

Die HELICA-Endoprothese – eine neue zementlose Hüft-Endoprothese beim Hund

V. Hach

Tierärztliche Klinik für Kleintiere in Frankfurt/Main

Schlüsselwörter:

Hüftgelenk, Totalendoprothese, zementfrei, HELICA-Prothese

Zusammenfassung:

Gegenstand und Ziel: Bei der HELICA-Endoprothese handelt es sich um eine neu entwickelte zementlose Totalendoprothese für Hunde. Dabei wird die Schraube im Femurhals verankert, die Pfanne in das Azetabulum eingedreht. Ziel dieser Arbeit war, die klinische Anwendbarkeit und die ersten Erfahrungen zu analysieren. **Material und Methode:** Die HELICA-Totalendoprothese wurde bei 23 Hunden mit hochgradiger Koxarthrose und entsprechender Schmerzsymptomatik eingesetzt. In 14 Fällen erfolgte die Implantation der Prothese linksseitig, bei 9 Hunden rechtsseitig. Das Gewicht der Tiere lag zwischen 22 und 54 kg, das Alter zwischen 10 Monaten und 9 Jahren. Alle Patienten konnten 6 Wochen und 15 Hunde 12 Monate nach der Operation röntgenologisch und klinisch nachuntersucht werden. Sowohl der Schaftanteil als auch die Pfanne sind reine Schraubprothesen. Eine zusätzliche Fixation mit Schrauben ist nicht nötig, da es zu einer vollständigen Osteointegration des Implantats kommt. Bisher wird die Prothese in fünf Standardgrößen angeboten, wobei die einzelnen Hüftschäfte, Pfannen und Köpfe jeweils miteinander kombiniert werden können. **Ergebnisse:** In allen Fällen ließ sich eine feste Verankerung der Prothese im Knochen erzielen. Bei einem Patienten lockerten sich wenige Tage nach der Operation die Pfanne und der Schaft. Bei einem anderen Hund trat nach 6 Wochen eine Lockerung der Schaftprothese ein. Beide Komplikationen waren auf technische Fehler in der Lernphase zurückzuführen. Die Revisionen führten dann zum Erfolg. Alle Tiere belasteten die operierte Gliedmaße bereits am Tag nach der Operation fast lahmheitsfrei. **Schlussfolgerung und klinische Relevanz:** Die Vorteile der HELICA-Endoprothese liegen gegenüber alternativen Prothesen in der relativ einfachen Operationstechnik sowie in der kurzen Operationszeit. Die klinischen Ergebnisse der ersten implantierten Prothesen sind sehr günstig zu bewerten. Eine endgültige Aussage lässt sich aber erst anhand entsprechender Langzeitstudien machen.

Key words:

Hip joint, total endoprosthesis, cementfree, HELICA-prosthesis

Summary:

Objective: The HELICA-Endoprosthesis is a new developed cementless hip endoprosthesis for dogs. The screw is anchored in the femoral neck and the cup is screwed in the acetabulum. The aim of this study was to evaluate its clinical application and to analyse the first experiences. **Material and method:** The HELICA-endoprosthesis was implanted in 23 dogs with severe hip osteoarthritis and a history of pain. In 14 cases the prosthesis was implanted on the left, and in 9 dogs on the right side. The dogs' body weight varied between 22 and 54 kg, their age between 10 months and 9 years. In all patients a clinical and radiological examination was performed 6 weeks postoperatively and in 15 dogs also 12 months after surgery. The femoral stem as well as the acetabular component of the prosthesis are solely screwed into position. An additional fixation with screws is not necessary, due to complete osteointegration of the implants. The prosthesis is available in five standard sizes and the various components such as the stem, cup and head can be combined with each other. **Results:** In all cases we obtained a strong anchoring of the prosthesis with the bone. One patient had a loosening of the cup and the femoral stem a few days after surgery. In another case loosening of the stem occurred 6 weeks after surgery. Both complications were due to technical errors in our learning phase. The surgical revisions were successful. All dogs almost normally beared weight on the operated leg one day after surgery. **Conclusion and clinical relevance:** The advantages of the HELICA-endoprosthesis in comparison to alternative prostheses are the relatively easy surgical technique as well as the short operation time. The results of the first implanted prosthesis proved to be very good. A final conclusion can only be based on the results of a long-term study.

The HELICA-endoprosthesis – a new cementless hip endoprosthesis for dogs

Tierärztl Prax 2009; 37 (K): 69–74

Einleitung

Die ersten Implantationen von Zweikomponenten-Endoprothesen der Hüfte beim Menschen aus Elfenbein- und Nickelstahlmaterial nahm 1890 Themistocles Gluck vor. Den Weg zum routinemäßigen Gelenkersatz zeigte Charnley (5) im Jahr 1960 auf. In der Veterinärmedizin wurde die Endoprothese für Hunde in den 1970er Jahren eingeführt (18, 27, 33).

