

Apparative und technische Voraussetzungen für die arthroskopische Chirurgie am Kniegelenk

J. Grifka, M. Moraldo und J. Krämer

Orthopädische Universitätsklinik im St. Josef-Hospital (Direktor: Prof. Dr. J. Krämer), Bochum

Apparatus and technical equipment for arthroscopic knee surgery

Summary. The continuous improvement of instrumentation and equipment is the reason for the steady increase in arthroscopic operations. As the technical equipment is becoming increasingly complicated, attention must be paid to training and standardized procedures in order to ensure that the arthroscopic operative procedure is fast, safe, and without complications. Special operative techniques and instruments have been approved for clinical use, depending on the arthroscopic operation.

Key words: Arthroscopy equipment – Arthroscopyinstruments – Positioning – Irrigation solution – Insertion sites.

Zusammenfassung. Die stete zahlenmäßige Zunahme arthroskopischer Operationen und die Verfeinerung der Operationstechnik basiert maßgeblich auf der Entwicklung des technischen Instrumentariums. Bei einer zunehmend komplizierteren, aufwendigen gerätetechnischen und instrumentellen Ausstattung ist im besonderen Maße auf eine zweckmäßige Ausstattung und einen routinemäßig standardisierten Ablauf zu achten, um ein gefahrloses, sicheres und schnelles arthroskopisches Vorgehen zu gewährleisten. Im täglichen Einsatz haben sich für die verschiedenen arthroskopischen Operationen bestimmte Vorgehensweisen mit speziellen Instrumenten bewährt.

Schlüsselwörter: Arthroscopie-Ausstattung – Arthroscopie-Instrumentarium – Lagerung – Spülflüssigkeit – Zugänge.

Die gerätetechnische Entwicklung des Arthroscopie-equipments ist eine wesentliche Voraussetzung für unseren heutigen Stand der arthroskopischen Operationen.

Die Idee, die Eigenschaften von Zystoskop [49] und Laparoskop [6] für die Kniegelenk-inspektion zu nutzen, konnte erst nach Schaffung entsprechender technischer Voraussetzungen brauchbar umgesetzt werden. Einen wesentlichen Anstoß für die technische Entwicklung gab Watanabe, der 1955 die erste arthroskopische Operation vornahm und dessen Arthroskop Nr.21 Maßstab und Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen war [46]. Eine

rasante technische Entwicklung mit immer wieder neuen Geräten und Instrumenten hat seit den 70er Jahren stattgefunden, mit dem zunehmenden, routinemäßigen Einsatz der Arthroscopie bei den verschiedensten Gelenkerkrankungen – zunächst vor allem in der Diagnostik und schließlich im wesentlichen in der Therapie.

Eine kritische Prüfung der technischen und apparativen Voraussetzungen muß sich unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung und des Vorgehens bei der Arthroscopie an der Zweckmäßigkeit dieser Instrumente orientieren. Im nachfolgenden wird speziell die Kniegelenk-arthroscopie betrachtet.

Indikationsspektrum

Da die Arthroscopie nur wenig traumatisierend ist, kann die Versuchung bestehen, die Arthroscopie als Ergänzung der klinischen Diagnostik zu sehen. Doch auch und gerade, wenn wir die Arthroscopie wegen ihrer zahlreichen und bedeutenden Vorteile gegenüber der Arthrotomie schätzen und das Indikationsspektrum der Arthroscopie wesentlich größer ist als das ehemals bei der Arthrotomie war, sollte dieses Verfahren nicht für den „Check up“ eingesetzt werden [14, 29].

So wie wir für die Arthrotomie eine klare Indikation verlangten und die Probearthrotomie ablehnten, müssen wir dies für die Arthroscopie fordern, und solche Arthroscopien, die als rein diagnostische Maßnahmen im Sinne der Staturerhebung geplant sind, als Fehlindikation einstufen.

Durch die Arthroscopie haben sich die *therapeutischen Möglichkeiten erweitert*. Man denke beispielsweise an Gonarthrosen, wo der Entschluß zur Arthrotomie erst gestellt wurde, wenn ausgeprägte röntgenologische Veränderungen vorlagen. Die Arthroscopie hat eine präzise Lokalisation und Beurteilung der Chondromalazie ermöglicht und damit die guten Ergebnisse der Oberflächenbearbeitung in den Stadien II und III nach Outerbridge [39] zustande kommen lassen [44]. Auch kleine Läsionen können gezielt bearbeitet werden.

Für die Indikationsstellung zur Arthroscopie ist eine *ausreichende Erfahrung* im operativen arthroscopischen Vorgehen erforderlich. An unserer Klinik wird seit Einrichtung der Abteilung (1981) die arthroscopische Chi-

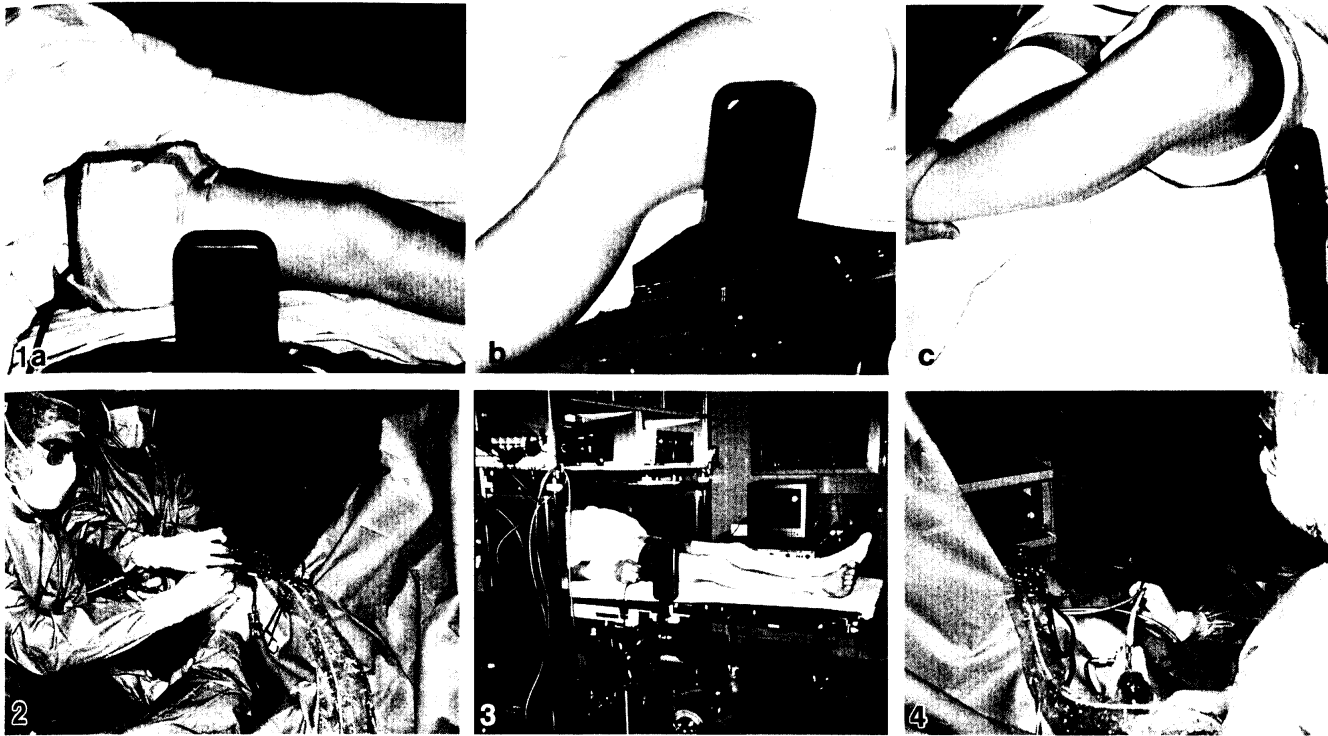


Abb. 1. **a** Seitstütze handbreit über dem Kniegelenk bei horizontal gestellter Beinauflage des Operationstisches. **b** Valgusstreß zum Aufklappen des medialen Kompartiments mit Seitstütze als Hypomochlion. **c** Lagerung nach Glinz (sog. Viererposition) zum Aufklappen des lateralen Kompartiments

