

V. Martinek, A.B. Imhoff

## Tibiale Umstellungsosteotomie am Kniegelenk – Renaissance eines klassischen Verfahrens?

*Tibial adjustment osteotomy at the knee joint – renaissance of a classic procedure?*

Abteilung für Sportorthopädie der Technischen Universität München

### Zusammenfassung

Kniegelenksnahe Umstellungsosteotomien werden zur Korrektur von Achsenfehlstellung bei unikompartimentellen Gonarthrosen verwendet. Die Achsenkorrekturen, die in der Regel am Ort der Fehlstellung erfolgen, werden entsprechend der Pathologie am häufigsten valgusierend im Bereich des Tibiakopfes durchgeführt. Zur Verfügung stehen dabei entweder die lateral schließende Closed-wedge- oder die medial aufklappende Open-wedge-Technik unter Verwendung von verschiedenen Osteosynthese-Systemen. Mit der Umstellungsosteotomie, die mit zusätzlichen Eingriffen wie der Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes (VKB), Knorpelchirurgie oder Meniskus-Ersatz kombiniert werden kann, wird gezielt auch der Neigungswinkel des Tibiaplateaus (sog. slope) zur Veränderung der antero-posterioren Translationskräfte korrigiert. Die Bedeutung der mit einem relativen Risiko belasteten Umstellungsosteotomie wird im Zeitalter der verbesserten unikondylären Endoprothesen wiederholt diskutiert. Trotz guter Ergebnisse des künstlichen Teilgelenk-Ersatzes behält die Umstellungsosteotomie dennoch einen wichtigen Stellenwert vor allem für jüngere und aktive Patienten, indem sie den Zeitpunkt der Prothesen-Implantation signifikant hinauszögert.

**Schlüsselwörter:** Varus, Gonarthrose, hohe tibiale Umstellungsosteotomie

### Summary

Osteotomies around the knee joint are used to correct malalignment in cases of unicompartmental osteoarthritis. The corrections of the axis, which generally take place at the site of the malalignment, are frequently performed, according to the most common pathology, in the area of the proximal tibial head. Different fixation systems are available either for the laterally closing "closed-wedge" or the medially opening "open-wedge" technique. The high tibial osteotomy which can be performed together with other interventions such as anterior cruciate ligament reconstruction or meniscus replacement, represents also useful tool for exact correction of the tibial slope to change the antero-posterior translation forces. The value of the corrective osteotomy – a procedure with a relative operative risk for complications – is often discussed with regards to the improved quality of the unicompartmental knee joint prostheses. However, despite good results reported following unicompartmental joint replacement, corrective osteotomy around the knee joint remains an important alternative especially for young and active patients with limited osteoarthritis to significantly delay the time point of joint replacement.

**Key words:** Varus, osteoarthritis, high tibial osteotomy

### Einleitung

Seit der Erstbeschreibung der tibialen Umstellungsosteotomie in der englisch-sprachigen Literatur in den 50er Jahren genoss diese Behandlung der unikompartimentellen Kniegelenksarthrose eine wechselnde Popularität (15). Im Zeitalter der ersten Kniegelenksprothesen mit schlechteren Ergebnissen in den 70er Jahren waren die Umstellungsoperationen zunächst populär (5), verloren jedoch mit ansteigender Qualität von Endoprothesen an Bedeutung. Im Verlauf der letzten Dekade konnte jedoch wieder ein wachsendes Interesse der knienahen Umstellungsosteotomien, insbesondere im europäischen Raum, beobachtet werden (2, 8, 11, 19).

Der Hauptgrund für die Renaissance dieser Verfahren war der deutlich wachsende Anspruch der Patienten und die daraus resultierende Perfektionierung der gelenkchirurgischen Eingriffe, bei welchen sich zunehmend anatomische Rekonstruktionen durchsetzten (24, 29). Letztlich hatte auch die

positive Entwicklung in der Therapie von Knorpelschäden einen Einfluss auf die Wiedereinführung von Osteotomien, die durch die Verbesserung der Knorpelbehandlung mit autologer osteochondraler Transplantation (10, 13) bzw. mit Chondrozyten-Transplantation (27) eine sinnvolle therapeutische Maßnahme zur Gelenkerhaltung darstellen (1).