Die Hüftgelenksdysplasie ist die häufigste Ursache der Koxarthrose beim Hund. Bei Patienten, die mit einer medikamentösen Therapie schmerzfrei gehalten werden können, besteht keine Indikation zur Operation. Für die genaue Diagnostik ist eine Röntgenaufnahme in ventrodorsalem Strahlengang nötig. Zusätzliche Informationen können die mediolaterale und die laterolaterale Aufnahme geben.

In der Veterinärmedizin gilt der Gelenkersatz sowohl mit den zementierten als auch mit den zementfreien Hüftendoprothesensystemen heute als etabliertes Behandlungsverfahren. Das Ziel der Operation ist eine schmerzfreie Belastbarkeit der Gliedmaße mit einer optimalen Funktion. Obwohl für die **zementierte Endoprothese** viele Langzeitstudien vorliegen, die über positive Befunde der klinischen, radiologischen und ganganalytischen Untersuchung operierter Patienten berichten (12, 18–20, 30, 32, 34, 35, 40), ergaben sich auch Komplikationsraten zwischen 7 und 22% (1, 8, 9, 20, 23, 24, 26, 28, 29). Am häufigsten waren Luxationen, Infektionen, septische und aseptische Implantatlockerung, Femurfrakturen und Knochenmarkinfarkte zu beobachten. Aber nicht jede Komplikation verursacht eine klinische Symptomatik und führt dann zwangsläufig zur Revisionsoperation. Frankel et al. (10) wiesen bei 86% der post mortem untersuchten Hunde eine Lockerung des Implantats nach.

Bei den **zementfreien Verfahren** ist die Entwicklung noch nicht abgeschlossen (6, 14, 17, 29). Schwalder et al. (37) arbeiten seit 1979 an einer zementfreien Hohlzylinder-Prothese für Tiere, die klinisch auch zum Einsatz kam (36). Weitere zementfreie Prothesen wurden in der Folgezeit von den Firmen Howmedica, Biomedtrix sowie Kyon entwickelt (6, 29, 43). Marcellin-Little et al. (29) sowie Sebestyen et al. (39) wiesen bei mehreren Patienten, bei denen der Prototyp der Howmedica-Prothese implantiert



Abb. 1
System der
HELICA-Hüft-
Endoprothese

wurde, im Markkanal des Femurs einen Knocheninfarkt nach. Bei anderen Untersuchungen konnten als Ursache der Lahmheit röntgenologische Aufhellungszonen (Saumbildungen) im Knochenkontaktbereich der implantierten Pfannen festgestellt werden (12). Boudrieau et al. (2) berichten von durchschnittlichen Komplikationsraten zwischen 5 und 10%. Als häufigste Komplikation fand sich in ihrer Studie die Femurkopfluxation, an zweiter Stelle stand die Lockerung der Pfanne.

Basierend auf den guten Ergebnissen aus der Humanmedizin mit Kurzschafprothesen (3, 15) haben wir mit der Firma Inno-plant eine entsprechende Prothese für den Hund konstruiert. Eine vergleichende In-vitro-Studie mit einer ähnlichen Schraubprothese zeigt ebenfalls positive Resultate (21). Die HELICA-Endoprothese bietet durch eine einfache Implantationstechnik und die kurze Operationsdauer wesentliche Vorteile. Die bisherigen Ergebnisse lassen sich über einen Zeitraum von 15 Monaten verfolgen.

Material und Methoden

Implantat

Die Hüftpfanne und der Schaft bestehen aus einer Titanlegierung. Die Oberflächen werden rau gestrahlt und durch ein Gewinde zementfrei im Knochen verankert (Abb. 1). Es gibt nur eine Gewinderichtung und keine Unterscheidung zwischen linker und rechter Seite. Die proximale Krafteinleitung der Femurprothese wird zum einen durch die Kurzschafhaftigkeit gewährleistet, zum anderen durch die Eigenschaft des Prothesentellers, in der postoperativen Primärphase Vertikal- und Horizontalkräfte teilweise aufzunehmen.

Bisher stehen die Schäfte in fünf Standardgrößen mit Durchmessern von 8–12 mm und Längen von 26–32 mm sowie Pfannen von 26–32 mm zur Verfügung. Die Hüftköpfe gibt es in drei verschiedenen Längen mit einem Durchmesser von 18 mm. Sie werden aus Implantatstahl mit einer TiN-Beschichtung hergestellt. Sämtliche Größen von Hüftschäften, Pfannen und Köpfen können miteinander kombiniert werden.

Operationstechnik

Die passende Größe des Implantats wird nach dem Röntgenbild bestimmt. Für einen optimalen Implantatsitz ist eine Vorplanung der Operation erforderlich. Die notwendige Pfannen- und Schaftgröße sowie die voraussichtlich erforderliche Kopflänge werden mithilfe von Röntgenschablonen festgelegt. Hierfür stehen dem Operateur Schablonen im Maßstab 1,15 : 1 zur Verfügung.