Abb. 2. Problemlose Operationslagerung bei Arthroskopie im Sitzen

Abb. 3. Geräteanordnung in einem Überbau über dem Operationstisch mit erschwertem Zugriff

Abb. 4. Anordnung aller Gerätschaften im Blickfeld der Operateure

urgie durchgeführt. Die spezielle Operationstechnik wird in Zusammenarbeit mit der Stiftung zur Förderung der Arthroskopie in Kursen für Fortgeschrittene weitergegeben. Aufgrund des geringen Operationstraumas konnte die Arthroskopie auch im ambulanten Bereich etabliert werden.

Technisches Umfeld

Für das arthroskopische Vorgehen ist wichtig, daß alle Möglichkeiten des Einblicks auch in versteckt liegende Strukturen genutzt werden können. Voraussetzung hierfür sind eine gute Sicht und problemlose Lagerung des Kniegelenks. Ebenso wie die Methodik des arthroskopischen Vorgehens muß der Betrieb der technischen Einrichtungen *routinemäßig standardisiert* sein, um nicht die Operation in ihrer Erfordernis einzuschränken, die Dauer der Operation zu verlängern oder gar Komplikationen zu verursachen.

Lagerung

Die Lagerung des Kniegelenks muß eine gute Inspektion auch der dorsalen Gelenkabschnitte und eine dauerhafte Einstellung erlauben. Wir lagern grundsätzlich beide Beine mit horizontal gestellter Beinauflage des Operationstisches. Handbreit über dem Kniegelenk wird lateral eine Seitstütze angebracht, die als Hypomochlion für eine Aufdehnung des medialen Kompartiments in Valgusstreß dient, insbesondere zur Darstellung des Innenmeniskus-hinterhorns, das in annähernd 90% der Fälle einer Meniskusverletzung betroffen ist. Das laterale Kompartiment kann dorsal gut in der Glinz-Position eingesehen werden (Abb. 1 a–c). Die Operateure sitzen bei der Arthroskopie (Abb. 2).

Bei Gebrauch eines *Beinhalters*, der den Oberschenkel umfaßt, wird am hängenden Knie mit abgeklappter Beinauflage arthroskopiert. Um eine übermäßige Lordosierung bei hängenden Beinen zu vermeiden, schlägt Rosenberg [43] die erhöhte Lagerung des nicht zu operierenden Beins in einer gepolsterten Schale mit leichter Flexion der Hüfte von weniger als 60° vor, um den venösen Abfluß nicht durch die Hüftbeugung zu behindern.

Bei Verwendung eines Beinhalters muß distal am Oberschenkel genügend Platz verbleiben, damit im Bedarfsfall ein guter Zugang in ausreichender Höhe über dem Kniegelenk möglich und eine Inzision nicht durch Sterilitätsprobleme limitiert ist. Bei Gebrauch einer Seitstütze wird diese steril abgedeckt. Die Stütze kann bei Bedarf ohne Sterilitätsprobleme entfernt werden.

Bei Beinhaltern sind Frakturen während der Operation beschrieben [47]. Bei Verwendung einer Seitstütze wird dieser Gefahr insofern vorgebeugt, als das Knie mit zunehmendem Valgusstreß zum Aufklappen des media-

len Kompartiments über die Seitstütze rutscht und somit vom Streß befreit ist.

Geräteanordnung

Die Anordnung der verschiedenen Gerätegehäuse wie Lichtquelle, Videorekorder, Diathermieeinheit und Fräsermotor in einem Überbau über dem Operationstisch hat sich nicht bewährt (Abb. 3). Dem Vorteil der Platzersparnis stehen gravierende Nachteile entgegen. Von Patienten in Regionalanästhesie wird oft ein Angstgefühl der Bedrängung geäußert, auch ist der Zugriff zu den Instrumenten erschwert, da diese über dem steril abgedeckten Bereich stehen und relativ hoch angeordnet sind.

Die Anordnung sämtlicher Gerätschaften auf der gegenüberliegenden Seite des zu operierenden Beines hat sich bewährt. Bei der Arthroskopie mit gestreckter Beinauflage auf einem horizontal gestellten Tisch sind auf diese Weise alle Geräte bequem *im Blickfeld* der sitzenden Operateure (Abb. 4).

Blutleere/-sperre

Wie bei offenen Knieoperationen sollte auch bei einer Arthroskopie eine Blutleere angelegt werden. Dadurch werden unnötige Sichtbehinderungen durch nachströmendes Blut während der Arthroskopie reduziert. Kieser [22] beschreibt vereinzelte ischämische Schäden des N. ischiadicus bzw. seiner Äste. Kontraindikationen für eine Blutleere sieht er bei höherem Alter, starken Rauchern und diabetischen Zirkulationsstörungen. In unserer Klinik wird *prinzipiell* eine *Blutleere* angelegt. Ausnahmen sind lediglich eine zwingend erforderliche Arthroskopie bei arterieller Durchblutungsstörung, Phlebothrombose oder Verletzungen im Oberschenkelbereich. Komplikationen mit dauerhaften Störungen sind bei unseren Patienten nicht aufgetreten. Bei 4% unserer Patienten waren ein lokaler Oberschenkelschmerz [37] oder vorübergehende Sensibilitätsstörungen festzustellen.

In Abhängigkeit vom Oberschenkelumfang verwenden wir Drücke von 250–450 mm Hg. Klein [25] verwendet Drücke von 250–350 mm Hg. Kohn [27] beschreibt das routinemäßige Anlegen einer Blutsperrmanschette, die nur bei auftretender Sichtbehinderung gefüllt wird. Dies führt jedoch zwangsläufig zu einer Störung des Operationsablaufs. Wir sehen es als wesentlich günstiger an, *prinzipiell* eine *Blutleere* anzulegen und ggf. bei länger dauernden Operationen eine vorübergehende Unterbrechung der *Blutleere* vorzunehmen.

Anästhesieform

Für das Verwenden der Blutleermanschette ist eine Regional- oder Allgemeinanästhesie erforderlich. Damit ist zugleich auch eine entsprechende *Relaxation* der Muskulatur gegeben, um das Kniegelenk ausreichend aufklappen zu können und bei besseren intraartikulären Platzverhältnissen knorpelschonend zu arbeiten.

Bei ambulanten Arthroskopien werden gern Lokalanästhetika eingesetzt, die vom Operateur in den Inzisionsbereichen sowie intraartikulär appliziert werden. In Lo-

kalanästhesie sind Manipulationen am Kniegelenk i. allg. erschwert. Mit der Absicht, die mangelhafte Relaxation zu verbessern, wird eine Diazepammedikation appliziert [30, 31]. Wieviel die Lokalanästhetikasubstanz tatsächlich am Kniegelenk wirkt, ist schwer abzuschätzen, da zwischen 41 und 66% von intraartikulär verabreichtem Lidocain direkt in die Spülflüssigkeit verloren geht [45]. Dies veranlaßt wiederum dazu, höhere Dosen zu applizieren. Dabei sind nachteilige lokale Auswirkungen zu bedenken. So wurde für Carbostesin (Bupivacain) eine Hemmung der Proteoglykansynthese nachgewiesen [38]. Wegen der fehlenden Möglichkeit der Blutleere werden bei Lokalanästhesie mitunter zusätzlich vasokonstriktorische Substanzen mitverabreicht [30].

