

## Navigierte retrograde Anbohrung OCD Talus

Martinus Richter, Stefan Zech<sup>1</sup>

Zeichner: ■■

### Zusammenfassung

#### Operationsziel

Subchondrale Dekompression und Revaskularisierung bei Osteochondrosis dissecans (OCD) des Talus mit Erhaltung des Knorpels.

#### Indikationen

Symptomatische OCD des Talus der Stadien I und II, d.h. mit intakter oder größtenteils intakter Knorpeloberfläche.

#### Kontraindikationen

OCD des Talus der Stadien III und IV, d.h. nicht intakte Knorpeloberfläche.

#### Operationstechnik

Diagnostische Arthroskopie des oberen Sprunggelenks. Über Stichinzision Einbringen einer Dynamischen Referenzbasis (DRB) in den Talushals. 3D-Bildakquisition und Planung des Bohrkanals. Navigierte Bohrung mit dem 5-mm-Bohrer. Einlegen eines 1-mm-Titan-Kirschnerdrahts in den Bohrkanal und 3D-Bildakquisition zur Beurteilung des Bohrkanals. Einbringen von Spongiosa in den Bohrkanal. Arthroskopische Beurteilung.

#### Weiterbehandlung

15 kg Teilbelastung für 6 Wochen im normalen Konfektionsschuh mit frühfunktionellen Bewegungsübungen ohne Ruhigstellung. Danach Übergang zur Vollbelastung.

### Ergebnisse

52 Patienten mit symptomatischer osteochondraler Läsion des Talus in den Stadien I und II wurden in eine Nachuntersuchungsstudie eingeschlossen. Der Zeitbedarf für die Vorbereitung zur Navigation im OP inkl. der Platzierung der Referenzbasen, Bildakquisition mit dem ISO-C-3D/AR-CADIS-3D, Planung der Trajektorie und Anbohrung der Läsion betrug 7 Minuten 32 Sekunden (4–30 Minuten). In 50 Fällen (96%) wurde die Bohrung als korrekt beurteilt. In den beiden verbleibenden Fällen (4%) endete die Bohrung im kaudalen Bereich der Läsion. In keinem Fall wurde arthroskopisch eine Perforation der Knorpeloberfläche registriert. 48 (92%) Patienten wurden nach 12 (6–36) Monaten nachuntersucht. Bei drei Patienten (6%) wurde im Verlauf bei wiederkehrenden Beschwerden eine Knochenknorpeltransplantation (OATS) durchgeführt. Diese Patienten wurden aus der Nachuntersuchung ausgeschlossen. Die Scoreergebnisse der verbleibenden 45 (87%) Patienten wurden mittels Visual-Analog-Skala Fuß und Sprunggelenk (VAS FA) (im Mittel 93 (Spannweite 86–100) Punkte) und SF-36((■1)) erhoben (auf 100 Punkte-Maximum standardisiert 90 (79–100) Punkte).

### Schlüsselwörter

Osteochondrosis dissecans tali · OCD Talus · Navigation · Computer Assisted Surgery (CAS) · Retrograde Bohrung

Oper Orthop Traumatol 2010;22:1–XX

DOI 10.1007/s00064-010-■■■■■-■

---

<sup>1</sup>II. Chirurgische Klinik (Unfallchirurgie, Orthopädie und Fußchirurgie (Leiter Prof. Dr. M. Richter), Klinikum Coburg, Coburg.

## Navigated Retrograde Drilling in OCD of the Talus

### Abstract

#### Objective

Suchondral decompression and revascularization in Osteochondrosis dissecans (OCD) of the talus with cartilage preservation.

#### Indications

Symptomatic talar OCD stadium I and II, i.e. cartilage intact or almost intact.

#### Contraindications

Talar OCD stage III and IV, i.e. cartilage not intact.

#### Surgical Technique

Diagnostic ankle arthroscopy. Insertion of Dynamic Reference Base (DRB) in the talar neck through a stab incision. 3D-image acquisition and planning of the drilling. Navigated drilling with a 5 mm drill. Insertion of a 1 mm titanium wire into the canal and 3D image acquisition for evaluation of the canal. Autologous cancellous bone transplantation into the canal. Arthroscopic evaluation.

#### Postoperative Management

15 kg partial weight bearing for 6 weeks without immobilization. After 6 weeks full weight bearing.

### Vorbemerkungen

Das Behandlungsziel bei symptomatischer Osteochondrosis dissecans (OCD) des Talus der Stadien I und II (Berndt and Harty((■2)), Hepple und Winson oder Ferkel) ist die Ravaskularisierung der Läsion [4, 6, 9, 15]. Ein Débridement des Knorpelanteils wird als Behandlungsoption bei symptomatischer Erkrankung beschrieben [1, 23]. Dieses Débridement ist jedoch nur dann die beste Option, wenn das Knorpeldissekat locker oder von schlechter Qualität ist [1, 15, 20, 23]. Subchondrale Bohrungen erlauben eine Dekompression der wahrscheinlich schmerzhaften subchondralen Gewebsverdichtung bzw. Sklerose und eine Revaskularisierung [1, 8, 15, 20, 23]. Die retrograde Bohrung erhält dabei die noch intakte Knorpeloberfläche und ist damit eindeutig besser als die antegrade Bohrung mit zwangsläufiger Zerstörung des Knorpels [7]. Die arthroskopisch gestützte retrograde Bohrung ist nur bei arthroskopisch sichtbaren Läsionen möglich, was bei intakter Knorpeloberfläche häufig nicht der Fall ist [15, 20]. Weiterhin ist für die arthroskopisch gestützte Bohrung ein Zielbügel nötig, der nur sehr schwer und häufig mit iatrogenen Knorpelschäden im

### Results

52 patients with symptomatic talar OCD Stadium I and II were included in a clinical follow-up study. Time needed for preparation, including the placement of the DRB, scanning time and preparation of the trajectories was 7 minutes 32 seconds (4–30 minutes). In 50 cases (96%), the drilling was judged with 3D Imaging to be correct. In the remaining two cases (4%), the drilling ended in the caudal portion of the lesion. A perforation of the cartilage was not registered arthroscopically. 48 (92%) patients were enrolled for follow-up after 12 (6–36) months. Three patients (6%) had been converted to bone cartilage transplantation (OATS) due to recurrent symptoms. These patients were excluded from follow-up. The follow-up scores were: Visual-Analogue-Scale Foot and Ankle (mean 93 [range, 86–100] points) and SF-36 ((■1)) (standardized to 100-point-maximum 90 [79–100] points).