Zur Operation befindet sich das Tier in Seitenlage, das betroffene Hüftgelenk zum Operateur hingewendet. Der Hautschnitt beginnt oberhalb des Trochanter major und zieht nach distal bis zur Mitte des Femurs. Die Mm. gluteus superficialis et medius werden mit einem Haken nach dorsal weggehalten, sodass sich der M. gluteus profundus an seinem sehnigen Ansatz durchtrennen lässt. Jetzt ist die Gelenkkapsel von dorsal her gut zu erkennen und wird in Längsrichtung eingeschnitten. Der Femurkopf kann nun, nach Resektion des Lig. capitis ossis femoris, luxiert und die Resektion des Femurkopfes am Übergang zum Oberschenkelhals vorgenommen werden, d. h. an der Knorpel-Knochen-Grenze. Die Orientierung zur Resektionsebene erfolgt durch das Anhalten der Schraubprothese auf dem Knochen. Der Resektionsschnitt des Knochens wird senkrecht zur Oberschenkelhalsachse geführt (Abb. 2). Die randständigen Osteophyten am Schenkelhalsstumpf lassen sich mit der Luer'schen Zange abtragen.

Der Markraum des Femurhalses wird zunächst mit einem 2,0-mm-Bohrer von der resezierten Oberfläche zentral bis unterhalb des Trochanter vorgebohrt. Die Längsachse des Bohrers folgt idealerweise der Richtung der Mittelachse des

Abb. 2
Planung der korrekten Resektions-ebene

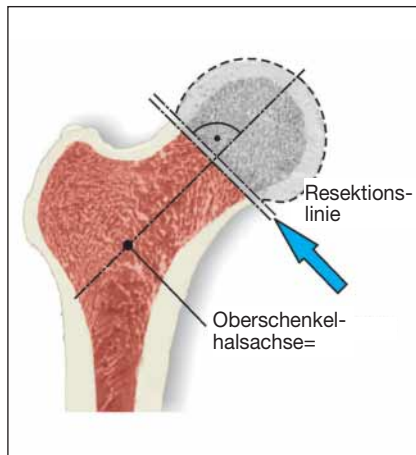


Abb. 3
Korrekte Richtung beim Aufbohren des Schenkelhalses

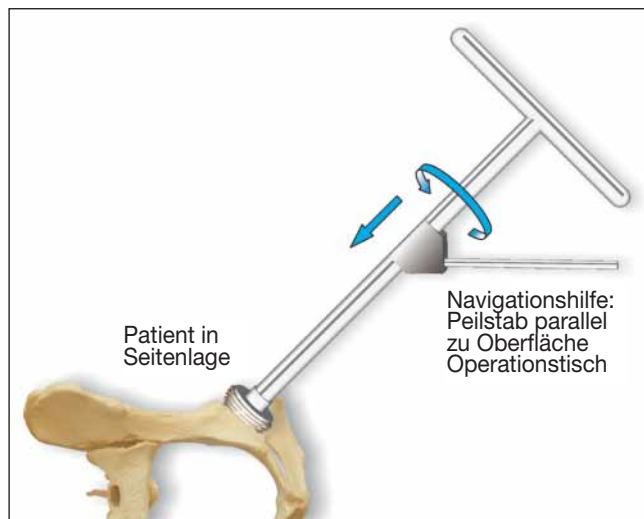
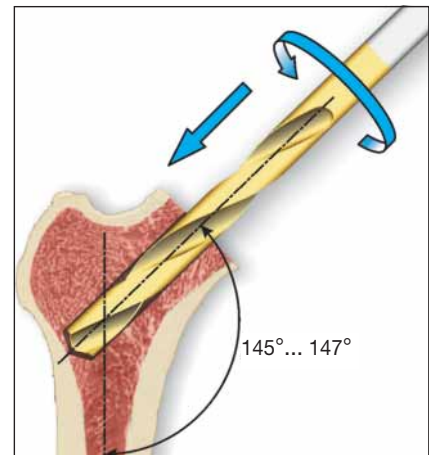
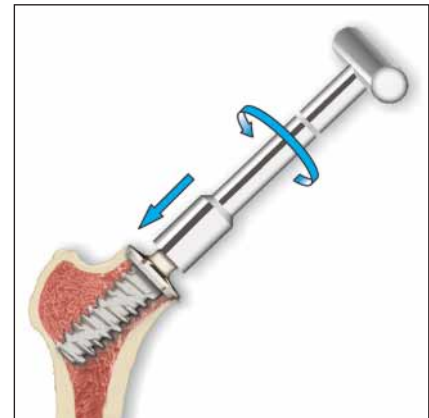


