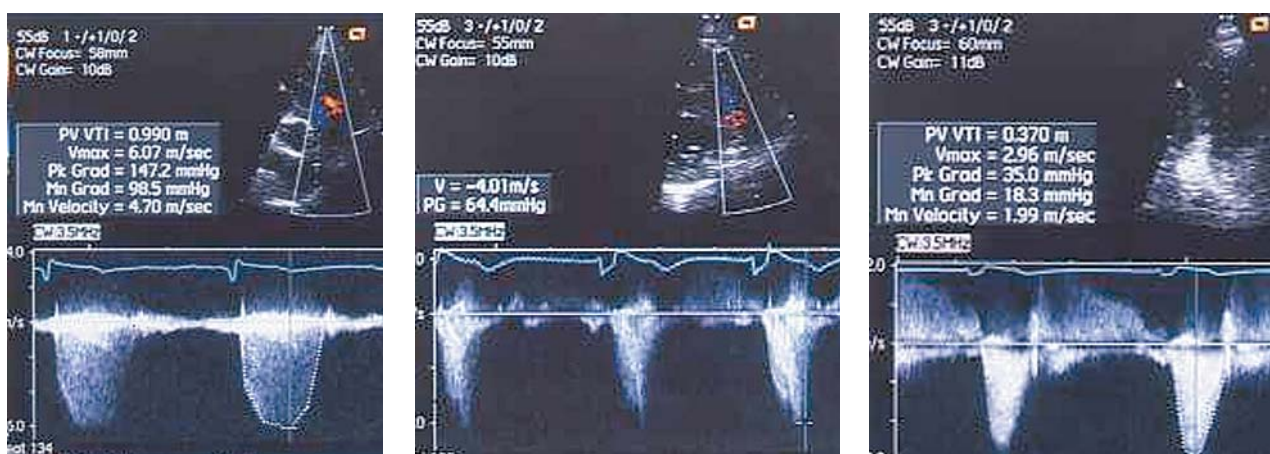


Abbildung 1: Dopplerultraschalluntersuchung bei einer hochgradigen Pulmonalstenose bei einem Hund. a) vor Behandlung, b) 1 Monat nach und c) 6 Monate nach Ballondilatation. Vor der Behandlung beträgt der Spitzengradient im pulmonalen Ausflusstrakt etwa 150 mmHg. Ein Monat nach Behandlung beträgt der Spitzengradient etwa 64 mmHg, auffällig ist dabei ein 2-gipfliges überlagertes Flussmuster: der erste Peak stellt die verbleibende fixe Stenose dar, der zweite, dolchförmige Peak ist eine zusätzlich dynamische Stenose infolge einer infundibulären Hypertrophie. Nach 6 Monaten ist die Hypertrophie und damit die dynamische Komponente der Obstruktion verschwunden. Der verbleibende Spitzengradient beträgt noch 35 mmHg, was nur mehr eine leichtgradige Ausflussobstruktion darstellt. Als Nebenbefund kann in Abb. 1b und c eine Pulmonalinsuffizienz mit einer Spitzengeschwindigkeit von knapp 2 m/sec. gesehen werden. Diese Insuffizienz ist bereits in Abb. 1a mit Farbe festzustellen.

wiegenden Stenosen kann sich durch eine kompensatorische Rechtsherzhypertrophie zusätzlich eine dynamische infundibuläre Ausflussobstruktion entwickeln, welche die Stenose verschlimmert und das Risiko des Eingriffs erhöht. Deshalb empfiehlt sich ein frühzeitiger Eingriff. Eine Einschränkung für einen Eingriff ist die anatomische Besonderheit einer nur einzeln abgehenden Koronararterie, eine sehr seltene Anomalie, beschrieben bei der Englischen Bulldogge und beim Boxer (Buchanan, 1990). Zur definitiven Diagnose, Quantifizierung des Defekts und Ausschluss einer komplexen Missbildung ist eine Ultraschalluntersuchung unumgänglich. Dabei wird zur Beurteilung des Schweregrads mittels Spektraldoppleruntersuchung der Spitzendruckgradient im Bereich der Stenose berechnet (Abb. 1a). Ein Spitzengradient  $<50$  mmHg (normal  $<20$  mmHg) gilt als leichtgradig und hat keinen messbaren Einfluss auf die Belastbarkeit und die Lebenserwartung. Somit ist dann ein Eingriff nicht sinnvoll. Ein Spitzengradient  $>80$ – $100$  mmHg gilt als hochgradig und eine verminderte Belastbarkeit und Lebensdauer sind zu erwarten. Ein Eingriff wird demzufolge stark empfohlen. Ein Spitzengradient von  $50$ – $80$  mmHg gilt als mittelgradig und der Entscheid, ob ein Eingriff durchgeführt werden sollte, begründet sich anhand der vorliegenden klinischen Symptome und des Schweregrads der sekundären ultrasonographisch fassbaren Herzveränderungen (Kittleson und Kienle, 1998; Bussadori et al., 2000).

