18 Minimal invasive Zugänge an der Wirbelsäule

M. Ahrens, H. Halm

Der Begriff „minimal invasive Chirurgie“ wurde zu einem Synonym für alle chirurgischen Verfahren, welche einen endoskopischen Zugang zu einer Körperhöhle oder einem Gelenk verwenden. Diagnostisch wurden endoskopische Verfahren zwar bereits 1853 eingesetzt, es dauerte aber bis 1970, bevor die Technik auch chirurgisch angewandt wurde. In der Wirbelsäulenchirurgie wird der Begriff „minimal invasiv“ jedoch sehr viel umfänglicher benutzt und umfasst von den Injektionstechniken über perkutane und endoskopische bis zu offenen chirurgischen Verfahren eine große Bandbreite. Die wichtigsten chirurgischen Zugänge werden in diesem Buch im Rahmen der jeweilig zugehörigen Techniken behandelt (endoskopisch in 16, 44–46, dorsolateral MIS in 36, präsakral in 43 und minimal invasiv dorsal in 18), sodass sich dieses Kapitel auf die retro- und transperitonealen Zugänge beschränkt. Die Philosophie der minimal invasiven Chirurgie kann auch auf offene Verfahren übertragen werden. Ziel ist es, die zugrundeliegende Pathologie darzustellen und eine therapeutische Intervention durchzuführen, ohne dabei das benachbarte gesunde Gewebe zu zerstören oder es dabei zumindest maximal zu schonen, also nicht nur ein minimales Zugangstrauma, sondern eine maximale Gewebeschonung an der Oberfläche *und* in der Tiefe zu erreichen. Die Vorteile dieser Technik sind bereits länger bekannt und bestehen insbesondere in der Verringerung des postoperativen Schmerzes, verbesserter und beschleunigter Heilung, verbesserten kosmetischen Ergebnissen durch kleine Hautschnitte und Verkürzung des Krankenhausaufenthalts. Weiterhin können durch die bei einigen Techniken eingesetzten optischen Systeme erhebliche Vergrößerungen in der Darstellung des Zielgebiets erreicht werden. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Nachteile, die insbesondere bei der Endoskopie durch die zweidimensionale Darstellung und die hieraus resultierende eingeschränkte Tiefenwahrnehmung auf den Videomonitoren sowie das fehlende Tastgefühl bedingt sind. Eine steile Lernkurve und die Notwendigkeit, spezielle Instrumente [Tsai, Chen, Chen 2004] anzuschaffen, sind für alle Techniken einschränkende Faktoren, die aber mit Training und Erfahrung zunehmend weniger ins Gewicht fallen.

Tab. 18.1: Minimal invasive Zugänge und die zugehörigen Indikationen

Zugang	Indikation	Anmerkungen
MINI-ALIF (Anterior Lumbar Interbody Fusion)	Bandscheibenvollprothesen (Charite, ProDisc, Maverick, Flexicore etc.); Fusionen (Cage oder Knochenspan)	In L2–L5 retroperitoneal, in Höhe L5/S1 retro- oder transperitoneal je nach Habitus
ALPA (AnteroLateral transPsoatic Approach)	Nukleusprothesen (PDN, DASCOR, NUBAC u.a.)	Zugang für Segment L4/5 oder höher. Im lumbosakralen Übergang fast nicht nutzbar. Nur für sehr kleine Implantate geeignet. Patient lagert auf der Seite.
ARPA (Anterior RetroPerintoneal Approach)	Nukleusprothesen (PDN, DASCOR, NUBAC u.a.)	Ähnlich wie ALPA, aber der Patient wird auf dem Rücken gelagert und der Zugang zu L5/S1 ist für kleine Nukleus-Implantate gut machbar.
XLIF (Extreme Lateral Interbody Infusion)	Fusionen, Nukleusprothesen	Technisch fast identisch mit ALPA. XLIF ist ein eingetragenes Markenzeichen der Firma Nuvasive. Der Zugang wurde ursprünglich von R. Bertagnoli entwickelt.
„Over the Top“	Spinalstenosen	Dorsaler unilateraler Zugang

Indikation

Die Indikation für einen bestimmten Zugang wird klassischerweise durch die zugrundeliegende Pathologie und die gewählte chirurgische Therapie bestimmt. In einigen Fällen wurden jedoch neue Zugänge (z.B. ALPA, s. unten) für neue Techniken (Nukleusprothesen) oder neue Techniken (z.B. expandierbare Cages) für bestehende Zugänge (endoskopisch) entwickelt. Derzeit ist dieser Prozess der gegenseitigen Beeinflussung noch in vollem Gange und ermöglicht immer neue Kombinationen. In Tabelle 18.1 sind minimal invasive Zugänge und die dazugehörigen Indikationen aufgeführt.

