

Anästhesie bei endourologischen und roboterassistierten Eingriffen

Thomas Kiss, Thomas Bluth, Axel R. Heller

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Kiss, Thomas, Thomas Bluth, and Axel R. Heller. 2012. "Anästhesie bei endourologischen und roboterassistierten Eingriffen." *Der Anaesthesist* 61 (8): 733–47.
<https://doi.org/10.1007/s00101-012-2047-8>.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright



CME Zertifizierte Fortbildung

T. Kiss · T. Bluth · A. Heller

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie,
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

Anästhesie bei endourologischen und roboterassistierten Eingriffen

Zusammenfassung

Die verbesserte medikamentöse Therapie in der Urologie führt zu immer älteren Patienten mit entsprechender Komorbidität im OP. Gleichzeitig bieten sich neue operative Möglichkeiten durch verbesserte technische Geräte. Die Operationspositionen wie Bauchlage und Steinschnittlage führen zu physiologischen Änderungen, die die Anästhesieführung beeinflussen. Das Risiko von Eingriffen wie transurethrale Prostata- oder Blasenresektion ist durch aufkommende Neuerungen (z. B. Lasertechnik) verändert worden. Die Inzidenz des Transurethrale Resektion(TUR)-Syndroms hat sich zwischenzeitlich verringert, dennoch muss auch heute an eine Einschwemmung von Spülflüssigkeit gedacht werden. Die roboterassistierte Chirurgie hat das Experimentierstadium bereits überwunden und findet zunehmend breiten Einsatz, sodass auf die neuen Anforderungen eingegangen werden muss. Die Ureterorenoskopie wird mittlerweile unter dem Einsatz flexibler, schmälerer Endoskope immer häufiger erfolgreich auch bei Nierenbeckensteinen durchgeführt und kann in Analgosedation mit sehr kurzen Anästhesiezeiten vorgenommen werden. Bei der perkutanen Nephrostomie und Litholapaxie befindet sich der Patient häufig in Bauchlage. Im Hinblick auf die Risiken, die sich aus der Positionierung ergeben, sollte aber individuell die Durchführung in Rücken- oder Seitenlage erwogen werden. Eine gute präoperative Kommunikation zwischen Operateur und Anästhesist kann bei speziellen Indikationen ein Abweichen vom „Hausstandard“ ermöglichen. Fundierte Kenntnisse in der (Patho-)Physiologie der allgemeinen Anästhesie, erweitert um Kenntnisse der speziellen Krankheitsbilder der endourologischen Eingriffe, bilden die Grundlagen einer vorausschauenden Anästhesie, die das Auftreten von lebensbedrohlichen Zwischenfällen verhindern soll.

Schlüsselwörter

Urologische Operationsverfahren · Patientenlagerung · Lasertherapie · TUR-Syndrom · Robotertechnik

Lernziele

In der Urologie haben sich im Verlauf der letzten Jahre zunehmend minimalinvasive Operationstechniken durchgesetzt. Neben der lasergestützten transurethralen Chirurgie der Prostata und der Endoskopie der oberen Harnwege haben v. a. Laparoskopie und roboterassistierte Eingriffe an Bedeutung gewonnen. Nachdem Sie diese Lerneinheit absolviert haben,

- können Sie die gängigsten endourologischen Eingriffe aus der Sicht des Anästhesisten beschreiben.
- kennen Sie die bei endourologischen Eingriffen üblicherweise eingesetzten Patientenpositionierungen und die sich daraus ergebenden anästhesiologischen Besonderheiten.
- sind Sie in der Lage, die Symptome des TUR-Syndroms zu diagnostizieren.
- kennen Sie den Stellenwert der laser- und roboterassistierten Operationen und wissen um deren spezielle anästhesiologische Aspekte.
- fühlen Sie sich sicher darin zu entscheiden, welche Narkoseform für Ihren Patienten im Rahmen eines endourologischen Eingriffs am sinnvollsten ist.

Anatomie

Die Nieren liegen vollständig retroperitoneal auf Höhe des Brustwirbelkörpers (BWK)12 bis zum Lendenwirbelkörper (LWK)3. Die rechte Niere steht aufgrund der anatomischen Nachbarschaft zur Leber tiefer. Weitere Nachbarschaftsbeziehungen der rechten Niere bestehen zu Zwerchfell, Duodenum und Kolon; die linke Niere ist benachbart zu Pankreas, Kolon, Milz und Magen. Aufgrund der räumlichen Nähe zur Pleurahöhle kann bei einer perkutanen Punktion besonders im Bereich der oberen Nierenpole ein Pneumothorax entstehen. Die **Atemverschieblichkeit** der Nieren beträgt ca. 5 cm. Die Ureteren liegen vollständig retroperitoneal und haben Engstellen am Abgang vom Nierenbecken, an der Überkreuzungsstelle der Iliakalgefäß und an der Einmündung in die Harnblase. Die Innervation ist überblickartig in  Tab. 1 aufgeführt.

Aufgrund der räumlichen Nähe der Nieren zur Pleurahöhle kann bei einer percutanen Punktion ein Pneumothorax entstehen

Anesthesia in endourological and robot-assisted interventions

Abstract

The improved drug therapy leads to increasingly older patients with complex comorbidities in the discipline of operative urology. Today, improved technical equipment provides new operational capabilities in the field of urology. The prone and lithotomy position during surgery leads to physiological changes that affect anesthesia management. The surgical risk of procedures such as transurethral surgery of the prostate or bladder is being altered by laser surgery and other new technologies. Although the incidence of transurethral resection (TUR) syndrome has been reduced in recent years, the intrusion of irrigation fluid still has to be considered during anesthesia. Robot-assisted surgery has successfully completed the experimental stage and is widely used so that new targets have to be challenged. Ureterorenoscopy is performed with flexible, small caliber ureterscopes which even allow treatment of renal calculi under analgesication within short time periods. Percutaneous nephrostomy and litholapaxy are still frequently performed in the prone position. With respect to the risks arising from patient positioning, supine or lateral positioning should be considered in individual cases. A good communication between the surgeon and anesthetist allows deviation from daily routine procedures if special indications require a modified approach. In conclusion, a profound knowledge of the (patho-)physiology of general anesthesia and endourological diseases enables anesthetists to provide a prospective type anesthesia, which should prevent the occurrence of life-threatening incidents.

Keywords

Urologic surgical procedures · Patient positioning · Laser therapy · TUR syndrome · Robotics

Tab. 1 Innervation der urologischen Organe

Organ	Sympathisch	Parasympathisch	Schmerz/Propriozeption
Nieren	Th8–L1	N. vagus	T8–L2
Ureter	Th10–L2	Kranialer Anteil: N. vagus	
		Kaudaler Anteil: S2–S4	
Harnblase	Th11–L2	S2–S4	Prostata und Blasenmukosa S2–S4
Prostata	Th11–L2	S2–S4	Schmerzhafte Blasendehnung T11–L2 „Volle Blase“ S2–S4 (Propriozeption)

Schmerzfasern aus Nieren und Ureter ziehen mit den sympathischen Fasern zum zentralen Nervensystem (ZNS). Schmerzfasern werden primär durch folgende Mechanismen stimuliert:

- Spannung (Dehnung der Nierenkapsel und des Ureters) sowie
- direkte Schleimhautreizung (z. B. Ureterstein).

Schmerzfasern aus Nieren und Ureter ziehen mit den sympathischen Fasern zum zentralen Nervensystem

Der **somatische Schmerz** projiziert sich auf das Verteilungsgebiet der spinalen Segmente Th8–L2.

Die Afferenzen zur Vermittlung der „vollen Blase“ (**Propriozeption**) ziehen mit den parasympathischen Fasern nach S2–L4; dagegen werden Schmerzsignale bei zu starker **Blasendehnung** sympathisch (Th11–L2) vermittelt. Schmerzfasern aus Prostata und Blasenmukosa ziehen nach S2–S4 [1, 2, 3].

Typische Lagerungen

Steinschnittlagerung

Während Eingriffen an **ableitenden Harnwegen** wird der urologische Patient in der Regel in Steinschnittposition gelagert. Die Besonderheiten dieser Lagerung resultieren dabei v. a. aus der Positionierung der Beine. Unter hämodynamischen Gesichtspunkten ist sind folgende Aspekte zu beachten:

- Erhöhung der rechtsventrikulären Vorlast beim Hochlagern der Beine (Volumenbelastung),
- Verringerung des Schlagvolumens beim Zurücklagern der Beine (Hypotonie).

