

Der Mini-Midvastus-Zugang zur Implantation von Kniegelenkendoprothesen

Robert Hube, Manuel Keim, Hermann Otto Mayr¹

Zusammenfassung

Operationsziel

Minimalinvasiver Zugang zum Kniegelenk zur Implantation von Kniegelenkendoprothesen in der Absicht, die Weichteiltraumatisierung zu vermindern.

Indikationen

Implantation von Knieendoprothesen.
Revisionseingriffe nach Alloarthroplastik.

Kontraindikationen

Hochgradige Adipositas.
Revisionseingriffe mit präoperativer Beweglichkeit < 90°.

Operationstechnik

Anteromedialer Längsschnitt über der Vorderseite des Kniegelenks. Stumpfes Auseinanderdrängen der distalen, schräg verlaufenden Muskelfasern des Musculus vastus medialis auf einer Länge von 1–3 cm bis zum medialen proximalen Patellapol. Fortsetzen der Inzision medial parapatellar bis zur Tuberositas tibiae. Nach Eröffnung des Gelenks wird die Patella nach lateral verschoben, ohne sie zu evertieren. Darstellen der Gelenkflächen. Die Operation erfolgt in maximaler Beugung des Kniegelenks von 90°. Nach Prothesenimplantation schichtweiser Wundver-

schluss; dabei nur oberflächliche Adaptation der Muskelfasern des Musculus vastus medialis.

Weiterbehandlung

Mobilisierung mit schmerzorientierter Vollbelastung der operierten Extremität und Freigabe der Beweglichkeit.

Ergebnisse

In einer prospektiven Studie wurden zwischen 2005 und 2007 267 Knieendoprothesen über den Mini-Midvastus-Zugang implantiert. Alle Patienten (160 Frauen, 107 Männer in einem Durchschnittsalter von 69,3 Jahren [46–89 Jahre]) wurden präoperativ und 6 Wochen postoperativ klinisch und radiologisch untersucht. Bei der klinischen Untersuchung wurde der funktionelle Score der American Knee Society verwendet. Der präoperative Wert von durchschnittlich 48,9 (32–68) konnte nach 6 Wochen auf 86,5 (75–100) gesteigert werden. Radiologisch ließ sich bei 92,1% ein Implantationsfehler < 3° nachweisen.

Schlüsselwörter

Zugang bei Knieendoprothese · Midvastus-Zugang · Minimalinvasive Kniegelenkendoprothetik · Frühfunktionelle Ergebnisse

Oper Orthop Traumatol 2009;21:3–13

DOI 10.1007/s00064-009-1601-2

¹OCM-Klinik, München.

The Mini-Midvastus Approach for Total Knee Arthroplasty

Abstract

Objective

Minimally invasive approach to the knee for total knee arthroplasty to reduce soft-tissue trauma.

Indications

Total knee replacements.
Revision surgery after total knee arthroplasty.

Contraindications

Severe obesity.
Revision surgery with preoperative flexion $< 90^\circ$.

Surgical Technique

Anterior midline incision, blunt separation of the distal part of the oblique fibers of the vastus medialis over a length of 1–3 cm. The muscle split ends at the proximal medial corner of the patella. The incision is continued medially of the patella ending at the tibial tuberosity. After approaching the joint, the patella is shifted laterally without dislocating it, thus exposing the articular surfaces. Surgery is performed in maximal knee flexion of 90° . After insertion of the com-

ponents, stepwise wound closure and only superficial adaptation of the muscle split.

Postoperative Management

Mobilization with weight bearing and range of motion as tolerated.

Results

In a prospective study, 267 knee prostheses were implanted between 2005 and 2007 using the mini-midvastus approach. All patients (160 female, 107 male, average age 69.3 years [46–89 years]) were examined clinically and radiologically prior to and 6 weeks after surgery. The clinical results were based on the American Knee Society Score, which increased from a preoperative value of 48.9 (32–68) to 86.5 (75–100) at follow-up. Radiologically, 92.1% of the knees showed a malposition $< 3^\circ$.

Key Words

Approach for total knee arthroplasty · Midvastus approach · Minimally invasive total knee arthroplasty · Early functional results

Vorbemerkungen

Die Knieendoprothetik hat sich zu einem der erfolgreichsten Standardverfahren in der orthopädischen Chirurgie entwickelt. Neben dem Einsatz knochensparender Oberflächenersatzprothesen wird versucht, mit minimalinvasiven Operationstechniken eine beschleunigte Rehabilitation zu erreichen.

Die Historie minimalinvasiver Knieendoprothetik beginnt in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts, wobei das Konzept erstmals am Hemischlitten beschrieben wurde. Diese Technik wurde Ende der 90er Jahre durch Repicci & Eberle vorgestellt [27, 29]. Hierbei wurden teilweise Freihandtechniken genutzt, welche die Reproduzierbarkeit der Implantation limitieren. Zunehmend werden Techniken und Instrumentationen weiterentwickelt, die eine korrekte Implantatpositionierung bei limitiertem Zugangsweg gewährleisten [25, 31].

Gerade bei einem wenig „Fehler verzeihenden“ Implantat wie der Knieendoprothese ist es entscheidend, auch bei begrenzter Explorationsmöglichkeit des Gelenks die Genauigkeit der Implantation zu gewährleisten. Durch standardisierte Operationsverfahren mit verminderter Muskeltraumatisierung ohne Evertierung

der Patella werden heute reproduzierbare Implantationsergebnisse vergleichbar denen bei der offenen Technik erreicht [11, 12, 18–20, 23, 25, 26].