Abb. 4 Eindrehen der Pfanne mit Aufsatz der Navigationshilfe

Abb. 5
Eindrehen der HELICA-Prothese

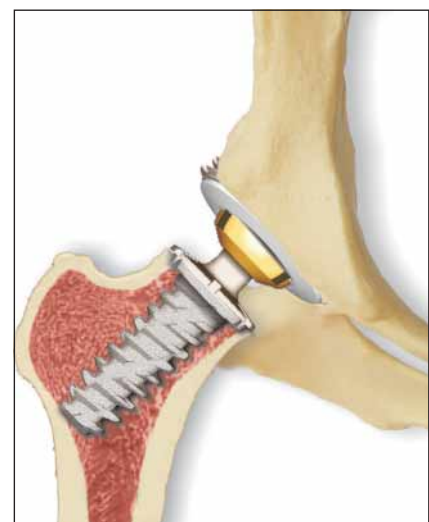


Schenkelhalses (Abb. 3). Dabei ist auf den taillierten Schenkelhals zu achten. Nun wird mit dem entsprechenden Bohrer, der mit der Implantatgröße korrespondiert, die Spongiosa bis zur gegenüberliegenden lateralen Kortikalis durchbohrt. Die laterale Kortikalis sollte dabei nicht verletzt werden.

Gemäß den Prothesen stehen fünf HELICA-Prothesenbohrer mit den Durchmessern von 4–8 mm zur Verfügung. Die Auswahl richtet sich nach der geplanten Implantatgröße. Die Tiefe der Bohrung sollte eher etwas länger, keinesfalls zu kurz gewählt werden. Danach wird der Schenkelhals plangefräst, damit der Hüftschaft optimal auf dem Schenkelhals zu liegen kommt. Der Planfräser setzt sich aus einem Frästeller und einem Führungsstift zusammen. Der Führungsstift wird in den aufgebohrten Markraum eingeführt, bis der Frästeller auf der Resektionsfläche aufliegt. Der Fräsvorgang ist abgeschlossen, wenn sich das Fräsbild des Planfräasers vollständig auf dem Resektionsschnitt abbildet bzw. kein Spaltmaß zwischen Frästeller und Knochenbett zu erkennen ist. Die Rechtwinkligkeit zwischen Knochenbett und Prothesenteller ist somit hergestellt.

Im zweiten Abschnitt der Operation wird das Azetabulum zur Pfannenimplantation vorbereitet. Reste des Ligamentum capitis ossis femoris lassen sich mit dem Skalpell und einem scharfen Löffel entfernen. Dann wird mit der Azetabulumfräse bis zum subchondralen Knochen aufgefräst. Das Ausfräsen des Azetabulums erfolgt stufenweise durch Azetabulum-Raffelfräser, beginnend mit der kleinsten Größe. Ist die geplante Pfannengröße erreicht, sollten im Idealfall subchondral überall frische punktuelle Blutungen zu erkennen sein. Die Größe des zuletzt verwendeten Azetabulum-Raffelfräser entspricht der Größe

Abb. 6
Korrektter Sitz der Schaftprothese in der Pfanne



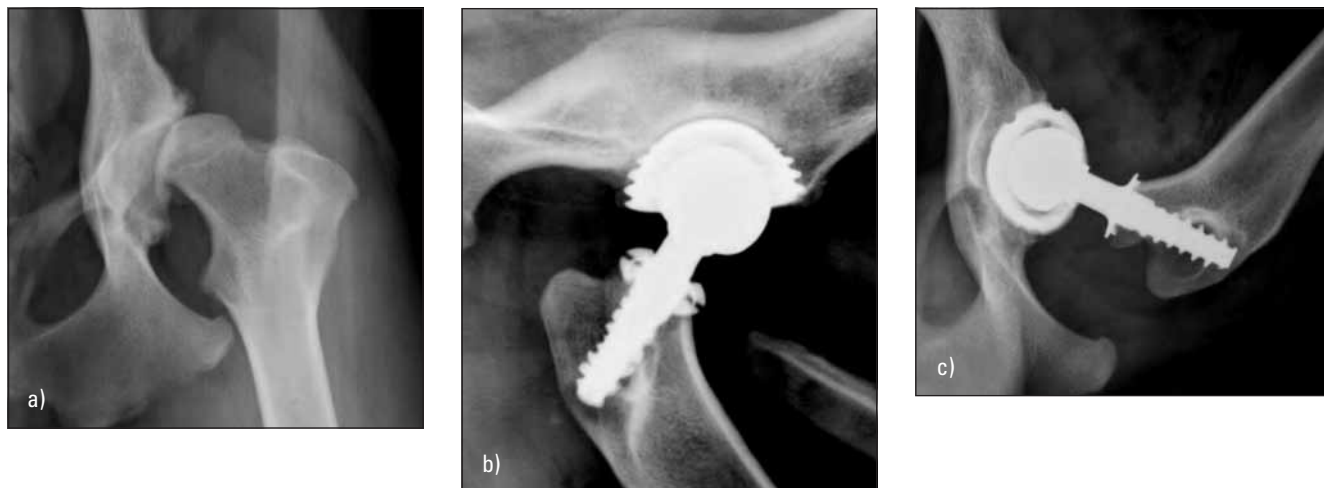


Abb. 7 Röntgenbilder des linken Hüftgelenks eines 4-jährigen Schäferhundmischlings; a) laterolaterale Aufnahme prae operationem; b) laterolaterale Aufnahme post operationem; c) ventrodorsale Aufnahme bei abgewinkelten Gliedmaßen („Froschposition“) post operationem