Retroperitonealer und transperitonealer Zugang

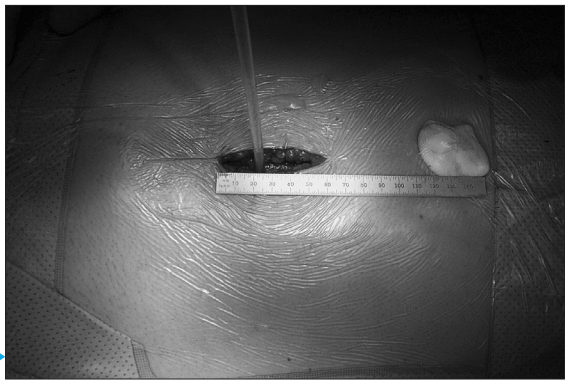
Für die anteriore lumbale interkoporelle Fusion (ALIF) werden je nach Lokalisation retro- (L2–5, ggf. L5/S1) oder transperitoneale (L5/S1) Zugänge verwendet. Eine deutliche Verkleinerung des Zugangs als sog. Mini-ALIF und die konsequente Standardisierung wurden durch H.M. Mayer entwickelt [Mayer 1997, 2000; Wolf, Meier 1999]. Die Fusionen werden als alleinige Operation (Standalone-Cage) oder im Rahmen einer dorsoventralen Fusion und dementsprechend ergänzender dorsaler Instrumentation durchgeführt. Standalone-Fusionen galten bis vor kurzem als obsolet, die Technik ist aber seit der klinischen Einführung der Knochenwachstumsfaktoren (BMP) und mit Schrauben fixierten Cages wieder in der Diskussion. Auch für die Implantation von lumbalen Bandscheibenvollprothesen (CHARITE, PRODISC, MAVERICK, FLEXICORE, CENTURION und andere) ist ein ventraler (retro- oder transperitonealer) Zugang notwendig. Bei allen diesen Implantaten ist eine mittige Ausrichtung und somit ein entsprechender Zugang erforderlich, bei den mit Stabilisationsfinnen bestückten Prothesen (PRODISC und MAVERICK) sogar primär eine absolut mittige Implantation. Die Richtung der Implantation kann im Gegensatz zur CHARITE- und zur SPINECORE-Prothese nicht mehr korrigiert werden, da für die Passgenauigkeit der Finnen zuvor in die Mitte der Grund- und Deckplatte mit Meißeln Rinnen eingestanzt werden müssen. Der retroperitoneale und der transperitoneale Zugang zur Wirbelsäule wurden ursprünglich in der Wirbelsäulenchirurgie für ventrodorsale Fusionsoperationen angewandt, wobei nach Ausräumung der Bandscheibe Knochenspäne oder Cages eingebracht werden. In jedem Fall ergibt sich bei allen Indikationen die Notwendigkeit für eine ausreichende Darstellung der Bandscheibe, um so die großen Implantate oder Prothesen einbringen zu können. Um eine Alternative für dieses Vorgehen zur Verfügung zu haben, wurden BAGBY-, KUSLICH-, RAY- und TLIF-Cages für den dorsalen Einsatz entwickelt [Kuslich et al. 2000; Lonstein 2001; Lowe et al. 2002; Ray 1997; Whitecloud, Roesch, Ricciardi 2001; Winter 2001].

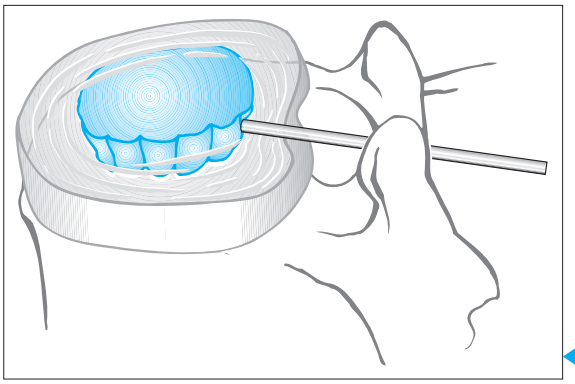
Anterolateraler transpsoatic Approach (ALPA)