Durch den medialen parapatellaren Standardzugang zum Kniegelenk wird die Verbindung zwischen Quadrizepssehne und Musculus vastus medialis durchtrennt. Dies führt zu einer Schwächung des Streckapparats des Kniegelenks und insbesondere des medialen Muskelzugs auf die Kniescheibe. Der sog. Midvastus-Zugang in der von der Arbeitsgruppe um Engh [7, 8] beschriebenen offenen Technik erhält diese Verbindung intakt. Postoperativ werden eine bessere Streckfunktion sowie eine Medialisierung der Patella erreicht [2, 5, 13, 32]. Die Häufigkeit eines lateralen Release kann damit gesenkt werden [9, 33]. Durch die nur distale Einkerbung des Musculus vastus medialis werden bei diesem Zugang beschriebene Nervenschädigungen vermieden [4, 6].

Konkurrierende minimalinvasive Techniken sind der Mini-Subvastus-Zugang und der sog. Quadsparring-Zugang, bei dem nur eine Kapselinzision erfolgt.

Gegenüber diesen Techniken ermöglicht der Mini-Midvastus-Zugang eine bessere Darstellung des Kniegelenks zur Implantation einer Prothese [4].

Operationsprinzip und -ziel

Einfacher Zugangsweg unter Erhalt der Verbindung zwischen Quadrizepssehne und Musculus vastus medialis durch geringgradige Spaltung des Muskels im Faserverlauf vom patellaren Ansatz der Sehne nach medial-proximal. Fortsetzung der Inzision nach distal

im Sinne eines mediopatellaren Standardzugangs. Gelenkzugang ohne Evertierung der Kniescheibe. Verminderung einer postoperativen Lateralisationstendenz der Kniescheibe. Geringere Schwächung der Kniestreckmuskulatur.

Vorteile

- Der Musculus vastus medialis wird nicht von der Quadrizepssehne abgetrennt und kaum geschädigt.
- Eine Lateralisationstendenz der Patella wird vermindert.
- Die Funktion des Musculus quadriceps femoris bleibt auch in der frühen postoperativen Phase weitgehend erhalten.
- Gute Übersicht über die Gelenkflächen des Knies.

Nachteile

- Bei kontrakten Kniegelenken schlechtere Darstellung der Gelenkflächen im Vergleich zum Zugang mit temporärer, teilweiser Ablösung des distalen Musculus vastus medialis von der Quadrizepssehne.
- Geringfügig höheres Risiko postoperativer Hämatome durch transmuskuläre Inzision.
- Anspruchsvolle Operationstechnik.
- Operationstechnik mit Standardinstrumenten limitiert.

Indikationen

- Implantation von Oberflächenersatzprothesen.
- Navigierte Implantation von Knieendoprothesen.
- Retropatellarersatz.
- Patellarevisionen und Retropatellarersatzwechsel.
- Implantation von höhergekoppelten Stielprothesen und Knieendoprothesenwechsel mit entsprechender Erweiterung des Midvastus-Zugangs.

Kontraindikationen

- Prothesenwechsel mit kontrakten Kniegelenkverhältnissen (präoperative Beweglichkeit < 90°).
- Adipositas per magna.

Patientenaufklärung

- Allgemeine Risiken wie Blutungen, Gefäß- und Nervenverletzungen, Wundheilungsstörungen, Infektionen, Thrombosen und Embolien.
- Intraoperative Bandverletzungen, Frakturen.
- Postoperative Bewegungseinschränkung.
- Aseptische und septische Prothesenlockerung.
- Die Operationsrisiken entsprechen im Übrigen den Risiken bei Implantation von Knieendoprothesen über andere Zugangswege.

Operationsvorbereitungen

- Internistische Überprüfung der Operationsfähigkeit.
- Gegebenenfalls Eigenblutspende 4 Wochen präoperativ (500 ml).
- Kontrolle der laborchemischen Entzündungsparameter zum Ausschluss einer Infektion.
- Bei Revisionseingriffen Punktion des Kniegelenks mit mikrobiologischer Untersuchung zum Ausschluss einer Gelenkinfektion.
- Röntgendiagnostik: Kniegelenk anteroposterior (a.p.) und seitlich, Patellatangentiaufnahme in 30° Flexion, Langbeinaufnahme a.p. im Stehen unter Belastung zur exakten Achsenbestimmung (Format 95 × 20).

Instrumentarium und Implantate

- Weichteil- und Knocheninstrumentarium.
- Adaptiertes verkleinertes Instrumentarium zur minimalinvasiven Prothesenimplantation.

Anästhesie und Lagerung

- Intubationsnarkose oder Spinalanästhesie.
- Rückenlage.
- Blutsperrung möglichst proximal am Oberschenkel.
- Gliedmaße frei beweglich abgedeckt.
- Seitenstütze für den Oberschenkel und Lagerungsrolle zum Aufsetzen des Fußes, die ein Operieren in Kniebeugung von ca. 60° bis maximal 90° erlaubt.

Operationstechnik

Abbildungen 1 bis 9

Abbildung 1

Der anteromediale, längs verlaufende Hautschnitt über dem medialen Drittel der Kniescheibe beginnt am proximalen Pol der Patella und endet ca. 2 cm distal der Gelenklinie an der innenseitigen Begrenzung des Ligamentum patellae.

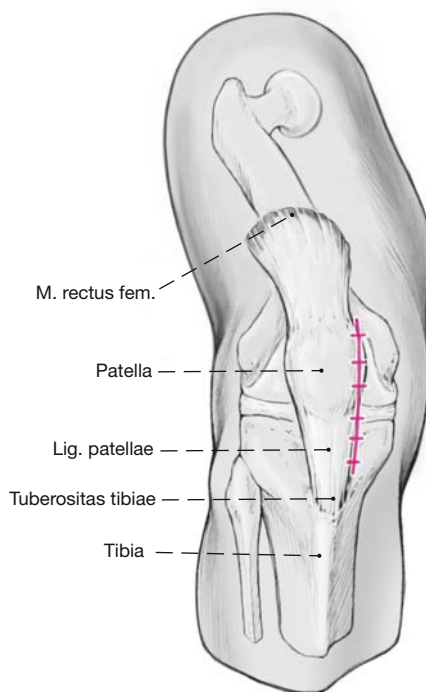


Abbildung 2

Sparsame subkutane Präparation der Gleitschichten und Darstellung der distalen Fasern des Musculus vastus medialis. Haut und Subkutis werden von der Faszie des Muskels abpräpariert und zur Seite gehalten.