### Key Words

Osteochondrosis dissecans tali · OCD Talus · Navigation · Computer Assisted Surgery (CAS) · Retrograde Drilling

Gelenk platziert werden kann [15, 21]. Eine weitere Option ist die röntgenbildverstärkergestützte retrograde Anbohrung, die aber aufgrund der schlechten Visualisierung wenig Erfolg versprechend ist [15]. Daher sehen einige Autoren auch die Indikation für ein offenes Vorgehen [19]. Dafür ist aber häufig ein ausgedehnter Zugang mit Osteotomie nötig [19]. Zur genaueren und weniger schädigenden retrograden Bohrung wurde die computertomographie-(CT-)basierte, Computer-Assistierte-Chirurgie-(CAS-)gesteuerte Technik beschrieben [2, 7, 10, 18]. Die derzeit in Anwendung befindlichen CT-(3D)- und röntgenbildverstärker-(BV-[2D-])basierten Navigationssysteme sind in ihrer Flexibilität (3D) und Visualisierung (2D) sehr eingeschränkt [14, 16]. Nachteil der BV-(2D-)basierten Technik ist das Fehlen der dreidimensionalen Darstellung und damit der Lokalisierung des Herds [15]. Die CT-(3D-)basierte Technik benötigt den sehr aufwändigen und nicht mehr zeitgemäßen Vorgang des präoperativen CTs und dann((■3)) des intraoperativen Matchings [13, 15]. Um die Probleme der schlechten Visualisierbarkeit der 2D- und der CT-basierten Technik zu umgehen, wurde die 3D-basierte mat-

chingfreie Technik mit intraoperativer Bildakquisition (ISO-C-3D, Siemens, München) vorgestellt [15]. Diese Methode ist machbar, exakt und zeigt sehr gute klinische Ergebnisse [14, 15]. In vitro konnte die bessere Visualisierung der 3D-Technik gegenüber der 2D-Technik gezeigt werden [5]. Allerdings waren die dafür notwendigen Geräte der ersten Generation (ISO-C-3D, Siemens, München; Surgigate, Medivision Inc., Oberdorf, Schweiz; Northern Digital Inc., Waterloo, Ontario, Kanada; Medivision wurde später umbenannt in Praxim Inc., Grenoble, Frankreich) noch nicht ausgereift und daher trotz hoher Genauigkeit sehr komplex in der Bedienung und störanfällig [14, 15]. Diese Geräte wurden weiterentwickelt und die folgende Gerätegeneration ((■4)) (AR-CADIS-3D, Siemens, München; Navivision, Brainlab, Heimstetten) erlaubt einfacheres Handling und geringere Fehleranfälligkeit [16]. Um die Genauigkeit weiter zu erhöhen, wird die Verwendung möglichst dicker Bohrer empfohlen, da die Dicke des Bohrers direkt mit der Genauigkeit korreliert [11]. Die Technik der intraoperativen, auf 3D-Bildgebung basierten, navigierten, retrograden Bohrung mit den aktuellen Geräten wird beschrieben.

### Operationsprinzip und -ziel

Ziel der navigierten retrograden Anbohrung der OCD des Talus ist die subchondrale Dekompression und Revascularisierung mit Erhaltung des noch intakten Knorpels.

### Vorteile

- Durch die retrograde Anbohrung bleibt der Knorpel intakt.
- Die Navigation erlaubt eine exakte Anbohrung des subchondralen Herds.
- Die Navigation erlaubt die Anbohrung arthroskopisch nicht sichtbarer Herde.
- Die Navigation erlaubt die Anbohrung von mit dem BV nicht sichtbarer Herde.
- Die 3D-basierte Navigation erlaubt eine bessere Visualisierung als die 2D-basierte Navigation [5].
- Die intraoperative Bildakquisition macht die sonst für die Navigation nötige präoperative CT überflüssig [15, 16].
- Die intraoperative Bildakquisition macht das sonst für die Navigation nötige Matching überflüssig [15, 16].

- Die Verwendung dicker Bohrer (5 mm) erhöht die Genauigkeit [11].
- Die Navigation von Bohrhülse und Bohrmaschine mit Bohrer ist besser als die Navigation von Bohrmaschine oder Hülse allein. Die zusätzliche Navigation der Bohrhülse erhöht die Genauigkeit gegenüber der alleinigen Navigation der Bohrmaschine und damit des Bohrers, da sich der Bohrer nur außerhalb der Bohrhülse verbiegen und sich damit die Genauigkeit der Bohrung verringern kann [11]. Die zusätzliche Navigation der Bohrmaschine und damit des Bohrers erhöht die Genauigkeit gegenüber der alleinigen Navigation der Bohrhülse, da nur mit der Navigation der Bohrmaschine mit Bohrer die Länge der Bohrung navigiert werden kann [11]. Dies erlaubt die alleinige Navigation der Bohrhülse nicht.
- Die Verwendung dicker Bohrer (5 mm) erlaubt eine nachfolgende subchondrale Spongiosaplastik [16].
- Die subchondrale Spongiosaplastik erlaubt eine gute subchondrale Abstützung des Knorpels [16].
- Durch intraoperative 3D-Bildgebung kann nach der Bohrung die Lage des Bohrkanals exakt bestimmt und dokumentiert werden.

### Nachteile

- Hoher technischer und finanzieller Aufwand. Das hier vorgestellte Navigationssystem mit intraoperativer 3D-Bildakquisition kostet komplett mit Software etwa 400.000 Euro.

### Indikationen

- Symptomatische OCD des Talus der Stadien I ((■5)) nach Berndt and Harty((■2)) oder Stadium I und IIa ((■6)) nach Ferkel bzw. Hepple und Winson, d.h. mit intakter oder größtenteils intakter Knorpeloberfläche [4, 6, 9].

### Kontraindikationen

- OCD des Talus der Stadien II bis IV nach Berndt and Harty((■2)) oder Stadium((■7)) IIb bis IV nach Ferkel bzw. Hepple und Winson, d.h. nicht intakte Knorpeloberfläche.