Die Besonderheiten dieser Lagerung resultieren aus der Positionierung der Beine

Fehlende Kompensationsmechanismen, die beispielsweise unter der Sympathikolyse während einer Spinalanästhesie auftreten, führen zu einer Verstärkung der häodynamischen Effekte. Bei kardial vorerkrankten Patienten sind diese Lagerungsmanöver deshalb entsprechend langsam und unter sorgfältiger klinischer Evaluation zu vollziehen. Die respiratorische Funktion wird durch die Erhöhung des intrathorakalen Blutvolumens und die weitere Reduktion der funktionellen Residualkapazität („functional residual capacity“, FRC) bei Hochlagerung der Beine im Vergleich zur liegenden Position beeinflusst. Derartige Lagerungsmanöver können außerdem zu Veränderungen der Tubuslage führen, sodass die Möglichkeit einer unerwarteten Bronchusreizung mit konsekutivem Spasmus oder eine endobronchiale Intubation in Betracht gezogen werden muss.

Die Sympathikolyse führt zu einer Verstärkung der häodynamischen Effekte

Bei sorgfältiger Lagerung der Beine ohne zu starke Beugung im Hüftgelenk können Dehnungs- und Druckschäden ventraler und dorsaler Nervenbahnen vermieden werden. Die Beine sollten im Bereich der seitlichen Beinschalen gut gepolstert werden, um etwa eine **Druckläsion** des N. peroneus communis im Bereich des proximalen Fibulaköpfchens oder des N. saphenus im Bereich der medialen Tibiakondyle zu vermeiden. Die Gefahr von Rhabdomyolysen und der Ausbildung eines Kompartmentsyndroms, die als seltene Zwischenfälle bei einer mehr als 5-stündigen Operationsdauer in Steinschnittlage beobachtet wurden [4], ist bei den vergleichsweise kurzen endourologischen Eingriffen eher unwahrscheinlich. Gefäßzugänge und der Zugang zu den Atemwegen bleiben für den Narkosearzt bei der Steinschnittlagerung üblicherweise frei und ermöglichen eine Anästhesie ohne wesentliche Einschränkungen.

Der Zugang zu den Atemwegen bleibt bei der Steinschnittlagerung üblicherweise frei

Bauchlage

Innerhalb der Endourologie wird die Bauchlagerung v. a. für **perkutane Niereneingriffe** angewendet und nicht nur aufgrund der besonderen anästhesiologischen Herausforderung für den routinemäßigen Gebrauch zunehmend infrage gestellt (zusammengefasst: [5]). Der Kopf des Patienten sollte unter Vermeidung einer Dorsalflexion in Neutralposition oder seitlicher Position gelagert werden.

Gefäßstenosen sind eine relative Kontraindikation für die seitliche Lagerung des Kopfes

Dabei ist zu bedenken, dass eine Verlagerung des Tubus nach kaudal resultieren kann. Augenbulbi und Nase müssen durch entsprechende Aussparungen im Lagerungskissen kompressionsfrei bleiben. Bei seitlicher Lagerung kann eine Veränderung des Blutflusses in den Karotiden und vertebraLEN Arterien resultieren, sodass vorbestehende Gefäßstenosen eine Kontraindikation für die seitliche Lagerung des Kopfes darstellen. Um das Abdomen zu entlasten, werden nur Thorax und Becken unterpolstert und damit ungünstige Auswirkungen auf die Lungenmechanik vermieden. Sofern der Rückfluss der inferioren V. cava nicht beeinträchtigt wird, ist bei gesunden Patienten kein negativer hämodynamischer Effekt zu erwarten. Die Vorteile dieser Lagerungsform wirken sich v. a. auf eine günstigere Verteilung von Ventilation und Perfusion und eine Erhöhung der FRC aus, sodass eine Verbesserung der pulmonalen Funktion resultiert [6].

Trendelenburg-Lagerung

Bei der ursprünglichen Trendelenburg-Lagerung hielt ein Operationsassistent die Beine des in Rückenlage befindlichen Patienten auf seinen Schultern. Später setzte sich die klassische 45°-Schräglagerung mit dem Kopf als tiefsten Punkt durch. Mittlerweile werden aber alle Positionen mit Kopftieflage unter dem Begriff der Trendelenburg-Lagerung zusammengefasst; hierbei nimmt die Beeinträchtigung der Organfunktionen v. a. mit steigendem Neigungswinkel zu. Pulmonale und kardiale Auswirkungen sind grundsätzlich mit denen der Steinschnittlagerung vergleichbar, können aber stärkere Ausmaße annehmen. Zusätzlich ist insbesondere auf erhöhte intrakraniale und intraokuläre Drücke zu achten. Awad et al. [7] zeigten an Patienten, die sich einer roboterassistierten radikalen Prostatektomie in steiler Trendelenburg-Lagerung unterzogen, dass der mittlere intraokuläre Druck im Vergleich zum Ausgangswert vor der Operation um 13 mmHg ansteigt. Dabei fand sich auch eine Abhängigkeit vom endtidalen Kohlenstoffdioxid(CO₂)-Wert und der Operationsdauer. Ein weiteres Risiko der Trendelenburg-Lagerung besteht in der passiven **Regurgitation** von Mageninhalt; deshalb sollten eine suffiziente Blockung des Endotrachealtubus und eine suffiziente orale Absaugung vor Umlagerung und Extubation durchgeführt werden. Grundsätzlich ist bei chirurgischen Eingriffen, bei denen sich das Operationsgebiet oberhalb der Herz Höhe befindet, von einem erhöhten Risiko für venöse Luftembolien auszugehen.

Auf erhöhte intrakraniale und intraokuläre Drücke ist zu achten

Bei einem Operationsgebiet oberhalb der Herz Höhe ist von einem erhöhten Risiko für venöse Luftembolien auszugehen

Minimalinvasive Verfahren sollen Blutungskomplikationen minimieren

Glycin kann in hoher Dosis zu transientem Sehverlust führen

Transurethrale Resektion der Prostata

Beschwerden der unteren Harnwege als Folge einer **benignen Prostatahyperplasie** (BPH) finden sich bei über 20% der 50- bis 59-jährigen und bei über 40% der über 70-jährigen männlichen Patienten [8]. Standardverfahren sind:

- endoskopische transurethrale Resektion der Prostata (TUR-P) mithilfe der Hochfrequenzdiathermie und
- offen chirurgische Prostataenukleation bei Drüsenvolumina >80 ml oder Malignomverdacht.

Daneben existiert eine Vielzahl von neuen, ursprünglich als sog. minimalinvasive Verfahren gegründeten Lasertechniken, die die Nachteile wie Blutungskomplikationen und Transurethrales-Resektion(TUR)-Syndrom minimieren sollen.

Hochfrequenzdiathermie und TUR-Syndrom

Spülösungen

Zusammensetzung. Die konventionelle Resektion von Prostata- und Blasentumoren erfolgt in der Regel durch das schichtweise Abtragen des Gewebes mit einer unipolaren Elektroschlinge. Zur freien Sicht auf den Operationssitus werden elektrolytfreie Spülösungen verwendet, die eine Weiterleitung des elektrischen Potenzials des Resektionsinstruments verhindern sollen. Zum Schutz vor der **hämolysierenden Wirkung** dieser hypotonen Lösungen sind den handelsüblichen Präparaten Mannitol, Sorbitol oder Glycin zugesetzt. Untersuchungen zu deren Verträglichkeit bei erhöhter Resorption deuten allerdings auf relevante Unterschiede und potenzielle Gefahren hin. Glycin interagiert als inhibitorischer Neurotransmitter der Retina und kann in hoher Dosis zu transientem Sehverlust führen. Weiterhin aktiviert es die Vasopressinfreisetzung und verstärkt dadurch die Wasserretention. Weil

Ammoniak als Zwischenprodukt bei der Verstoffwechslung von Glycin anfällt, muss in Einzelfällen (Leberinsuffizienz) an die Gefahren einer **Hyperammonämie** gedacht werden. Während Mannitol als nebenwirkungsarm und allergieverträglich gilt, ist auf den Zusatz von Sorbitol zur Spülösung wegen dessen Abbauprodukts Fructose v. a. bei Patienten mit hereditärer Fructoseintoleranz zu verzichten.