Stabilitätsprüfung

Im Routinebetrieb mit Arthroskopie in Regional- oder Allgemeinanästhesie sowie Lagerung auf dem durchgehenden Operationstisch wird bei uns nach eingetretener Anästhesie noch vor Anlegen der Blutleermanschette eine manuelle Stabilitätsprüfung durchgeführt. Bei Verdacht auf Kniebandinsuffizienz liegt das Ergebnis der sonographischen Instabilitätsanalyse vor, das mit einem speziell entwickelten klinischen Meßverfahren ermittelt wird [16].

Abdeckung

Wegen austretender Flüssigkeit muß die gesamte oberste Abdeckschicht *wasserdicht* sein. Das Bein wird vom Fuß bis distal zur Blutleermanschette desinfiziert. Damit keine Desinfektionsflüssigkeit unter die Manschette läuft, wird die Blutleermanschette mit Watte unterpolstert und am distalen Rand mit einer Operationsfolie abgeklebt (s. Abb. 1). Das desinfizierte Bein wird mit einer Stockinette überzogen und ein wasserundurchlässiges Lochtuch bis proximal des Kniegelenks übergezogen. Eine Operationsfolie über dem Kniegelenk verhindert den Eintritt von Flüssigkeit in die ventral des Kniegelenks aufgeschnittene Stockinette. Im Bereich der Stichinzisionen wird die Operationsfolie entfernt. Die Arthroskopeure haben wasserdichte Kittel, die Instrumentationsschwester, die nicht am Operationstisch selbst zu tun hat, arbeitet mit einem herkömmlichen Operationskittel.

Videokette

Eine Videokette mit guter Ausleuchtung des Gelenks und klarer Abbildung auf dem Monitor ist eine unverzichtbare Arbeitsbedingung. Wattzahl der Lichtquelle, Leistung der Kamera, Güte der Optik sowie Qualität und Alter des Lichtleitkabels stehen in einer gegenseitigen Abhängigkeit [1]. Für eine genügende Ausleuchtung des Kniegelenks muß eine *leistungsstarke Lichtquelle* vorhanden sein. Geräte mit einer Leistung bis zu 250 W sind ausreichend. Die gewünschte Lichtleistung sollte wahlweise einstellbar sein, um sowohl eine ungenügende Ausleuch-

tung, als auch eine Überblendung bei zu starker Lichtintensität vermeiden zu können.

Als Lichtleitkabel haben sich *Faserkabel* bewährt. Sie sind relativ flexibel und gut zu handhaben. Auch können sie autoklaviert werden. Der Defekt einzelner Fasern des Lichtleitkabels zeigt sich durch schattenähnliche Verdunklungen auf dem Monitor. Fluidkabel haben eine bessere Lichtleitungsfähigkeit, sind jedoch starrer als Faserlichtkabel und können nicht sterilisiert werden; sie müssen zur Desinfektion in Lösung eingelegt werden.

Als Videokameras haben sich *Chipkameras* durchgesetzt. Bei gleich guter Bildqualität wie Röhrenkameras haben sie den Vorteil wesentlich kleiner, leichter, handlicher und weniger stör anfällig zu sein. Bei der Arretierung der Kamera auf dem Arthroskop ist darauf zu achten, daß die Kamera weder zu fest aufsitzt und dadurch eine gewünschte einstellbare Rotation erschwert wird, noch darf die Drehung der Kamera zu leicht möglich sein, da dann eine unkontrollierte Verdrehung der Kamera während des Arbeitsvorgangs auftritt. Die Kamera muß also sowohl rotations sicher als auch gut drehbar aufsitzen.

Eine *Dokumentation*, die vor allem für den Operateur gedacht ist, kann üblicherweise per Videoaufnahme erfolgen oder auch durch besondere Vorrichtungen zur Fotografie. Glas et al. [13] berichten über ein besonderes Verfahren: Ein modifiziertes CRP-Polaroid-Bildschirm-Kamera-System ermöglicht eine Sofortbilddokumentation als Ergänzung für den Arthroskopiebericht oder auch bei gutachterlichen Fragestellungen.

Optik

Die Arthroscopie sind in der Regel mit Stablinsoptiken ausgestattet. Als Standardarthroskop hat sich die 30°-Optik durchgesetzt. In unserer Klinik kommt die 70°-Optik nicht zum Einsatz. Mit entsprechender Arthroskopietechnik können alle Abschnitte des Kniegelenks mit der 30°-Optik gut beurteilt werden [35]. Bei der 70°-Optik besteht in besonderem Maße die Gefahr der Knorpelverletzung, weil die Vorschieberichtung nicht im Blickfeld ist.

Medium

Als Medium für die Arthroskopie hat sich *Flüssigkeit* durchgesetzt. Klein et al. [23] fanden in einer kontrollierten Studie in 34% der Fälle Probleme bei Gas und in 8% bei Flüssigkeit. Als häufigstes Problem beim Gasmedium tritt eine Sichtbehinderung auf, beispielsweise wegen Blasenbildung durch Restflüssigkeit im Gelenk, Beschlagen der Optik durch Verdunstung und Verschmieren der Optik durch Blutung oder Erguß. Wegen schwerwiegender Komplikationen sollte Gas nicht verwendet werden. Kieser [22] berichtet über 2 Gasembolien mit Todesfolge bei Frakturen.

Als Flüssigkeit werden Ringer-Lösung, steriles Wasser, NaCl- oder elektrolytfreie Lösungen verwandt. Auswirkungen der einzelnen Lösungen auf den Knorpelstoffwechsel werden unterschiedlich beurteilt [3, 41]. Mittels Flüssigkeit ist die arthroskopische Spülung von Blut und

Detritus zu Anfang sowie auch kontinuierlich möglich, außerdem ist der Einsatz von motorgetriebenen Instrumenten und Saugpunchen möglich. An unserer Klinik benutzen wir prinzipiell eine *elektrolytfreie* Mannit-Sorbit-Lösung, um stets den Einsatz aller Instrumente, einschließlich Elektromesser, zu gewährleisten und Verwechslungen des Mediums auszuschließen.

Der Flüssigkeitszufluß wird in unserer Klinik über das Arthroskop eingeleitet. Auf eine Inflowkanüle wird bewußt verzichtet. Diese Kanüle hat sich als nicht notwendig erwiesen. Außerdem birgt jede zusätzliche Inzision die Gefahr einer möglichen Komplikation. Für die Irrigation des Gelenks ist der Flüssigkeitszufluß dem -abfluß anzugleichen. Bei Pumpsystemen ist auf eine entsprechende Regelung des Druckes zu achten [9]. Mutschler [36] hat bei der Prüfung des intraartikulären Druckes an Leichenknien erhebliche Schwankungen festgestellt. Bei Pumpen mit einem eingestellten Druck von 237 mm Hg schwankten die intraartikulären Meßwerte zwischen 237 und 495 mm Hg. Eine *erhebliche Druckerhöhung* tritt bei schneller Flexion des Kniegelenks bis 90° auf. In allen Fällen der Pumpenanwendung rupturierten die Gelenkkapseln mit Flüssigkeitsaustritt in die Weichteile. Bei reinem Gravitätszufluß traten zwar keine Gelenkrupturen auf, doch lagen die intraartikulären Druckwerte zwischen 97 und 270 mm Hg.