### Patientenaufklärung

- Übliche allgemeine Operationsrisiken.
- Für die Navigation ist eine zusätzliche Inzision von 2 cm Länge über dem Talushals nötig.
- Für die Spongiosaentnahme ist eine Inzision von 2 cm Länge oberhalb des Innenknöchels nötig.
- Die Verwendung der Navigation kann die Operationszeit um etwa 5 min verlängern.

### Operationsvorbereitungen

- Sorgfältige anamnestische und klinische Evaluation von Beschwerden.
- Überprüfung der Hautverhältnisse, der Durchblutung und des neurologischen Status.
- Standarddiagnostik mit Röntgen und Kernspintomographie (MRT) (**Abbildungen 1 und 2**).
- Zu Beginn des Eingriffs wird durch eine diagnostische Arthroskopie die Knorpeloberfläche auf Intaktheit überprüft (**Abbildung 3**), da die Indikation zur retrograden Bohrung nur bei intakter (Ferkel-Stadium I) oder größtenteils intakter (Ferkel-Stadium IIa) Knorpeloberfläche besteht [6]. Bei nicht intakter Knorpeloberfläche (Ferkel-Stadium ((■8)) IIb, III oder IV) erfolgen antegrade ((■9)) [6].

### Instrumentarium

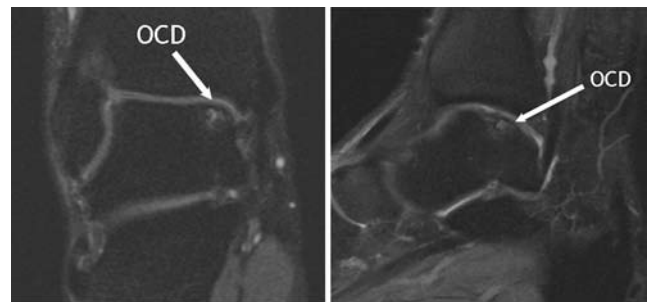
- Arthroskopieturm und Instrumente. Eine „kleine“ Optik mit z.B. 2,8 mm Außendurchmesser und spezielle kleine Arthroskopieinstrumente sind eindeutig besser geeignet als die Anwendung von Standardoptiken und -instrumenten aus der Knie- oder Schulterarthroskopie [21]. Bei der Bildtechnik ist die High-Definition-(HD-)Technik mit hoher Auflösung optimal.
- Sieb mit Navigationsinstrumenten einschließlich 5-mm-Bohrer und Bohrhülse.
- Navigationssystem (hier Navision, Brainlab, Heimstetten, in Kombination mit ARCADIS-3D, Siemens, München).
- Meißel und scharfe Löffel für die Spongiosaentnahme.
- Titandraht, 1 mm Durchmesser.
- Karbonoperationstisch (wenn vorhanden). Dieser verringert die Artefakte der intraoperativen 3D-Bildgebung und verbessert damit die Identifikation des OCD-Herds für die Navigation und des Bohrkanals für die Beurteilung des Bohrkanals.

### Anästhesie und Lagerung

- Allgemeinanästhesie oder Spinal-/Periduralanästhesie.
- Rückenlagerung mit an der Tischkante überstehender Ferse.
- Oberschenkelblutsperrung.
- Abkleben und Vorreinigen des Fußes bis zur Unterschenkelmitte.

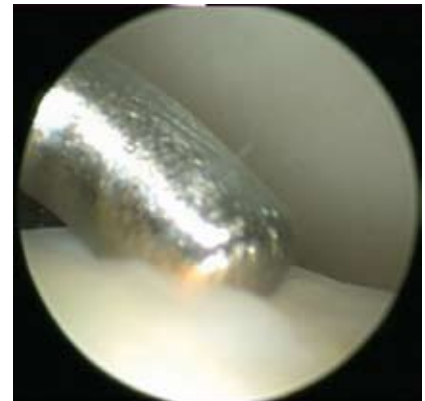


**Abbildung 1**  
Röntgen OSG mit OCD mediale Talusschulter Stadium I nach Berndt und Harty [4].



**Abbildung 2**  
MRT OSG mit OCD mediale Talusschulter Stadium 2b nach Hepple und Winson mit intakter Knorpeloberfläche [9].

**Abbildung 3**  
Arthroskopischer Befund OCD mediale Talusschulter Stadium I nach Ferkel mit intakter Knorpeloberfläche [6]. Der Knorpel lässt sich etwas eindrücken, was ein Hinweis auf eine mangelnde subchondrale Abstützung ist.

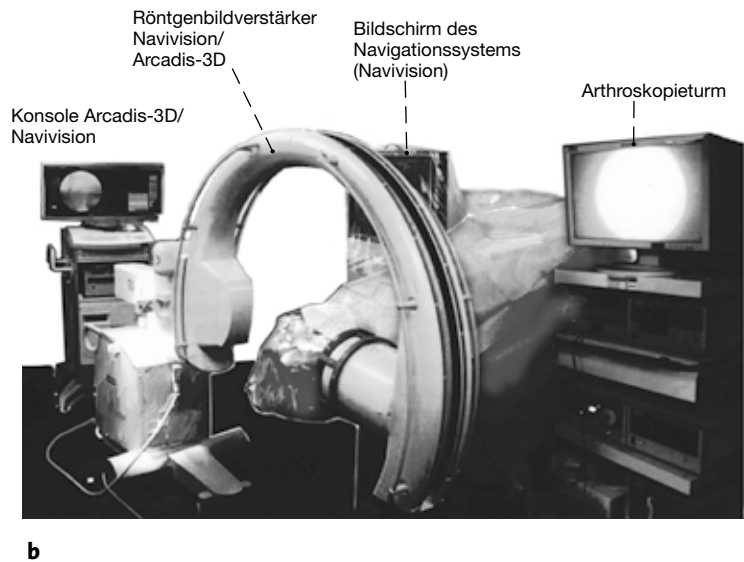
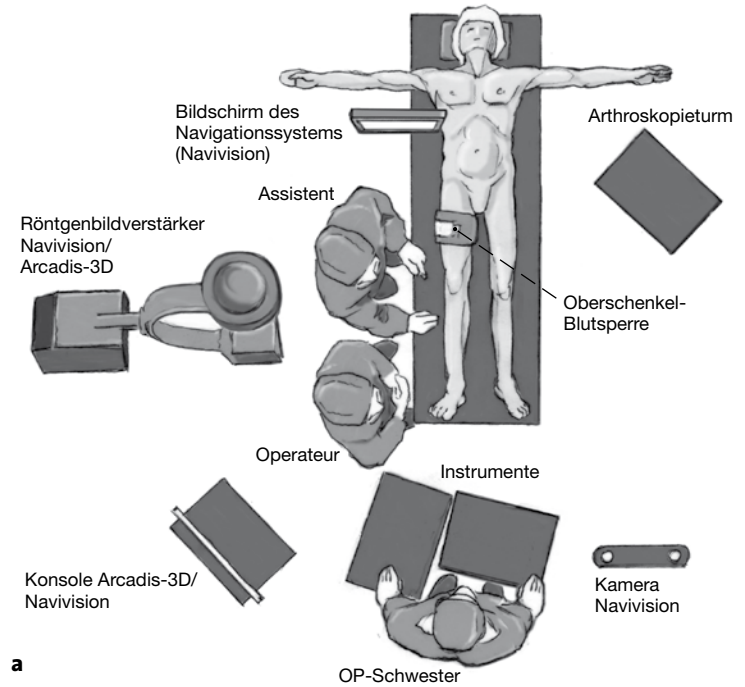