### Ätiologie der medialen Gonarthrose

Die Entstehung von unikompartimentellen Arthrosen hat viele Ursachen, die häufig auf mechanische Überlastung der betroffenen Gelenkabschnitte zurückzuführen sind (26). Dabei handelt es sich in der Regel um mediale Gonarthrosen, lateralseitig kommen sie nur in ca. 5% aller Fälle, überwiegend nach dem Verlust des Außenmeniskus vor. Die mediale Gonarthrose ist vorwiegend mit einem Genu varum vergesellschaftet (9). Neben kongenitalen, wachstumsbedingten und posttraumatischen tibialen oder femoralen Fehlstellun-

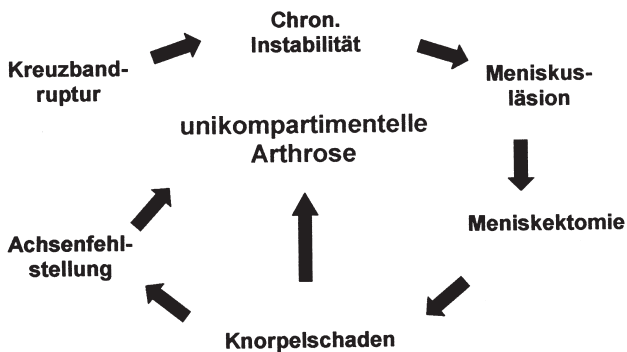


Abbildung 1: Circulus vitiosus der Knie-Instabilität

gen kommt es zur Ausbildung einer Varus-Fehlstellung sekundär nach dem Verlust des Knorpels und Meniskus oder nach einer subchondralen Durchblutungsstörung (16). Auch Bandinstabilitäten, v.a. die antero-medialen, führen biomechanisch bedingt, zu meist medialen degenerativen Veränderungen, die langfristig in unikompartimentellen Gonarthrosen enden (20, 23). Anschaulich ist der Mechanismus einer einseitigen Gelenkerstörung bei unbehandelter vorderer Kreuzbandruptur (Abb. 1). Bei VKB-Insuffizienz treten, bei entsprechender Beanspruchung unphysiologische Rotations-Translations-Bewegungen im Kniegelenk auf, die zum Verschleiß von Sekundärstabilisatoren, insbesondere der Menisken führen. Im Verlauf der Zeit – abhängig vom Ausmaß der mechanischen Exposition – treten Meniskusläsionen mit Folge einer (Teil)-Resektion auf. Durch den Meniskus-(Teil)-Verlust gehen die knorpelprotektiven Funktionen verloren und ungünstige Knorpel-Punktbelastungen resultieren schließlich im Knorpelschaden (1). Die durch den einseitigen Substanzverlust entstandene Achsabweichung verstärkt die Druckbelastung und somit weitere, zur Arthrose führende Destruktion im medialen Gelenkkompartiment (20, 23).



Abbildung 2: Röntgen: Ganzbeinaufnahme im Stehen zur präoperativen Bestimmung des Korrekturwinkels

## Diagnostik

Eine exakte präoperative Diagnostik, die eine eingehende klinische und radiologische Untersuchung umfasst, ist für die Planung der Operation unerlässlich. Die Röntgenuntersuchung beinhaltet Standardaufnahmen des Kniegelenkes in 3 Ebenen und zur Bestimmung der Achsabweichung eine Ganzbeinaufnahme (Abb. 2). Anhand der Abweichung zwischen der anatomischen und mechanischen Achse wird

der Korrektur-Winkel bestimmt, wobei bei der medialen Gonarthrose entsprechend dem Meniskus/Knorpel-Defekt eine leichte Überkorrektur angestrebt wird (26). Die MRT-Untersuchung stellt eine sinnvolle Ergänzung zur Planung des Eingriffes dar, auf die nicht verzichtet werden sollte (Abb. 3) (29). Sie erlaubt die Erfassung von Sekundärschäden am Meniskus und Knorpel und hilft entscheidend bei der Indikation zu zusätzlichen Eingriffen wie Knorpel-Knochen- bzw. Meniskus-Transplantation (1).