Small [47] berichtet in einer Sammelstudie von 8791 Kniearthroskopien über kein Kompartimentsyndrom. Wir haben bei über 6000 Arthroskopien ein Kompartimentsyndrom zu verzeichnen. In diesem Fall lag eine traumatische Kapselläsion und eine Operationszeit von 1½ h vor.

Bei Verwendung einer Pumpe ist der eingestellte Druck vom Operateur zu überprüfen. Bei *hydrostatisch* reguliertem Zufluß kann die Höhe der Beutel jederzeit per Blickkontrolle abgeschätzt werden (Abb. 5). Eine Höhe der Flüssigkeitsbeutel von 1,5 m über dem Knie [25] ist für die vollständige Entfaltung des Kniegelenks ausreichend. Selbst eine geringere Höhe hat sich als ausreichend bewährt (70–120 mm Hg) [10]. Bei vermehrtem Abfluß – z. B. aufgrund mehrerer Zugänge – kann der Zufluß durch dosiertes Höherhängen der Beutel gesteigert werden. Eine zu hohe Positionierung der Beutel muß vermieden werden, um nicht durch den erhöhten Druck eine vermehrte ödematöse Quellung des Kniegelenks hervorzurufen oder sogar ein Kompartimentsyndrom auszulösen.

Zugänge

Als *Primärzugang* hat sich der anterolaterale Zugang (Abb. 6) bewährt, über den die Optik eingesetzt wird [26, 32, 50]. Nach palpatorischer Orientierung lassen sich hier Haut, dünne Subkutanschicht und Gelenkkapsel gut penetrieren. Die Inzision für den anterolateralen Zugang wird bei seitlich neben dem horizontalstehenden Tisch hängenden Bein gesetzt. Zum Einführen des Arthroscops wird lediglich der stumpfe Trokar benutzt, nie der spitze, um dadurch keine intraartikulären Läsionen zu setzen, die vor allem den Knorpel betreffen. Nerven oder Gefäßverletzungen sind bei Inzision im lateralen Trigonum

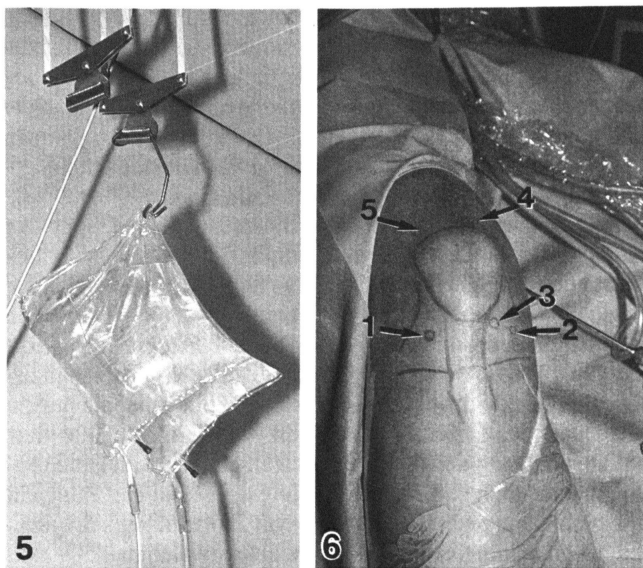


Abb. 5. Deckenlift für die Flüssigkeitsbeutel, im Regelfall mit einer Höhe von 1,5 m über dem zu arthroskopierenden Kniegelenk; mögliche Höhe von 2 m erwünscht

Abb. 6. Zugänge: 1 anterolateraler Standardzugang, 2 tief anteromedial, 3 hoch anteromedial, 4 superolateral, 5 superomedial

Abb. 7. Gezielte Lage des 2. Zugangs (linkes Knie) durch Sondierung mit einer Kanüle

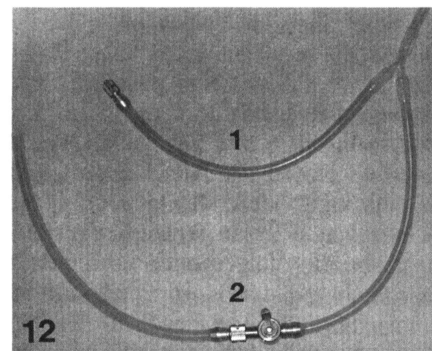
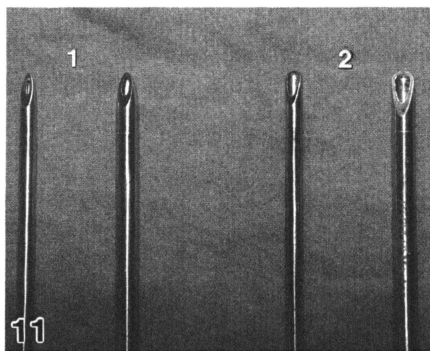
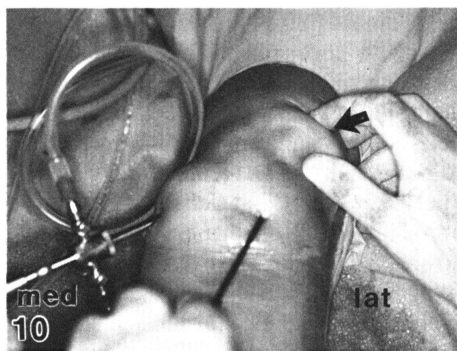
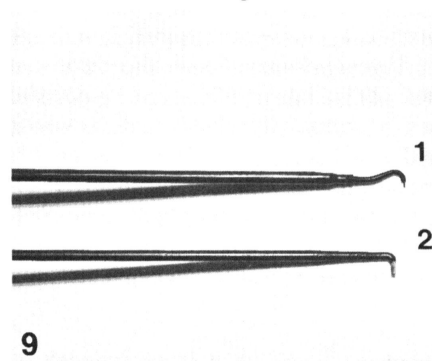
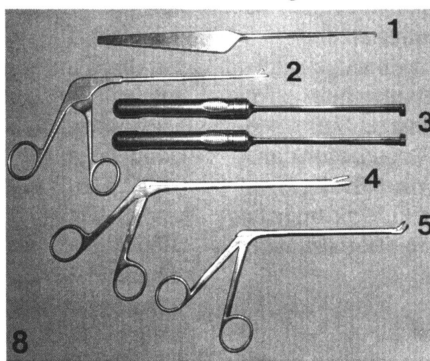
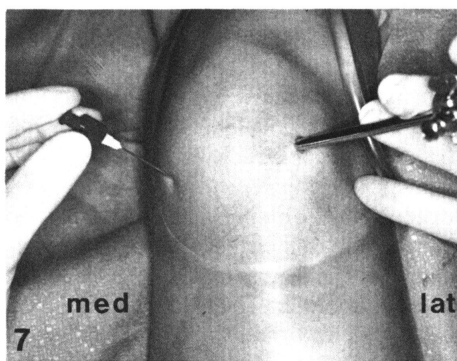
Abb. 8. Standardinstrumentarium: 1 Tasthaken, 2 kleiner gerader Punch, 3 seitliche Punchs (90° gewinkelt), 4 gerade Faßzange, 5 gebogene Faßzange

Abb. 9. Elektromesser: 1 kleine Spitze für enge Verhältnisse (Menskuschirurgie), 2 große Spitze für Arthrolysen, Plicae, laterales Release

Abb. 10. Laterales Release am linken Kniegelenk. Elektromesser über einen relativ proximalen, anterolateralen Zugang geführt. Optik von anteromedial. Die vollständige Durchtrennung der Retinkula zeigt sich äußerlich durch subkutane Flüssigkeitsfüllung (Pfeil)

Abb. 11. Motorgetriebene Fräser: 1 mit längsovaler Auflagefläche zur Knorpelglättung, 2 zur Synovektomie

Abb. 12. Absaugschlauch mit Y-Gabel: 1 Arthroskopanschluß, 2 Saugfräseranschluß mit Durchflußdrosselung



nicht zu befürchten. Bei entsprechender Lagerung können von hier aus in der Regel alle intraartikulären Kniegelenkabschnitte gut beurteilt werden. Vor der Spiegelung wird stets gespült, ggf. kann zuvor Punktat oder ein Abstrich gewonnen werden.