# Operationstechnik

Abbildungen 4 bis 10

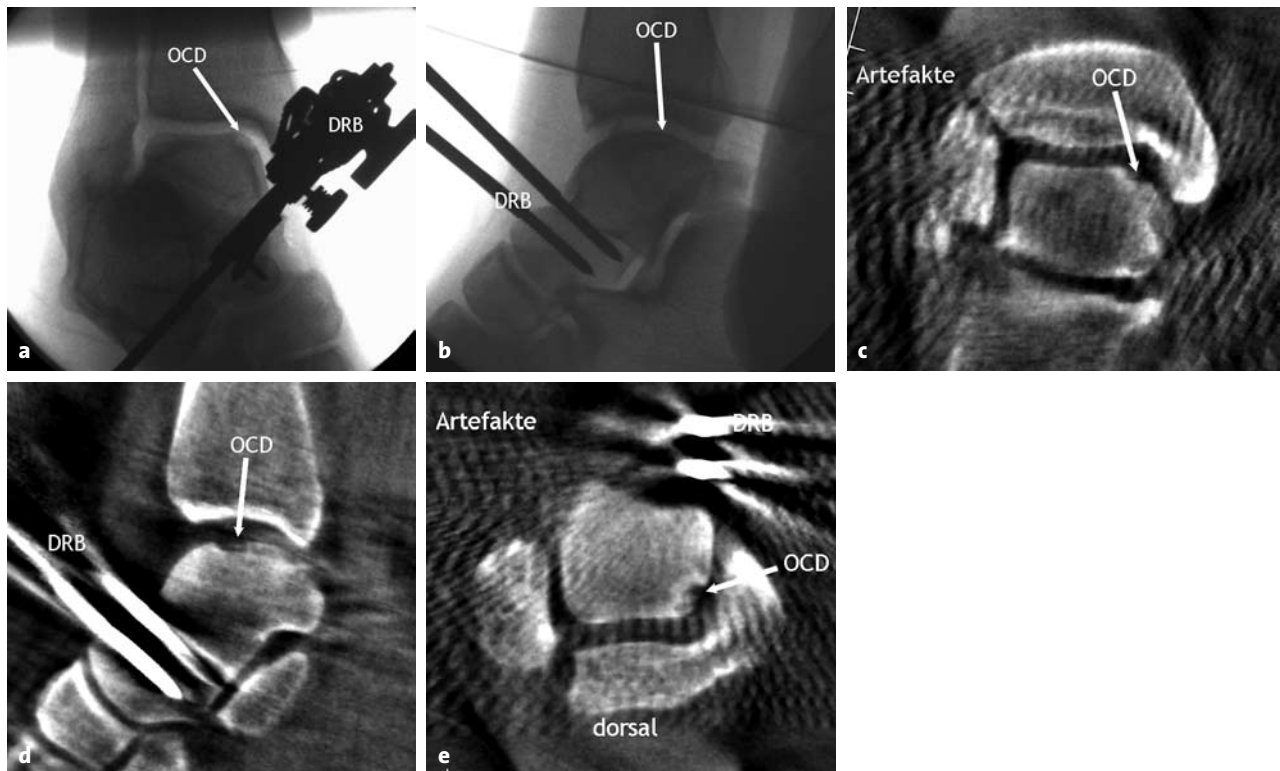
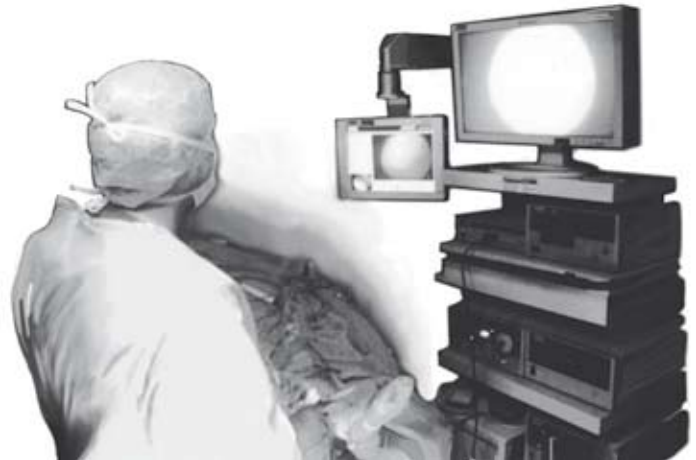
## Abbildungen 4a und 4b

Lagerung des Patienten und Positionierung von Arthroskopieturm, Navigationssystem (Navivision) einschließlich BV (ARCADIS-3D) und Personal (a). Der Navigationsmonitor wird im Idealfall direkt am OP-Tisch befestigt und steril bezogen. Die Positionierung aller Geräte und des kompletten Personals muss so erfolgen, dass von der Kamera „freie Sicht“ auf die Dynamischen Referenz Basen (DRB) und den ARCADIS-3D-Strahlendetektor besteht. Während der intraoperativen 3D-Bildakquisition wird der Situs steril abgedeckt (b).