der zu implantierenden Schraubpfanne. Als letzte Vorbereitung vor Einsetzen der Schraubpfanne wird das Azetabulum in der etwaigen Implantationswinkelung der Pfanne mit der zur Schraubpfanne passenden Fräse kurz ausgefräst. Die Pfanne kann nun mit einem T-Handgriff eingedreht werden. Normalerweise kommt sie nach zwei bis drei vollen Umdrehungen fest im Azetabulum zu sitzen. Das Gewinde der Pfanne schneidet sich selbst in das Azetabulum ein. Die korrekte Winkelung wird mit einer Navigationshilfe bestimmt (Abb. 4). Zum Einsatz des Inlays steht ein Setzinstrument zur Verfügung. Der Rand des Inlays muss bündig mit dem Pfannenrand abschließen.

Die passende HELICA-Prothese wird mit einem Setzinstrument im Uhrzeigersinn eingedreht, bis der Prothesenteller vollständig und fest dem Schenkelhalsstumpf aufliegt. Von großer Bedeutung ist, dass sich der Kragen des Implantats formschlüssig auf dem Schenkelhalsstumpf befindet (Abb. 5). Jetzt wird der Probekopf aufgesetzt und der Femurkopf in die Pfanne reponiert. Anschließend werden die Luxationstendenz, die Stabilität und der Bewegungsumfang durch rotierende Bewegungen des Femurs überprüft. Mit einer Probereposition unter Verwendung von Köpfen verschiedener Längen lässt sich eine Luxationstendenz erkennen. Das Hüftgelenk darf nur bei extremen Bewegungen luxieren. Der Prothesensteckkopf wird nun aufgesetzt und mit einem leichten Schlag auf den Konus unter Zuhilfenahme des Setzinstrumentes fixiert. Zum Schluss wird der Hüftkopf in die Pfanne eingesetzt und die Beweglichkeit des Gelenks überprüft (Abb. 6). Der Verschluss der Gelenkkapsel erfolgt durch Einzelhefte, der M. gluteus profundus wird mit einer fortlaufenden Naht refixiert.



Abb. 8 Röntgenbild eines 2-jährigen Labradors 7 Monate post operationem im ventrodorsalen Strahlengang bei gestreckten Gliedmaßen

Zur Überprüfung des korrekten Sitzes der Prothese erfolgt eine postoperative Röntgenkontrolle. Die Aufnahmen werden im laterolateralen Strahlengang und in der so genannten „Froschposition“ ventrodorsal angefertigt (Abb. 7b, c).

Nach der Operation erhält der Patient zur antibiotischen Abdeckung für 10 Tage Cephalosporin (30 mg/kg KM) sowie nichtsteroidale Antiphlogistika für etwa 7 Tage. Das Tier wird am folgenden Tag aus der Klinik in die Obhut des Tierhalter gegeben.

Ergebnisse

Vom 1.3.2006 bis 15.5.2007 wurden in der Tierärztlichen Klinik für Kleintiere Frankfurt/Main 23 Hunde mit Hüftgelenksarthrose durch eine HELICA-Endoprothese versorgt. Alle Patienten litten unter erheblichen Schmerzen. Das Ausmaß der Koxarthrose in morphologischer Hinsicht spielte für die Operation eine untergeordnete Rolle.

Die größten Vorteile der HELICA-Endoprothese gegenüber alternativen Verfahren mit zementlosen Endoprothesen bestanden in der einfachen Operationstechnik und der kurzen Operationsdauer. Auf die Aufbohrung des Femurschaftes und eine Verriegelung wurde verzichtet. Der Inklinationswinkel der Schraubprothese ergab sich automatisch beim Eindrehen der Prothese.

Die durchschnittliche Operationszeit betrug 50–70 Minuten. Es reichte eine Assistenz aus. Nach Beendigung der Narkose wurde der Patient einen Tag stationär in der Klinik behalten. Nur in besonderen Fällen war eine längere stationäre Überwachung nötig. Die weitere postoperative Betreuung erfolgte durch den Haus-tierarzt.

Etwa am 21. Tag nach dem Eingriff nahmen wir Kontakt mit dem Haustierarzt oder dem Tierhalter auf, um uns über das Befinden des Patienten und das Ergebnis der Operation zu informieren. In allen Fällen kam es zu einer primären Heilung. Nach 6 Wochen wurde eine Röntgenkontrolle in gestreckter Haltung der Hinter-

gliedmaßen und ventrodorsalem Strahlengang durchgeführt (Abb. 8). Bei korrektem Sitz der Prothese wurde dem Tier danach die volle Mobilisierung erlaubt.