Die interventionelle Behandlung besteht in einer Sprengung der fusionierten dysplastischen Klappe mit einem speziellen Ballon. Hierzu wird anschliessend an eine Angiographie ein Valvuloplastikballon via Jugular- oder Femoralvene auf die Höhe der stenosierte Pulmonalklappe geschoben und unter fluoroskopischer Kontrolle während einiger Sekunden aufgeblasen. Die Erfolgskontrolle der Ballondilatation erfolgt zuerst einmal rein durch die fluoroskopische Beobachtung, dass die Stenose während dem Aufblasen verschwindet. Ein weiterer Hinweis für eine effektive Ballonierung ist ein messbares Ansteigen des systemischen Blutdrucks, was auf eine effizientere Herztätigkeit schliessen lässt. Zur exakten Quantifizierung der hämodynamischen Verbesserung wird der rechtsventrikuläre Druck nach der Ballonierung mit jenem zu Beginn des Eingriffs verglichen. Bei unbefriedigendem Druckabfall wird das Prozedere mit einem grösseren Ballon wiederholt.

Die Erfolgsaussichten, mittels Ballondilatation die Druckverhältnisse permanent nachhaltig zu verbessern, sind sehr gut. Idealerweise kann der transvalvuläre Druckgradient permanent unter  $50$  mmHg gesenkt werden (Abb. 1b, c). Die Gefahren einer Ballondilatation sind gering (Kittleson und Kienle,

1998). Eine relativ häufige elektrokardiographische Folge des Eingriffs ist ein Rechtschenkelblock, der aber keine hämodynamische und damit keine klinische Relevanz hat. Selten treten während dem Eingriff Arrhythmien auf, welche meist harmlos und transient sind, bzw. nach Gabe von Antiarrhythmika verschwinden. Nur bei äusserst wenigen Eingriffen tritt eine maligne Arrhythmie auf, beispielsweise ein Kammerflimmern, das eine sofortige Defibrillation zur elektrischen Kardioversion erfordert.

Eine sehr wichtige Frage ist jene nach der Lebenserwartung mit oder ohne Dilatation. In einer grösseren retrospektiven Studie war die prozentuale Überlebensrate nach Ballondilatation mit  $94\%$  zwei Jahre nach Behandlung signifikant besser als ohne Behandlung ( $65\%$ ; Ewey et al., 1992).

### Persistierender Ductus arteriosus Botalli

Bei Hunden mit einem PDA erfolgt aufgrund der Druckverhältnisse in Aorta und Pulmonalarterie üblicherweise ein links-rechts Shunt. Daraus resultiert eine progressive linksventrikuläre Volumenüberladung, welche bei den meisten Hunden eher früher als später zu einer Stauungsinsuffizienz und zum Herzversagen führt. Damit ist ein PDA eine klare Indikation zur Korrektur und es empfiehlt sich der möglichst frühzeitige Verschluss.

Mittels Ultraschalluntersuchung kann nicht nur die Diagnose exakt gesichert, sondern auch der Schweregrad der hämodynamischen Kompensation quantifiziert werden. Die Volumenüberladung gemessen am linksventrikulären diastolischen Volumen ist dabei oft exorbitant.

Die interventionelle Behandlung besteht im Verschluss des offenen Ductus durch Einlegen von thrombose-fördernden Materials. Verschiedene Materialien und Methoden sind entwickelt worden. Bei Hund und Mensch mit kleinem PDA-Durchmesser werden meist Embolisations-Spiralen verwendet. Unter Vollnarkose wird wiederum zuerst eine Angiographie durchgeführt, um die genaue Lokalisation und Grösse des PDA darzustellen. Anschliessend werden die Embolisations-Spiralen mittels Katheter unter fluoroskopischer Kontrolle entweder transarteriell (via A. femoralis retrograd; Glaus et al., 1999; Stokhof et al., 2000) oder transvenös (via V. femoralis, rechtes Herz, Pulmonalarterie; Schneider et al., 1996 und 2001) in den PDA gelegt. Ein erfolgreicher kompletter Verschluss ist daran erkennbar, dass mittels Ösophagusstethoskop kein kontinuierliches Herzgeräusch mehr auskultierbar ist. Zusätzlich ist ein sofortiger Abfall der Herzfrequenz festzustellen. Bei unvollständigem Verschluss werden weitere Spiralen

eingesetzt, bis das Geräusch verschwunden oder minimal hörbar ist (Stokhof et al., 2000).