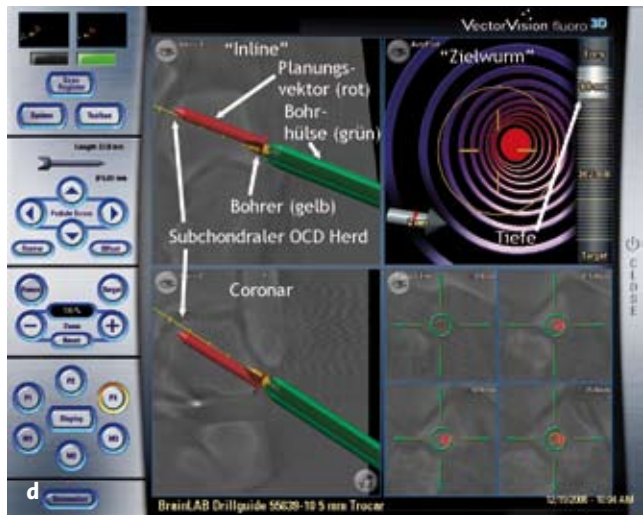
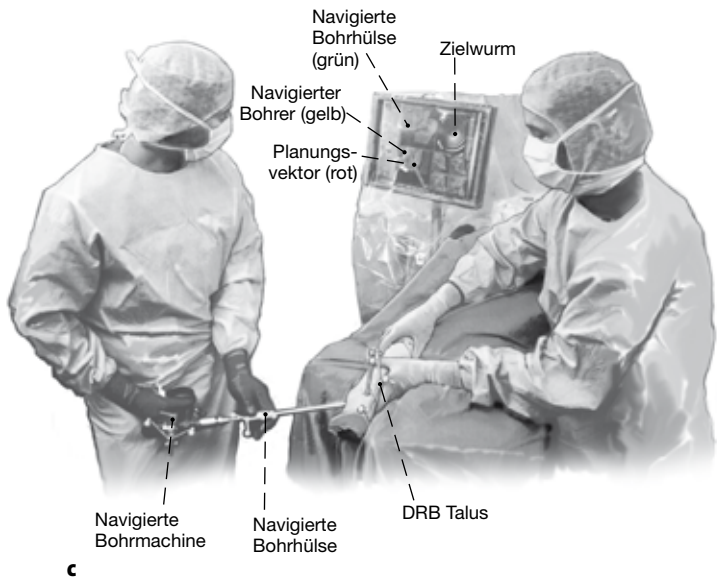
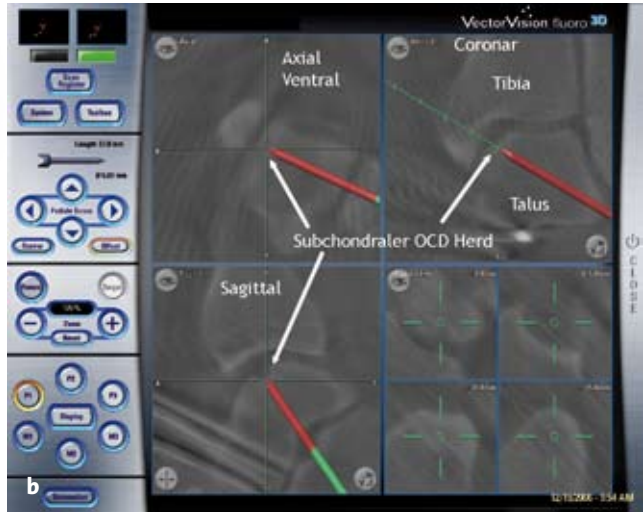
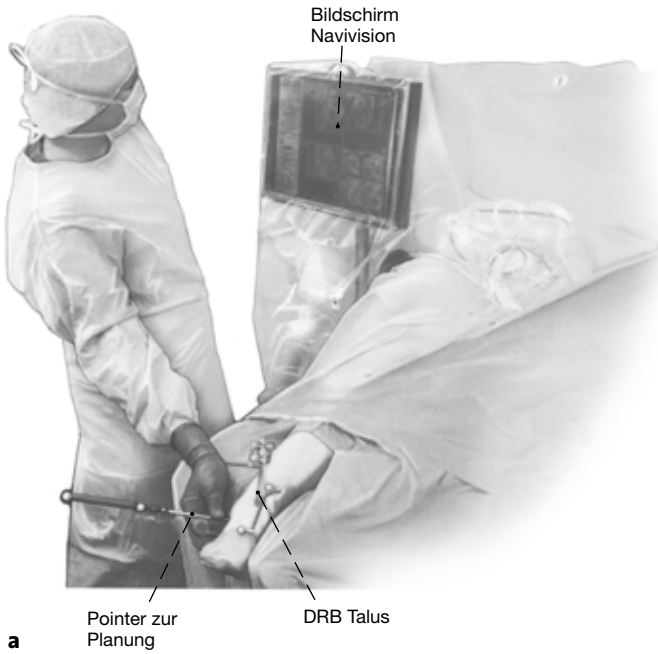
**Abbildung 5**

Insufflation der Blutsperrre mit 350 mmHg. Diagnostische Arthroskopie des oberen Sprunggelenks (OSG). Eine um den Fuß gelegte elastische Binde erlaubt (wenn nötig) die manuelle Traktion durch den Assistenten. Hierbei wird vor allem die Knorpeloberfläche auf Intaktheit überprüft (siehe Abbildung. 3), da die Indikation zur retrograden Bohrung nur bei intakter (Ferkel-Stadium I) oder größtenteils intakter (Ferkel-Stadium IIa) Knorpeloberfläche besteht [6]. Bei nicht intakter Knorpeloberfläche (Ferkel-Stadium (nio) IIb, III oder IV) erfolgen antegrade Maßnahmen [6]. Bei der Arthroskopie erfolgen die üblichen therapeutischen Maßnahmen wie z.B. Knorpelglättung, Synovektomie etc.