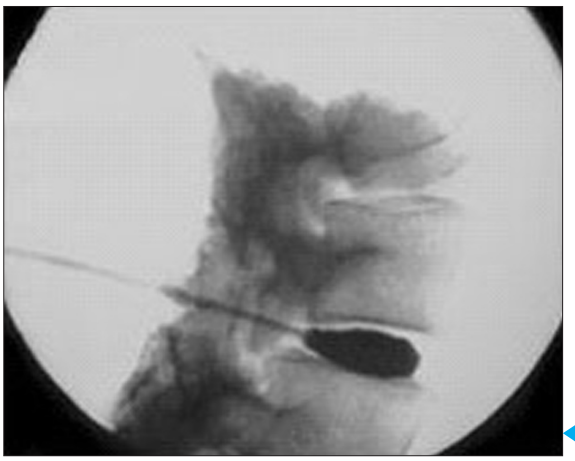
Für die Implantation von Bandscheibennukleusimplantaten (z.B. PDN, RAYMEDICA) wurde zuerst ein dorsaler Zugang wie bei einer mikrochirurgischen Diskektomie angewendet. Um die posterioren Strukturen zu schonen, wurde von R. Bertagnoli der Anterolaterale transpsoatic Approach (ALPA) entwickelt [Bertagnoli, Vazquez 2003], welcher sich für die Höhen L2–5 eignet, im lumbosakralen Übergang jedoch nur sehr eingeschränkt einsetzbar ist. Mit der Entwicklung injizierbarer Nukleusprothesen (DASCOR, DISC DYNAMICS) ist ein Mini-ALIF, ein ALPA oder am besten ein dorsaler Zugang möglich – mit noch geringerem Trauma, da nur ein noch schmalerer Zugangskorridor nötig ist (s. Abb. 18.1).

Präinterventionelle Diagnostik

Neben der normalen Diagnostik zur Indikationsstellung eines Wirbelsäuleneingriffs (Magnetresonanztomographie und/oder ggf. Computertomographie), Röntgenuntersuchung in 2 Ebenen und ggf. Funktions- und Schrägaufnahmen werden für bestimmte Fälle (insbesondere retroperitonealer und transperitonealer Zugang) auch Zusatzuntersuchungen empfohlen. Mayer und Wiechert [2002] führen routinemäßig für ventrale Zugänge an der Lendenwirbelsäule eine dreidimensionale (3-D-)Computertomographie-(CT-)Angiographie der arteriellen und venösen retroperitonealen Gefäße durch, um deren genaue Lage und relative Position zum Bandscheibensegment zu bestimmen. Diese Bildgebung ermöglicht eine präzise







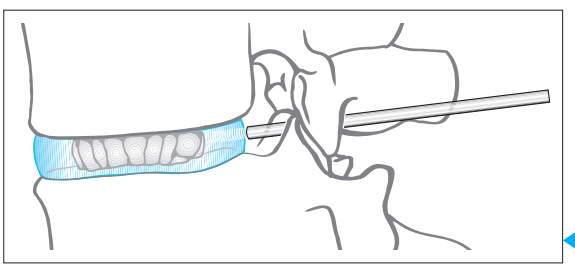


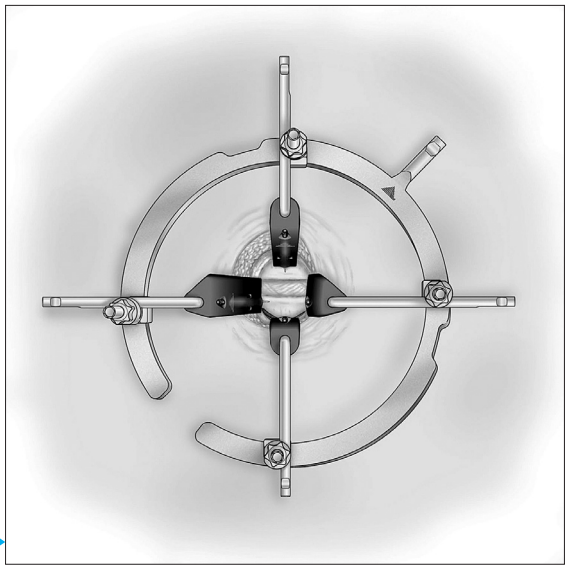
Abb. 18.1: a) Mini-ALIF-Zugang für DASCOR-Nukleusprothese in Höhe L5/S1; **b)** dorsaler Zugang für injizierbare Nukleusprothese DASCOR mit intraoperativer Röntgenkontrolle des mit KM gefüllten Kontrollballons (**c, d**); Lage- und Volumenbestimmung des endgültigen Implantats; **e)** abschließende Entfernung des Katheters, über den der Nukleusersatz (Ballonhülle, die mit Kunststoff gefüllt wird) über eine 5 mm messende Öffnung in das Innere der Bandscheibe eingebracht wurde