Die Komplikationsgefahr ist wiederum sehr klein. Beim transarteriellen Eingriff treten keine Arrhythmien auf, da die Kathetermanipulationen nur in den grossen Gefässen und nie im Herzen selbst erfolgen. Erwähnenswerte potentielle Komplikationen sind Dislokation einer Spirale in eine Pulmonalarterie oder Hämolyse bei unvollständigem Verschluss des PDA. Eine dislozierte Spirale wird beim Hund meist in der Lunge belassen, da sie nicht zu messbaren Problemen führt (Stokhof et al. 2000). Eine intravaskuläre Hämolyse ist beim Mensch und beim Hund verschiedentlich beschrieben worden (Gildein et al., 1999; Van Israel et al., 2001; Glaus et al., 2003) und wird vermutlich durch eine physikalische Schädigung der Erythrozyten im noch offenen PDA verursacht. Eine intravaskuläre Hämolyse kann theoretisch zu einer bedeutenden Anämie oder zu einer Nierenschädigung führen (Gildein et al. 1999). Oft ist die Hämolyse jedoch nur von einer mässigen Anämie begleitet und nur transient (Lee et al., 1999; Glaus et al. 2003). Um diese Komplikation zu verhindern, ist die Empfehlung beim Mensch, den PDA mit so vielen Spiralen wie möglich vollständig oder fast vollständig zu verschliessen. Wenn dennoch postoperativ eine Hämolyse auftreten sollte, empfiehlt sich ein sofortiger zweiter Eingriff (Hijazi et al., 1998).

Die Katheter-Embolisation ist die Methode der Wahl bei Hunden mit einem PDA-Durchmesser von  $\leq 4$  mm und mit Spiralen gut machbar bis zu einer Grösse von etwa 5 mm (Glaus et al., 2003). Bei grösseren Hunden mit einem PDA  $>5$  mm können andere (sehr teure) Kathetersysteme verwendet (Glaus et al., 2002b), oder aber die klassisch chirurgische Methode mittels einer Thorakotomie gewählt werden.

## Perikarderguss

Die wichtigsten Ursachen eines Perikardergusses sind Neoplasien im oder um das Herz oder eine idiopathische Perikarditis. Eine Herzultraschalluntersuchung ist nicht nur hilfreich, um den Verdacht eines Perikardergusses zu bestätigen, sondern auch notwendig, um einen ursächlichen Tumor auszuschliessen, speziell am rechten Herzohr oder an der Herzbasis. Unabhängig von der Ursache einer Tamponade besteht die palliative Behandlung in einer Perikardiozentese. Sowohl bei neoplastischer wie auch idiopathischer Grundursache kann damit oft eine längere symptomfreie Zeit bewirkt werden. Wenn eine Tamponade in kurzen Abständen rezidiert, muss der Abfluss der pathologischen Flüssigkeit aus dem

Perikardbeutel mit invasiveren Methoden erreicht werden. Die klassische Methode ist eine subtotale Perikardektomie. Wenn aber je nach Grundursache, insbesondere bei einem Hämangiosarkom am rechten Herzen oder bei alten Tieren mit schlechtem Allgemeinzustand eine Perikardektomie nicht indiziert ist, besteht eine minimal-invasive Behandlungsmöglichkeit in einer Ballonperikardiotomie (Cobb et al., 1996; Sidley et al., 1999; Glaus, 1999). Dazu wird in oberflächlicher Narkose über eine einfache Perikardiozentese ein Ballonkatheter teilweise in das Perikard eingeführt und unter fluoroskopischer Kontrolle aufgeblasen, so dass ein Riss im Perikardbeutel entsteht.

Vorteile der Methode sind die minimale Invasivität und die Chance, eine längere tamponadefreie Zeit zu gewinnen. Es muss angemerkt werden, dass diese Öffnung nach einiger Zeit wieder verkleben kann, und somit ein Rezidiv der Tamponade auch nach diesem Eingriff möglich ist (Balli et al., 2003). Das Ziel einer Ballonperikardiotomie ist nicht eine Heilung der Grundursache, sondern eine symptomatische Behandlung der Herztamponade. Diese minimal-invasive Intervention ist v.a. bei tumorösen (nichtheilbaren) Ursachen eines Perikardergusses eine empfehlenswerte Behandlungsmethode zur Palliation der Symptome bis zum Exitus (Galli et al., 1995). Die Komplikationsgefahr des Eingriff ist vergleichbar einer einfachen Perikardiozentese.