Abbildung 3: Magnetresonanztomographie zur präoperativen Abklärung der Begleitschäden, insbesondere der Knorpelsituation

## Operationsindikation

Die Indikation zur operativen Behandlung einer medialen Gonarthrose mit einer gelenkerhaltenden tibialen Umstellungsosteotomie ist von mehreren Faktoren abhängig (29). Das Alter des Patienten beträgt in der Regel weniger als 60 Jahre, dennoch stellt auch ein höheres Alter keine Kontraindikation für diesen Eingriff dar. Der Aktivitätsgrad und Anspruch des Patienten muss ebenfalls berücksichtigt werden. Wichtige Entscheidungskriterien sind neben der Signifikanz der Fehlstellung auch das Ausmaß der Arthrose, insbesondere die Beteiligung des Femoropatellargelenkes und ein guter Zustand des lateralen Gelenkkompartiments (8). Bei Ausbreitung der arthrotischen Veränderungen in mehrere Kompartimente wird die Entscheidung zugunsten einer prothetischen Versorgung gefällt (31).

## Umstellungsosteotomie

Für die Korrektur von Achsenfehlstellungen bei unikompartimentellen Kniegelenksarthrosen stehen verschiedene Techniken zur Verfügung (2,18,19,21,30,32,33). Der Ort der Achsabweichung ist in der Regel auch der Ort, wo die Korrekturosteotomie durchgeführt wird: suprakondylär femoral bei Valgus- und proximal tibial bei Varus-Fehlstellung (9).

### Valgisierende hohe Tibiakopf-Umstellungsosteotomie

Die in der klinischen Praxis häufigste Fehlstellung ist die Varusgonarthrose mit hoch tibial gelegener Varus-Fehlstellung. Zur Korrektur sind grundsätzlich zwei Operationstechniken, die lateral schließende (sog. "closed-wedge") (Abb. 4) und die medial öffnende (sog. "open-wedge") Osteotomie (Abb. 5) möglich. Die lateral zuklappende (closed-wedge) Tibiakopf-Umstellungsosteotomie hat einen gewissen Vorteil gegenüber der Open-wedge-Technik bei straffer medialer Kollateralband-Situation, bei femoropatellären Symptomen durch Reduktion des Patellasehnen-Zuges (6) und bei VKB-Insuffizienz durch die Möglichkeit einer Verminderung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus (slope) (1). Demgegen-

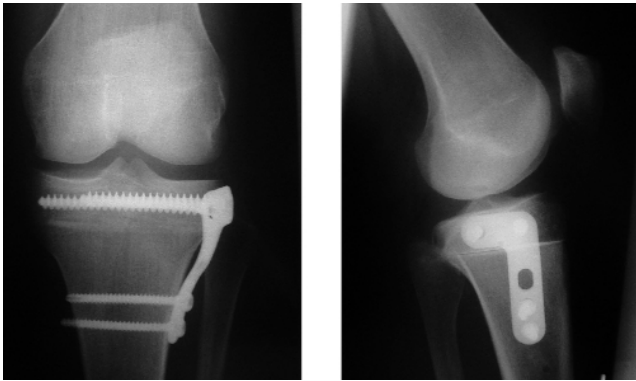


Abbildung 4: Röntgen: Postoperative Aufnahme nach valgusierender, tibialer Korrekturosteotomie in lateral schließender Operationstechnik

über hat die medial auflappende (open-wedge) Technik vorteilhafte Auswirkungen bei lockerem medialen Bandapparat, bei vorbestehender ipsilateraler Beinverkürzung sowie bei HKB-Insuffizienz durch die Option einer Erhöhung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus.

### Lateral schließende (closed wedge) Korrekturosteotomie

Die closed-wedge-Korrekturosteotomie wird mit einer transkapitalen Fibulaköpfchen-Osteotomie begonnen. Nach proximaler Ablösung des M. tibialis anterior wird anschließend unter Schutz der Patellarsehne und der dorsalen Gefäße aus dem Tibiakopf nach inkompletter horizontaler Osteotomie ein lateral basierter ossärer Keil herausgenommen. Zur gradgenauen Einstellung der Korrektur kann hier z.B. eine Winkelschablone verwendet werden. Nach langsamem Schließen wird die Osteotomie mit einer lateral angebrachten L-Platte fixiert. Um eine stabile Osteosynthese zu erreichen und damit postoperativ eine Teilbelastbarkeit zu ermöglichen, sollte die mediale Kortikalis am Tibiakopf intakt bleiben (Abb. 4). In Abhängigkeit von der Plattenposition kann die Osteotomie anterior oder posterior einige Millimeter offen bleiben, um den Neigungswinkel des Tibiaplateaus zu korrigieren. Bei der Closed-wedge-Technik bietet sich an, insbesondere im Falle einer vorderen Kniegelenksinstabilität, die Platte weiter anterior anzubringen, um dann durch ein inkomplettes dorsales Schließen den Neigungswinkel des Tibiaplateaus und die vorderen Translationskräfte zu vermindern (Abb. 6).