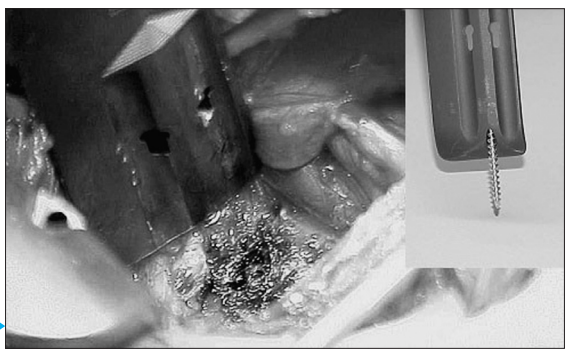
Planung und Risikoanalyse, insbesondere für die Implantation von Bandscheibenvollprothesen. Dieses Vorgehen wird jedoch in den meisten Kliniken aufgrund des erheblichen Aufwandes nicht routinemäßig durchgeführt, da das Magnetresonanztomogramm bereits gute Informationen über die Lage der Bifurkation liefert [Kleeman et al. 2002]. Sehr wichtig sind deshalb für diese Zugänge chirurgische Erfahrung und sorgfältige Präparation. Für den ALPA-Zugang werden keine weiteren Zusatzuntersuchungen gefordert.

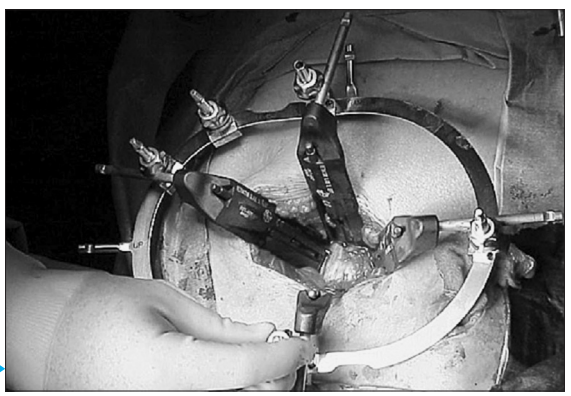
Notwendiges Instrumentarium

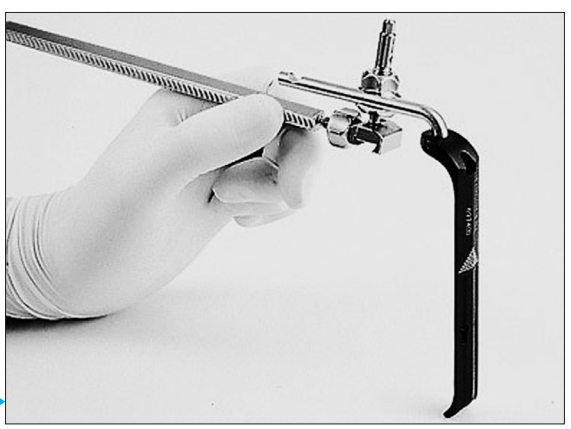
Für ventrale Zugänge sowie den ALPA werden Instrumente mit einer Mindestlänge von 20–30 cm benötigt, darüber hinaus sollte noch eine Anzahl von weiteren Instrumenten vorhanden sein. Die Mindestausstattung umfasst:

- stumpfe und scharfe Haken für den oberflächlichen Zugang.
- Hautspreizer in verschiedenen Formen und Größen,
- ROUX- und LANGENBECK-Haken,
- große und kleine COBB-Elevatorien,
- lange KOCHER-Klemmen für Tupfer in großer und kleiner Größe („Stiel“ und „Stielchen“),
- ggf. Gefäßclips mit Applikatoren,
- lange Bipolarpinzetten in Bajonettform,
- lange und kurze monopolare HF-Handstücke mit Aufsätzen,
- lange Präparierscheren,
- lange Pinzetten,









- Gefäßset im Fall von Gefäßverletzungen (ggf. Gefäßprothese),
- Normal- und Neurosauger mit stumpfer Spitze.

