

Trokare in der minimal-invasiven Chirurgie: Anwendung, Sicherheit und Komplikationen

Klaus Peitgen

Trokare sind Standardinstrumente in der minimal-invasiven Chirurgie (MIC), deren Anwendung spezielle Besonderheiten und Risiken beinhaltet. Einen großen Einfluss auf die Komplikationsrate der MIC hat bereits der Erstzugang, wobei im Vergleich zum blinden Zugang mit der Veres-Nadel das offene Verfahren nach Hasson mit einer Mini-Laparotomie als praktikablere Alternative mit deutlich geringerem Risikoprofil erscheint. Trokare werden heutzutage als mehrfach oder einmal verwendbare Instrumente hergestellt. Auch ist zwischen scharfen, schneidenden und stumpfen Trokaren zu unterscheiden, wobei die jeweilige Form der Spitze die zum Eindringen und Entfernen des Trokars notwendige Kraft sowie die Größe des resultierenden Defekts beeinflusst. Im Vergleich zu schneidenden Trokaren gewährleisten klingelose Trokare ein geringeres lokales Verletzungsrisiko sowie einen kleineren Gewebedefekt und damit auch eine potentiell bessere Verankerung des Trokars in der Bauchdecke.

Der Begriff minimal-invasive Chirurgie (MIC) bezeichnet Operationstechniken über minimierte Zugänge mit speziell dafür entwickelten Kameras und Instrumenten. Durch die kleineren Schnitte und das begrenzte Operationstrauma ermöglichen minimal-invasive Verfahren im Vergleich zur offenen Chirurgie eine Verminderung der Wundschmerzen, kleinere Narben mit kosmetisch guten Resultaten sowie einen kürzeren Krankenhausaufenthalt. Prinzipiell sind so genannte „Schlüssellochoperationen“ heute bei vielen Indikationen zum Standard geworden [1]. Die Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie (DGAV) erteilt durch ihre Arbeitsgemeinschaft Minimal-invasive Chirurgie (CAMIC) weltweit als erste wissenschaftliche Gesellschaft das Zertifikat „Minimal-invasiver Chirurg“ [2].

Allen minimal-invasiven Eingriffen im Bereich der Bauchhöhle gemein ist die Benutzung von Trokaren, die den Zugang zur Körperhöhle schaffen und die als Führung für Optik und Instrumente dienen. Trokare und ihre tagtägliche Anwendung sind in chirurgischen, gynäkologischen und urologischen Operationssälen selbstverständlich geworden. Prinzipiell wenig bekannt sind bisher durch Trokare verursachte spezifische Komplikationen, die durch die hier typischen Verfahrensweisen und Zugangswege zu erklären sind. Mehr als die Hälfte der schwerwiegenden Komplikationen bei laparoskopischen Operationen geschehen bereits beim Erstzugang, also vor Beginn des eigentlichen operativen Eingriffs [3]. Hierzu zählen beispielsweise schwerwiegende Gefäßverletzungen, die bei der laparoskopischen Cholezystektomie mit einer Inzidenz von etwa 0,1

Prozent auftreten und mit einer Mortalität von etwa 15 Prozent immerhin die zweithäufigste Ursache für Todesfälle nach laparoskopischen Eingriffen sind [4].

Der „blinde“ Erstzugang mit der Veres-Nadel birgt ein gewisses Risiko für Verletzungen

Traditionell erfolgt bei einer Laparoskopie der Erstzugang in die Bauchhöhle mit einer so genannten Veres-Nadel. Diese besteht aus einem an der Spitze abgerundeten Insufflationsrohr, das durch einen Federmechanismus vorgeschoben wird, sobald mit der umhüllenden scharfen Inzisionskanüle die Bauchdecke durchstoßen wurde. Nach einem kleinen Hautschnitt, meist im Bereich des Nabels, wird mit der Veres-Nadel die Bauchhöhle punktiert und bis zu einem definierten Abdominaldruck mit Kohlendioxid gefüllt. Erst dann wird ein erster Trokar – wiederum ohne Sichtkontrolle – in das Abdomen eingebracht, über den dann mit einer Optik die Sichtkontrolle für das weitere Vorgehen ermöglicht wird.