**Abbildungen 6a bis 6e**

Über eine Stichinzision Einbringen der DRB in den Talushals. Dies sollte unbedingt unter BV-Kontrolle erfolgen, da sonst das Risiko der Penetration der angrenzenden Gelenke (oberes und unteres Sprunggelenk und Talonavikulargelenk) besteht (a und b). Als DRBs kommen Modelle mit einer (siehe Abbildung 7a) oder zwei (b) Schantz'sche Schrauben infrage. Der Vorteil der Modelle mit einer Schantz'schen Schraube ist die geringere Invasivität mit kürzerer Inzision und nur einer Bohrung. Der Vorteil der DRB mit zwei Schantz'schen Schrauben liegt in der bes-

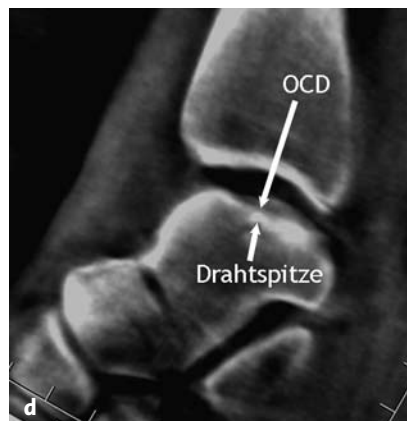
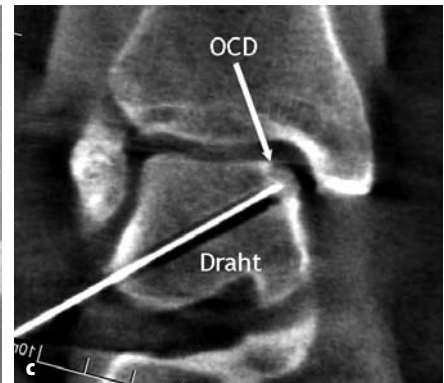
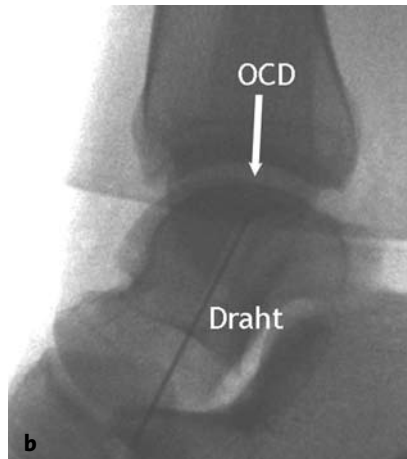
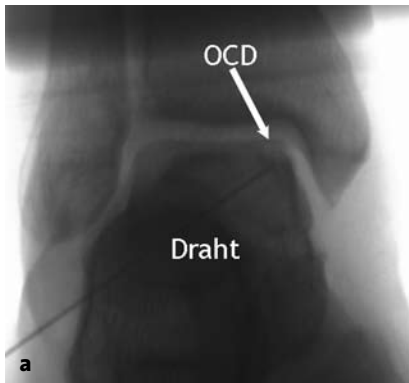
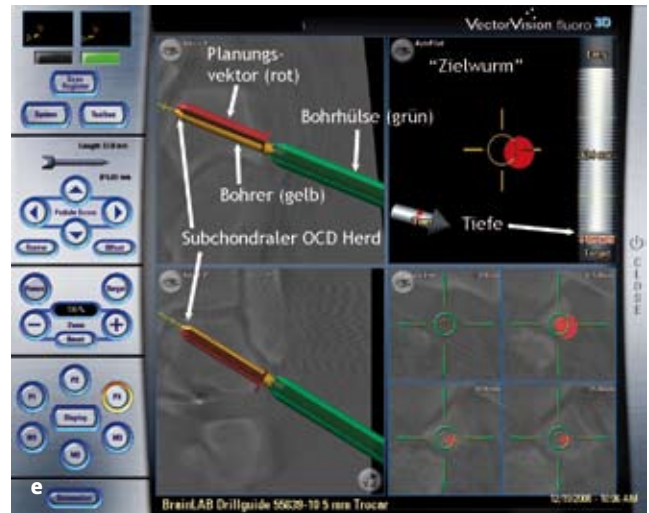
seren Rotationsstabilität [5]. Die Stabilität ist eine wesentliche Voraussetzung für eine genaue Navigation. Die Identifikation des OCD-Herds auf den 2D-Bildern ist vor allem im seitlichen Strahlengang sehr schwierig bis unmöglich (b). Anschließend 3D-Bildakquisition nach entsprechender Abdeckung (6c bis 6e). Die 3D-Reformationen zeigen den subchondralen OCD-Herd eindeutig und genau lokalisierbar (c: koronare Reformation; d: sagittale Reformation; e: axiale Reformation). Die sichtbaren Artefakte der 3D-Bilder werden durch die beim Scan zwingend in situ liegende DRB verursacht.



**Abbildungen 7a bis 7e**  
(siehe nächste Seite)

**Abbildungen 7a bis 7e**

Nun erfolgt mit dem Pointer die Verifikation der Bilddaten und damit die Überprüfung der Genauigkeit des Navigationssystems (a). Dann wird mit dem Pointer der Bohrkanal geplant (b). Hierfür Stichinzision (■11) über dem digital gut tastbaren Processus lateralis tali, der auch den Startpunkt der Bohrung zur medialen Talusschulter darstellt. (Bei OCD der lateralen Schulter beginnt die Bohrung am Processus medialis tali.) Bei der Planung wird eine rot dargestellte Trajektorie in die virtuell dargestellten 3D-Reformationen gelegt (b). Dann Verifikation der DRB-bestückten Bohrmaschine mit dem 5-mm-Bohrer und der Bohrhülse. Nun folgt die navigierte Bohrung (■12) (c). Der Operateur orientiert sich dabei an der Bildschirmdarstellung (d und e). Dieser Bildschirm zeigt in Echtzeit virtuelle 3D-Reformationen, den "Zielwurm", die Planungstrajektorie (rot) und die aktuelle Position des Bohrers (gelb) und der Bohrhülse (grün). Der "Zielwurm" erlaubt eine sehr praktikable Steuerung, da der Zielpunkt am Ende des Wurms als leicht verständlicher Zielpunkt fungiert. (d) zeigt den Bildschirm zu Beginn und (b) am Ende der Bohrung.



**Abbildungen 8a bis 8e**

Entfernen der DRB. Einlegen eines 1 mm dicken Kirschner-Drahts in den Bohrkanal. 2D-Bildakquisition (a und b) und 3D-Bildakquisition (c bis e) sowie Dokumentation zur Beurteilung des Bohrkans, der hier exakt im subchondralen OCD-Herd endet (c: koronare Reformation; d: sagittale Reformation; e: axiale Reformation).