Wird von vornherein eine Retinakulaspaltung beabsichtigt, kann der anterolaterale Zugang etwas proximaler gewählt werden. Von hier aus wird dann das Elektromesser geführt, während die Optik dem Schneidevorgang von anteromedial folgt.

Nach kompletter diagnostischer Arthroskopie wird der 2. Zugang mit anteromedialer Lokalisation (Abb. 6) gezielt gewählt, entsprechend der zu bearbeitenden Läsion(en). Dies geschieht durch Sondierung mit einer Kanüle, die mit ihrer Spitze an die gewünschte Stelle gebracht wird (Abb. 7). Die Lage der Kanüle kann beliebig

korrigiert werden. Bei Ausleuchtung der Haut über der 2. Zugangsstelle kann eine Inzision über Gefäßen, in deren Begleitung auch Ausläufer des N. saphenus laufen [48], gemieden werden.

Zur Synovektomie werden zusätzlich ein superolateraler als auch ein superomedialer Zugang (Abb. 6) gewählt, um die Synovialis möglichst umfassend auszuschälen. Posterolateraler und posteromedialer Zugang werden zur weiteren Vervollständigung benutzt [26].

Gerätetechnische Minimalausstattung

Für den Einstieg in die Arthroskopie werden als Minimalausstattung die Gerätschaften der Videokette sowie 30°-Optiken benötigt. Optiken sind gerade in ungeübter Hand

am meisten gefährdet. Sie sollten stets mehrfach vorhanden sein. Folgt man dem Grundsatz, daß keine Operation begonnen werden soll, wenn man nicht dazu in der Lage ist, diese ordnungsgemäß zu Ende zu führen, so erwächst hieraus die Forderung jedes Gerät der Videokette doppelt zu haben. Andernfalls ist der Operateur bei einem Gerätedefekt möglicherweise gezwungen, den Eingriff in Arthrotomietechnik fortzuführen. Angesichts des großen apparatetechnischen Aufwandes muß man in besonderem Maße damit rechnen, daß ein Apparatedefekt auftritt.

Instrumenteneinsatz

Das arthroskopische Instrumentarium muß gut durch die kleinen Zugänge – die oftmals Kulissenverschiebungen aufweisen – einzuführen sein. Sie müssen im Arbeitsbereich klein sein und ohne scharfe Kanten, um den Knorpel nicht durch Ecken und Kanten zu lädieren. Das *Arbeiten* muß weitgehend *gefahrlos, sicher und schnell* möglich sein. Aufgrund von Handhabung und speziellen Vorgehensweisen werden einzelne Instrumente individuell unterschiedlich favorisiert. Jeder Arthroskopeur hat seine Lieblingsinstrumente.

Da Eingriffe am Meniskus annähernd 80% der Kniegelenkarthroskopie ausmachen, stellen die am häufigsten für die Meniskotomie benötigten Instrumente das *Grundinstrumentarium* dar (Abb. 8). Der kleine, gerade Punch kann als „Arbeitspferd“ des Arthroskopeurs gelten. Er ist in vielen Ausführungsvarianten verfügbar. Neben der gezielten Wahl des Zugangs sind für Arbeiten im Hinterhornbereich gebogene Instrumentenschäfte nützlich [15]. Das Elektromesser wird in allen Fällen der Resektion einer pathologischen Plica mediopatellaris, der Spaltung der lateralen Retinakula und zur Arthrolyse eingesetzt sowie in ca. 20% der Fälle einer Meniskusteilresektion (Abb. 9, Tabelle 1). Motorbetriebene Instrumente werden vor allem zur Knorpelbearbeitung und zur Synovektomie verwendet.

Für das arthroskopische Vorgehen haben sich bestimmte Verfahrensweisen herauskristallisiert, um den verschiedensten Situationen gerecht werden zu können und einen routinemäßig standardisierten Ablauf zu gewährleisten, was eine sichere Versorgung bedeutet.

Meniskotomie

Die arthroskopische Chirurgie ermöglicht durch eine gute Darstellung und präzise Arbeitsmöglichkeit die Partialresektion bei Meniskusläsionen und eine genaue Überprüfung des Restanteils auf genügende Festigkeit. Zur Partialresektion kann das *Elektromesser* mit kleiner Spitze eingesetzt werden, das das Meniskusgewebe nahezu widerstandslos durchtrennt und präzise geführt werden kann. Die Schneidespitze ist in ihrer Länge so zu wählen, daß Knorpelläsionen aufgrund der Kürze der Spitze oder durch Schräghalten vermieden werden. In der überwiegenden Zahl der Fälle erfolgt die Meniskusteilresektion mittels der verschiedenen *Stanzen*, wobei im Übergangsbereich der Pars intermedia seitlich öffnende Stanzen

Tabelle 1. Arbeitstechnische Vorteile des Hochfrequenzelektromessers

Sehr kleines Instrument
Handling wie Tasthaken
Schneidet in alle Richtungen (müheles bogenförmig)
Geringe mechanische Manipulation
Durchdringt Meniskus-/Kapselgewebe nahezu widerstandslos
Geringe Nekrosentiefe
Zusätzlich ausnutzbarer Koagulationseffekt

zum Einsatz kommen. In der Enge des Gelenkspaltes im Hinterhornbereich kann ein gebogener Instrumentenschaft die Bearbeitung erleichtern, maßgeblich ist jedoch die Drehung der Zange in der Art, daß die Instrumentenschneiden annähernd in der Richtung des Gelenkspaltes geöffnet werden.

Meniskusrefixation

Bei Meniskusrissen im durchblutungsnahen Basisanteil hat sich die *Inside-outside-Technik* als komplikationsarmes Verfahren bewährt. Schon durch wenige Nähte kann eine gute Adaptation der Rißanteile erreicht werden. Unter den verfügbaren Nahtsets hat sich besonders das von Johnson [20] wegen der einfachen Handhabung bewährt. Bei der Naht ist besonders die Region des Innenmeniskushinterhorns gefahrenträchtig, da Läsionen der V.saphena und des N.saphenus auftreten können [19].

Laterales Release

Das transarthroskopische laterale Release ist durch den Einsatz des *Elektromessers* ein Routineverfahren geworden. Neben der Schneidequalität des Elektromessers wird der Koagulationseffekt genutzt [21]. Allerdings ist das laterale Release mit der höchsten Komplikationsrate arthroskopischer Operationen behaftet (7%) [47]. Von einem möglichst proximalen anterolateralen Zugang wird das Elektromesser geführt, während die Optik den Schneidevorgang von anteromedial verfolgt (Abb. 10). Der distale Unterschenkel wird erhöht gelagert, damit das Kniegelenk in einer Überstreckposition ist. Mit einer Kanüle wird die obere Begrenzung für die Retinakulaspaltung distal des Vastus-lateralis-Muskelbauchs festgelegt. Sodann wird schichtweise nach distal durchtrennt, bis die gelblich schimmernde, subkutane Fettschicht sichtbar ist. Die Arthroskopieflüssigkeit gelangt dadurch bis in die subkutane Schicht und sorgt zusätzlich für die Dehiszenz der durchtrennten Retinakulaanteile.