Da die Veres-Nadel und der erste Trokar bei dieser Vorgehensweise „blind“ gesetzt werden, kann die scharfe Spitze der Veres-Nadel und des Trokars beim Durchdringen der Bauchdecke nicht optisch kontrolliert werden. Verschiedene Tests zur Bestimmung der richtigen Lage der Veres-Nadel (Injektion, Aspiration, Vakuum, Insufflationsparameter) werden bei der Anwendung grundsätzlich gefordert, haben aber Verletzungen von Gefäßen oder Bauchorganen nicht verhindern können [3]. Ein alternatives Vorgehen mit direktem Trokar-Zugang ohne vorher-

rige Anlage eines Pneumoperitoneums [5] hat sich nicht durchgesetzt. Wegen des blinden Erstzugangs weist dieses Verfahren wahrscheinlich ein ähnliches Risiko für viszerale und vaskuläre Komplikationen auf, wie die Verwendung der Veres-Nadel [6].

Trotz geringerer Risiken hat sich der offene Zugang in Deutschland bisher nicht durchgesetzt

Als Alternative zum geschlossenen, „blinden“ Verfahren mit der Veres-Nadel wurde von Hasson der so genannte „offene“ Zugang entwickelt [26]. Dabei wird für den Erstzugang ein hierfür speziell entwickelter stumpfer Trokar genutzt, der nach einer chirurgischen Mini-Laparotomie, also unter direkter Sichtkontrolle, platziert wird. Hasson publizierte später seine Ergebnisse an 5284 Patienten, bei denen nur in einem Fall eine Verletzung des Dünndarms beobachtet wurde und keine Gefäßverletzungen auftraten [7]. Große prospektive randomisierte Studien zum Vergleich von Veres-Nadel und offenem Verfahren liegen bis heute nicht vor. Allerdings zeigen retrospektive Daten zu 12444 offenen sowie 489335 geschlossenen Laparoskopien einen Vorteil für den offenen Zugang mit tendenziell weniger viszeralen (0,048% vs. 0,083%) und statistisch hochsignifikant weniger vaskulären Komplikationen (0 vs. 0,075%) als für den Erstzugang mit Veres-Nadel und Trokar [8]. Auch neuere systematische Analysen bestätigen das geringere Risiko vaskulärer Komplikationen [6] bzw. schwerwiegender Komplikationen beim offenen Zugang [9], während das Bild hinsichtlich viszeraler Verletzungen uneinheitlich ist. Eine in Deutschland durchgeführte prospektive, randomisierte Studie zum Vergleich von offener Laparosko-

pie und Veres-Nadel ergab, dass der offene Zugang schnell und ohne operationstechnische Nachteile zu verwirklichen ist [10]. Trotz der intensiven und unter Chirurgen häufig emotional geführten Diskussionen um die potentiellen Risiken des geschlossenen Zugangs hat sich die offene Zugangstechnik nach wie vor in Deutschland nicht durchgesetzt: nach einer 2005 durchgeführten Umfrage an bayerischen Kliniken erfolgt der Standardzugang bei laparoskopischen Cholezystektomien immer noch zu 78 Prozent geschlossen mit Hilfe der Veres-Nadel unter Anwendung von Standardtrokaren [11].

Die Entwicklung spezieller stumpfer Trokare und des offenen Zugangsverfahrens sind Beispiele für die Bemühungen, durch stetige Verbesserung der Instrumente und Verfahren die operativen Ergebnisse, das Handling für den Operateur und die Sicherheit des Patienten zu optimieren. Der folgende Beitrag über unterschiedliche Arten von Trokaren, ihre Anwendung und Sicherheit in der minimal-invasiven Chirurgie soll einen Überblick über den Entwicklungsstand in diesem Gebiet geben.