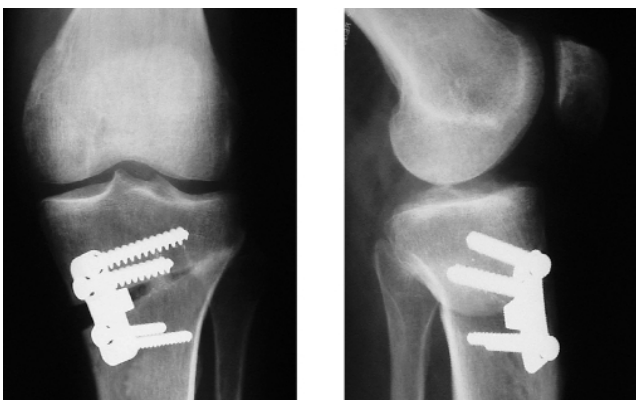


Abbildung 5: Röntgen: Postoperative Aufnahme nach valgusierender, tibialer Korrekturosteotomie in medial öffnender Operationstechnik

### Open-wedge-Technik

Bei der Open-wedge-Technik wird die aufklappende Osteotomie von medial nach Teilablösung des vorderen medialen Kollateralbandes schräg nach lateral ansteigend durchgeführt (Abb. 5). Der Osteotomiespalt wird mit einem Platzhalter offengehalten und der entstehende Keildefekt mit autologer Spongiosa bzw. mit Ersatzknochen gefüllt (18). Auch bei dieser Methode ist es unerlässlich, dass die Gegenkortikalis intakt bleibt, um die Stabilität der Osteotomie zu gewährleisten. Mit der anterior von medial angebrachten Platzhalter-Platte ist es möglich, den Neigungswinkel des Tibiaplateaus zu erhöhen und damit die Translationskräfte nach dorsal zu vermindern – dieses Prinzip wird hauptsächlich bei begleitender hinterer Kniegelenksinstabilität angewendet (Abb. 6).

### Nachbehandlung

Die postoperative Behandlung nach einer kniegelenksnahen Umstellungsosteotomie erfolgt frühfunktionell (29). Ab dem ersten postoperativen Tag werden die operierten Kniegelenke passiv auf einer Motorschiene und durch den Physiothe-

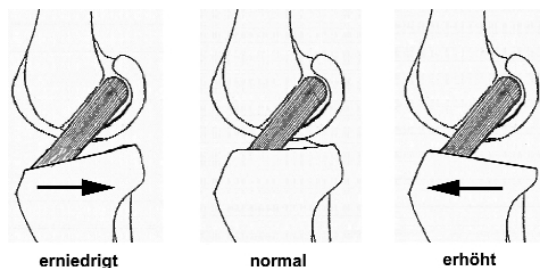


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Translationskräfte (Pfeil) in Abhängigkeit der Änderung vom Neigungswinkel des Tibiaplateaus

rapeuten bewegt, nach zwei Wochen kann eine aktive Bewegung der Muskulatur hinzukommen. Der Bewegungsumfang wird für insgesamt 6 Wochen auf 90° Flexion bei voller Extension limitiert, in diesem Zeitraum ist auch eine Teilbelastung von maximal 15 kg erlaubt. Die Belastung wird nach 6 Wochen in Abhängigkeit vom radiologischen Befund gesteigert, so dass die Patienten nach 8 bis 10 Wochen postoperativ eine Vollbelastung erreichen können.

### Kombinationseingriffe

Die unikompartimentelle Gonarthrose ist häufig die Folge einer unbehandelten Kniegelenksinstabilität (Abb. 1). Somit wird die Indikation zur valgusierenden Korrekturosteotomie häufig im Zusammenhang mit einer meist chronischen VKB-Insuffizienz und mit in der Regel symptomatischen Knorpel- und Meniskusdefekten im medialen Gelenkkompartiment gestellt. Insbesondere bei jüngeren Patienten werden deshalb alle Pathologien mit einem kombinierten operativen Vorgehen korrigiert (24,25,29). Neben der gleichzeitigen VKB-Rekonstruktion (Abb. 7), werden umschriebene osteochondrale Defekte (13,27) und Meniskusdefekte versorgt (1). Die relativ große Invasivität des Kombinationseingriffes wird unseres Erachtens mit dem Vorteil einer einzigen Rehabilitation ausgewogen und durch unsere mittelfristig guten Ergebnisse bestätigt (1).