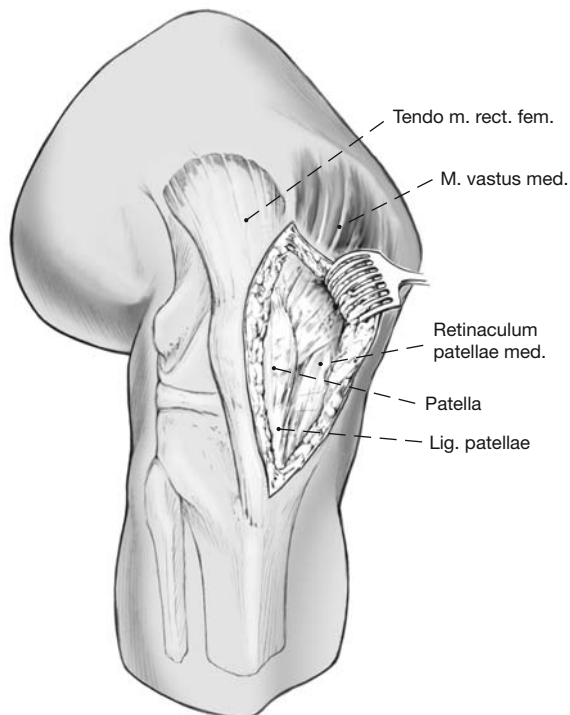


Abbildung 3

Durchtrennung der Faszie und Spaltung der in den Winkel zwischen Quadrizepssehne und Patella einstrahlenden, nahezu quer verlaufenden Quadrizepssehnenanteile in Faserrichtung („Midvastus snip“) auf einer Länge von etwa 1–3 cm je nach Weichteilverhältnissen. Die gespaltene Vastusmuskulatur wird in Faserrichtung mit der Präparierschere bis zur Gelenkkapsel auseinandergedrängt. Die Lücke kann bei Bedarf nach proximal mit dem Finger vergrößert werden, um ein unkontrolliertes Einreißen der Muskulatur zu vermeiden. Zur Verhinderung neurologischer Schäden mit Denervierung der distalen Muskelfasern sollte eine Erweiterung auf insgesamt 4 cm jedoch nicht überschritten werden. Oft zeigt sich zwischen Muskel und Kapsel noch extrasynoviales Fettgewebe, welches ebenfalls auseinandergedrängt wird.

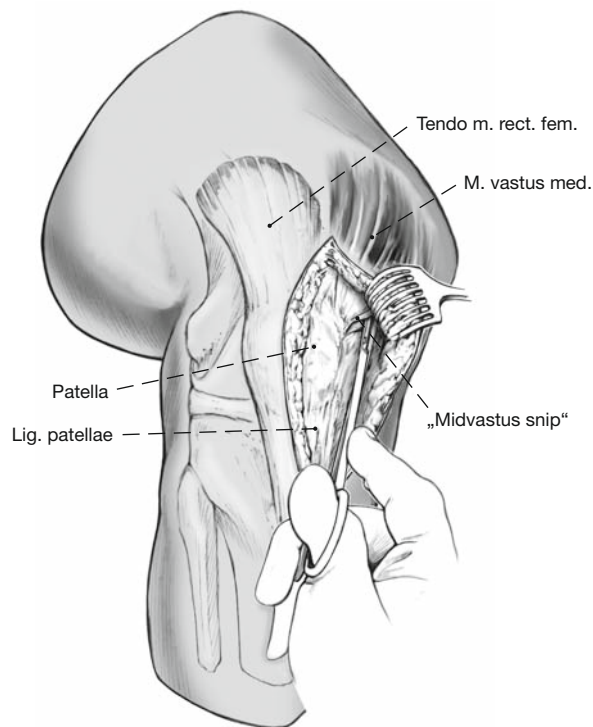


Abbildung 4

Die Gelenkkapsel wird in gleicher Richtung inzidiert, das Gelenk somit eröffnet. Bei kontrakten Gelenkverhältnissen oder sehr distaler Insertion des Musculus vastus medialis in mittlerer Patellahöhe kann die Membrana synovialis der Gelenkkapsel nach proximal mit der Schere inzidiert werden. Dies erfolgt in Streckung des Kniegelenks, da so der Steckapparat entspannt ist und sich die Weichteilstrukturen besser lösen lassen. Nach distal wird die Inzision in üblicher Weise fortgesetzt. Medial der Patella und der Patellarsehne werden Retinakulum und Gelenkkapsel unter Erhalt einer Weichteilbrücke von 5 mm zum Vernähen der Kapsel durchtrennt. Die Inzision endet medial des Ansatzes der Patellarsehne 2 cm distal der Gelenklinie. Bei Verklebungen oder Verwachsungen der Recessus werden diese in Streckung des Kniegelenks entfernt.