**Abbildung 9**

Spongioseantnahme aus der distalen Tibia anteromedial 3 cm oberhalb der Gelenkebene. Dafür Eröffnen einer Kortikalischuppe mit einem 10-mm-Meißel und Knochenentnahme mit einem scharfen Löffel. Einbringen der Spongiosa in den Bohrkanal. Dies gelingt sehr einfach mit einer in den Bohrkanal eingeschobenen 3,5-mm-Bohrhülse. Die Spongiosa kann sehr leicht mit einem manuell geführten 3,5-mm-Bohrer eingestößelt werden.

**Abbildung 10**

Arthroskopische Abschlussbeurteilung. Hierbei insbesondere Überprüfung der Knorpeloberfläche, die in diesem Fall intakt und westlich weniger eindrückbar war als vor der Intervention. Dies spricht für eine bessere subchondrale Abstützung durch die Spongiosaplastik. Insufflation des Gelenks und der Arthroskopieportale mit einem Lokalanästhetikum, Hautnähte und steriler Verband.

**Postoperative Behandlung**

- 15 kg Teilbelastung für 6 Wochen im normalen Konfektionsschuh mit frühfunktionellen Bewegungen des oberen Sprunggelenks ohne Ruhigstellung.
- Medikamentöse Thromboseprophylaxe für den Zeitraum der Teilbelastung.
- Nach 6 Wochen Übergang zur Vollbelastung.
- MRT im Verlauf bei persistierenden oder wiederkehrenden Beschwerden (frühestens nach 3 Monaten).

**Fehler, Gefahren, Komplikationen**

- Penetration oder Ablösen von Knorpel durch eine ungenaue Bohrung. Danach muss eventuell zu einem

antegraden Verfahren wie Abrasionsarthroplastik oder Mikrofrakturierung konvertiert werden.

- Eine ungenaue Bohrung kann den OCD-Herd verfehlen. Dies ist arthroskopisch zu erkennen, so dass eine neue Bohrung durchgeführt werden kann.
- Bei Systemausfall des Navigationssystems kommen die konventionellen Verfahren ohne Navigation (arthroskopiegestützt/röntgenbildverstärkergestützt zur Anwendung) zur Anwendung

**Behandlungsoptionen**

- Arthroskopiegestützte retrograde Anbohrung [1, 7, 20, 23]
- Röntgenbildverstärkergestützte retrograde Anbohrung.

- Arthroskopiegestützte antegrade Anbohrung [1, 20, 23].
- Röntgenbildverstärkergestützte antegrade Anbohrung [15].
- Offene antegrade Anbohrung [19].
- Knorpelresektion und Mikrofrakturierung [1, 3, 20, 23].
- Knorpel-Knochen-Transplantation [22].

### Ergebnisse

In einer früheren Studie konnte gezeigt werden, dass mit der Computer Assistierten Chirurgie (CAS) eine exakte retrograde Anbohrung bei osteochondralen Läsionen des Talus sehr präzise durchzuführen ist [15]. Im Rahmen einer Nachuntersuchungsstudie sollte nun analysiert werden, ob die hohe Präzision der Anbohrung auch zu einem guten klinischen Ergebnis führt.

Patienten mit symptomatischen osteochondralen Läsionen des Talus im Stadium I und II ((■13)) (Berndt und Harty((■2))) wurden nach Juni 2003 mit der ISO-C-3D- oder ARCADIS-3D-basierten Navigation behandelt und in die Nachuntersuchung eingeschlossen. Der ARCADIS-3D ist hierbei die zweite Gerätegeneration (seit September 2006). Der ISO-C-3D stellt die erste Gerätegeneration dar (bis September 2006). Zeitbedarf, Präzision, Probleme und Einschätzung des Operateurs (visuelle Analogskala [VAS: 0–10]) wurden registriert und analysiert. Die Kontrolle der Präzision erfolgte mittels intraoperativer ISO-C-3D/ARCADIS-3D-Bildgebung. Die Nachuntersuchung erfolgte klinisch und radiologisch, wobei folgende Scores erhoben wurden: Visual-Analog-Skala Fuß und Sprunggelenk (VAS FA) und SF 36 ((■1)) (auf 100 Punkte-Maximum standardisiert [12, 17]).

52 Patienten wurden in die Studie eingeschlossen.

**Zeitbedarf:** Der Zeitbedarf für die Vorbereitung zur Navigation im OP inkl. der Platzierung der Referenzbasen, Bildakquisition mit dem ISO-C-3D/ARCADIS-3D, Planung der Trajektorie und Anbohrung der Läsion betrug 452 (240–1800) Sekunden.

**Präzision:** In 50 Fällen (96%) wurde die Bohrung als korrekt beurteilt. In den beiden verbleibenden Fällen (4%) endete die Bohrung im kaudalen Bereich der Läsion. In keinem Fall wurde arthroskopisch eine Perforation der Knorpeloberfläche registriert.

**Beurteilung Chirurg:** (VAS): Präzision: Mittelwert 9 (Spannweite 7,1–10); Nützlichkeit: 8,7 (5,5–10).

**Komplikationen:** keine. In einem Fall (2%) musste der ISO-C-3D-Scan aufgrund eines Systemfehlers zweimal durchgeführt werden.

**Nachuntersuchung:** Die Nachuntersuchung erfolgte nach 12 (6–36) Monaten. 48 (92%) Patienten konnten

nachuntersucht werden. Bei drei Patienten (6%) wurde im Verlauf bei wiederkehrenden Beschwerden eine Knochenknorpeltransplantation vom gleichseitigen Knie (OATS) durchgeführt. Diese Patienten wurden aus der Nachuntersuchung ausgeschlossen. Die Scoreergebnisse der verbleibenden 45 (87%) Patienten waren: VAS FA 93 (86–10), SF-36 90 (79–100). Die einzelnen Kategorien des VAS FA und SF-36 gliederten sich wie folgt: Schmerz: VAS FA 87 (69–100), SF-36 88 (80–100); Funktion: VAS FA 94 (88–100), SF-36 95 (83–100); sonstige Beschwerden: VAS FA 95 (84–99), SF-36 87 (67–100).

Diese Studienergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass die 3D-navigierte retrograde Anbohrung von symptomatischen osteochondralen Läsionen des Talus im Stadium I und II ((n13)) als effektiv einzustufen ist. Durch den ISO-C-3D/ARCADIS-3D ist eine gute Visualisierung der Läsion ermöglicht ((■14)), die Anbohrung wird durch Visualisierung des Bohrvorganges in allen multiplanaren Ebenen erleichtert. Die mittelfristigen Ausheilungsergebnisse sind sehr gut bei fehlenden navigationsbedingten Komplikationen.