Wichtig ist eine *vollständige Durchtrennung* aller Schichten. Eine unvollständige Durchtrennung ist ein ungünstiger prognostischer Faktor [1]. Außerdem muß das Release möglichst weit nach proximal und distal geführt werden.

Wegen der Blutungsneigung wird grundsätzlich für 24 h eine Redon-Drainage eingelegt.

Plica

Statt einer Spaltung der hypertrophen Plica mediopatellaris wird eine Resektion mit dem *Elektromesser* vorgenommen. Über einen superolateralen Zugang wird die Plica mit einer Faßzange angeklemt und sodann von proximal mit dem Elektromesser mit langem Schneideteil reseziert. Es wird darauf geachtet, daß keine Plicareste verbleiben, die sich weiterhin über den medialen Kondylus spannen.

Eine Redon-Drainage ist obligat.

Osteochondrosis dissecans

Für die Osteochondrosis dissecans oder kleine Knorpel-Knochen-Fragmente konkurrieren verschiedene arthroskopische Fixationsverfahren. In Stadium I und II der Osteochondrosis dissecans nach Rodegerdts u. Gleissner [42] mit intakter Knorpelfläche genügt die *Anbohrung* des in situ befindlichen Dissekat und der dadurch bewirkte Anschluß an die Blutversorgung. Die Anbohrung geschieht arthroskopisch durch Kirschner-Draht-Anbohrung oder Einsatz eines Bohrers mit geringem Durchmesser. Eine ausreichende Tiefe der Bohrung ist sichergestellt, wenn sich arthroskopisch ein schlierenartiger Fettaustritt aus der Bohrstelle zeigt.

Der Einsatz eines Bildwändlers ist prinzipiell nicht erforderlich. Für die retrograde Anbohrung mittels Kronenfräse und Umkehrplastik kann arthroskopisch ein *Zielgerät* eingesetzt werden, welches dem Kreuzbandinstrumentarium entliehen wird, wodurch die genaue Anbohrung einfacher möglich ist als unter Bildwandlerkontrolle.

Die Fixation einer Osteochondrosis dissecans in fortgeschrittenen Stadien muß sicher genug sein, um eine ausreichende Ruhigstellung für die Einheilung zu gewährleisten. Eine maximale Fixation ist durch das Einbringen einer Minischraube erreichbar [7]. Polydioxanonstifte (Etipins[®]) haben den Vorteil, daß eine Folgearthroskopie zur Entfernung des Materials entfällt, die Ruhigstellung ist allerdings nur submaximal [28].

Arthrose

Die arthroskopische Therapie der Arthrose hat eine maßgebliche Verbesserung der Behandlungserfolge ermöglicht. Insbesondere bei den Chondromalaziegraden II und III nach Outerbridge [39] kann durch *Oberflächenglättung* und damit Beseitigung der mechanisch wirkenden Knorpelalterationen sowie ausgiebiger *Lavage* zur Detritusausspülung eine Besserung erzielt werden [44]. Die Oberflächenglättung mit *Fräsern* wird in der typischen Scheibenwischerbewegung mit geringem Andruck durchgeführt [25]. Die Fräser haben günstigerweise eine längsovale große Anlagefläche, um die oberflächliche Knorpelglättung durchzuführen (Abb.11). Die in den USA favorisierte Abrasionschondroplastik mit Abtragen der subchondralen Sklerose bis zum sog. „Salz- und Pfefferphänomen“ der punktförmigen Blutung [17, 20] und nachfolgender Bildung von Ersatzfaserknorpel, der offensichtlich nur unzureichende Festigkeit besitzt, wird in

ersten retrospektiven Vergleichen ungünstiger eingeschätzt als das Debridement. Allerdings weisen die Mißerfolgsraten der Vier- und Fünfjahresergebnisse von Bert [4, 5] deutliche prozentuale Unterschiede in der Verlaufskontrolle auf. Um gesicherte Ergebnisse aufzeigen zu können, führen wir derzeit in Zusammenhang mit einer chirurgischen Klinik eine prospektiv kontrollierte Studie zu Debridement und Abrasionschondroplastik durch.

Knorpelflaps und *unterminierte Knorpelanteile* sind prinzipiell vollständig zu *entfernen*, da ohne Bearbeitung eine nachfolgende Lösung dieser Anteile eintritt.

Synovektomie

Die Indikationsschwelle zur arthroskopischen Synovektomie ist aufgrund des wenig invasiven Verfahrens relativ niedrig; somit wird der Entschluß zur Frühsynovektomie erleichtert. Durch den Zugang über *mehrere Inzisionen* – mindestens 4 (anterolateral, anteromedial, superolateral, superomedial), möglichst 6 (zusätzlich posterolateral und posteromedial) – ist eine günstige Übersicht und Arbeitsmöglichkeit zur Entfernung der Synovialmembran gegeben [34]. Hierfür kommen großlumige, motorbetriebene *Fräser* zum Einsatz, die die Synovialis möglichst vollständig und schnell ausschälen (Abb. 11). Zur Synovektomie ist stets eine Flüssigkeitsmenge von 15–20 l erforderlich. Um den Flüssigkeitsabfluß durch den motorisierten Saugfräser zu drosseln, verwenden wir einen Absaugschlauch mit regelbarer Durchflußreduktion. Dieser Schenkel des Saugers ist über einen *Y-Anschluß* nebengeschaltet (Abb. 12).

Bei der Synovektomie wird wegen der Blutungsneigung für 24 h eine Redon-Drainage eingelegt.

Gonitis/Arthrolyse

Bei infizierten Gelenken hat sich die Arthroskopie ebenfalls als schonendes Verfahren bewährt [12, 18]. Das Vorgehen entspricht dem bei Synovektomie mit motorisierten *Saugfräsern* zur Entfernung der entzündlich veränderten Anteile. Es wird *ausgiebig gespült*, um Detritus zu entfernen. Verwachsungsstränge werden mit dem *Elektromesser* durchtrennt und mit *Faßzangen* extrahiert.

In unserer Klinik werden für 24 h Redon-Drainagen eingelegt und eine mehrtägige systemische antibiotische Abdeckung vorgenommen. Spül-Saug-Drainagen oder Spülsysteme mit Überlauf [18] werden nicht angewandt.

Der Patient ist aufgrund des geringen postoperativen Schmerzes frühzeitig mobilisierbar, wodurch späteren Bewegungseinschränkungen wirkungsvoll vorgebeugt wird.

Bei einer Gonitis ist das gesamte Instrumentarium einschließlich Kamerasystem entsprechend zu *sterilisieren*. Die Gerätschaften müssen sorgfältig *desinfiziert* werden. Es gibt keinerlei Rechtfertigung, den vermehrten Säuberungsaufwand als Grund dafür anzusehen, bei Gonitis auf die Vorteile des arthroskopischen Vorgehens zu verzichten.