Aufnahme in den Blutkreislauf. Durch chirurgisch eröffnete kapselnahe venöse Gefäße können größere Mengen der hypotonen Spülösung resorbiert werden. Es wird postuliert, dass die Flüssigkeitsaufnahme in den Blutkreislauf von dem **Druckgradienten** zwischen Harnblase und den Beckenvenen abhängt. Wird die Körperposition von der Trendelenburg-Lage über eine Horizontallage in die halbsitzende Lage geändert, sinkt die Wahrscheinlichkeit der Flüssigkeitsaufnahme in den Blutkreislauf mit der Umverteilung des Blutvolumens. Trotz vieler Studien mit dem Ziel, die optimale Höhe des Spülflüssigkeitsbeutels über dem Patientenniveau festzulegen, wird dieses Thema kontrovers diskutiert, da die Berichte widersprüchliche Ergebnisse liefern. Obwohl eine relevante Flüssigkeitsaufnahme bereits nach 15-minütiger Operationszeit beschrieben wurde, wird allgemein empfohlen, die Operationsdauer auf 60 min zu begrenzen. Auch die Resorption bei sich retroperitoneal oder intra-abdominal einlagernden Flüssigkeiten nach **Perforation der Prostatakapsel** ist möglich. In diesem Fall resultiert eine Verschiebung von Natrium aus dem Extrazellulärraum hin zum Extravasat der Spülösung mit folgender Hyponatriämie.

Einschwemphänomene. Die besondere Gefahr besteht darin, dass entsprechende Symptome häufig übersehen werden, weil sie erst nach einigen Stunden auftreten können. Klinisch zeigen sich infolge dieser Einschwemphänomene kardiale, pulmonale und zerebrale Symptome unterschiedlicher Ausprägung, die unter dem Begriff TUR-Syndrom zusammengefasst werden. Dessen Inzidenz wird in Deutschland mit 1,4% angegeben [9] und auch bei anderen Operationen unter dem Einsatz von Spülflüssigkeit gesehen (transzervikale Endometriumresektion, Zystoskopien, Arthroskopien). Die Hypervolämie mit progredienter Verdünnung der plasmatischen Natriumkonzentration führt zu erhöhtem Herzzeitvolumen (HZV), das initial mit einer Bradykardie einhergehen kann. Die Störungen der zerebralen Funktion resultieren zunächst in Unruhe, Verwirrtheit bis hin zu epileptiformen Krämpfen, Somnolenz und Koma als Folge einer intrazellulären **Hyperhydratation**. Bei kardialen Vorerkrankungen können aufgrund der Volumenbelastung initial pektanginöse Beschwerden und Ischämiezeichen im EKG auftreten, die im weiteren Verlauf unter einer kardialen Dekompensation zu folgenden Komplikationen konvertieren können:

- Hypotonie,
- Tachykardie und
- konsekutives Lungenödem.

Prävention und Therapie. Um die drohende Einschwemmung rechtzeitig zu erkennen, kann durch Zusatz von 1%igem Äthylalkohol zur Spülösung die Alkoholkonzentration in der Ausatmeluft wiederholt gemessen und damit die aufgenommene Flüssigkeitsmenge abgeschätzt werden. Die Übersichtsarbeit von Hahn [10] beschreibt dieses Vorgehen Schritt für Schritt. Besteht der Verdacht auf ein beginnendes TUR-Syndrom, kann bei kardial stabilen Patienten durch folgende Maßnahmen eine kardiozirkulatorische Entlastung erzielt werden:

- rasche Beendigung des operativen Eingriffs,
- Anti-Trendelenburg-Lagerung und
- ggf. Gabe von Diuretika.

In Abhängigkeit von der plasmatischen **Natriumkonzentration** muss dabei entschieden werden, ob natriumsparenden Diuretika wie Mannitol der Vorzug gegenüber Schleifendiuretika gegeben werden soll. Dabei gilt es zu bedenken, dass Mannitol je nach Präparat bereits in der Spülösung enthalten sein kann. Weitere Therapieoptionen, die v. a. bei kreislaufinstabilen Patienten zur Anwendung kommen sollten, sind:

- Gabe von positiv-inotropen Substanzen und
- Senkung der rechtsventrikulären Vorlast mit Nitraten.

Ein Ausgleich der Hyponatriämie mit hypertonischen Lösungen sollte aufgrund der Gefahr einer **pontinen Myelinolyse** schrittweise und nur bei entsprechend klinischer Notwendigkeit (Serum-

Durch chirurgisch eröffnete Gefäße können größere Mengen der Spülösung resorbiert werden

Die Operationsdauer sollte auf 60 min begrenzt werden

Die infolge der Einschwemphänomene auftretenden Symptome werden unter dem Begriff TUR-Syndrom zusammengefasst

Die Alkoholkonzentration in der Ausatmeluft lässt die aufgenommene Flüssigkeitsmenge abschätzen

Ein Ausgleich der Hyponatriämie mit hypertonischen Lösungen sollte nur bei klinischer Notwendigkeit erfolgen

Na^+ -Konzentration <120 mmol/l) erfolgen. Ein Anheben der Natriumkonzentration um 1 mmol/l/h gilt hierbei als sicher [11].

Prävention des TUR-Syndroms und alternative Resektionsverfahren

Zahlreiche Präventionsmaßnahmen sind in ihrer Bedeutung zur Verhinderung eines TUR-Syndroms zwar hoffnungsvoll, aber nicht unumstritten. Dazu gehören:

- Niedrigdruckspüllösungen,
- bipolare Resektionsverfahren,
- lasergestützte Resektionsverfahren.

Niedrigdruckspüllösungen

Durch den Einsatz von Niedrigdruckspüllösungen könnte der kritische Druck für die intravaskuläre Resorption (venöser Gefäßdruck) unterschritten und theoretisch ein Einschwemphänomen verhindert werden. Dies erfordert zunächst entweder ein spezielles Instrumentarium mit zusätzlichem Kanal im Resektoskop (Iglesias-Technik) oder einen zusätzlichen suprapubischen Trokar. Keines der beiden Verfahren konnte jedoch bisher ein TUR-Syndrom suffizient vermeiden.

Bipolare Resektionsverfahren

Bei Verwendung eines bipolaren Resektoskops ist es möglich, isotone Spüllösungen mit Kochsalz zu verwenden. Dadurch kann die Gefahr einer hypotonen Hyperhydratation mit Hirnödem minimiert werden. Allerdings führt die vermehrte Resorption von Kochsalzlösung zu einer stärkeren Volumenbelastung und zum Risiko eines Lungenödems gegenüber konventionellen Spüllösungen. Darüber hinaus muss auch auf die Gefahr einer **hyperchlorämischen Acidose** hingewiesen werden.

Lasergründete Resektionsverfahren

Moderne lasergestützte Resektionsverfahren ermöglichen es dem Operateur heute, die Komplikationsraten bei TUR-P zu minimieren und gleichzeitig die Qualität des Operationsresultats beizubehalten [12]. Der Unterschied zwischen den einzelnen Laserarten liegt in deren unterschiedlichen Wellenlängen und der damit verbundenen unterschiedlichen Wirkung am Gewebe (Eindringtiefe, Koagulation u. a.) begründet. Unter dem Einsatz der Lasertechnik lassen sich grundsätzlich folgende 3 chirurgische Techniken beschreiben:

- Vaporisation,
- Resektion und
- Enukleation.

Vaporisation. Bei der Vaporisation wird das Prostatagewebe von der Urethra ausgehend schichtweise bis zur Kapsel durch lokal hochenergetische Laser mit geringer Eindringtiefe zu einem Großteil verdampft. Diese Technik zeichnet sich durch eine sehr **geringe Blutungstendenz** aus und wurde bereits bei Patienten mit intraoperativ fortgesetzter Antikoagulation durchgeführt [13].

Resektion. Bei Resektionsverfahren werden in Analogie zur Elektroschlinge schichtweise Gewebestücke entfernt. Dabei kann sich der Operateur zwischen Laserverfahren entscheiden, die bei hoher Eindringtiefe eine gute Hämostase sichern oder bei niedriger Eindringtiefe die Gefahr von Verletzungen angrenzender Gewebe verringern.