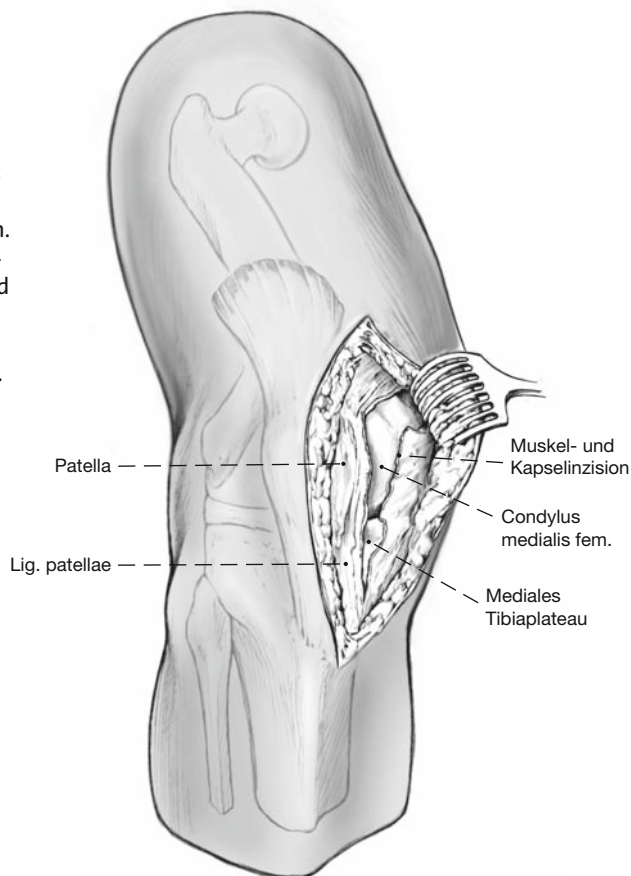


Abbildung 5

Mit dem Messer und dem Raspatorium wird tibial die mediale Kapsel bis zur sagittalen Mittellinie subperiostal mobilisiert. Im Fall einer Varusgonarthrose kann später ein erweitertes Release über die Sagittallinie hinaus zur Balancierung der Kollateralbänder durchgeführt werden. Das ggf. notwendige mediale oder laterale Weichteilrelease bei Varus- oder Valgusfehlstellungen ist bei der beschriebenen Mini-Midvastus-Technik uneingeschränkt unter direkter Sicht durchführbar.

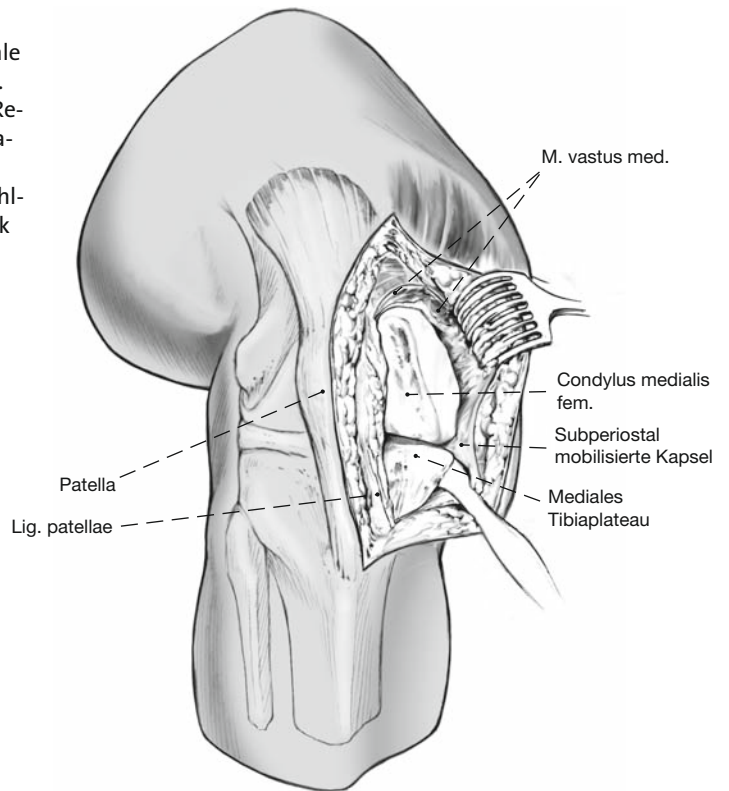


Abbildung 6

Um ein spannungsarmes seitliches Verschieben der Patella zu ermöglichen, wird der Tibiakopf proximal des Ansatzes der Patellarsehne subperiostal dargestellt. Hoffa-Fettkörper und Bursa infrapatellaris profunda bleiben im Verbund mit dem Ligamentum patellae und werden nach lateral mobilisiert.

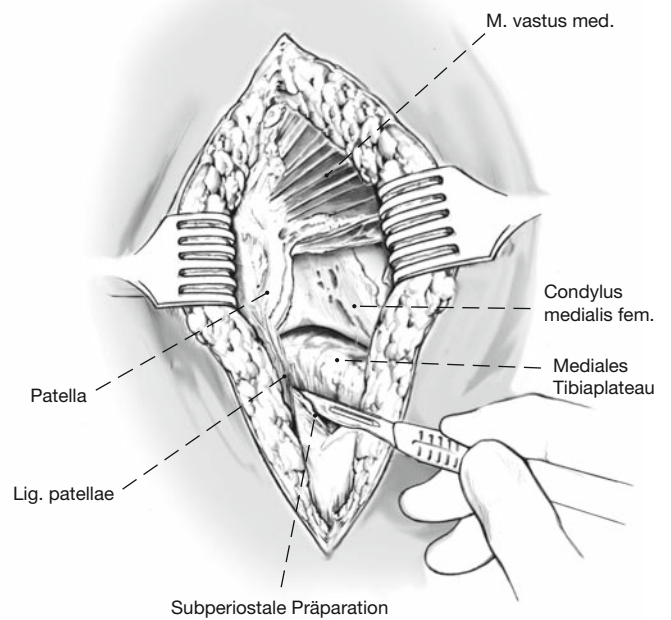


Abbildung 7

Nach Durchtrennung des iliotibialen Bands (tiefe Schicht des Retinaculum transversale laterale) sowie Entfernung von störenden Anteilen des Hoffa-Fettkörpers wird die Patella ohne Evertierung nach lateral verschoben, und das Kniegelenk wird zur Darstellung der femoralen und tibialen Gelenkfläche 70–80° gebeugt. Eine tiefere Beugung führt zu einer erhöhten Spannung des Streckapparats und verschlechtert die Übersicht. Zusätzlich ist ein unkontrolliertes Einreißen des Musculus vastus medialis möglich.