Der initiale Zugang zur Bandscheibe sollte unter Zuhilfenahme von langen stumpfen Haken durchgeführt werden. Sobald der ventrale Anteil der Bandscheibe dargestellt ist, kann ein gutes Operationsfeld in der Tiefe permanent mit einem der auf dem Markt vorhandenen selbst haltenden oder auf Rahmen basierten Retraktorensysteme dargestellt werden (ENDORING, MEDTRONIC; SYNFRAME, SYNTHES; MAXCESS, NUVASIVE und andere) [Kossmann, Jacobi, Trentz 2001]. Diese Systeme ermöglichen es, auch mit deutlich kleineren Zugängen (Mini-ALIF) sowie ggf. nur mit einem Assistenten auszukommen (s. Abb. 18.2). Wichtige Erweiterungsmöglichkeiten dieser Retraktoren sind die Röntgendurchlässigkeit der Valven und die Kombinierbarkeit mit endoskopischen Instrumenten (videoassistierte Operation). Die Anwendung von Endoskopen zur videoassistierten Operation erfolgt häufiger, da die Instrumente in der Klinik zur normalen Endoskopie ohnehin zur Verfügung stehen und nur eine Halterung für die Kamera als Zusatzinstrument benötigt wird. Bei kleinen Zugängen und eingeschränktem Operationsfeld ist außerdem eine gute Ausleuchtung aller Strukturen für eine sichere und erfolgreiche Operation sehr wichtig. Für diesen Zweck hat sich auch die Anwendung von Kopflampen mit fiberoptisch angeschlossener Xenonlichtquelle und fokussiertem Lichtstrahl sehr bewährt (s. Abb. 18.3). Weiterhin können Operationsmikroskope – insbesondere bei Re-Operationen, übergewichtigen Patienten und schwierigen Gefäßverhältnissen – sehr hilfreich sein. Es gibt auch Entwicklungen, bei denen Lichtleiter bereits in die Retraktoren eingearbeitet sind (s. Abb. 18.4, 18.5).

Bestelladressen

MEDTRONIC GMBH, Emanuel-Leutze-Str. 20, 40547 Düsseldorf, Tel.: 0211/5293-0, Fax: 0211/

Abb. 18.2: a) Schematische Darstellung eines Retraktors, von oben gesehen, mit röntgenstrahlendurchlässigen Valven (ENDORING, Fa. MEDTRONIC, Düsseldorf); **b)** Sicherung der oberen und unteren Valven mit Pins zum Schutz der Gefäße möglich; **c)** einzelne Retraktorblätter über äußeren Ring selbstständig gehalten; Mini-ALIF über 6 cm große Inzision mit Unterstützung eines Retraktors; **d)** alternativ Montage des Systems an einem Tischarm möglich

Abb. 18.3: Ursprünglich für die Herzchirurgie entwickelt, haben Kopflampen inzwischen in vielen chirurgischen Disziplinen Einzug gehalten: Xenonlichtquelle, fiberoptisch mit einem Reflektor am Kopfring verbunden (Fa. LUXTEC).

5293-100, E-Mail: duesseldorf@medtronic.com, www.medtronic.de.

SYNTHES GMBH, Im Kirchenhürstle 4–6, 79224 Umkirch, Tel.: 07665/5030, Fax: 07665/503280, E-Mail: kundenservice.de@synthes.com, www.synthes.com

NUVASIVE (EUROPE) GMBH, Von-Eichendorff-Str. 59a, 86911 Diessen, Tel.: 08807/923925, Fax: 08807/8806, www.nuvasive-europe.com.

LUXTEC, 99 Hartwell Street, West Boylston, MA 01583, USA, Tel.: 001-800-325-8966, Tel. international: 001-508-835-9700, Fax: 001-508-835-9976, www.luxtec.com.