Enukleation. Die Enukleation des Drüsengewebes bietet den Vorteil, weitestgehend unabhängig vom Prostatavolumen einsetzbar zu sein und ist damit eine ernsthafte Alternative für offen chirurgische Eingriffe. Allerdings muss auch unter dem Einsatz neuerer Operationstechniken an die Gefahr des TUR-Syndroms gedacht werden [14].

Anästhesietechnik

Für transurethral-endoskopische Eingriffe bietet sich eine **rückenmarknahe Regionalanästhesie** an. Deren Vorteil besteht in der Möglichkeit, die zerebrale Situation des Patienten kontinuierlich einzuschätzen. Angesichts der angestrebten Operationsdauer von 60 min und der eher geringen postope-

Isotone Spüllösungen minimieren die Gefahr eines Hirnödems

Die einzelnen Laserarten unterscheiden sich in der Wirkung am Gewebe

Auch bei der Lasertechnik muss an die Gefahr des TUR-Syndroms gedacht werden

rativen Schmerzen wird in der Mehrheit der Fälle eine „Single-dose“-Spinalanästhesie mit entsprechend länger wirksamen Lokalanästhetika (Bupivacain, Ropivacain) durchgeführt. Die Ausbreitung der Analgesie muss dabei vom perioperativen Risiko des Patienten abhängig gemacht werden. Um die Analgesiehöhe zu titrieren, werden **hyperbare Lokalanästhetika** eingesetzt. Standard ist eine Ausbreitungshöhe von \geq Th10, die in der Regel eine suffiziente Schmerzausschaltung bewirkt. Eine niedrigere Analgesiehöhe kann angestrebt werden, wenn aufgrund kardiovaskulärer Vorerkrankungen eine ausgeprägte Vasodilatation mit folgender Hypotonie vermieden werden soll. In einer Studie an 21 Patienten konnte gezeigt werden, dass bei einem Niveau in Höhe Th12/L1 eine gleichwertige Analgesie möglich sein kann [15]. Der Vorteil eines tieferen Analgesieniveaus liegt außerdem in der Diagnostizierbarkeit einer Blasenperforation, in deren Folge der Patient über akut einsetzende Bauch- und Schulterschmerzen klagen würde.

Der unter Spontanatmung niedrigere intrathorakale Druck und damit verbesserte venöse Rückstrom im Vergleich zu mechanischer Beatmung könnten theoretisch die Einschwemmung von Spülflüssigkeit begünstigen. Gehring et al. [16] bestätigten diese Überlegung bei Patienten mit Regional- oder Allgemeinanästhesie dahingehend, dass Spülflüssigkeit unter Spontanatmung rascher und in größeren Mengen aufgenommen werden kann. Sie fanden allerdings keinen Unterschied in der Häufigkeit, mit der das Phänomen der Einschwemmung tatsächlich auftrat. Bei **manifester Herzinsuffizienz** sollte wegen lagerungsbedingten Volumenverschiebungen eine restriktive intravenöse Volumenzufuhr erfolgen, und Blutdruckabfälle sollten frühzeitig mit der Gabe von vasoaktiven Substanzen therapiert werden. Das erforderliche Standardmonitoring besteht aus nichtinvasiver Blutdruckmessung, Elektrokardiogramm (EKG) und Pulsoxymetrie. Die Erweiterung um invasive arterielle Blutdruckmessung und Kontrolle des zentralen Venenkatheters (ZVD) kann sinnvoll sein.

Die Ausbreitung der Analgesie muss vom perioperativen Risiko des Patienten abhängig gemacht werden

Transurethrale Resektion von Blasentumoren

Chirurgische Aspekte

Blasentumoren werden zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken in der Regel über einen transurethralen Zugang reseziert. Wichtig sind Kenntnisse über die Lokalisation und die Ausbreitung des Tumors, da bei lateraler Tumorausbreitung die direkt beidseits der Blase verlaufenden Nn. obturatorii durch chirurgische Manipulationen gereizt und Kontraktionen in der Adduktorengruppe ausgelöst werden können. Als Folge kann eine **iatrogene Blasenperforation** eintreten, klinisch erkennbar durch Schulterschmerzen, Übelkeit und Erbrechen sowie Bradykardie und Hypotonie.

Unter Spontanatmung kann die Einschwemmung von Spülflüssigkeit begünstigt werden

Anästhesietechnik

Das anästhesiologische Management bei einer TUR-B gleicht der Vorgehensweise zur endoskopischen Resektion der Prostata. Eine Spinalanästhesie kann unmittelbar postoperativ gegenüber einer Allgemeinanästhesie eine suffizientere **Analgesie** gewährleisten, wobei sich dieser Effekt im weiteren Verlauf eher umkehrt [17]. Auf der anderen Seite muss nach einer Regionalanästhesie mit einer höheren Rate an Blasenentleerungsstörungen gerechnet werden, sollte der Blasenverweilkatheter postoperativ frühzeitig entfernt werden. Zur Überwachung einer Komplikation (z. B. Blasenperforation) ist die Spinalanästhesie gegenüber der Allgemeinanästhesie im Vorteil. Die iatrogene Adduktorenkontraktion kann sowohl unter Regional- als auch Allgemeinanästhesie mit ungenügender Muskelrelaxierung auftreten, weil die elektrische Reizung des N. obturatorius in anterograder Richtung erfolgt und deshalb unabhängig von einer Blockade der α -Motoneurone ist. Bei der operativen Versorgung lateraler Blasentumoren sollte deshalb über den Einsatz einer Allgemeinanästhesie mit kurz wirksamen Muskelrelaxanzien oder über eine Spinalanästhesie mit zusätzlicher peripherer Blockade des ipsilateralen N. obturatorius nachgedacht werden. Die Obturatoriusblockade sollte selektiv erfolgen und kann sowohl durch den Anästhesiologen über den pubischen oder inguinalen Zugang (**Abb. 1**) als auch durch den Urologen über einen transvesikalen Zugang durchgeführt werden [18, 19]. Mittlerweile existieren auch wissenschaftliche Arbeiten zur **ultraschallgestützten Obturatorius-blockade**, bei der das Lokalanästhetikum im Bereich zwischen die einzelnen Muskelfaszien der Adduktorengruppe appliziert wird, sodass das sichere Auffinden des Nervs keine Voraussetzung für eine suffiziente Blockade sein muss [20].

Zur Überwachung einer Komplikation ist die Spinalanästhesie gegenüber der Allgemeinanästhesie im Vorteil

Bei lateralen Blasentumoren kann eine Allgemeinanästhesie mit kurz wirksamen Muskelrelaxanzien vorteilhaft sein

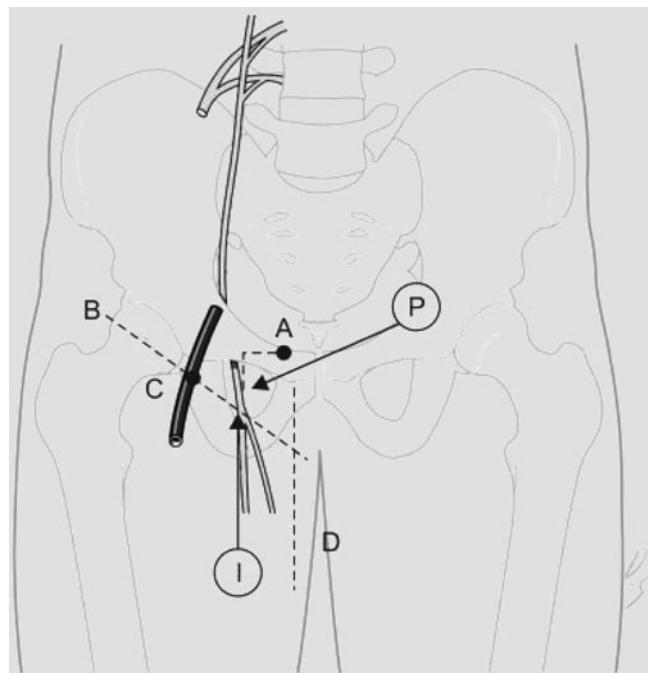


Abb. 1 Topografische Orientierung für den selektiven Obturatoriusblock. Beim pubischen Zugang *P* orientiert man sich vom Tuberculum pubicum *A* ausgehend jeweils 1,5 cm nach lateral und kaudal. Für den inguinalen Zugang *I* wird die Injektionstelle entlang der Ingualinfalte *B* in der Mitte der Verbindungslinie zwischen dem Femoralispuls *C* und der (medialen) Ansatzsehne des M. adductor longus *D* gewählt. (Adaptiert nach [18])