In einem Fall trat bei einem 4-jährigen Rottweiler eine Lockerung der Schaftprothese auf. Schon das postoperative Röntgenbild zeigte, dass der Teller nicht optimal auf dem resezierten Femurhals lag. Im Lauf von mehreren Monaten lockerte sich die Prothese zunehmend und führte zu einer deutlichen Lahmheit der Gliedmaße. In einem weiteren Fall kam es zu einer Lockerung der Pfanne. Die bei beiden Patienten durchgeführte Revision mit korrekter Implantation einer größeren Prothese führte zur Heilung. Bei einem anderen Patienten wurde die Prothese zu groß ausgewählt. Der Femurhals erlitt eine Fissur und die HELICA-Prothese konnte nicht implantiert werden. Daraufhin erfolgte eine Femurkopf- und -halsresektion.

Bei allen Tieren war innerhalb von 60 Tagen die röntgenologische Nachuntersuchung möglich und zeigte eine feste Verankerung der Prothesenkomponenten. Insbesondere ließen sich an den Rändern der Implantate keine Resorptionszonen des Knochens nachweisen. Alle Hunde liefen lahmheitsfrei. In einem Fall entwickelten sich nach der Operation deutliche Ausfallserscheinungen des N. ischiadicus auf, die sich aber binnen 6 Wochen von selbst komplett zurückbildeten.

Diskussion

In der Veterinärmedizin werden zementfreie Hüftgelenksprothesen seit 1989 eingesetzt. Es stehen verschiedene Systeme zur Verfügung (6, 14, 29, 36, 38).

Schawalder et al. (36) entwickelten eine Prothese nach dem Prinzip eines Hohlzylinders, dessen einzelne Komponenten den individuellen Knochendimensionen angepasst und miteinander kombiniert werden können. Eine andere zementfreie Prothese wurde von den Firmen Howmedica und Biomedtrix vorgestellt (6, 29), bei der die Schaftimplantate durch konische Verklebung in der Medulla und die Prothesenpfannen durch Pressfit ihre Stabilität erhalten. Das zementfreie System der Firma Kyon, Zürich basiert auf einem Pressfit der Pfanne mit zusätzlicher Verschraubung im Azetabulum und einer Verriegelungsprothese im Femur (43).

An die zementfreien Prothesen sind bezüglich ihrer Verankerung im Knochen besondere Anforderungen geknüpft. Die Primärstabilität mit einer beständigen Osteointegration gilt als unabdingbare Voraussetzung. Das gewählte Material muss jahrelang im Knochen reaktionslos verbleiben und beansprucht werden können. Durch Veränderungen der Oberflächenbeschaffenheit (Titanlegierungen) konnten die Oberflächen vergrößert und damit die Osteointegration verbessert werden (25).

Zu den häufigsten Fehlern bei allen Prothesentypen zählt die nicht adäquate Positionierung der einzelnen Prothesenteile (1, 9, 22, 41–43). Die folgenschwerste Komplikation ist die Infektion (26). Durch die relativ kurze Operationszeit bei der HELICA-

Endoprothese wird diese Gefahr deutlich verringert. Ein fehlerhafter Neigungswinkel der Pfanne kann zu Luxationen führen. Zu dieser Komplikation kam es bei keinem der von uns operierten Hunde, doch tolerierten unsere Patienten Abweichungen vom normalen Retroversions- und Ventroversionswinkels (15–20° bzw. 40–50°) der implantierten Pfannen gut. Der Torsionswinkel der Schaftprothese ist bei der HELICA-Endoprothese nicht zu berücksichtigen. Die korrekte Winkelung der Schraubprothese ergibt sich automatisch durch den Verlauf des Femurhalses. Luxationen nach der Operation traten bei keinem unserer Patienten auf.

Die beim Menschen als „Stress-Shielding-Phänomen“ beschriebene Komplikation, bei der es aufgrund unphysiologischer Krafteinleitungen zu einer aseptischen Implantatlockerung unter der Druckscheibe kommt (4, 16), war bei keinem unserer Patienten festzustellen. Der kurze Beobachtungszeitraum der operierten Hunde lässt allerdings diesbezüglich keine verlässliche Aussage zu, da diese Komplikation erfahrungsgemäß erst nach Jahren röntgenologisch nachzuweisen ist (4). Die Kontrollröntgenaufnahmen unserer Patienten zeigten keine Lysesäume um das Implantat bzw. an der Grenze zwischen Implantat und Knochen. Ausführliche Berichte über röntgenologische Langzeit-Verlaufskontrollen bei Anwendung zementierter Endoprothesen liegen sowohl aus der Humanmedizin (7, 11) als auch beim Hund vor (20, 31). In der Veterinärmedizin gibt es radiologische Langzeitstudien zum Einsatz der zementfreien Howmedica- (29) und Kyon-Prothese (13) beim Hund. Die erhaltenen guten Ergebnisse sind mit der Einschränkung zu betrachten, dass die Fallzahlen deutlich niedriger lagen als in den entsprechenden Langzeitstudien mit zementierten Prothesen (20, 31). Inwieweit sich Druckscheibenprothesen beim Menschen (22) mit der HELICA-Prothese bei radiologischen Verlaufsanalysen vergleichen lassen, müssen zukünftige radiologische Untersuchungen der HELICA-Prothese zeigen. Ebenso ist durch Langzeituntersuchungen zu evaluieren, ob die Verwendung der gleichen Gewinderichtung des Implantats für rechte und linke Schenkelhäuse aus biomechanischen Gründen zu unterschiedlichen Standzeiten führt. Auch die Frage, inwieweit Lockerungen der Femurprothese vom Inklinationwinkel der eingeschraubten Prothese bestimmt werden, muss in zukünftigen Untersuchungen geklärt werden.