Nach dem Einsetzen von maximal zwei Retraktoren medial und lateral ist die Darstellung des Gelenks abgeschlossen. Der Zugang entspricht einem Fenster, das je nach Bedarf nach distal oder proximal verschoben werden kann, um die betreffende anatomische Region zu erreichen. Damit können alle operativen Schritte der endoprothetischen Implantation durchgeführt werden, ohne die Weichteile zu stark zu schädigen.

Falls kein Retropatellarersatz vorgesehen ist, müssen die Retraktoren vorsichtig eingesetzt werden, um eine Verletzung der retropatellaren Gelenkfläche zu vermeiden.

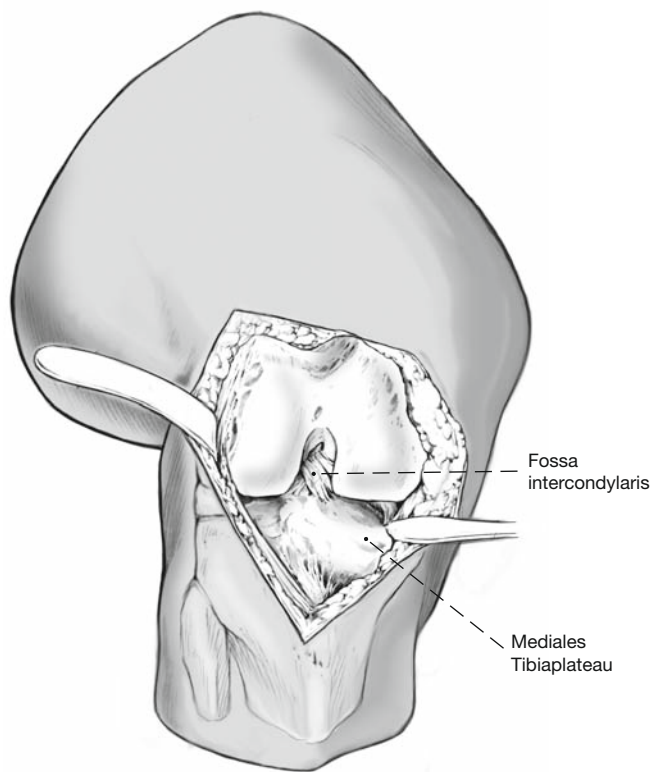


Abbildung 8

Nach Implantation des Kniegelenks sollte vor dem Vernähen der Gelenkkapsel ein freier Lauf der Kniescheibe im Schild der Femurkomponente erreicht werden. Die Patella sollte hierbei nicht mit dem Daumen des Operateurs medialisiert werden müssen. Dieses „no-thumb sign“ ist unabdingbar, um spätere patellofemorale Komplikationen zu vermeiden.

Bei spannungsarmer operativer Technik in mittlerer Beugung bis maximal 90° sowie sparsamem Einsetzen der Retraktoren lässt sich ein Einreißen des Musculus vastus medialis vollständig vermeiden.

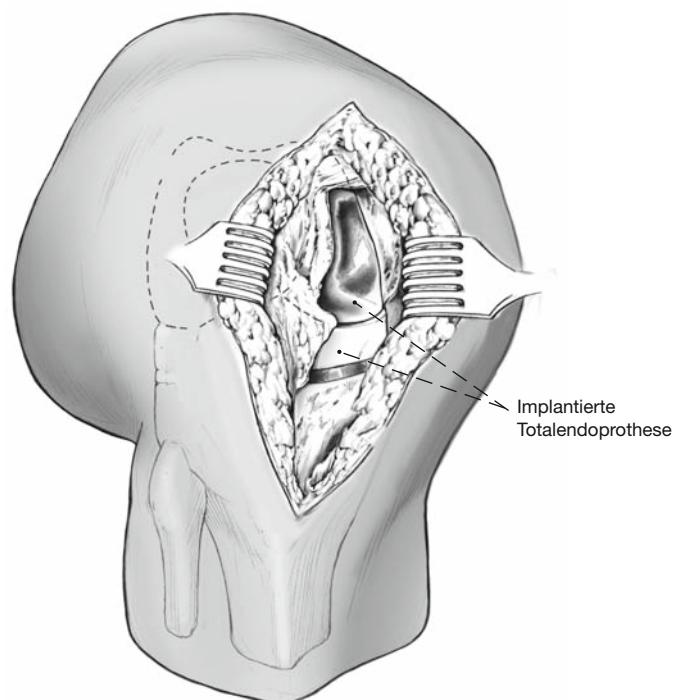
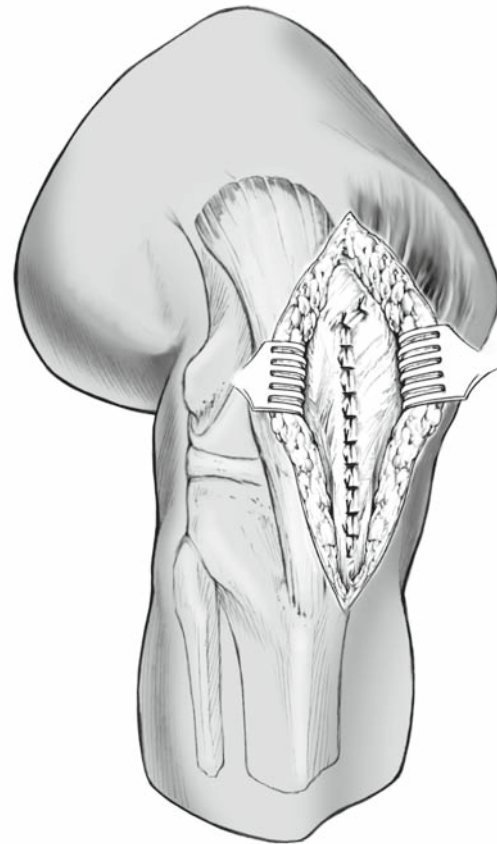