Vordere Kreuzbandplastik

In der Vergangenheit sind arthroskopische Plastiken des vorderen Kreuzbandes vor allem bei artefiziellen Materialien durchgeführt worden. Bei autologen Materialien kann die vordere Kreuzbandplastik ebenfalls vorteilhaft arthroskopisch assistiert durchgeführt werden. Der arthroskopische Einblick erlaubt eine präzise Platzierung der Bohrlöcher, wie dies Voraussetzung für ein optimales funktionelles Ergebnis und eine frühfunktionelle Nachbehandlung ist [11, 24, 33]. Für das arthroskopische Vorgehen sind *spezielle Instrumente* entwickelt worden. Die Größe der Aufbohrung richtet sich nach dem Transplantat (z. B. mittleres Patelladrittel, Semitendinosussehne) und der speziellen Vorgehensweise. Für die freie Beweglichkeit des Kniegelenks muß die Beinauflage des Tisches abgeklappt werden. Die Bohrkanäle werden mit Hilfe von Zielinstrumenten gelegt.

Umstellungsosteotomie

Die Kombination von Arthroskopie und Umstellungsosteotomie in einer Sitzung hat sich bewährt. Nach arthroskopischer Therapie der intraartikulären, arthrosebedingten Veränderungen kann vorteilhaft in gleicher Sitzung die Tibiakopfumstellung zur Achsenkorrektur und damit Verbesserung der biomechanischen Situation durchgeführt werden. Dem Patienten wird die Belastung durch eine zweite Narkose erspart.

Beim Vorgehen hat sich bewährt, zunächst die Arthroskopie durchzuführen und die intraartikulären arthrotisch bedingten Veränderungen anzugehen. Unmittelbar anschließend kann ohne erneute Abdeckung die Tibiakopfosteotomie in üblicher Weise durchgeführt werden, wobei wir eine Fixationstechnik mit Blount-Klammern durchführen. Bei einer übermäßig langen Operationszeit kann zwischenzeitlich die Blutleere vorübergehend geöffnet werden. Die Nachbehandlung ist insgesamt kürzer. Die Liegezeit im Krankenhaus wird insgesamt verkürzt und damit die Kostenbelastung gesenkt [8]. Das Thromboserisiko, das durch einen Zweiteingriff erhöht ist, wird minimiert.

Redon-Drainage/postarthroskopisches Vorgehen

Eine *Redon-Drainage* wird nur in den Fällen eingelegt, in denen mit einer postarthroskopischen Blutung zu rechnen ist, z. B. bei Meniskusbearbeitungen in der Nähe der Kapsel, bei lateralem Release und bei Synovektomie. Zum Abschluß der Operation wird durch den Trokar der Optik eine Redon-Drainage eingelegt, die 24 h verbleibt.

Grundsätzlich werden noch auf dem Operationstisch *Antithrombosestrümpfe* und ein *Kompressionsverband* angelegt. Letzterer wird nach 2 h entfernt. Stets wird eine *Heparinisierung* durchgeführt und das Bein auf 0°-Schiene gelagert. Eine *Bewegungsschiene* zur continuous passive motion ist für Synovektomie, vordere Kreuzbandplastik und laterales Release obligat.

Zum Gesamtkonzept der arthroskopischen Operation gehört auch die *perioperative Betreuung*, wobei insbesondere die Knieschule erwähnt sei. Die Knieschule vermittelt Handlungs- und Verhaltensmaßregeln verbunden mit einfachen Übungen zur Dauerbehandlung und Vermeidung von Knieschäden. Bei chronischen Geschehen muß das gesamte Umfeld zum Gelingen der Behandlung beitragen.

Ausblick

Auf der Grundlage der technischen Neuerungen der letzten Jahre hat sich die Arthroskopie in der operativen Behandlung schnell durchgesetzt und gehört heute zum Standardprogramm der Gelenkchirurgie. Sie hat zu einer wesentlichen Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten auch solcher Veränderungen beigetragen, die früher nicht oder nur sehr zögernd angegangen wurden. Durch die besseren Arbeitsmöglichkeiten und das breitere Indikationsspektrum ergeben sich gleichzeitig neue Arbeitsgebiete, die in der Zukunft unser besonderes Bemühen verlangen.

Ein wichtiges Gebiet ist die weitere Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten von arthrotischen Veränderungen. Von instrumenteller Seite ist es erforderlich, das *Schneideverhalten* und die *Schneidegeometrie* weiter zu verbessern und dadurch noch präzisere Arbeitsmöglichkeiten zu schaffen.

Der prognostisch ungünstige Verlauf bei fortgeschrittener Chondromalazie gibt den Anstoß, nach neuen Möglichkeiten der Oberflächenbearbeitung zu forschen. Hierbei sind die Bemühungen auf *Knorpelersatz* durch Transplantation oder artefizielle Materialien gelenkt.

Ein wichtiges Feld der technologischen Entwicklung ist die *Laserchirurgie*. Nachdem auf anderen medizinischen Gebieten, insbesondere der Urologie und der Ophthalmologie, der Lasereinsatz bereits zur Routine geworden ist, sind die Arbeitsmöglichkeiten des Lasers im Gelenk noch in einem Vorstadium vor einer breiten klinischen Anwendung. Die Oberflächenbearbeitung, etwa des Knorpels, ist noch durch anwendungstechnische Probleme erschwert. Eine Weiterentwicklung der Applikatoren ist zwingend erforderlich. Die Bearbeitung auch kleiner Stellen benötigt erhebliche Zeit. Sekundärreaktion und insbesondere Langzeitergebnisse sind noch nicht verfügbar. Dennoch sind die vorstellbaren Einsatzmöglichkeiten vielversprechend. Derzeit wird beispielsweise der Excimerlaser zur Nachbehandlung von Knorpeloberflächen nach vorangegangener mechanischer Bearbeitung eingesetzt [40] oder auch der Nd-YAG-Laser zur fokalen Nachbehandlung nach mechanischer Synovektomie.

Für die anwenderorientierte, zweckmäßige technologische Entwicklung kann nur die enge *Zusammenarbeit* zwischen Techniker und Kliniker zum angestrebten Erfolg – der Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten – führen.

Literatur

1. Aglietti P, Pisaneschi A, Buzzi R, Guadenzi A, Allegra M (1989) Arthroscopic lateral release for patellar pain or instability. Arthroscopy 5: 176–183