Die Spitzen der Trokardorne werden heute aber in diversen Formen hergestellt

Grundsätzlich besteht ein Trokar jeweils aus einem Trokardorn, um eine Öffnung in eine Körperhöhle (z. B. Bauchraum) zu schaffen und einer Trokarhülse, die zur Führung von Optik und Instrumenten und zur Insufflation von Gas dient. Ein guter Trokar sollte folgende Eigenschaften besitzen: Geringes Gewicht, stabile Führung, unkomplizierte Ventilfunktion mit gasdichter Reduziermöglichkeit auf unterschiedliche Innendurchmesser und gute An-

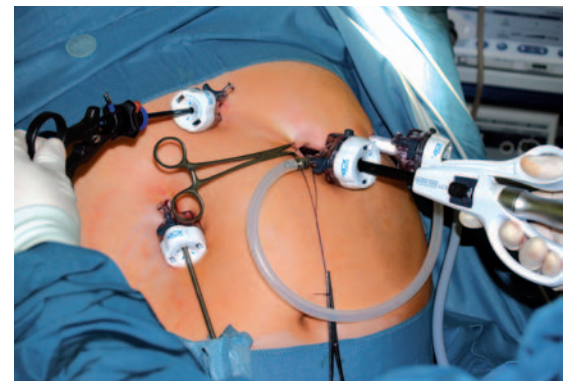


Abb. 1 a) Trokare für die laparoskopische Chirurgie (exemplarische Auswahl, v.l.n.r.: Trokar mit Magnetventil (Fa. MTB), Standard-Trokar mit Trompetenventil (Fa. Dufner), TroQ®-Trokar (Fa. Olympus), Xcel®-Trokar (Fa. J & J Ethicon Endo-Surgery), Convertible®-Trokar (Fa. Applied Medical), Versaport®-Trokar (Fa. Covidien). **b)** Trokare und Instrumente bei laparoskopischer Fundoplicatio.

wendungsmöglichkeit aller minimal-invasiven Instrumente, gute Haltefunktion in der Bauchdecke, geringes Trauma beim Einführen in die Bauchdecke, Risikoreduktion einer potentiellen Verletzung von Organen und eine ökonomisch günstige Preis-Leistungsrelation.

Das Wort Trokar geht wohl ursprünglich auf den französischen Ausdruck „trois carres“, drei Kanten, zurück. Die Spitzen der Trokardorne werden heute aber in diversen Formen hergestellt. Dabei ist insbesondere zu unterscheiden zwischen scharfen, schneidenden und stumpfen Trokaren, die das Gewebe nicht schneiden, sondern eher separieren (Abb. 2) [12]. Schneidende Trokare werden meist mit dreikantigem, pyramidalem oder konischem, kegelförmigem Profil hergestellt. Außerdem gibt es schneidende Trokare, die mit einer linearen Klinge eine Gewebeinzision schaffen, die anschließend durch eine konische Spitze dilatiert wird. Auch klingenlose, stumpfe Trokare werden mit unterschiedlich geformten Spitzen angeboten; so gibt es bilaterale Separatoren und konische Formen, die eine radiale Dilatation bewirken. Ebenfalls nach dem Separator-Prinzip arbeiten Trokare mit korkenzieherähnlicher Spiralführung.

Trokare werden heutzutage als mehrfach oder einmal verwendbare Instrumente hergestellt