## Herzschrittmacherimplantation

Ein Herzschrittmacher wird beim Hund primär bei einer symptomatischen Bradykardie eingesetzt. Die wichtigsten zugrundeliegenden Störungen in der Reizbildung oder Reizleitung sind entweder ein kranker Sinusknoten (Sick Sinus Syndrome, SSS) oder ein hochgradiger AV-Block. Weitere Indikationen sind ein malignes Vagalsyndrom und ein persistierender Vorhofstillstand (Kittleson und Kienle, 1998). Hunde mit pathologischer Bradykardie präsentieren sich oft mit Synkopen oder hochgradiger Leistungsschwäche. Bei der klinischen Untersuchung liegt im typischen Fall eines SSS eine ausgeprägte Arrhythmie mit Phasen von Bradykardie und Tachykardie, im Falle eines kompletten AV-Blocks eine hochgradige Bradykardie im Bereich von 40/min vor. In diesen Fällen kann die Rhythmus-Diagnose einfach mittels EKG gestellt werden (Abb. 2). Bei subtileren Arrhythmien, insbesondere solchen, die nicht permanent vorliegen, sondern nur sporadisch auftreten und damit auch nur sporadisch Symptome hervorrufen, kann die Diagnose schwieriger sein, und manchmal ist ein 24-Stunden-EKG notwendig, um den Zusammenhang einer Schwächeepisode mit einer Rhythmusstörung herstellen zu können.

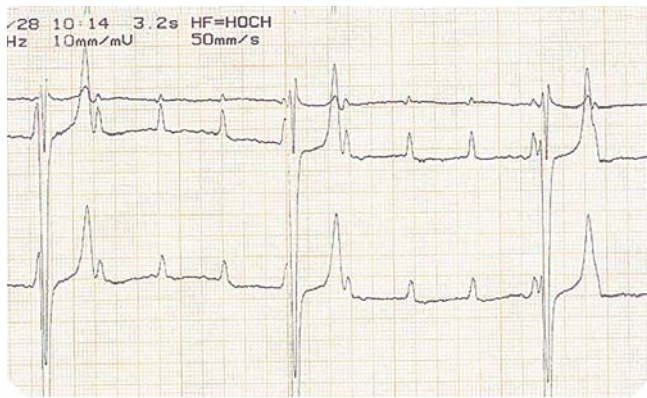


Abbildung 2: Kompletter AV-Block bei einem 10-jährigen Mischling. P-Zacken und QRS-Komplexe sind vollständig dissoziiert. Die Frequenz der Vorhofdepolarisation beträgt etwa 200/min, jene der Kammer etwa 50/min. Da dies ein ventrikulärer Ersatzrhythmus darstellt, zeigt der QRS-Komplexe erwartungsgemäss eine abnormale Form, in diesem Fall das Muster eines Rechtsschenkelblocks.

Bei einer klaren symptomatischen Bradyarrhythmie sollte die weitere diagnostische Aufarbeitung eine Blutuntersuchung, ein Thoraxröntgen und eine Herzultraschalluntersuchung beinhalten. Der Grund für weitere Abklärungen ist die Suche nach einer möglichen Grundursache oder nach Komplikationen der gestörten Reizbildung oder Reizleitung, unter anderem die Beurteilung des Schweregrades der kompensatorischen linksventrikulären Dilatation als Folge der chronischen Bradykardie. Durch die pathologische Bradykardie sinkt das Herzminutenvolumen ab. Die einzige Kompensationsmöglichkeit zur Aufrechterhaltung des Herzminutenvolumen ist die Erhöhung des Schlagvolumens (Herzminutenvolumen = Schlagvolumen  $\times$  Herzfrequenz). Dazu muss das Herz dilatieren (in Diastole) und bei gleichbleibendem endsystolischem Volumen wird so das Schlagvolumen erhöht. Eine progressive übermässige Dilatation kann terminal zu einem Bild ähnlich der dilatativen Kardiomyopathie führen.

Symptomatische Bradyarrhythmien sind medikamentell kaum beeinflussbar und die Behandlung der Wahl ist eine Schrittmacherimplantation. Während früher die Schrittmacherkabel via Thorakotomie epikardial eingesetzt wurden, wird heute meist eine transvenöse endokardiale Elektrode eingesetzt (Darke et al., 1989; Sisson et al., 1991). Hierzu wird der oberflächlich narkotisierte Hund wiederum unter dem Fluoroskop gelagert und eine Jugularvene freigelegt. Die Schrittmacherelektrode wird via Phlebotomie unter fluoroskopischer Kontrolle in den Apex des rechten Ventrikels eingeführt und ins Myokard eingeschraubt (Abb. 3). Ein vorprogrammierter Schrittmacher wird an der Elektrode angeschlossen und subkutan im Halsbereich plaziert. Die definitive Programmierung des Schrittmachers erfolgt von extern am wachen

Hund. Eine Funktionskontrolle und allenfalls nötige Modifikation der Einstellungen sollte alle 3–6 Monate durchgeführt werden.

Die häufigsten Komplikationen der endokardialen Schrittmacherimplantation sind Dislokation der Elektrode vom Myokard und Serombildung um den Schrittmacher. Seltener Komplikationen sind Infektion des Schrittmachers, ventrikuläre Arrhythmien und Perforation des rechten Ventrikels durch die Elektrode (Kittleson und Kienle, 1998).