Ureterorenoskopie

Chirurgische Aspekte

Die Ureterorenoskopie wird bei Erkrankungen der Harnleiter und des Nierenbeckenkelchsystems eingesetzt

Die Ureterorenoskopie (URS) wird zur Diagnostik und Therapie bei Erkrankungen der Harnleiter und des Nierenbeckenkelchsystems verwendet. Praktisch wird die URS in den meisten Fällen über einen retrograden Zugang über Blase und Ureteren durchgeführt, aber auch der anterograde Zugang über eine perkutane Nephrostomie ist möglich. Die Weiterentwicklung der endoskopischen Technik hat inzwischen dazu geführt, dass sich unter dem Einsatz kleinlumiger, flexibler Endoskope der Indikationsbereich und die Erfolgsquote der URS vergrößert haben. Nach wie vor stellt die Entfernung von Nierenbecken- und Ureterkonkrementen die Hauptindikation der URS dar (30–40% aller URS), gefolgt von diagnostischen Indikationen (20%), Behandlung von Karzinomen der oberen Harnwege (15–25%) und Ureterstrikturen (5%) [21]. Wichtige akute intraoperative Komplikationen sind Abriss, Einstülpung und Perforation des Ureters sowie Läsionen an Mukosa oder Ureterostien [22]. In der Regel erfolgt bei der URS durch den Operateur zunächst eine **zystoskopische Inspektion** von Urethra, Harnblase und Harnleiterostien. Bei unklaren anatomischen Verhältnissen kann vor dem weiteren Vorschub des Endoskops eine **kontrastmittelgestützte retrograde Ureteropyelographie** erwogen werden.

Anästhesietechnik

Bei Schwangeren ist die Spinalanästhesie von Vorteil

Die URS wird traditionell in Allgemein- oder Regionalanästhesie durchgeführt. Falls keine Kontraindikationen bestehen, kann eine **Allgemeinanästhesie** mit einer supraglottischen Atemwegshilfe erfolgen. Ein Eingriff in Spinalanästhesie erfordert eine Ausbreitung bis Niveau Th8. Damit verbunden sind die verlängerte postoperative Nachbetreuung und die mögliche Hypotonie durch die plötzliche Sympathikolyse im Gegensatz zur Allgemeinanästhesie. Von Vorteil ist eine Spinalanästhesie bei Schwangeren, weil die Wirkung der Anästhetika auf den Fetus im Gegensatz zur Allgemeinanästhesie verringert werden kann. Eine **Epiduralanästhesie** kann als tiefe thorakale (Th9–Th11) oder als lumbale Epiduralanästhesie durchgeführt werden. Im Gegensatz zur Spinalanästhesie fällt der Blutdruck dabei nicht rapide ab; die Technik ist daher besser geeignet für Patienten mit kardialen Nebenerkrankungen. Bei Bedarf kann die Anästhesie durch Nachinjektion beliebig verlängert werden. Allerdings ist die Wartezeit bis zur suffizienten Anästhesie gegenüber der Spinalanästhesie verlängert.

Eine **Analgosedierung** kann mit z. B. Remifentanil und/oder Propofol durchgeführt werden und führt zu kurzen peri- und postoperativen Anästhesiezeiten [23]. Plötzliche Bewegungen des Patienten und/oder Hustenattacken können bei der Analgosedation jedoch die Operationsbedingungen erschweren bzw. zu ungewollten Verletzungen durch die im Körper befindlichen Instrumente führen.

Allgemein gilt, dass die gewählte Narkoseart sowohl für den Patienten als auch für den Operateur komfortabel sein muss. Daher gibt es in den meisten Kliniken ein Standardverfahren für den Alltag, von dem bei entsprechender Indikation abweichen werden kann [1].

Perkutane Nephrostomie und Nephrolitholapaxie

Chirurgische Aspekte

Bei der perkutanen Nephrostomie (PCNS) wird durch die direkte transkutane Punktions des Nierenbeckenkelchsystems ein Zugang zum oberen Urogenitaltrakt ermöglicht. Das primäre Ziel einer PCNS stellt dessen Dekompression bei Harnstau dar, beispielsweise bei **Ureterobstruktion** infolge einer Urolithiasis sowie externer oder interner Tumoren. Das Verfahren der PCNS ist eine Alternative zum retrograden, endoluminalen Zugangsweg und die einzige mögliche Ableitungsform, sofern die Obstruktion retrograd nicht überwindbar ist.

Die Indikationen zur perkutanen Nephrolitholapaxie (PCNL, grch. lithos: Stein, lapaxis: ausleeren, reinigen) sind:

- große Nierenbecken- und Uretersteine (>2–3 cm, [24]),
- Nierenbeckenausgusssteine und
- Steinleiden unter erfolgloser Therapie durch eine Extrakorporale-Stoßwellenlithotripsie (ESWL)-Behandlung.

Neben der offenen chirurgischen Sanierung stellt die PCNL das invasivste Therapieverfahren bei **Steinleiden** dar. Für die Durchführbarkeit einer PCNL wird initial der Zugang über eine Nephrostomie benötigt. Dazu wird in aller Regel in der hinteren Axillarlinie zwischen 12. Rippe und Beckenkamm eine ultraschall- oder radiologisch gestützte Punktions mit nachfolgender Bougierung des Arbeitskanals über einen Führungsdrähten durchgeführt. Durch den Einsatz großer Mengen an Spülösung sind auch bei der PCNL Einschwemmphänomene (Elektrolytverschiebungen, Reduktion des Hämoglobins) detektierbar, wenngleich die Auswirkungen im Gegensatz zum TUR-Syndrom deutlich weniger ausgeprägt sind. Demgegenüber stellt die Hypothermie, die ebenfalls aus dem hohen Durchfluss an Spülösung resultiert, eine recht häufige Komplikation dar [25]. Weitere Komplikationen der PCNL umfassen:

- Nierenbeckenperforationen,
- Blutungen,
- Infektionen und
- Verletzung umliegender Organe.

Der **Blutverlust** bei der perkutanen Nephrolitholapaxie ist abhängig von der Steingröße und durch die Operationszeit sowie die Zahl von perkutanen Punktionskanälen bedingt. Die durchschnittliche Transfusionsrate wird mit 4–6% angegeben [26]

Anästhesietechnik

Die Patienten werden während einer PCNS/PCNL üblicherweise in Bauchlage unter Ausgleichung der Lendenlordose mit einem Kissen zum Liegen gebracht. Alternativ, beispielsweise bei Risikopatienten, kann der Eingriff auch in Seiten- oder Rückenlage durchgeführt werden [27]. Die PCNS kann in der Regel in **Lokalanästhesie** erfolgen, nur bei speziellen Patientengruppen wie z. B. Kindern oder unruhigen Patienten kann eine Narkose erforderlich sein. Für die Durchführung einer PCNL ist die Intubationsnarkose gebräuchlich. Zunehmend weisen Studien jedoch auf die Möglichkeit hin, den Eingriff in Regionalanästhesie oder Analgosedierung durchzuführen. Dabei zeigen sich sowohl unter einer kombinierten Spinal- und Epiduralanästhesie [28, 29] als auch singulären Spinalanästhesie [30] sowie einem multimodalen Schmerzkonzept [31] mit den unter Allgemeinnarkose durchgeföhrten Eingriffen vergleichbare Ergebnisse in Bezug auf Sicherheit und Effektivität der Anästhesie.