Präinterventionelle Aufklärung

Die Information über minimal invasive Zugänge erfolgt selbstverständlich im Rahmen der Aufklärung zum Gesamteingriff und sollte stets über möglicherweise notwendige alternative Zugangswege und Behandlungsmaßnahmen informieren, z.B. Umsteigen auf eine offene Laparotomie anstatt geplanter Laparoskopie. Weiterhin sollte über alle relevanten Komplikationsmöglichkeiten (s. unten), bei jungen Männern insbesondere über das Risiko einer retrograden Ejakulation mit Unfruchtbarkeit, aufgeklärt werden. Es ist auch darauf hinzuweisen, dass zwar das Weichteiltrauma „minimal invasiv" ist, jedoch die Einheilung von Prothesen oder der knöcherne Durchbau von Fusionen hierdurch nicht wesentlich beeinträch-

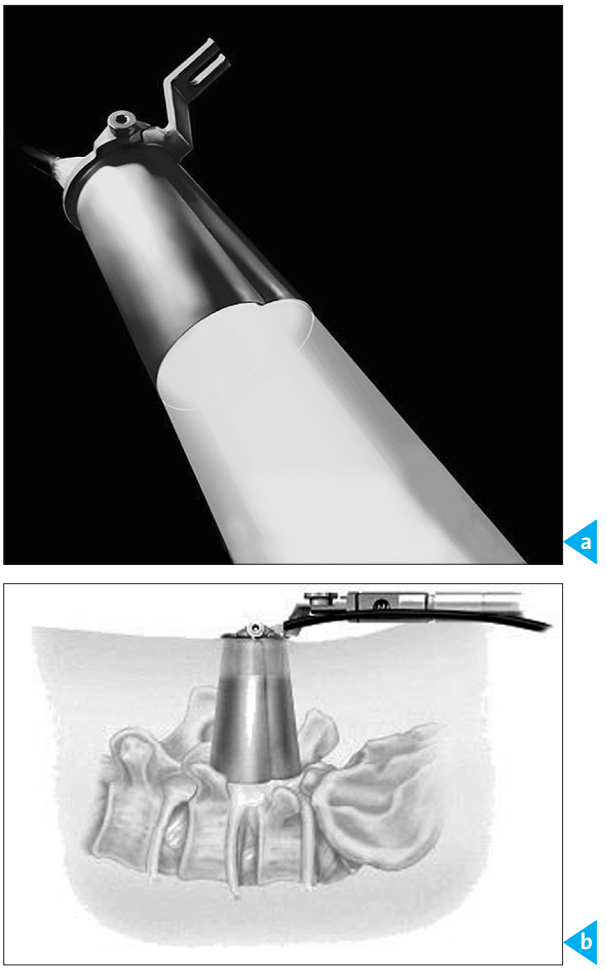


Abb. 18.4: a) Spreizbare Tube mit integrierter Lichtquelle; **b)** dorsaler Einsatz für Nukleotomie und Dekompressionen (METRX, Fa. MEDTRONIC, Düsseldorf)

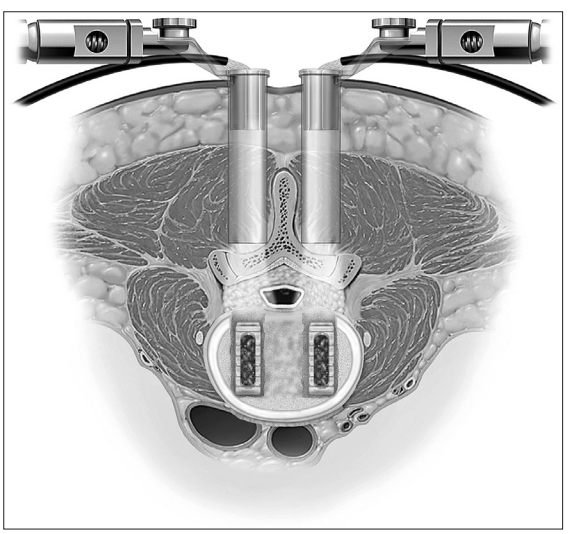


Abb. 18.5: Auch Fusionsoperationen sind über die beleuchteten Tuben möglich

tigt oder begünstigt wird und deshalb Verhaltensmaßregeln für diese Operationen weitgehend unabhängig vom operativen Vorgehen sind.