Die Prognose einer Schrittmacherimplantation ist sehr stark von der Grunderkrankung abhängig. Ein Herzschrittmacher stellt grundsätzlich nur eine symptomatische Behandlung einer elektrischen Störung dar und hat keinen Einfluss auf die Grundursache. Handelt es sich ätiologisch um eine rein degenerative Erkrankung im Reizbildungs- oder Reizleitungssystem und ist die Myokardfunktion intakt, kann eine sehr gute Prognose gestellt werden. Liegt jedoch eine fortschreitende Erkrankung beispielsweise eine Myokarditis zugrunde, so hat ein Schrittmacher keinen Einfluss auf deren Progression und er wird ein Herzversagen nicht verhindern.

### Zeitaufwand und Kosten

Der Zeitaufwand für die hier beschriebenen reinen Eingriffe beträgt im Routinefall weniger als 1 Stunde, was vergleichbar ist mit beispielsweise einer chirurgischen Thorakotomie und PDA-Ligatur durch einen erfahrenen Chirurgen. Der Preis eines Kathetereingriffs setzt sich zusammen aus den Kosten für die Anästhesie und den Anästhesiologen, die Fluoroskopie und Angiographie sowie für das spezielle Material

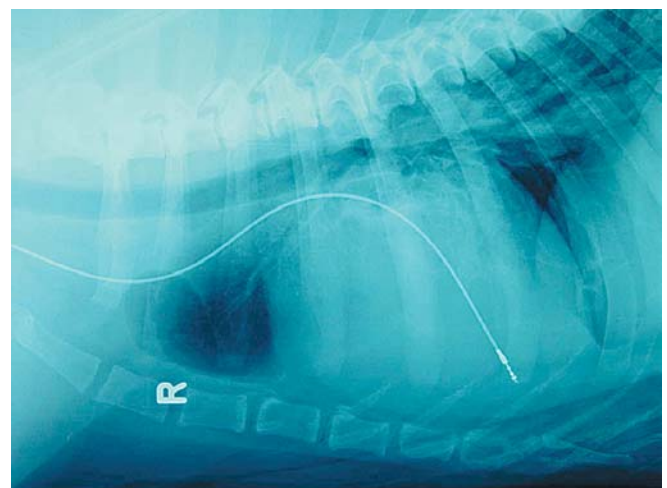


Abbildung 3: Latero-laterales Thoraxröntgen eines Hundes nach transvenöser Herzschrittmacherimplantation. Die Elektrode wurde via V.cava cranialis in den Apex des rechten Ventrikels eingeführt und mittels Schraubgewinde stabil fixiert.

und die eigentliche Intervention. Dabei belaufen sich die reinen Materialkosten für eine Ballondilatation (Einführbesteck, Draht, Angiographie-Katheter, Valvuloplastikballon), für eine Spiralembolisation (Einführbesteck, Angiographie-Katheter, spezieller Führungsdraht mit Gewinde, kontrolliert ablösbare Spirale), sowie für eine Schrittmacherimplantation (Elektrode, Schrittmacher) auf je etwa SFr. 500.–. Einige Materialien können dabei mehrmals verwendet werden. Die verwendeten Herzschrittmacher und Kabel (Normalpreis ca. SFr. 10000.–) sind generell in der Humanmedizin gebrauchte oder haben ein abgelaufenes Datum und sind damit für den Menschen nicht mehr verwendbar. Wenn bei einem Fall mehrere Spiralen eingesetzt, ein zweiter Valvuloplastikballon oder eine zweite Schrittmacherelektrode verwendet werden muss, addieren sich die Kosten. Zur Zeit verrechnen wir für diese 3 Eingriffe pauschal je etwa SFr. 2000.–, für eine Ballonperikardiotomie etwa SFr. 600.–.

## Schlussbetrachtungen

Die hier beschriebenen minimal-invasiven Eingriffe am Herzen etablieren sich auch zunehmend in der Veterinärmedizin. Die Attraktivität besteht in der minimalen Invasivität und damit minimalen Belastung für den Patienten. Der Entscheid, einen solchen Eingriff vorzunehmen, ist von verschiedenen Faktoren abhängig: vom Risiko des Eingriffs im Einzelfall, vom Schweregrad des zugrundeliegenden Problems, von der erwarteten Lebenserwartung mit oder ohne Eingriff, von der erwarteten mittelfristigen Lebensqualität mit oder ohne Eingriffe, von den Vor- und Nachteilen alternativer Eingriffe, und schliesslich von den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln. Um im Einzelfall die Notwendigkeit eines Eingriffes festzustellen, sowie um den Eingriff möglichst erfolgreich durchführen zu können, ist eine exakte Diagnose notwendig. Die Risiken der hier beschriebenen Eingriffe sind als gering einzustufen und setzen sich primär aus Narkoserisiko und katheter-verursachten Reizungen oder Verletzungen des Herzmuskels mit den möglichen Folgen einer Arrhythmie oder einer Herztamponade zusammen. Schliesslich besteht auch immer die Möglichkeit, dass ein Defekt mit der gewählten Methode nicht behoben werden kann.