2. Aigner R (1985) Geräte für die Arthroskopie im Modulsystem. In: Hofer H (Hrsg) Fortschritte in der Arthroskopie, Bd 1. Enke, Stuttgart, S 222
3. Arciero RA, Little JS, Liebenberg SP, Parr TJ (1986) Irrigating solutions used in arthroscopy and their effect on articular cartilage. *Orthopedics* 9: 1511–1515
4. Bert JM (1988) The arthroscopic treatment of unicompartmental gonarthrosis: a four-year follow-up of abrasion arthroplasty versus arthroscopic debridement. *Arthroscopy* 4: 143
5. Bert JM, Maschka K (1989) The arthroscopic treatment of unicompartmental gonarthrosis: a five-year follow-up study of abrasion arthroplasty plus arthroscopic debridement and arthroscopic debridement alone. *Arthroscopy* 5: 25–32
6. Bircher E (1921) Die Arthroendoskopie. *Zentralbl Chir* 48: 1460
7. Boszotta H, Wendrinsky R, Sauer G (1989) Die arthroskopische Versorgung der Osteochondrosis dissecans des Kniegelenkes. *Arthroscopie* 2: 23–27
8. Breyer H-G, Dinkelaker F (1989) Der Wert der Arthroskopie bei kniegelenksnahen Korrekturosteotomien. Vortrag auf dem 6. Kongreß der deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie, 13.–14. 10. 1989, Luzern
9. Dolk T, Augustini B-G (1989) Irrigation systems for arthroscopic surgery. *Acta Orthop Scand* 60: 34
10. Ewing JW, Noe DA, Kitaoka HB, Askew MJ (1986) Intra-articular pressures during arthroscopic knee surgery. *Arthroscopy* 2: 264–269
11. Frank D, Klein W, Hillen R (1989) Bringt die Anwendung des Tension Isometer TM Vorteile bei der isometrischen Plazierung des vorderen Kreuzbandes? *Arthroscopie* 2: 63–66
12. Gächter A (1989) Arthroskopische Spülung zur Behandlung infizierter Gelenke. *Operat Orthop Traumatol* 1: 196–199
13. Glas K, Strohmeyer G, Mayerhofer K, Krause R (1989) Die Sofortbilddokumentation bei der Arthroskopie. *Arthroscopie* 2: 28–31
14. Glinz W (1985) Arthroscopie – die stille Revolution. In: Hofer H (Hrsg) Fortschritte in der Arthroskopie, Bd 1. Enke, Stuttgart, S 1
15. Glinz W (1989) Neben den bekannten gibt es auch heimliche Gefahren bei der Arthroskopie. *Arthroscopie* 2: 37–40
16. Grifka J, Rosenthal A, Richter J (1989) Sonographisches Verfahren zur standardisierten Prüfung der Kreuzbandstabilität. Vortrag auf dem Deutschen Orthopädenkongreß, 18.–22. 10. 1989, Karlsruhe
17. Jennings JE (1989) Arthroscopic surgery in osteoarthritis – expectations and reality. Vortrag auf dem 6. Kongreß der deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie, 13.–14. 10. 1989, Luzern
18. Jensen K-U, Klein W, Dann K (1989) Die arthroskopische Behandlung der septischen Gonitis. *Arthroscopie* 2: 104–111
19. Johannsen HV, Fruensgaard S, Holm A, Toennesen PA (1988) Arthroscopic suture of peripheral meniscal tears. *Int Orthop* 12: 287–290
20. Johnson LL (1986) *Arthroscopic surgery*, 3rd edn. Mosby, St. Louis Toronto Princeton
21. Keene CR, Paterson RS, Teague DC (1987) Advances in arthroscopic surgery. *Clin Orthop* 224: 64–70
22. Kieser Ch (1989) Die Komplikationen arthroskopischer Eingriffe am Kniegelenk. *Arthroscopie* 2: 41–46
23. Klein J, Tiling T, Röddecker K (1986) Vergleichende Untersuchung der arthroskopischen Meniskektomie unter Wasser und unter Gas. In: Tiling T (Hrsg) Fortschritte in der Arthroskopie, Bd 2. Enke, Stuttgart, S 50
24. Klein W (1985) Technik des arthroskopisch-chirurgischen vorderen Kreuzbandersatzes. In: Hofer H (Hrsg) Fortschritte in der Arthroskopie, Bd 1. Enke, Stuttgart, S 148
25. Klein W (1988) Die maschinelle arthroskopische Chirurgie der Gonarthrose. *Arthroscopie* 1: 109–115
26. Klein W, Jensen K-U (1989) Technik und Probleme der arthroskopischen Synovektomie. *Arthroscopie* 2: 80–93
27. Kohn D (1989) Zugänge und Lagerung bei arthroskopischen Operationen am Kniegelenk. *Arthroscopie* 2: 67–72
28. Laack van W, Casser HR (1989) Arthroskopische Behandlung der Osteochondrosis dissecans an der medialen Femurrolle. *Arthroscopie* 2: 16–18
29. Löhnert J, Raunest J (1986) Arthroskopische Meniskusresektion und offene Meniskektomie – eine vergleichende Studie. In: Tiling T (Hrsg) Fortschritte in der Arthroskopie, Bd 2. Enke, Stuttgart, S 76
30. Martin RC, Brown DE, Zell BK, Lichtmann DM (1989) Diagnostic and operative arthroscopy of the knee under local anesthesia with parenteral medication. *Am J Sports Med* 17: 436–439
31. McGinty JB, Matza RA (1978) Arthroscopy of the knee. *J Bone Joint Surg [Am]* 60: 787–789
32. Menapace C (1986) Die arthroskopische Meniskusdiagnostik. In: Tiling T (Hrsg) Fortschritte in der Arthroskopie, Bd 2. Enke, Stuttgart, S 10
33. Moraldo M, Schleberger R, Eichhorn J (1987) Technik des arthroskopisch kontrollierten vorderen Kreuzbandersatzes. *Med Orthop Techn* 107: 59–63
34. Moraldo M, Schleberger R, Hedtmann A (1988) Synovectomy applied to inflammatory rheumatic diseases of the knee under arthroscopic control. *Surgery and arthroscopy of the knee*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 690–694
35. Moraldo M, Richter J (1989) Wie stellt man arthroskopisch den sog. toten Winkel des Innenmeniskushinterhorns dar? *Arthroscopie* 2: 139–140
36. Mutschler TA, Kim PT, Olson EJ, Fu FH (1988) Gravity vs. pump infusion of irrigant during arthroscopy: a cadaveric study of burst pressure of the knee capsule. *Arthroscopy* 4: 145–146
37. Nitzschke E, Rosenthal A, Moraldo M (1989) Komplikationen bei arthroskopischen Operationen am Kniegelenk. In: Contzen H (Hrsg) Komplikationen bei der Arthroskopie. Enke, Stuttgart, S 33
38. Nole R, Munson N, Fulkerson JP (1985) Bupivacaine and saline effects on articular cartilage. *Arthroscopy* 1: 123–127
39. Outerbridge RE (1961) The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg [Br]* 43: 752–757
40. Raunest M, Löhnert J (1989) Arthroskopische Behandlung von Knorpelschäden mit dem Excimer-Kaltschnitt-Laser. Video auf dem 2. Lasersymposium der Orthopädischen Klinik der MHH, 1.–2. 11. 1989, Hannover
41. Reagan BF, McInerney VK, Treadwell BV, Harins B, Mankin HJ (1983) Irrigating solutions for arthroscopy. *J Bone Joint Surg [Am]* 65: 629–631
42. Rodegerdts U, Gleissner S (1979) Langzeiterfahrungen mit der operativen Therapie der Osteochondrosis dissecans des Kniegelenkes. *Orthop Praxis* 8: 612–615
43. Rosenberg TD, Paulos LE, Parker RD, Harner CD, Kolowich PA (1988) The well-leg support. *Arthroscopy* 4: 41–44
44. Rosenthal A, Eichhorn J, Nitzschke E (1988) Ergebnisse der arthroskopischen Chirurgie bei Gonarthrose. *Arthroscopie* 1: 116–123
45. Saunders B, Wing PC (1988) Washout of local anesthetic during arthroscopy. *Arthroscopy* 4: 90–92
46. Schonholtz GJ (1988) Arthroscopic surgery-past, present, and future. *Arthroscopy* 4: 226–229
47. Small NC (1988) Complications in arthroscopic surgery performed by experienced arthroscopists. *Arthroscopy* 4: 215–221
48. Sobotta J, Becher H (1972) *Atlas der Anatomie des Menschen*, 17. Aufl. Urban & Schwarzenberg, München
49. Takagi K (1982) Arthroscope. *Clin Orthop* 167: 6–8
50. Vanderleenen L, Deppe U (1989) Zur Optimierung transarthroskopischer Kniegelenkoperationen. *Orthop Praxis* 25: 572–574

Dr. J. Grifka
 Orthopädische Universitätsklinik
 St. Josef-Hospital
 Gudrunstraße 56
 D-4630 Bochum