Dabei werden mehrfach zu verwendende Trokare aus chirurgischem Stahl oder Kunststoffen gefertigt, während Einwegtrokare vorwiegend aus Verbundwerkstoffen mit eingespritzten Edelstahlteilen bestehen. Auch Hybridsysteme aus teilweise wiederverwendbaren und Einmalkomponenten werden angeboten (Abb. 1a, b). Beim Vergleich der direkt ausgabewirksamen Kosten sind Stahltrokare wegen ihrer Mehrfachverwendbarkeit vordergründig betrachtet im Vorteil. Für einen Vergleich zwischen mehrfach oder einmal zu verwendenden Trokaren sind jedoch auch Aufwand und Kosten für eine Wiederaufbereitung und insbesondere Unterschiede in der Funktionalität zu berücksichtigen [13]. Diese sind beispielsweise das Gewicht des Trokars, die Funktionalität der Ventile, die Variabilität der Anwendungsmöglichkeiten oder auch die Tatsache, dass sich eine Klinik bei der Entscheidung für mehrfach verwendbare Stahltrokare über mehrere Jahre technologisch festlegt. Deutsche Chirurgen entscheiden sich in Befragungen – unter Ausklammerung ökonomischer Entscheidungsaspekte – bei handha-

bungskritischen Geräten wie Trokaren bevorzugt für Einmalprodukte [13]. Tatsächlich eingesetzt werden aber in den deutschen chirurgischen Kliniken in der Realität aus ökonomischen Aspekten überwiegend Mehrweg-Trokare.

Die jeweilige Form der Spitze hat Einfluss auf die zum Eindringen und wieder Entfernen des Trokars notwendige Kraft sowie auf die Größe des daraus resultierenden Defekts in der Bauchdecke. Bei mehrfach zu verwendenden, schneidenden Trokaren verliert die Spitze mit der Anzahl der Anwendungen an Schärfe und die zum Durchdringen der Bauchdecke aufzuwendende Kraft steigt an [14]. Für den Chirurgen wird es so zunehmend schwieriger, die Kraft richtig zu dosieren und zu verhindern, dass unabsichtlich tiefer liegende Strukturen verletzt werden. Die Spitzen mehrfach verwendbarer Trokare müssen daher regelmäßig geschärft oder ausgetauscht werden. Den geringsten Kraftaufwand zum Einbringen in die Körperhöhle benötigt ein Einmaltrokar mit Klinge [14].

Stumpfe Trokare: Erhöhter Kraftaufwand, aber geringeres Risiko für unabsichtliche Verletzungen

Stumpfe, klingenlose Trokare, die auch als Separatoren bezeichnet werden, drängen das Gewebe entlang der Gewebefasern auseinander. Hierdurch ist zwar ein erhöhter Kraftaufwand zum Einführen des Trokars nötig, jedoch ist das zu erwartende Risiko für unabsichtliche Verletzungen geringer. Der Bauchdeckengewebedefekt ist bei Verwendung schneidender Trokare mit pyramidenförmiger oder linearer Klinge um den Faktor zwei bis drei größer als bei Einsatz eines stumpfen konischen Profils [15]. Dies lässt sich grundsätzlich über die bereits in Abbildung 2 gezeigte unterschiedliche Wirkungsweise stumpfer Trokare erklären, die Faszie wie Muskel-

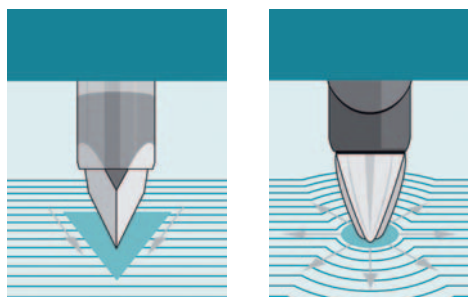
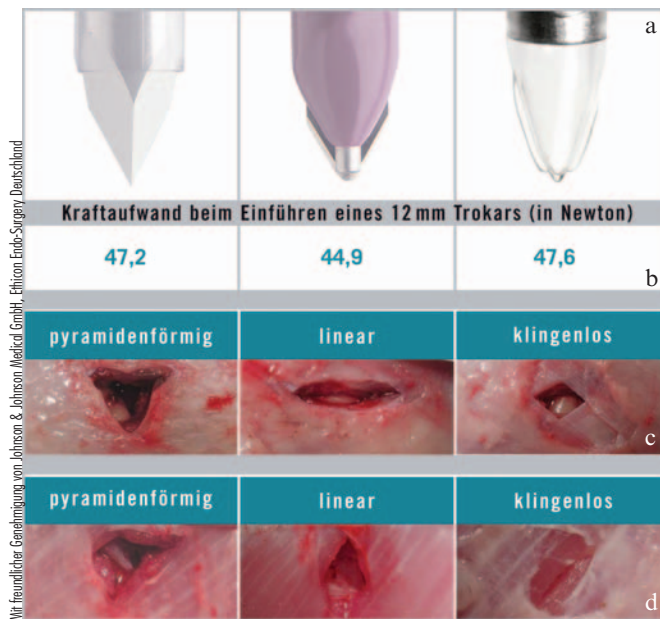