Die gewählte Narkoseart muss für Patient und Operateur komfortabel sein

Primäres Ziel der perkutanen Nephrostomie ist die Dekompression bei Harnstau

Für die perkutane Nephrolitholapaxie wird initial der Zugang über eine Nephrostomie benötigt

Hypothermie ist eine häufige Komplikation der perkutanen Nephrolitholapaxie

Für die Durchführung einer perkutanen Nephrolitholapaxie ist die Intubationsnarkose gebräuchlich

Unter Zuhilfenahme einer Roboter-assistenz kann der Bewegungsumfang der menschlichen Hand überschritten werden

Die Durchblutung peripherer Organe wird erschwert

In dorsobasalen Lungenabschnitten entstehen ausgeprägte Atelektasen

Ein Inspiration-Exspiration-Verhältnis von 1:1 kann Atemwegsdrücke senken

Laparoskopie und roboterassistierte Operation

Chirurgische Aspekte

Minimalinvasive Operationstechniken wurden mit dem Ziel entwickelt, die perioperative Morbidität gegenüber konventionellen offenen chirurgischen Eingriffen zu minimieren. Bei der herkömmlichen Laparoskopie erfordert die Mechanik der Instrumente eine relative große Bewegung am Instrumentengriff, um eine kleine Bewegung des Instrumentenkopfes am Patienten durchzuführen. Unter Umständen kann dadurch der chirurgische Zugang erschwert sein, etwa wenn sich die Instrumente gegenseitig behindern oder anatomische Strukturen den Bewegungsgrad einschränken. Unter Zuhilfenahme einer Roboterassistenz kann demgegenüber der Bewegungsumfang der menschlichen Hand nachgeahmt oder sogar überschritten werden. Der Einfluss eines Tremors auf die Operationstechnik entfällt. Ein weiterer Vorteil eines Operationsroboters liegt in einer verbesserten visuellen Darstellung des Operationsgebiets. Das Bild kann 3-dimensional dargestellt und durch Zoomobjektive vergrößert werden. Durch neuere Zusatzfunktionen können „Live“-Bilder des Operationssitus mit radiologischen oder Immunfluoreszenzbildern überlagert werden, „**augmented reality**“ genannt. Am besten etabliert scheint der Einsatz der Robotertechnik innerhalb der urologischen Fachdisziplin für die radikale Prostatektomie (RP) zu sein, allerdings werden auch Eingriffe für Nephrektomie und Zystektomie häufig roboterassistiert durchgeführt. Die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten eines Operationsroboters und des dazugehörigen Instrumentariums für eine RP liegen aktuell noch deutlich über den Kosten offen chirurgischer oder laparoskopischer Eingriffe [32]. Eine Metaanalyse konnte darüber hinaus bei diesen Eingriffen mit Ausnahme eines verringerten Transfusionsbedarfs bisher kein verbessertes onkologisches und funktionelles Outcome unter roboterassistierten Eingriffen nachweisen [33]. Roboterassistierte Operationsverfahren haben in einigen Krankenhäusern Einzug in den Operationsalltag gefunden, sodass der betreuende Anästhesist von den speziellen anästhesiologischen Aspekten Kenntnis besitzen sollte.

Anästhesietechnik

Aus anästhesiologischer Sicht besteht die Herausforderung bei der Durchführung von laparoskopischen und roboterassistierten Eingriffen in den Auswirkungen von **CO 2-Pneumoperitoneum** und Trendelenburg-Lagerung auf das kardiorespiratorische Organsystem. Der erhöhte intraabdominelle Druck des Pneumoperitoneums mit mindestens 15 cm H₂O vermindert die rechtsventrikuläre Vorlast und erhöht gleichzeitig die linksventrikuläre Nachlast, was sich in einer Zunahme der Herzfrequenz und des systemvaskulären Widerstands bei sinkendem mittleren arteriellen Druck und HZV äußert. Die Durchblutung peripherer Organe wird folglich erschwert. Die Trendelenburg-Lagerung wirkt sich hämodynamisch durch die Erhöhung der rechtsventrikulären Vorlast gegenläufig aus und führt primär zu erhöhtem HZV. Die während Allgemeinanästhesie und steiler Trendelenburg-Lagerung ohnehin reduzierte **Thorax-Compliance** wird durch Herstellung eines Pneumoperitoneums weiterreduziert, sodass mit steigendem Patientenalter und Komorbiditäten (Adipositas, restriktive Lungenerkrankungen) die FRC unter die Verschlusskapazität (Kollaps kleiner Atemwege) abfällt. Als Folge entstehen in den dorsobasalen Lungenabschnitten ausgeprägte Atelektasen, die zu relevanten Oxygenierungs- und Ventilationsstörungen sowie hohen Beatmungsdrücken führen können. Deren adäquate Therapie/Prophylaxe besteht in:

- Durchführung sog. Lungenrekruitmentmanöver (hierfür Muskelrelaxation erwägen) und
- Applikation eines ausreichend hohen positiven endexspiratorischen Drucks („positive end-expiratory pressure“, PEEP).

Zur Vermeidung von hohen Atemwegs(spitzen)-Drücken >30 cm H₂O ist häufig eine Beatmung mit niedrigen Tidalvolumina und hoher Atemfrequenz nötig. Falls keine Kontraindikationen bestehen [z. B. chronisch obstruktive Lungenerkrankung („chronic obstructive pulmonary disease“, COPD)] sollte ein Inspiration-Exspiration-Verhältnis von 1:1 angestrebt werden, um die Atemwegsdrücke zu senken. Zusätzlich lässt sich je nach Beatmungsgerät auch die inspiratorische Atemgasflussgeschwindigkeit modifizieren.

Wird im **volumenkontrollierten Modus** beatmet, können höhere Spitzendrücke toleriert werden, sofern die Plateaudrücke den üblichen Grenzwert von 30 cm H₂O nicht überschreiten. Alter-

nativ kann eine druckkontrollierte Beatmung in Erwägung gezogen werden, da hier der Spitzendruck dem Plateaudruck entspricht. Im druckkontrollierten Modus ist jedoch bei Beendigung des Pneumoperitoneums der Beatmungsdruck rechtzeitig zu reduzieren, da sonst eine Überblähung der Lungen droht.

Die aus der transperitonealen Resorption von CO₂ resultierende Hyperkapnie und primär respiratorische Acidose erfordert eine adäquate **Atemminutenventilation**. Das Auftreten von klinisch nichtrelevanten intravasalen CO₂-Boli scheint relativ häufig (17%), während die Wahrscheinlichkeit für eine klinisch manifeste und letale CO₂-Embolie äußerst gering und ausschließlich in einzelnen Fallberichten nachvollziehbar ist (0,0014% der Laparoskopien; [34, 35]). Die Seltenheit einer Gasembolie liegt in der hohen Löslichkeit von CO₂ begründet, die die Entstehung von hämodynamisch relevanten Gasblasen zunächst weitgehend verhindert. In Ausnahmefällen wie der Verletzung großer venöser Gefäße können aber große Mengen CO₂ aufgenommen werden, die im rechten Ventrikel schlagartig die weitere Blutzirkulation verhindern.

Mit der Einführung der Robotertechnik muss v. a. das anästhesiologische Notfallmanagement gründlich durchdacht werden. Insbesondere für Notfälle des Herz-Kreislauf Systems, die schnelles Handeln erfordern, müssen feste Handlungssabläufe erstellt werden. Bei voroperierten Patienten können Verwachsungen die Orientierung des Operateurs erschweren und zu einer akzidentellen Gefäßverletzung führen. Kommt es zu einer **nichtbeherrschbaren Blutung** ist der schnelle Wechsel auf ein offen-chirurgisches Vorgehen erforderlich.

Nach Inbetriebnahme des Roboters kann die Position des Operationstisches nicht mehr verändert werden, ohne den Kontakt zwischen Roboter und Patienten zu trennen, sodass auch eine Änderung der Patientenlagerung nicht ohne Weiteres vollzogen werden kann. Ebenso ist eine **kardiopulmonale Reanimation** mit Herzdruckmassage unmöglich, während der Roboter über dem Patienten steht. Das Abkoppeln des Roboters vom Patienten erfordert eine Dekonnektion der Instrumente von den Roboterarmen, deren Entfernung aus dem Patienten und ein Zurückschieben des Roboters vom OP-Tisch. Diese Prozedur sollte insgesamt nicht länger als 1 min dauern. Daher ist unbedingt darauf zu achten, dass die Parkfläche für den Roboter während der Operation nicht versperrt wird.

Die roboterassistierte Chirurgie findet mittlerweile immer mehr Akzeptanz. Die Operationsdauer mit dem Roboter und einem versierten Operateur ist vergleichbar mit der der konventionellen Laparoskopie. Aufgrund der besonderen Anforderungen, die durch eine roboterassistierte Operation entstehen, muss aber besonderes Augenmerk auf der **Identifikation von Risikopatienten** mit kardialen und pulmonalen Vorerkrankungen liegen. Patienten, die nur bedingt für eine laparoskopischen Operation infrage kommen, sind durch das Vorliegen einer Hyperkapnie und einer ausgeschöpften ventilatorischen Reserve (z. B. austherapierte obstruktive Ventilationsstörung) gekennzeichnet. Infolge einer Hyperkapnie kommt es im systemischen Kreislauf zu einer Abnahme und im pulmonalen Kreislauf zu einer Zunahme des Gefäßwiderstands, sodass bei erhöhtem pulmonalarteriellem Druck, vorbestehend erhöhtem Hirndruck und eingeschränkter linksventrikulärer Funktion Vorsicht geboten ist. Gemeinsam mit den Kollegen des chirurgischen Fachgebiets ist dann individuell zu entscheiden, ob der Nutzen einer laparoskopischen bzw. roboterassistierten Operation das evtl. zusätzliche Risiko aufwiegen kann.