Alternative chirurgische Eingriffe bestehen theoretisch für alle hier beschriebenen Erkrankungen. Die chirurgische Behebung einer Pulmonalstenose kann dabei jedoch in Anbetracht der schlechteren Prognose verglichen mit der Ballonierung klar nur bei Fällen empfohlen werden, wo eine Ballondilatation erfolglos war (Ewey et al., 1992). Die chirurgische Ligatur eines

PDA ist unverändert eine erfolgreiche Methode und hat wie erwähnt ihren Platz speziell bei sehr grossen PDA. Vor die Wahl gestellt entscheiden sich jedoch die meisten behandlungswilligen Kunden für eine weniger invasive Kathetermethode. Die ausführlichere Darstellung der Nachteile einer Ballonperikardiotomie und Vorteile einer chirurgischen subtotalen Perikardiotomie ist andernorts bereits erfolgt (Balli et al. 2003).

Neben den hier beschriebenen Herzproblemen mit guten therapeutischen Möglichkeiten gibt es Herzfehler, wo ein Katheter- oder chirurgischer Eingriff nicht empfohlen werden kann. So ist beispielsweise einer Ballonierung oder Operation bei einer Subaortenstenose in Anbetracht mässiger Langzeiterfolge und fehlender Verbesserung der Lebenserwartung abzuraten (Lehmkuhl und Bonagura, 1995; Orton et al., 2000). Des weiteren sind Verschlüsse von Ventrikel- und Atriumseptumdefekten mittels Kathetersystemen beim Mensch bereits Standard (Berger et al., 1999), beim Hund aber bisher noch nicht klinisch eingesetzt worden.

Durch diese neuen Technologien wird das Spektrum der Behandlungsmöglichkeiten bei Hunden mit speziellen kardiologischen Problemen wirkungsvoll erweitert. Ebenso können diese Methoden auch auf andere Organsysteme und andere Tierspezies für sehr spezifische Indikationen extrapoliert werden. Erwähnt seien die Ballondilatation von nasopharyngealen Stenosen bei Katzen (Glaus et al., 2002a), die Spiralembolisation der Luftsackgefässe bei Luftsackmykosen beim Pferd (Léveillé et al., 2000) und die Spiralembolisation von intrahepatischen portosystemischen Shunts beim Hund (Schneider et al., 2000).

## Dank

Wir möchten uns bei verschiedenen Humankardiologen ganz herzlich bedanken für hilfreiche Ratschläge und die sehr bereitwillige und wohlwollende Unterstützung bei der Etablierung verschiedener Eingriffe, insbesondere Dres. Arbenz und Berger vom Kinderspital und Dres. Ammann, Jenny, Kiowski und Lachat vom Universitätsspital Zürich, des weiteren bei verschiedenen Firmen und Institutionen für die Unterstützung mit Material, insbesondere Dres. Boosfeld, Firma Drago Deutschland, Schneider, Universität Giessen, und Keene, Universität North Carolina, sowie Frau D. Amstutz, Firma Vitatron Reinach, und Herrn M. Schiess, Firma Rahn Zürich, und Dr. M. Weisshaupt für technische Hilfe bei Ausbildung 3.

### Indications pour le cathétérisme cardiaque minimalement invasif chez le chien

Les moyens thérapeutiques en cardiologie vétérinaire se sont développés favorablement au cours des dernières années. Alors qu'antérieurement des interventions étaient seulement possibles sur un thorax ouvert, des nouvelles méthodes minimalement invasives sont de plus en plus utilisées. Des interventions telles que la dilatation au moyen d'un ballon d'une sténose de la valvule pulmonaire, l'embolisation par cathéter d'un trou de Botal persistant, l'implantation d'une pile cardiaque pour des bradyarythmies accompagnées de symptômes et la péricardiectomie palliative au moyen d'un ballon lors de tamponnade cardiaque maligne s'établissent de plus en plus. Ces méthodes de traitement alternatives sont attrayantes puisqu'en évitant une opération les douleurs postopératoires et les complications potentielles d'une thoracotomie n'apparaissent pas. La connaissance de telles modalités de traitement et des indications pour une intervention sont les conditions préalables pour leur utilisation optimale dans de nombreuses situations.