Die HELICA-Prothese ist die erste reine Schraubprothese in der Veterinärmedizin. Eine ähnliche Prothese wurde in der Humanmedizin als Spiron-Prothese erfolgreich eingesetzt (3, 15). Allerdings liegen hierzu keine veröffentlichten Langzeitergebnisse vor. Aufgrund der Größenunterschiede zwischen Mensch und Hund und somit unterschiedlicher biomechanischer Verhältnisse lassen sich die Resultate beim Menschen nicht zuverlässig auf den Hund übertragen.

Fazit für die Praxis

Mit der HELICA-Prothese steht dem Chirurgen eine neue Hüftprothese zur Verfügung, die allen Anforderungen der modernen

Implantationschirurgie entspricht. Unsere ersten Ergebnisse sind sehr verheißungsvoll, müssen jedoch durch entsprechende Langzeitstudien und höhere Fallzahlen bestätigt werden. Als wesentliche Vorteile gelten die relativ einfache Operationstechnik mit einer relativ kurzen individuellen Lernphase und die kurze Operationsdauer.

Literatur

- Bergh MS, Gilley RS, Shofer FS, Kapatkin AS. Complications and radiographic findings following cemented total hip replacement. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006; 19: 172–179.
- Boudrieau RJ, Montavon P, Arai N, Peck J, Tepic S. Zurich Hip Dinner Meeting. ACVS Meeting, Washington 2003.
- Birkenhauer B, Kistmacher H, Ries J. Zementfreie Schenkelhalsprothese Typ Spiron – Konzeption und erste klinische Ergebnisse. *Orthop* 2004; 33: 1259–1266.
- Bobynd JD, Mortimer ES, Glassman AH, Engh CA, Miller JE, Brooks CE. Producing and avoiding stress shielding. Laboratory and clinical observations of uncemented total hip arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res* 1992; 274: 79–96.
- Charnley J. Anchorage of the femoral head prosthesis to the shaft of the femur. *J Bone Joint Surg* 1960; 42: 28.
- DeYoung DJ, DeYoung BA, Abermann HA et al. Implantation of an uncemented total hip prosthesis: technique and initial results of 100 arthroplasties. *Vet Surg* 1992; 21: 168–177.
- DeLee JG, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Rel Res* 1976; 121: 20–32.
- Dyce J, Wisner ER, Wang Q et al. Evaluation of risk factors for luxation after total hip replacement in dogs. *Vet Surg* 2000; 29: 524–532.
- Edwards MR, Egger EL, Schwarz PD. Aseptic loosening of the femoral implant after cemented total hip arthroplasty in dogs: 11 cases in 10 dogs (1991–1995). *J Am Vet Med Assoc* 1997; 211: 580–586.
- Frankel DJ, Pluhar GE, Skurla CP et al. Radiographic evaluation of mechanically tested cemented total hip arthroplasty femoral components retrieved postmortem. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2004; 17: 216–224.
- Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. “Modes of failure” of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop Rel Res* 1997; 141: 17–27.
- Gutbrod F, Festl D. Praktische Anwendung und klinische Ergebnisse der Hüftgelenk-Totalendoprothese für Hunde Modell Aesculap. *Kleintierprax* 1995; 40: 793–804.
- Hanson SP, Peck JN, Berry CR, Graham J, Stevens G. Radiographic evaluation of the Zurich cementless total hip acetabular component. *Vet Surg* 2006; 35: 550–558.
- Hozack WJ, Rothman Rh, Booth RE, Balderston RA. Cemented versus cementless total hip arthroplasty. A comparative study of equivalent patient populations. *Clin Orthop* 1993; 289: 161–165.
- Huggler AH, Jakob HAC. Die Entwicklung der Druckscheibenprothese (DSP). In: Endoprothetik. Morscher EW, Hrsg. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer 1995; 267–278.
- Huiskes R, Weinans H, van Rietbergen B. The relationship between stress shielding and bone resorption around total hip stems and the effects of flexible materials. *Clin Orthop Rel Res* 1992; 274: 124–134.
- Hochmuth K, Rehart S. Die zementfreie primäre Hüftendoprothesenimplantation beim Rheumatiker. *arthrits + rheuma* 2004; 24: 143–147.
- Hoefle WD. A surgical procedure for prosthesis total hip replacement in the dog. *J Am Anim Hosp Assoc* 1974; 10: 269–276.
- Hohn RB, Olmstead ML, Turner TM, Matis U. Der Hüftgelenkersatz beim Hund. *Tierärztl Prax* 1986; 14: 377–388.