Durchführung der Intervention

Retroperitonealer und transperitonealer Zugang

Präoperative Vorbereitungen des Patienten

Die pflegerische Vorbereitung wird wie bei abdominalen Eingriffen üblich durchgeführt. In der Regel erfolgt am Vortag der Operation die Umstellung auf flüssige Nahrung. Eine Darmreinigung wird mit rektalen Mikroklistieren und/oder oraler Applikation von 2–3 l abführender Reinigungslösung (X-PREP) vorgenommen. Eine sorgfältige Rasur von der Brust bis zur Symphyse sollte am Vortag, nach neueren Pflegeleitlinien am Tag der Operation, durchgeführt werden.

Anästhesie

Der Eingriff bei ventralen Zugängen erfolgt immer in Vollnarkose. Das intraoperative Monitoring umfasst optional einen zentralen Venenkatheter (ZVK) und eine direkte arterielle kontinuierliche Blutdruckmessung. Ein Blasenkatheter sollte jedoch immer gelegt werden, um eine Flüssigkeitsbilanz sowie ein intraoperatives Kollabieren der Blase, insbesondere für Zugänge in Höhe L5/S1, zu ermöglichen. Die Pulsoxymetrie an den oberen Extremitäten ist heute bei fast allen Eingriffen Routine. Für Zugänge zum Segment L4/5 und höher wird von einigen Autoren auch eine Pulsoxymetrie an der linken Großzehe empfohlen, da es zu einer zeitweiligen Kompression der A. iliaca communis kommen kann, wenn diese bei Lateralisation nach rechts durch einen Retraktor abgedrückt wird. Die Lateralisation ist insbesondere für die ventrale Implantation von ALIF-Cages oder Bandscheibenvollprothesen notwendig, und zwar aufgrund der Größe der Implantate. Obwohl Patienten mit gesunder Gefäßsituation eine vollständige Abklemmung für 30 min tolerieren können, wird empfohlen, den Retraktor zwischenzeitlich während des Eingriffs zu lösen. Der Sättigungsabfall auf Null bei Beginn der Kompression und die Erholung innerhalb einiger Minuten sind mit der doppelten Pulsoxymetrie sehr gut zu überwachen. Wichtig bei der Darstellung der Bandscheibe ist, nicht zu viel Druck auf die umgebenden arteriellen und venösen Gefäße auszuüben.

Lagerung

Eine korrekte Lagerung ist eine der wichtigsten Vorbereitungen für eine erfolgreiche Operation. Für die anterioren Zugänge zur Bandscheibe werden 2 Lagerungsarten empfohlen: In vielen Kliniken wird die normale Standardrückenlagerung mit geschlossenen Beinen, 90° abduzierten Armen sowie dem Operateur auf der linken und dem/den Assistenten auf der rechten Seite des Patienten bevorzugt. Weiterhin muss der Tisch so justiert werden, dass der C-Bogen in anterior-posteriorer und in mediolateraler Ausrichtung auf Höhe der zu operierenden Segmente geschwenkt werden kann. Bei der „Da-Vinci“- oder „French“-Position liegt der Patient auf dem Rücken, die Arme in 90°-Stellung abduziert und die Beine so weit gespreizt, dass der Operateur dazwischen stehen kann. Diese Lagerung hat sich in einigen Kliniken insbesondere für die Implantation von Bandscheibenprothesen etabliert. Der erste Assistent steht auf der linken, ggf. ein zweiter Assistent auf der rechten Seite des Patienten, die Instrumentierschwester zur rechten Seite des Operateurs. Eine Überstreckung der Lendenwirbelsäule (Hyperlordose) soll insbesondere vermieden werden, um eine Spannung auf den Gefäßen zu minimieren und v.a. bei der Implantation von Bandscheibenvollprothesen eine falsche Ausrichtung des Segments zu verhindern. Auf die Lagerung der Arme ist ebenfalls sorgfältig zu achten, um eine Hyperelevation und Druckschäden zu vermeiden. Die beschriebenen Lagerungsarten sind für Zugänge in Höhe von L2 bis S1 möglich, allerdings kann es technische Einschränkungen durch die zur Verfügung stehenden Tische bei höher gelegenen Segmenten in der „Da-Vinci“-Position geben, da hier nicht immer die freie Einstellung des Bildverstärkers möglich ist. Die Lordosierung kann durch Veränderung des Tisches auch intraoperativ bei beiden Lagerungsarten verändert werden.

Zugang in Höhe L5/S1

Der lumbosakrale Übergang ist technisch gesehen am einfachsten zu erreichen, da der vordere Bandscheibenanteil zwischen den großen Gefäßen liegt. Wichtig ist es, auf eine tiefe Bifurkation und