Fazit für die Praxis

- Trotz innovativer Operationstechniken bei einer TUR-P/TUR-B ist das Auftreten eines Einschwemmphänomens nach wie vor möglich. Im Fall einer Einschwemmung müssen rechtzeitig ein invasives Monitoring und eine adäquate Therapie der kardiopulmonalen bzw. neurologischen Beschwerden auf der Intensivstation initiiert werden.
- Bei der Resektion lateraler Blasentumoren kann es intraoperativ zu einer Blasenperforation durch Kontraktion der Adduktoren kommen. Ein ipsilateraler Obturatoriusblock oder eine ausreichende Muskelrelaxation während der Allgemeinanästhesie können dies verhindern.
- Für die Ureterorenoskopie, die perkutane Nephrostomie und die Nephrolitholapaxie kann bei entsprechender Indikation und Rücksprache mit dem Operateur vom Hausstandard abgewichen werden. Bei Risikopatienten kann eine minimale Anästhesie (Analgesierung, Lokalanästhesie, Regionalanästhesie) gegenüber der Allgemeinanästhesie eine sichere Alternative sein.

Im druckkontrollierten Modus ist bei Beendigung des Pneumoperitoneums der Beatmungsdruck rechtzeitig zu reduzieren

Bei Verletzung großer venöser Gefäße können große CO₂-Mengen aufgenommen werden

Die Parkfläche für den Roboter darf während der Operation nicht versperrt werden

tive sein. Häufig können Eingriffe, die typischerweise in Bauchlage erfolgen, auch in Seitenlage-
rung oder Rückenlage durchgeführt werden.

- Bei roboterassistierten Eingriffen muss neben den kardiopulmonalen Veränderungen auch das Management von Notfallmaßnahmen berücksichtigt werden.

Korrespondenzadresse

T. Bluth

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie,
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
thomas.bluth@uniklinikum-dresden.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Cybulski PA, Joo H, Honey RJD (2004) Urteroscopy: anesthetic considerations. *Urol Clin North Am* 31(1):43–47, viii
2. Malhotra V (2000) Transurethral resection of the prostate. *Anesthesiol Clin North Am* 18:883–897
3. O'Donnell AM, Foo ITH (2009) Anesthesia for transurethral resection of the prostate. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 9:92–96
4. Vijay MK, Vijay P, Kundu AK (2011) Rhabdomyolysis and myoglobinuric acute renal failure in the lithotomy/exaggerated lithotomy position of urogenital surgeries. *Urol Ann* 3:147–150
5. Atkinson CJ, Turney BW, Noble JG et al (2011) Supine vs prone percutaneous nephrolithotomy: an anaesthetist's view. *BJU Int* 108:306–308
6. Edcombe H, Carter K, Yarrow S (2008) Anaesthesia in the prone position. *Br J Anaesth* 100:165–183
7. Awad H, Santilli S, Ohr M et al (2009) The effects of steep Trendelenburg positioning on intraocular pressure during robotic radical prostatectomy. *Anesth Analg* 109:473–478
8. Berges RR, Pientka L, Höfner K et al (2001) Male lower urinary tract symptoms and related health care seeking in Germany. *Eur Urol* 39:682–687
9. Reich O, Gratzke C, Bachmann A et al (2008) Morbidity, mortality and early outcome of transurethral resection of the prostate: a prospective multicenter evaluation of 10,654 patients. *J Urol* 180:246–249
10. Hahn RG (1996) Ethanol monitoring of irrigating fluid absorption. *Eur J Anaesthesiol* 13:102–115
11. Hawary A, Mukhtar K, Sinclair A, Pearce I (2009) Transurethral resection of the prostate syndrome: almost gone but not forgotten. *J Endourol* 23:2013–2020
12. Biester K, Skipka G, Jahn R et al (2011) Systematic review of surgical treatments for benign prostatic hyperplasia and presentation of an approach to investigate therapeutic equivalence (non-inferiority). *BJU Int* 109:722–730
13. Berger J, Robert G, Descazeaud A (2010) Laser treatment of benign prostatic hyperplasia in patients on oral anticoagulant therapy. *Curr Urol Rep* 11:236–241
14. Dilger JA, Walsh MT, Warner ME et al (2008) Urethral injury during potassium-titanyl-phosphate laser prostatectomy complicated by transurethral resection syndrome. *Anesth Analg* 107:1438–1440
15. Beers RA, Kane PB, Nsouli I, Krauss D (1994) Does a mid-lumbar block level provide adequate anaesthesia for transurethral prostatectomy? *Can J Anaesth* 41:807–812
16. Gehring H, Nahm W, Baerwald J et al (1999) Irrigation fluid absorption during transurethral resection of the prostate: spinal vs. general anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 43:458–463
17. Tyritzis SI, Stratoudimos KG, Vasileiou I et al (2011) Spinal versus general anaesthesia in postoperative pain management during transurethral procedures. *ISRN Urol* 2011:895874
18. Jo YY, Choi E, Kil HK (2011) Comparison of the success rate of inguinal approach with classical pubic approach for obturator nerve block in patients undergoing TURB. *Korean J Anesthesiol* 61:143–147
19. Khorrami MH, Javid A, Saryazdi H, Javid M (2010) Transvesical blockade of the obturator nerve to prevent adductor contraction in transurethral bladder surgery. *J Endourol* 24:1651–1654
20. Manassero A, Bossolasco M, Ugues S et al (2012) Ultrasound-guided obturator nerve block: interfascial injection versus a neurostimulation-assisted technique. *Reg Anesth Pain Med* 37:67–71
21. Johnson GB, Portela D, Grasso M (2006) Advanced ureteroscopy: wireless and sheathless. *J Endourol* 20:552–555
22. D'Addessi A, Bassi P (2011) Ureterorenoscopy: avoiding and managing the complications. *Urol Int* 87:251–259
23. Langen P-H, Karypiadou M, Steffens J (2004) Ureteroscopy under intravenous analgesia with remifentanil. *Urologe A* 43:689–697
24. Hyams ES, Shah O (2009) Percutaneous nephrostolithotomy versus flexible ureteroscopy/holmium laser lithotripsy: cost and outcome analysis. *J Urol* 182:1012–1017
25. Roventsev V, Neulander EZ, Roussabrov E et al (2007) Anesthetic considerations during percutaneous nephrolithotomy. *J Clin Anesth* 19:351–355
26. Valdivia JG, Scarpa RM, Duvdevani M et al (2011) Supine versus prone position during percutaneous nephrolithotomy: a report from the clinical research office of the Endourological Society percutaneous nephrolithotomy global study. *J Endourol* 25:1619–1625
27. Wu P, Wang L, Wang K (2011) Supine versus prone position in percutaneous nephrolithotomy for kidney calculi: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol* 43:67–77
28. Kuzgunbay B, Turunc T, Akin S et al (2009) Percutaneous nephrolithotomy under general versus combined spinal-epidural anesthesia. *J Endourol* 23:1835–1838
29. Singh V, Sinha RJ, Sankhwar SN, Malik A (2011) A prospective randomized study comparing percutaneous nephrolithotomy under combined spinal-epidural anesthesia with percutaneous nephrolithotomy under general anesthesia. *Urol Int* 87:293–298
30. Mehrabi S, Karimzadeh Shirazi K (2010) Results and complications of spinal anesthesia in percutaneous nephrolithotomy. *Urol J* 7:22–25
31. Aravantinos E, Kalogeris N, Stamatouli G et al (2009) Percutaneous nephrolithotomy under a multimodal analgesia regime. *J Endourol* 23:853–856
32. Bolenz C, Gupta A, Hotze T et al (2010) Cost comparison of robotic, laparoscopic, and open radical prostatectomy for prostate cancer. *Eur Urol* 57:453–458
33. Ficarra V, Novara G, Artibani W et al (2009) Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy: a systematic review and cumulative analysis of comparative studies. *Eur Urol* 55:1037–1063
34. Hong J-Y, Kim WO, Kil HK (2010) Detection of subclinical CO₂ embolism by transesophageal echocardiography during laparoscopic radical prostatectomy. *Urology* 75:581–584
35. Servais D, Althoff H (1998) Fatal carbon dioxide embolism as a complication of endoscopic interventions. *Chirurg* 69:773–776