Abb. 2 Einwirkung einer scharfen (hier pyramidenförmigen) und einer nicht schneidenden Trokarspitze auf die Gewebefasern.

Mit freundlicher Genehmigung von Johnson & Johnson Medical GmbH, Ethicon Endo-Surgery Deutschland



Mit freundlicher Genehmigung von Johnson & Johnson Medical GmbH, Ethicon Endo-Surgery Deutschland

Abb. 3 Verschiedene Formen von Trokarspitzen (a), Kraftaufwand beim Einführen (b), Fasziendefekt (c) und Resultat nach Entfernen des Trokars (d) in einem Schweinemodell. Eingesetzt wurden zwei scharfe Trokare (pyramidenförmig bzw. Dilatationstrokare mit linearer Klinge) und ein klingenloser Trokar (bilateraler Separator), jeweils mit 12 mm Durchmesser.

fasern nicht durchtrennen, sondern lediglich entlang der Richtung der Gewebefasern separieren. In einem Schweinemodell konnte gezeigt werden, welchen Einfluss die Form der Trokarspitze auf das Ergebnis nach Zurückziehen des Trokars hat: Wird ein stumpfer Trokar entfernt, so retrahieren die schräg verlaufenden Muskelfasern und nehmen in etwa die Position wie vor dem Eingriff ein [16]. Die bessere Wiederannäherung des Gewebes nach Einsatz des klingenlosen bilateralen Separators im Vergleich zu den schneidenden Trokaren zeigt Abbildung 3. Die Art der Trokarspitze beeinflusst schließlich auch die Verankerung des Trokars in der Bauchdecke: Wohl wegen des geringeren Gewebedefekts ist bei stumpfen Trokaren die aufzuwendende Zugkraft und damit die Sicherheit gegenüber einem unerwünschten spontanen Herausrutschen des Trokars höher als bei schneidenden Trokaren [17]. Zusätzlich dient eine Profilierung der Trokarhülse der Verbesserung des Halts in der Bauchdecke.

Sogenannte Sicherheitstrokare haben sich nicht bewährt

Besonders gut schneidende Trokarspitzen können potentiell auch besonders leicht schwerwiegende Verletzungen verursachen. Im Bemühen, die Anwendungssicherheit beim blinden Erstzugang mit scharfen Trokaren zu verbessern, wurden daher Instrumente mit einem Klingenschutz entwickelt, der – ähnlich wie bei der Veres-Nadel – die scharfe Spitze bedecken soll, sobald die Bauchdecke durch-

stoßen ist. Bei den zwischen 1993 und 1996 der FDA gemeldeten Trokar-assoziierten Verletzungen waren diese „Sicherheitstrokare“ jedoch für 87 Prozent der Todesfälle aufgrund vaskulärer Verletzungen und für 91 Prozent der viszeralen Komplikationen verantwortlich [18]. Entsprechend forderte die FDA die Hersteller auf, angesichts des Fehlens klinischer Belege Werbeaussagen zur Sicherheit dieser Trokare, insbesondere die Verwendung des irreführenden Begriffs „Sicherheitstrokare“ zu unterlassen.