### Possibilità di intervento minimamente invasive tramite catetere cardiologico nel cane

Le possibilità terapeutiche nella cardiologia veterinaria si sono sviluppate in maniera velocissima durante gli ultimi anni. Una volta erano possibili solo interventi a torace aperto, mentre oggi vengono utilizzati sempre di più nuovi metodi di intervento minimamente invasivi. Sempre di più si stanno affermando interventi come la dilatazione con il palloncino in caso di stenosi polmonare, embolizzazione con il catetere di un Ductus arteriosus Botalli persistente, impianto di uno stimolatore cardiaco in caso di bradiaritmia sintomatica e pericardiectomia con il palloncino in caso di tamponamento cardiaco. Questi metodi di intervento alternativi sono interessanti perché non essendoci un'operazione vengono eliminati i dolori e le eventuali complicazioni di una toracotomia. La conoscenza di queste nuove modalità terapeutiche e soprattutto la conoscenza delle indicazioni per un intervento sono il presupposto per un'applicazione ottimale ed a largo raggio.

### Literatur

Balli A., Lachat M., Gerber B., Baumgartner C., Glaus T.M.: Hertzamponade durch ein Perikardmesotheliom bei einem 11-jährigen Hund: Diagnose, medikamentelle und interventionelle Behandlungen. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 2003, 145:82–87.

Baumgartner C., Glaus T.M.: Prävalenz von kongenitalen Herzerkrankungen beim Hund in der Schweiz. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 2003, im Druck.

Berger F., Ewert P., Bjornstad P.G., Dahner I., Krings G., Brilla-Austenat I., Vogel M., Lange P.E.: Transcatheter closure as standard treatment for most interatrial defects: experience in 200 patients treated with the Amplatzer Septal Occluder. *Cardiol. Young.* 1999, 9:468–73.

Bright J.M., White R. I. jr, Mitchell S. E., Gardner T.J.: Percutaneous balloon valvuloplasty for treatment of pulmonic stenosis in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1987, 191:995–996.

Brownlie S.E., Cobb M.A., Chambers J., et al.: Percutaneous balloon valvuloplasty in four dogs with pulmonic stenosis. *J. Small. Anim. Pract.* 1991, 32:165–169.

Buchanan J.W.: Pulmonic stenosis caused by single coronary artery in dogs: four cases (1965–1984). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1990, 196:115–120.

Bussadori C., Amberger C., Le Bobiniec G., Lombard C.W.: Guidelines for the echocardiographic studies of suspected subaortic and pulmonic stenosis. *J. Vet. Cardiol.* 2000, 2:17–24.

Cobb M.A., Boswood A., Griffin G.M., McEvoy F.J.: Percutaneous balloon pericardiectomy for the management of malignant pericardial effusion in two dogs. *J. Small. Anim. Pract.* 1996, 37:549–551.

Cortesi B.: Vorkommen von Erbkrankheiten bei in der Schweiz gehaltenen Hunderassen – Epidemiologische Studie am Patientengut des Tierspitals Zürich. Dissertation, Universität Zürich, 1999.

Darke P.G.G., McAreavey D., Been M.: Transvenous cardiac pacing in 19 dogs and 1 cat. *J. Small. Anim. Pract.* 1989, 30:491–499.

Ewey P.D., Pion P.D., Hird D.W.: Survival in treated and untreated dogs with congenital pulmonic stenosis. *J. Vet. Int. Med.* 1992, 6:114.

Galli M., Politi A., Pedretti F., Castiglioni B., Zerboni S.: Percutaneous balloon pericardiectomy for malignant pericardial tamponade. *Chest* 1995, 108:1499–1501.

Gildein H.P., Önalidi D., Gofekjani N.: Acute renal failure due to mechanical haemolysis after percutaneous catheter occlusion of a patent arterial duct. *Int. J. Cardiol.* 1998, 63:317–318.

Glaus T.M., Jacobs G.J., Rawlings C.A., Calvert C.A.: Surgical removal of heartworms from a cat with caval syndrome. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1995, 206:663–666.