Abbildung 9

Die Wunde wird nach Öffnen der Blutsperre, exakter Blutstillung und Einlage einer intraartikulären Drainage verschlossen. Die Naht der Gelenkkapsel beginnt am Übergang von muskulären und kapsulären Strukturen medial-proximal der Patella. Die Fasern des Musculus vastus medialis werden mit ihrer Faszie oberflächlich adaptiert. Eine Naht der tieferen Muskelschichten ist nicht erforderlich und aufgrund möglicher Narbenbildung zu vermeiden. Die restlichen Anteile der Gelenkkapsel werden mit durchgreifenden Einzelknopfnähten verschlossen. Einlage einer subkutanen Drainage, Adaptation des Subkutangewebes und Hautverschluss mit Intrakutannaht.



Postoperative Behandlung

- Anlage eines Kompressionsverbands unmittelbar postoperativ und Hochlagerung des operierten Beins zur Verminderung der Weichteilschwellung.
- Entfernung der Drainagen nach 24–48 h.
- Lokale Kryotherapie bis zum Abschluss der Wundheilung.
- Entfernung des Hautnahtmaterials am 14. postoperativen Tag.
- Mobilisation ab dem 1. postoperativen Tag mit schmerzorientierter Vollbelastung an zwei Unterarmgehstützen. Nachfolgend schrittweise Entwöhnung von Gehstützen.
- Tägliche Krankengymnastik mit isometrischen Spannungsübungen und Bewegungsübungen ab dem 1. postoperativen Tag für 30 min.
- Motorisierte Übungsschiene (CPM) ab dem 1. postoperativen Tag, beginnend mit einer Extension/Flexion von 0/0/30° und täglicher Steigerung des Bewegungsausmaßes (zweimal täglich für je 20 min). In der 2. postoperativen Woche sollte bereits eine aktive Beugung von 90° erreicht werden.

- Thromboembolieprophylaxe mit niedermolekularem Heparin und Tragen von Kompressionsstrümpfen bis zur vollständigen Mobilisation, jedoch mindestens für 30 Tage.
- Röntgenkontrolle unmittelbar postoperativ und zur stationären Entlassung nach Belastung der operierten Extremität.
- Klinische und radiologische Kontrollen nach Abschluss der Rehabilitation und nach 12 Monaten.

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Unzureichendes Release proximal der Tuberositas tibiae mit erschwelter Lateralisation der Patella und Gefahr eines Ausrisses der Patellarsehne an der Tuberositas tibiae: In diesem Fall muss die Sehne transossär refixiert werden. Die Sehnennaht wird mit einer temporären Drahtcerclage durch die Patella und die Tuberositas tibiae gesichert, die nach frühestens 6 Wochen wieder entfernt werden kann.
- Operieren in tiefer Flexion mit vermehrter Spannung des Streckapparats, woraus ein unkontrolliertes Zerreißen der Vastusmuskulatur resultieren

Tabelle 1

Geschlechtsverteilung und klinische Stammdaten der nachuntersuchten Patienten. Die Angaben zu Alter, Körpergewicht und Körpergröße beziehen sich auf den Operationszeitpunkt.

| | |
|--|---------------|
| Geschlecht weiblich (n) | 160 |
| Geschlecht männlich (n) | 107 |
| Alter (Jahre) | 69,3 (46–89) |
| Durchschnittliches Körpergewicht (kg) | 72,8 (45–137) |
| Durchschnittliche Operationszeit (min) | 55 (41–92) |
| Mechanische Achse [Varus–Valgus (°)] | 27–21 |

Tabelle 2

Funktioneller Score der American Knee Society.

| | | Punkte |
|----------------|---|--------|
| Gehfähigkeit | Unbegrenzt | 50 |
| | 1 000 m | 40 |
| | 500–999 m | 30 |
| | < 500 m | 20 |
| | Im Haushalt | 10 |
| Treppensteigen | Keine | 0 |
| | Normal herauf und herunter | 50 |
| | Normal herauf; herunter mit Geländer | 40 |
| | Herauf und herunter mit Geländer | 30 |
| | Herauf mit Geländer; herunter nicht möglich | 15 |
| | Nicht möglich | 0 |

Tabelle 3

Spezifische Komplikationen nach minimalinvasiver Knieendoprothetik.

| | Anzahl (n) |
|--------------------------------------|------------|
| Hämatome | 22 |
| Einreißen des Muskel, „snips“ | 15 |
| Teilablösung des Ligamentum patellae | 1 |
| Anteriores Notching (< 2 cm) | 4 |

kann: Gegebenenfalls sind der Hautschnitt nach proximal zu erweitern und der rupturierte Muskel zu adaptieren.

- Unzureichende Blutstillung nach Spaltung des Muskels mit der Gefahr eines postoperativen Hämatoms: Falls dieses nicht konservativ zur Ausheilung gebracht werden kann, muss eine Revision mit Hämatomausräumung erfolgen.