Ein anderer Weg, das Zugangsrisiko zu verringern, wurde mit der Entwicklung sogenannter „optischer“ Trokare beschritten, bei denen der Durchtritt durch die Bauchdecke aufgrund einer durchsichtigen Spitze unter direkter Sicht des in den Trokar eingeführten Laparoscops erfolgen kann [3, 19]. Aus einer kleinen Studie an 56 Patientinnen wurden positive Erfahrungen mit einem Optik-kontrollierten stumpfen Trokar und offenem Zugang berichtet [20]. Jedoch finden sich in der bereits genannten FDA-Datenbank auch zu stumpfen bzw. schneidenden optischen Trokaren einige Fallberichte mit Komplikationen [21].

Je größer der Durchmesser der Trokare, desto häufiger kommt es zu Trokarhernien

Ein wichtiger Aspekt der Anwendungssicherheit von Trokaren betrifft die seltenen, aber potentiell gefährlichen postoperativen Trokarhernien. Sie treten nach laparoskopischen Eingriffen mit einer

Wahrscheinlichkeit von 0,02 bis 7,7 Prozent auf. Ihre Häufigkeit steigt mit steigendem Durchmesser der verwendeten Trokare [22, 27]. Insbesondere beeinflusst die Form des verwendeten Trokars die Inzidenz von Trokarhernien. Da nach dem Zurückziehen eines stumpfen Trokars eine kleinere Faszienlücke im Vergleich zum scharfen Trokar bleibt und die intakte Muskulatur sich über den Defekt schieben kann, verursachen stumpfe Trokare seltener Trokarhernien als schneidende Trokare. Dies konnte in zwei klinischen Studien bei Patienten mit laparoskopischer Leistenhernienoperation oder Fundoplicatio belegt werden: Die Rate an Trokarhernien bei Verwendung eines stumpfen oder eines schneidenden Trokars lag bei 0,17 versus 1,83 Prozent der Patienten [23] beziehungsweise bei 0 versus 7,7 Prozent [24].

Um das Risiko einer Hernienbildung zu verringern, wird nach laparoskopischen Eingriffen mit Trokaren größeren Durchmessers von vielen Chirurgen ein Faszienverschluss vorgenommen. Ab welcher Trokargröße dies notwendig ist, wird in der Literatur nicht einheitlich beurteilt; zumindest ab einer Größe von mehr als zehn Millimetern wird ein Peritoneal- und Faszienverschluss auch bei Verwendung von stumpfen Trokaren empfohlen [22].

Inzwischen liegen zur Notwendigkeit eines Faszienverschlusses bei nicht-schneidenden Trokaren größeren Durchmessers zusätzliche Studiendaten vor: In zwei kleinen retrospektiven Studien mit jeweils 70 Patienten waren mit klingenlosen 10-mm- und/oder 12-mm-Trokaren auch ohne Faszienverschluss über median 11 Monate bzw. bis zu drei Jahre Beobachtungsdauer keine Trokarhernien aufgetreten [16, 28]. Diese positiven Ergebnisse wurden in zwei großen prospektiven Beobachtungsstudien bestätigt: Eine Studie beschreibt die Ergebnisse nach gynäko-

logischen laparoskopischen Eingriffen bei 511 Patientinnen mit insgesamt 1578 Trokaren, von denen 1260 Trokare klingenlos waren und 368 bzw. 480 einen Durchmesser von 11 bzw. 12 mm aufwiesen [25]. Bei 73 der 848 großen Trokare erschien dem Operateur wegen einer durch übermäßige Manipulation erweiterten Trokarinzision und/oder der erfolgten Reinsertion des Trokars ein Faszienverschluss notwendig.