- Glaus T.M., Gardelle O., Bass M., Kiowski W.K.: Verschluss eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli bei zwei Hunden mittels transarterieller Coil-Embolisation. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1999, 141:191–194.
- Glaus T.M.: Balloon pericardiotomy for treating idiopathic pericardial effusion in 2 dogs. *Proceedings 9<sup>th</sup> Annual Congress of the ESVIM, I-Perugia*, 1999, 102.
- Glaus T.M., Tomsa K., Rensch C.E.: Balloon dilation for the treatment of chronic recurrent nasopharyngeal stenosis in a cat. *J. Small Anim. Pract.* 2002a, 43:88–90.
- Glaus T.M., Berger F., Amman F.W.T., Kiowski W., Ohlert S., Boller M., Kästner S., Reusch C.E., Sisson D.: Closure of large patent ductus arteriosus with the AmplatzerR duct occluder in two dogs. *J. Small. Anim. Pract.* 2002b, 43: 547–550
- Glaus T.M., Martin M., Boller M., Stafford M., Kutter A., Flückiger M., Tofeig M.: Catheter closure of patent ductus arteriosus in dogs: variation in ductal size requires different techniques. *J.Vet. Cardiol.* 2003, 5: 7–12.
- Hijazi Z.M.: Closure of the ductus and hemolysis: strive to achieve complete closure. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1998, 43:54.
- Jackson R. F., Seymour W. G., Growney P.J., Otto G. F.: Surgical treatment of the caval syndrome of canine heart worm disease. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1977, 171:1065–1069.
- Kienle R. D.: Pulmonic stenosis. In: *Small Animal Cardiovascular Medicine*. Eds. M.D. Kienle und R.D. Kittleson. Mosby Inc., St. Louis. 1998, 248–259.
- Kienle R. D.: Interventional antiarrhythmic therapy. In: *Small Animal Cardiovascular Medicine*. Eds. M.D. Kienle und R.D. Kittleson. Mosby Inc., St. Louis, 1998, 525–539.
- Lee C., Hsieh K., Huang T., Choong C.: Spontaneous resolution of hemolysis after partial coil occlusion of ductus arteriosus. *Pediatr. Cardiol.* 1999, 20:371–372.
- Lehmkuhl L. B., Bonagura J. D.: CVT update: canine subvalvular aortic stenosis. In: *Kirk's Current veterinary therapy XII*. Ed. J. D. Bonagura. W.B. Saunders, Philadelphia, 1995, 822–827.
- Léveillé R., Hardy J., Robertson J. T., Willis A. M., Beard W.L., Weisbrode S.E., Lepage O.M.: Transarterial coil embolization of the internal and external carotid and maxillary arteries for prevention of hemorrhage from guttural pouch mycosis in horses. *Vet. Surg.* 2000, 29:389–397.
- Orton E. C., Herndon G. D., Boon J. A., Gaynor J. S., Hackett T.B., Monnet E.: Influence of open surgical correction on intermediate-term outcome in dogs with subvalvular aortic stenosis: 44 cases (1991–1998). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2000, 216:364–367.
- Rawlings C.A., Calvert C.A., Glaus T.M., Jacobs G.J.: Surgical removal of heartworms. *Seminars Vet. Med. and Surg.* 1994, 9:200–205.
- Schneider M., Hagel K.-J., Schneider I., Neu H.: Transvenöse Coil-Embolisation zum Verschluss des persistierenden Ductus arteriosus (Botalli) bei einem Hund. *Kleintierpraxis* 1996, 41:685–691.
- Schneider M., Plassmann M., Rauber K.: A new method for treatment of large intrahepatic shunts. *Proceedings of the 18th Annual ACVIM Forum, Seattle*, 2000, pp 545–546.
- Schneider M., Hildebrandt N., Schweigl T, et al.: Transvenous embolization of small patent ductus arteriosus with single detachable coils in dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 2001, 15:222–228.
- Sidley J. A., Atkins C. E., DeFrancesco T. C.: Balloon pericardiotomy as a treatment for recurrent malignant pericardial effusion. *J. Vet. Intern. Med.* 1999, 13:154.
- Sisson D. D., MacCoy D. M.: Treatment of congenital pulmonic stenosis in two dogs by balloon valvuloplasty. *J. Vet. Intern. Med.* 1988, 2:92–99.
- Sisson D., Thomas W.P., Woodfield J. et al.: Permanent transvenous pacemaker implantation in 40 dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 1991, 5:322–331.
- Snaps F.R., McEntee K., Saunders J.H., Dondelinger R. F.: Treatment of patent ductus arteriosus by placement of intravascular coils in a pup. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1995, 207: 724–725.
- Stokhof A.A., Sreeram N., Wölvckamp W.T.: Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using occluding spring coils. *J. Vet. Intern. Med.* 2000, 14:452–455.
- Tilley L. P.: Analysis of canine P-QRS-T deflections. In: *Essentials of canine and feline electrocardiography*. Ed. L. P. Tilley. Lea & Febiger, Philadelphia, 1992, 59–99.
- Van Israel N., French A. T., Wotton P.R., Wilson N.: Hemolysis associated with patent ductus arteriosus coil embolization in a dog. *J. Vet. Intern. Med.* 2001, 15:153–156.

## Korrespondenzadresse

Dr. Tony Glaus, Abteilung für Kardiologie, Departement für Kleintiere, Winterthurerstrasse 260, CH-8057 Zürich, (0041) 01 6358111, tglaus@vetclinics.unizh.ch

Manuskripteingang: 17. Oktober 2002

In vorliegender Form angenommen: 19. November 2002