Ergebnisse

Zwischen 2005 und 2007 wurden unter Nutzung des Mini-Midvastus-Zugangs insgesamt 267 Totalendoprothesen mit dem LPS-Flex®-Knie-System (Zimmer Inc., Warsaw, IN, USA) implantiert. Die Stammdaten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

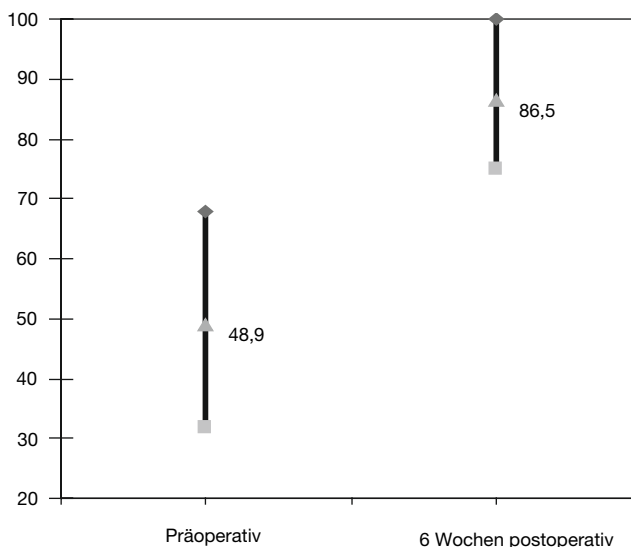


Abbildung 10
Funktioneller Score prä- und 6 Wochen postoperativ.

Die Eingriffe wurden von einem Operateur bzw. unter dessen Aufsicht durchgeführt. Bei keiner der Implantationen wurde die Gelenkfläche der Kniescheibe durch einen Retropatellarersatz ersetzt, sondern lediglich die Randosteophyten wurden entfernt. In diesem Patientengut wurde in keinem Fall ein laterales Release durchgeführt. Nach Implantation der Endprothese bestand ein freier Patellalauf im Schild der Femurkomponente.

Die Transfusionsrate betrug 9,02%. Die Patienten wurden nach durchschnittlich 9 Tagen (5–12 Tage) entlassen.

Die Patienten wurden in einer prospektiven Studie klinisch und radiologisch vor der Operation und 6 Wochen postoperativ untersucht, um die frühfunktionellen Ergebnisse zu beurteilen.

Zur Bewertung der klinischen Ergebnisse wurde der funktionelle Score der American Knee Society nach Insall und Scott verwendet (Tabelle 2), da sich die Vorzüge des Zugangs nur im Zusammenhang mit der Implantation von Kniegelenkendoprothesen ergeben.

Der präoperative Wert von 48,9 (32–68) konnte nach 6 Wochen auf 86,5 (75–100) gesteigert werden (Abbildung 10). Unter Bezugnahme auf den Score wiesen 92% der Patienten schon nach 6 Wochen eine gute oder exzellente Funktion des Kniegelenks auf, in 8% war die Funktion zufriedenstellend.

Bei der radiologischen Untersuchung wurde das Kniegelenk in zwei Ebenen sowie in der Langbeinaufnahme a.p. im Stehen geröntgt. Die Position der Patella wurde röntgenologisch in der Patellatangentiaufnahme bei 30° dargestellt.

Bei der Überprüfung der postoperativen Implantatpositionen ergaben sich gegenüber der präoperativen Planung bei der Auswertung der Langbeinaufnahmen folgende Werte:

- Tibia: Varus/Valgus $> 3^\circ$ 9/267,
- Femur: Varus/Valgus $> 3^\circ$ 12/267.

In der Patellagleit Aufnahme (30°) zeigten 94% der Kniescheiben eine zentrale Position im Schild der Femurkomponente.

Die spezifischen Komplikationen zeigt Tabelle 3. Sie traten vor allem während der Lernkurve bei den ersten 50 Fällen auf.

Weitere patellofemorale Komplikationen waren nicht zu verzeichnen. Insbesondere klagten lediglich vier der nachuntersuchten Patienten über „anterioren“ Knieschmerz, der konservativ analgetisch behandelt wurde. Eine Revision war zum Nachuntersuchungszeitpunkt nicht erforderlich.

Im Vergleich mit der Literatur, in der eine Inzidenz patellofemoraler Schmerzsyndrome von 2–7% aufgeführt wird [3, 17, 21, 22, 24, 30], zeigen unsere Ergebnisse eine verringerte Inzidenz. Limitierend ist jedoch der Nachuntersuchungszeitraum.

Der minimalinvasive Mini-Midvastus-Zugang stellt eine weichteilschonende Alternative zum Standardzugang bei der Implantation von Kniegelenkendoprothesen dar. Die Vorteile gegenüber dem Standardzugang sind die intakte Verbindung zwischen Strecksehne und Musculus vastus medialis bei nur sehr geringer Muskeltraumatisierung und die schnellere Rehabilitation. Schon die alleinige Vermeidung der Patellaevertierung reduziert das Trauma auf den Streckapparat [32], was von anderen Autoren bestätigt wird [11, 12, 18–20, 23, 25, 26]. Des Weiteren werden aus unserer Sicht zukünftige Revisionseingriffe durch weichteilschonende Implantationstechniken und die damit verbundene geringere Vernarbung weniger beeinträchtigt.

In Kombination mit korrekter Rotation der Implantate werden patellofemorale Komplikationen reduziert [1, 10, 14]. Durch die Verminderung der Notwendigkeit eines lateralen Release lassen sich Komplikationen wie Osteonekrosen und Frakturen der Kniescheibe weitgehend vermeiden [15, 16, 28]. Es handelt sich jedoch um eine sehr anspruchsvolle Operationstechnik.