Außer im Bereich des Nabels ist ein Faszienverschluss beim Einsatz klingenloser Trokare bis 12 Millimeter verzichtbar

Bei den ohne Faszienverschluss verbliebenen 775 Lokalisationen wurde lediglich bei einem 11-mm-Trokar am sechsten postoperativen Tag eine Trokarhernie beobachtet (0,19%). Die andere Studie berichtet über 849 Patienten, von denen sich 844 einer laparoskopischen Roux-en-Y-Magen-Bypass-Operation unterzogen, die, wiederum ohne Faszienverschluss, mit jeweils fünf klingenlosen optischen 12-mm- und jeweils zwei stumpfen 5-mm-Trokaren durchgeführt wurde [29]. Hier wurden zwei Trokarhernien, entsprechend einer Inzidenz von 0,2 Prozent, beobachtet. Mit etwa 0,2 Prozent liegt somit in beiden Studien die Häufigkeit einer Hernienbildung bei Einsatz von klingenlosen Trokaren bis 12 mm – auch ohne Faszienverschluss – unterhalb des in der Literatur bisher als Schätzwert für die Inzidenz von Trokarhernien angegeben Bereichs von einem Prozent [22]. Beide Autorenguppen halten daher in diesen Situationen einen Faszienverschluss für entbehrlich. Soweit ein Trokar nicht in einem Bereich um den Nabel gesetzt wird, wo ein Verschluss des Defekts durch die Muskulatur nicht möglich ist,

Fazit für die Praxis

- Trokare sind Standardinstrumente in der minimal-invasiven Chirurgie, deren Anwendung spezielle Risiken beinhaltet. Sogar Todesfälle wurden bei der Anwendung von Trokaren berichtet.
- Der Erstzugang hat in der minimal-invasiven Chirurgie einen entscheidenden Einfluss auf die Komplikationsrate. Im Vergleich zum blinden Zugang mit der Veres-Nadel erscheint heute das offene Verfahren mit einer Mini-Laparotomie aufgrund der Datenlage als praktikablere Alternative mit deutlich geringerem Risikoprofil.
- Im Vergleich zu schneidenden Trokaren gewährleisten klingenlose Trokare ein geringeres lokales Verletzungsrisiko, einen kleineren Bauchdecken-Gewebedefekt und eine potentiell bessere Verankerung des Trokars in der Bauchdecke. Klingenlose Trokare verursachen seltener Trokarhernien und können gegebenenfalls auch ohne Faszienverschluss eingesetzt werden.

erscheint daher beim Einsatz geeigneter klingeloser Trokare bis zum Durchmesser von 12 mm ein Vorgehen ohne Faszienverschluss vertretbar.