- Holz I. Erfahrungen mit der Biomechanique-Prothese. Klinische und radiologische Untersuchungen in den Jahren 1991 bis 2001. *Diss med vet, Tierärztl Fakultät München* 2002.
- Hühn F, Gössling T, Engelke E, Birkenhauer B, Gerich T, Waibl H. In-vitro-Vergleich der Maximalbelastung und Frakturformen von Femora des Hundes ohne oder mit zwei unterschiedlichen zementfreien Hüftendoprothesen. *Kleintierprax* 2005; 11: 683–694.
- Ishaque BA, Wienbeck S, Basad E, Stürz H. Radiologische Verlaufsanalyse der Druckscheibenprothese (DSP). *Z Orthop Unfall* 2004; 142: 15–24.
- Jones PR, Huskins DW, Porter ML et al. Aseptic loosening of the femoral component in cemented total hip replacement. *J Biomed Eng* 1992; 14: 379–384.
- Kosfeld HU. Der totale Hüftgelenkersatz beim Hund. Klinische, röntgenologische und ganganalytische Erhebungen in den Jahren 1983 bis 1993. *Diss med vet, Tierärztl. Fakultät München* 1996.
- Krebs J. In vivo comparison of the biological attachment characteristics of titanium and hydroxyapatite coated implants. *Diss med vet, Universität Bern* 2002.
- Lee KC, Kapatkin AS. Positive intra-operative cultures and canine hip replacement: risk factors, periprosthetic infection and surgical success. *J Am Anim Hosp Assoc* 2002; 38: 271–278.
- Leighton RL. The Richard’s II canine hip prosthesis. *J Am Anim Hosp Assoc* 1979; 15: 73–76.
- Liska WD. Femur fractures associated with canine total hip replacement. *Vet Surg* 2004; 33: 164–172.
- Marcellin-Little DJ, DeYoung BA, Doyens DH, DeYoung DJ. Canine uncemented porous-coated anatomic total hip arthroplasty: results of a long-term prospective evaluation of 50 consecutive cases. *Vet Surg* 1999; 28: 10–20.
- Matis U. Operationsverfahren bei Hüftgelenksdysplasie. *Tierärztl Prax* 1995; 23: 426–431.
- Matis U, Holz I. Clinical experience and long-term results of the cemented Biomechanique hip. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2003; 16: A3.
- Montgomery RD, Milton JL, Pernel R, Abermann HM. Total hip arthroplasty for treatment of canine hip dysplasia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1992; 22: 703–719.
- Olmstead ML, Hohn RB, Turner TM. A five-year study of 221 total hip replacements in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 1983; 183: 191–194.
- Olmstead ML. Total hip replacement. *Vet Clin North Am* 1987; 17: 943–955.
- Olmstead ML. The canine cemented modular total hip prosthesis. *J Am Anim Hosp Assoc* 1995; 31: 109–124.
- Schawwalder P, Stich H, Oetliker M, Raveh J, Läderach K, Rytz U, Spreng D. Hohlzylinder-Dauerimplantate im klinischen Einsatz bei verschiedenen Indikationen. *Schweiz Arch Tierheilk* 2000; 142: 279–288.
- Schawwalder P, Stich H, Spreng D. Chronologie der Entwicklung einer zementlos fixierten Hüftgelenksendoprothese. *Kleintierprax* 1997; 42: 517–596.
- Schawwalder P. Endoprothesen. In: *Klinik der Hundekrankheiten*. Grünbaum EG, Schimke E, Hrsg. Stuttgart: Enke 2007; 948–952.
- Sebestyen P, Marcellin-Little DJ, DeYoung BA. Femoral medullary infarction secondary to canine total hip arthroplasty. *Vet Surg* 2000; 29: 227–236.
- Skurla CT, Egger EL, Schwarz PD, James SP. Owner assessment of the outcome of total hip arthroplasty in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2000; 217: 1010–1012.
- Skurla CP, Pluhar GE, Frankel DJ, Egger EL, James SP. Assessing the dog as a model for human total hip replacement: Analysis of 38 canine cemented femoral components retrieved at post-mortem. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87: 120–127.
- Skurla CP, James SP. Assessing the dog as a model for human total hip replacement: Analysis of 38 postmortem-retrieved canine cemented acetabular components. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005; 73: 260–270.
- Tepic S, Sci, Montavon PM. Concepts of Zurich Cementless Prosthesis. Vortrag ESVOT Tagung, München 2004.

Dr. Volker Hach
Tierärztliche Klinik für Kleintiere
Waldfriedstraße 10
60528 Frankfurt/Main
E-Mail: post@tierklinik-frankfurt.de