Literatur

1. Akagi M, Matsusue Y, Mata T, et al. Effect of rotational alignment on patellar tracking in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1999;366:155–63.
2. Bächli H, Perlick L, Blum C, et al. Midvastus approach in total knee arthroplasty: a randomized, double-blind study on early rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:545–50.
3. Boyd AD Jr, Ewald FC, Thomas WH, et al. Long term complications after total knee arthroplasty with or without resurfacing of the patella. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:674–81.
4. Cooper RE Jr, Trinidad G, Buck WR. Midvastus approach in total knee arthroplasty: a cadaveric study determining the distance of the popliteal artery from the patellar margin of the incision. *J Arthroplasty* 1999;14:505–8.
5. Dalury DF, Jiranek WA. A comparison of the midvastus and paramedian approaches for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1999;14:33–7.
6. Dalury DF, Snow RG, Adams MJ. Electromyographic evaluation of the midvastus approach. *J Arthroplasty* 2008;23:136–40.
7. Engh GA, Holt BT, Parks NL. A midvastus muscle splitting approach for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1997;12:322–31.
8. Engh GA, Parks NL. Surgical technique of the midvastus arthrotomy. *Clin Orthop* 1998;351:270–4.
9. Engh GA, Parks NL, Ammeen DJ. Influence of surgical approach on lateral retinacular releases in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1996;331:56–63.
10. Flören M, Davis J, Peterson MG, et al. A mini-midvastus capsular approach with patellar displacement decreases the prevalence of patella baja. *J Arthroplasty* 2007;22:51–7.
11. Haas SB, Cook S, Beksac B. Minimally invasive total knee replacement through a mini midvastus approach: a comparative study. *Clin Orthop* 2004;428:68–73.
12. Haas SB, Manitta MA, Burdick P. Minimally invasive total knee arthroplasty: the mini midvastus approach. *Clin Orthop* 2006;452:112–6.
13. Hube R, Sotereanos NG, Reichel H. The midvastus approach for total knee arthroplasty. *Oper Orthop Traumatol* 2002;3:253–63.
14. Kelly MJ. Patellofemoral complications following total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 2001;50:403–7.
15. Kelly MJ, Rumi MN, Kothari M, et al. Comparison of the vastus-splitting and median parapatellar approaches for primary total knee arthroplasty: a prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:715–20.
16. Kelly MJ, Rumi MN, Kothari M, et al. Comparison of the vastus-splitting and median parapatellar approaches for primary total knee arthroplasty: a prospective, randomized study. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am* 2007;89:80–92.
17. Larson CM, Lachiewicz PF. Patellofemoral complications with the Insall Burstein II posterior-stabilized total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1999;14:288–92.
18. Laskin RS. Minimally invasive total knee arthroplasty: the results justify its use. *Clin Orthop* 2005;440:54–9.
19. Laskin RS. Surgical exposure for total knee arthroplasty: for everything there is a season. *J Arthroplasty* 2007;22:12–4.
20. Laskin RS, Beksac B, Phongjunakorn A, et al. Minimally invasive total knee replacement through a mini-midvastus incision: an outcome study. *Clin Orthop* 2004;428:74–81.
21. Laskin RS, van Steeijn M. Total knee replacement for patients with patellofemoral arthritis. *Clin Orthop* 1999;367:89–95.
22. Laughlin RT, Werries BA, Verhulst SJ, et al. Patellar tilt in total knee arthroplasty. *Am J Orthop* 1996;25:300–4.
23. Lonner JH. Minimally invasive approaches to total knee arthroplasty: results. *Am J Orthop* 2006;35:27–9.
24. Nelissen RG, Weidenheim L, Mikhail WE. The influence of the position of the patellar component on tracking in total knee arthroplasty. *Int Orthop* 1995;19:224–8.
25. Ohnsorge JA, Laskin RS. Special surgical technique of minimally invasive total knee replacement. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2006;144:91–6.
26. Pietsch M, Djahani O, Hofmann S. Minimally invasive mini-midvastus approach as standard in total knee arthroplasty. *Orthopäde* 2007;36:1120–8.
27. Repicci JA, Eberle RW. Minimally invasive surgical technique for unicompartmental knee arthroplasty. *J South Orthop Assoc* 1999;8:20–7.
28. Ritter MA, Pierce MJ, Zhou H, et al. Patellar complications (total knee arthroplasty). Effect of lateral release and thickness. *Clin Orthop* 1999;367:149–57.

29. Romanowski MR, Repicci JA. Minimally invasive unicondylar arthroplasty, eight year follow-up. *J Knee Surg* 2002;15:17–22.
30. Scuderi GR, Insall JN, Scott NW. Patellofemoral pain after total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 1994;2:239–46.
31. Tria AJ Jr. Minimally invasive total knee arthroplasty: the importance of instrumentation. *Orthop Clin North Am* 2004;35:227–34.
32. Walter F, Haynes MB, Markel DC. A randomized prospective study evaluating the effect of patellar eversion on the early functional outcomes in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007;22:509–14.
33. White RE Jr, Allman JK, Trauger JA, et al. Clinical comparison of the mid-vastus and medial parapatellar surgical approaches. *Clin Orthop* 1999; 367:117–22.

Korrespondenzanschrift

Dr. Robert Hube
OCM-Klinik
Steinerstraße 6
81369 München
Telefon (+49/89) 206082-410, Fax -333
E-Mail: robert.hube@ocm-muenchen.de

Operative Orthopädie und Traumatologie bei SpringerLink

Gehen Sie zu www.springerlink.com und folgen Sie dem Link „log in“. Sie können sich dann mit Ihrem User-name/Benutzernamen und Passwort/ Passwort anmelden.

Zu Ihrer abonnierten Zeitschrift gelangen Sie über den Link „Journals/Zeitschriften“ (unter Menü „Content Types/Publicationsart“). Geben Sie nun den Namen der Zeitschrift ins Suchfenster in der rechten Navigationspalte ein, wählen Sie als Suchmodus „in den aktuellen Ergebnissen“ aus und klicken auf „Go“.

Um künftig schneller zu Ihrer Zeitschrift – oder in dieser zu einem bevorzugten Artikel – zu gelangen, haben Sie die Möglichkeit, „Favoriten-Links“ einzurichten: Klicken Sie bei Ihrer Zeitschrift oder dem gewünschten Artikel auf das Diskettensymbol – dann können Sie später unter der Rubrik „Saved Items/Gespeicherte Einträge“ Ihre Zeitschrift (bzw. von Ihnen ausgewählte Artikel) mühelos aufrufen.