Literatur

1. Müller JM (1999) Videoendoskopische Chirurgie: Eine Standortbestimmung. *Dtsch Arztebl* 96: 1779–1785
2. Zylka-Menhorn V (2006) Minimalinvasive Chirurgie: Deutsche Operateure setzen internationale Standards. *Dtsch Arztebl* 103: 1274–1276
3. Vilos GA, Ternamian A, Dempster J, Laberge PY (2007) Laparoscopic entry: a review of techniques, technologies, and complications. *J Obstet Gynaecol Can* 29: 433–465
4. Philips PA, Amaral JF (2001) Abdominal access complications in laparoscopic surgery. *J Am Coll Surg* 192: 525–536
5. Dingfelder JR (1978) Direct laparoscope trocar insertion without prior pneumoperitoneum. *J Reprod Med* 21: 45–47
6. Molloy D, Kaloo PD, Cooper M, Nguyen TV (2002) Laparoscopic entry: a literature review and analysis of techniques and complications of primary port entry. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 42: 246–254
7. Hasson HM (1999) Open laparoscopy as a method of access in laparoscopic surgery. *Gynaecol Endosc* 8: 353–362
8. Bonjer HJ, Hazebroek EJ, Kazemier G, et al (1997) Open versus closed establishment of pneumoperitoneum in laparoscopic surgery. *Br J Surg* 84: 599–602
9. Merlin TL, Hiller JE, Maddern GJ, et al (2003) Systematic review of the safety and effectiveness of methods used to establish pneumoperitoneum in laparoscopic surgery. *Br J Surg* 90: 668–679
10. Peitgen K, Nimtz K, Hellinger A, Walz MK (1997) Offener Zugang oder Veres-Nadel bei laparoskopischen Eingriffen? Ergebnisse einer prospektiv randomisierten Studie. *Chirurg* 68: 910–913
11. Hüttl TP, Nusser F, Jauch KW (2007) Aktuelle Trends in der Therapie der Cholezysto- und Choledocholithiasis – Analyse einer Umfrage an bayerischen Kliniken. 124. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. German Medical Science, München
12. ECRI Guidance article (1998) Trocars: safety and selection. *Health Devices* 27: 375–395
13. von Eiff W (2006) Vom Preisvergleich zum Risk Assessment – Komplexitätskosten als Kalkulationsansatz. *Krankenhausumschau* 75: 24–28
14. Kelty CJ, Super PA, Stoddard CJ (2000) The driving force in trocar insertion: a comparison between disposable and reusable trocars. *Surg Endosc* 14: 1045–1046
15. Tarnay CM, Glass KB, Munro MG (1999) Incision characteristics associated with six laparoscopic trocar-cannula systems: a randomized, observer-blinded comparison. *Obstet Gynecol* 94: 89–93
16. Liu CD, McFadden DW (2000) Laparoscopic port sites do not require fascial closure when nonbladed trocars are used. *Am Surg* 66: 853–854
17. Hamade AM, Issa ME, Haylett KR, Ammori BJ (2007) Fixity of ports to the abdominal wall during laparoscopic surgery: a randomized comparison of cutting versus blunt trocars. *Surg Endosc* 21: 965–969
18. Bhojru S, Vierra MA, Nezhat CR, et al (2001) Trocar injuries in laparoscopic surgery. *J Am Coll Surg* 192: 677–683
19. Schoonderwoerd L, Swank DJ (2005) The role of optical access trocars in laparoscopic surgery. *Surg Technol Int* 14: 61–67
20. Kaali SG, Barad DH, Merkatz IR (1997) Modified open laparoscopy through placement of an optical surgical obturator. *Fertil Steril* 67: 969–971
21. Sharp HT, Dodson MK, Draper ML, et al (2002) Complications associated with optical-access laparoscopic trocars. *Obstet Gynecol* 99: 553–555
22. Holzinger F, Klaiber C (2002) Trokarhernien. Eine seltene, potenziell gefährliche Komplikation nach laparoskopischen Eingriffen. *Chirurg* 73: 899–904
23. Leibl BJ, Schmedt CG, Schwarz J, et al (1999) Laparoscopic surgery complications associated with trocar tip design: review of literature and own results. *J Laparosc Adv Surg Tech* 9: 135–140
24. Ridings P, Evans DS (2000) The transabdominal preperitoneal (TAPP) inguinal hernia repair: a trip along the learning curve. *J R Coll Surg Edinb* 45: 29–32
25. McCarus SD, Zimberg SE, Blanchette-Porter M, et al (2004) Gynecological laparoscopy improving outcomes without trocar site fascial closure: a multicenter trial. American College of Surgeons, 90th Annual Clinical Congress, New Orleans
26. Hasson HM (1971) A modified instrument and method for laparoscopy. *Am J Obstet Gynecol* 1971; 110: 886–887
27. Lajer H, Widecrantz S, Heisterberg L (1997) Hernias in trocar ports following abdominal laparoscopy. A review. *Acta Obstet Gynecol Scand* 76: 389–393
28. Siqueira TM Jr, Paterson RF, Kuo RL, et al (2004) The use of blunt-tipped 12-mm trocars without fascial closure in laparoscopic live donor nephrectomy. *JSL* 8: 47–50
29. Rosenthal RJ, Szomstein S, Kennedy CI, Zundel N (2007) Direct visual insertion of primary trocar and avoidance of fascial closure with laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Endosc* 21: 124–128

Dr. med. Klaus Peitgen
 Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie –
 Zentrum für Minimal-Invasive Chirurgie
 Knappschaftskrankenhaus Bottrop
 Osterfelder Straße 157
 46242 Bottrop
 eMail: klaus.peitgen@kk-bottrop.de