**Interessenkonflikt:** Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur((■16))

1. Alexander AH, Lichtman DM. Surgical treatment of transchondral talar-dome fractures (osteochondritis dissecans). Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:646–52.
2. Bale RJ, Hoser C, Rosenberger R. Osteochondral lesions of the talus: computer-assisted retrograde drilling – feasibility and accuracy in initial experiences. *Radiology* 2001;218:278–82.
3. Becher C, Driessen A, Thermann H. Die Technik der Mikrofrakturierung zur operativen Therapie von Knorpelläsionen am Talus. *Orthopade* 2008;37:196–203.
4. Berndt AL, Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. *Am J Orthop* 1959;41-A:988–1020.((■15))
5. Citak M, Kendoff D, Kfuri M, Jr. Accuracy analysis of Iso-C3D versus fluoroscopy-based navigated retrograde drilling of osteochondral lesions: a pilot study. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89:323–6.
6. Ferkel RD, Zanotti RM, Komenda GA. Arthroscopic treatment of chronic osteochondral lesions of the talus: long-term results. *Am J Sports Med* 2008;36:1750–62.
7. Fink C, Rosenberger RE, Bale RJ. Computer-assisted retrograde drilling of osteochondral lesions of the talus. *Orthopade* 2001;30:59–65.
8. Hankemeier S, Muller EJ, Kaminski A. Ten year-results on bone marrow-stimulating therapy in the treatment of osteochondritis dissecans of the talus. *Unfallchirurg* 2003;106:461–6.
9. Hepple S, Winson IG, Glew D. Osteochondral lesions of the talus: a revised classification. *Foot Ankle Int* 1999;20:789–93.
10. Hoser C, Bichler O, Bale R. A computer assisted surgical technique for retrograde autologous osteochondral grafting in talar osteochondritis dissecans (OCD): a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003.

11. Hufner T, Geerling J, Oldag G. Accuracy study of computer-assisted drilling: the effect of bone density, drill bit characteristics, and use of a mechanical guide. *J Orthop Trauma* 2005;19:317–22.
12. Jenkinson C, Coulter A, Wright L. Short form 36 (SF36) health survey questionnaire: normative data for adults of working age [see comments]. *BMJ* 1993;306:1437–40.
13. Richter M. Experimental comparison between Computer Assisted Surgery (CAS) based and C-Arm based correction of hind- and midfoot deformities. *Osteo Trauma Care* 2003;11:29–34.
14. Richter M. Computer based systems in foot and ankle surgery at the beginning of the 21st century. *Fuss Sprungg* 2006;4:59–71.
15. Richter M, Geerling J, Zech S. ISO-C-3D based Computer Assisted Surgery (CAS) guided retrograde drilling in a osteochondrosis dissecans of the talus: a case report. *Foot* 2005;15:107–13.
16. Richter M, Zech S. 3D-Imaging (ARCADIS) based Computer Assisted Surgery (CAS) guided retrograde drilling in osteochondritis dissecans of the talus. *Foot Ankle Int* 2008;29:1243–8.
17. Richter M, Zech S, Geerling J. A new foot and ankle outcome score: questionnaire based, subjective, visual-analogue-scale, validated and computerized. *Foot Ankle Surg* 2006;12:191–9.
18. Rosenberger RE, Bale RJ, Fink C. Computer-assisted drilling of the lower extremity. Technique and indications. *Unfallchirurg* 2002;105:353–8.
19. Seil R, Rupp S, Pape D. Approach to open treatment of osteochondral lesions of the talus. *Orthopade* 2001;30:47–52.
20. Taranow WS, Bisignani GA, Towers JD. Retrograde drilling of osteochondral lesions of the medial talar dome. *Foot Ankle Int* 1999;20:474–80.
21. Thermann H. Neue Techniken in der Fußchirurgie. Darmstadt; Steinkopff; 2004.
22. Thermann H, Driessen A, Becher C. Die autologe Knorpelzelltransplantation zur Behandlung von Knorpelläsionen am Talus. *Orthopade* 2008;37:232–9.
23. Tol JL, Struijs PA, Bossuyt PM. Treatment strategies in osteochondral defects of the talar dome: a systematic review. *Foot Ankle Int* 2000;21:119–26.

**Korrespondenzanschrift**

Prof. Dr. Martinus Richter

II. Chirurgische Klinik

Unfallchirurgie, Orthopädie und Fußchirurgie

Klinikum Coburg

Ketschendorfer Str. 33

96450 Coburg

Telefon (+49/9561) 22-6246, Fax - 6209

E-Mail: martinus.richter@klinikum-coburg.de

**Hinweise des Lektorats:**

- ((■1)): Bitte prüfen: SF 36: SF-36-Fragebogen?
- ((■2)): Formulierung Berndt and Harty oder Berndt und Harty korrekt?
- ((■3)): Formulierungsvorschlag: ... des präoperativen CTs und des intraoperativen Matchings ...
- ((■4)): Formulierungsvorschlag: Diese Geräte wurden weiterentwickelt. Ihre Nachfolgegeneration ...
- ((■5)): des Stadiums I nach ...?
- ((■6)): der Stadien I und IIa ...?
- ((■7)): Stadien IIb bis IV ...?
- ((■8)): Stadien ...?
- ((■9)): Bitte prüfen: erfolgen antegrade ...? Maßnahmen ergänzen?
- ((■10)): Stadien ...?
- ((■11)): Formulierungsvorschlag: Hierfür erfolgt eine Stichinzision ...?
- ((■12)): Formulierungsvorschlag: Dann folgen die Verifikation der DRB-bestückten Bohrmaschine mit dem 5-mm-Bohrer und der Bohrhülse und die navigierte Bohrung.
- ((■13)): In den Stadien I und II?
- ((■14)): Formulierungsvorschlag: ... ist eine gute Visualisierung der Läsion möglich. Oder: Der ISO-C-3D/... ermöglicht eine gute Visualisierung der Läsion.
- ((■15)): Bitte prüfen Sie die Korrektheit der Literaturangabe.
- ((■16)): Das Literaturverzeichnis wurde aufgrund der Doppelnennung der Quellen 11 und 12 berichtigt.