- ?** Bei einer 34-jährigen Schwangeren wird für eine URS eine Spinalanästhesie geplant. Falls indiziert, welches sensorische Niveau muss die Spinalanästhesie für eine suffiziente Analgesie erreichen?
- Bei Schwangeren ist eine Spinalanästhesie aufgrund der Beeinträchtigung der uterinen Durchblutung (Vasodilatation) nicht empfehlenswert.
- Th10.
- Th9.
- Th8.
- Th6.
- ?** Welche Aussage zum TUR-Syndrom ist richtig?
- Klinische Symptome und Laborveränderungen des TUR-Syndroms treten in der Regel erst Stunden nach der Operation auf.
- Die Inzidenz des TUR-Syndroms beträgt ca. 1,4%.
- Diuretika sind zur Behandlung des TUR-Syndroms kontraindiziert.
- Unabhängig von der Serumnatriumkonzentration sollte zur Behandlung des TUR-Syndroms hypertone Natriumchloridlösung infundiert werden.
- Der Zusatz 1%igen Äthylalkohols zur Spülösung vermindert das Risiko eines TUR-Syndroms.
- ?** Im Aufwachraum wird Ihnen ein 61-jähriger Patient aus dem urologischen OP nach TUR-P übergeben. Die Operationsdauer betrug bei schwierigen Operationsbedingungen 75 min. Welcher der folgenden Befunde ist bei einem TUR-Syndrom unwahrscheinlich?
- Körperkerntemperatur 35,9°C
- Serumnatriumkonzentration 149 mmol/l
- Glasgow Coma Scale 14
- Hämatokrit 0,26
- Nichtinvasiver Blutdruck 89/52 mmHg
- ?** Ein 84-jähriger Mann hat einen Tumor der lateralen Blasenwand. Der Patient hatte vor 3 Jahren einen Myokardinfarkt, und die linksventrikuläre Ejektionsfraktion ist in der aktuellen Echokardiographie mit 40% angegeben. Für den Folgetag ist eine TUR des Tumors geplant (Operationsdauer 50 min). Welche Narkoseform ist sinnvoll?
- Spinalanästhesie bis Th6 zur sicheren Unterdrückung einer chirurgischen Obturatoriusreizung.
- Spinalanästhesie bis Th12 und selektive Obturatoriusblockade beidseits.
- Allgemeinanästhesie mit Larynxmaske, Spontanatmung zur Vermeidung negativer Effekte der kontrollierten Beatmung auf die verminderte Herzleistung.
- Intubationsnarkose, Muskelrelaxation mit Mivacurium bei Bedarf. Kontrolle mit dem Relaxometer.
- Intubationsnarkose, keine Muskelrelaxation wegen des hohen Patientenalters.
- ?** Eine 81-jährige Patientin berichtet nach TUR eines linksseitigen Blasentumors über starke linksseitige Schulter- und Brustschmerzen. Der Kreislauf ist hypoton (95/48 mmHg) bei normofrequentem Herzschlag. Die O₂-Sättigung beträgt nach Gabe von 5 l Sauerstoff 92%. Die aktuelle Serumnatriumkonzentration liegt bei 126 mmol/l. Welcher der weiteren Schritte ist am wenigsten zielführend?
- Durchführung einer Computertomographie bei Verdacht auf Blasenperforation.
- Auskultation der Lungen.
- Bestimmung der Herzenzyme und Ableitung eines 12-Kanal-EKG.
- Infusion einer balancierten Vollelektolytlösung und einer hypertonen Lösung (Beispiel 3%ige Kochsalzlösung) unter enger Kontrolle der Serumnatriumkonzentration.
- Gabe von 2 Hüben Nitrolingualspray und 500 mg Acetylsalicylsäure.
- ?** Bei einem 74-jährigen Patienten mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit, jahrelanger Amiodarontherapie bei Vorhofflimmern und konsekutiver Lungenfibrose soll ein Nephrostoma mit folgender Steinextraktion (PCNL) angelegt werden. Welche Aussage ist richtig?
- Bei dem Patienten ist wegen der Lungenerkrankung das Risiko respiratorischer Probleme in Bauchlage besonders hoch.
- Es besteht das Risiko von Einschwemphänomenen.
- Eine periinterventionelle Hyperthermie ist häufig.
- Der Eingriff ist nur in Bauchlage möglich.
- Die Sicherheit einer Allgemeinanästhesie ist für diesen Eingriff deutlich höher als die einer Spinalanästhesie.
- ?** Ein 69-jähriger Patient mit rechtsseitigem Nierenbeckenausgussstein soll einer PCNS mit Litholapaxie zugeführt werden. Welche Aussage zum Risikomanagement bei einer PCNS/PCNL ist nicht richtig?
- Bei postoperativ neu aufgetretener Dyspnoe muss an einen rechtsseitigen Pneumothorax gedacht werden.
- Eine postoperative Kontrolle des Hämoglobins ist nötig, weil der intraoperative Blutverlust mitunter schwer einzuschätzen ist.
- Änderungen der Körperkerntemperatur sind bei diesem Eingriff selten.
- Neu aufgetretene Elektrolytverschiebungen weisen auf ein mögliches Einschwemphänomen hin.
- Zur Narkoseeinleitung erhält der Patient einen großlumigen Venenzugang.

? Während einer roboterassistierten Prostatektomie bei einem 55-jährigen Mann mit 110 kgKG wird das eingestellte Tidalvolumen wegen eines erhöhten Spitzendrucks nicht erreicht. Die pulsoxymetrische Sättigung beträgt 93% unter einer inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (F_1O_2) von 0,4; das endtidale CO_2 wird mit 5,2 kPa angezeigt. Welche Maßnahme ist am besten geeignet, die Beatmung zu verbessern?

- Reduktion der Beatmungsfrequenz von 18/min auf 14/min, unverändertes Tidalvolumen, Erhöhung der FIO_2 auf 0,6.
- Reduktion des PEEP von 8 auf 5 cm H₂O, Erhöhung der FIO_2 auf 0,8.
- Änderung des I:E-Verhältnisses von 1:1,5 auf 1,5:1, Reduktion des Tidalvolumens auf 700 ml, Senkung der Atemfrequenz von 18/min auf 16/min.
- Rekrutementmanöver unter Muskelrelaxation, PEEP-Erhöhung von 8 auf 12 cm H₂O, druckkontrollierter Beatmungsmodus.
- Erhöhung des Spitzendrucks von 30 auf 40 cm H₂O.

? Eine 77-jährige Patientin mit T2-Harnblasenkarzinom wünscht eine roboterassistierte Blasenresektion, die aus urologischer Sicht durchführbar erscheint. Welche Begleiterkrankung ist für die Allgemeinanästhesie am meisten relevant?

- Linksventrikuläre Ejektionsfraktion von 50%.
- Aortenklappenstenose I°.
- Zustand nach Lungenembolie vor 5 Jahren.
- COPD, GOLD-Stadium III° (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease).
- Intermittierender AV-Block II. Grades (Wenckebach).

? Ein 55-jähriger Opernsänger mit koronarer Herzerkrankung (Hinterwandinfarkt vor 3 Jahren) und bekannter zweitgradiger Trikuspidalklappeninsuffizienz stellt sich zur Planung einer roboterassistierten Resektion der Prostata vor. Welche Aussage ist richtig?

- Zur kardiovaskulären Risikobeurteilung können eine ausführliche Leistungsanamnese und ein EKG ausreichend sein.
- Zur Schonung der Stimmbänder wird mit dem Patienten die Verwendung einer Larynxmaske diskutiert.
- Der Patient ist vom Urologen über den speziell bei dieser Operationstechnik erhöhten Transfusionsbedarf aufzuklären.
- Aufgrund der Trikuspidalklappeninsuffizienz ist eine laparoskopische Operationstechnik kontraindiziert.
- Die roboterassistierte Operationstechnik führt zu einem verbesserten onkologischen Langzeitergebnis.