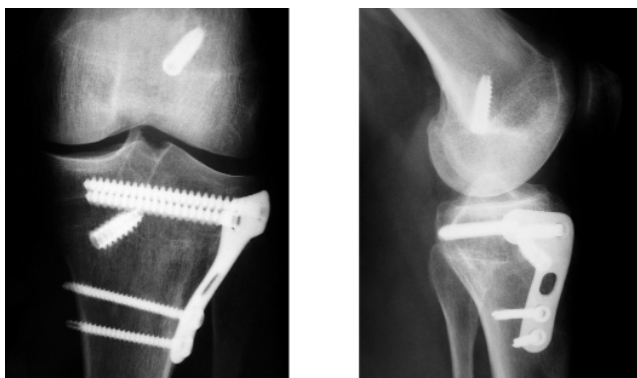


Abbildung 7: Röntgen: Postoperative Aufnahme nach einem komplexen Kombinationseingriff: valgusierender, tibialer Korrekturosteotomie, Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes und autologer osteochondraler Transplantation (OATS) am medialen Femurkondylus

## Stellenwert der hohen tibialen Korrekturosteotomie

Der Stellenwert der Umstellungsosteotomie wird im Zeitalter der verbesserten Endoprothetik wiederholt überprüft und diskutiert (31,35). Trotz der inzwischen guten Erfolge der unikondylären Kniegelenksprothesen, die initial höhere Erfolgsraten haben (7,34), ist bei jüngeren Patienten unterhalb des 60. Lebensjahres die gelenkerhaltende Umstellungsosteotomie die Therapie der Wahl (2,3,12,14,28). Insbesondere für Patienten, die ihren Aktivitätsgrad erhalten möchten, ist die achskorrigierende Operation die bessere Option, die die Implantation einer (Teil)Endoprothese bis zu 15 Jahre verzögern kann (4,12,28). Inzwischen wurde auch die Argumentation widerlegt, dass die endoprothetische Kniegelenkversorgung nach einer Umstellungsosteotomie erschwert ist (17,22).

## Literatur

1. Agneskirchner JD, Burkart A, Imhoff AB: Achsenfehlstellung, Knorpelschaden und Kreuzbandruptur – Begleiteingriffe bei einer VKB-Plastik. Unfallchirurg 105 (2002) 237-245.
2. Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA: High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion. Long-term follow-up. J Bone Joint Surg 82-A (2000) 70-79.
3. Choi HR, Hasegawa Y, Kondo S, Shimizu T, Ida K, Iwata H: High tibial osteotomy for varus gonarthrosis: a 10- to 24-year follow-up study. J Orthop Sci 6 (2001) 493-497.
4. Cole BJ, Harner CD: Degenerative arthritis of the knee in active patients: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surg 7 (1999) 389-402.
5. Coventry MB: Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg 55-A (1973) 23-48.
6. Dohin B, Migaud H, Gougeon F, Duquenois A: Effect of a valgization osteotomy with external wedge removal on patellar height and femoropatellar arthritis. Acta Orthop Belg 59 (1993) 69-75.
7. Fuchs S: Bedeutung der Tibiakopfumstellungsosteotomie im Zeitalter von Endoprothesen. Z Orthop Ihre Grenzgeb 137 (1999) 253-258.
8. Gautier E, Jakob RP: Der Stellenwert der Korrekturosteotomien – Indikationen, Technik und Ergebnisse. Ther Umsch 53 (1996) 790-796.
9. Grelsamer RP: Unicompartmental osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg 77-A (1995) 278-292.
10. Hangody L, Feczko P, Bartha L, Bodo G, Kish G: Mosaicplasty for the treatment of articular defects of the knee and ankle. Clin Orthop 391 Suppl. (2001) 328-336.
11. Hassenpflug J, von Haugwitz A, Hahne HJ: Langzeitergebnisse nach Tibiakopf-Umstellungsosteotomie. Z Orthop Ihre Grenzgeb 136 (1998) 154-161.
12. Holden DL, James SL, Larson RL, Slocum DB: Proximal tibial osteotomy in patients who are fifty years old or less. A long-term follow-up study. J Bone Joint Surg 70-A (1988) 977-982.
13. Imhoff AB, Ottl GM, Burkart A, Traub S: Autologe osteochondrale Transplantation in verschiedenen Gelenken. Orthopade 28 (1999) 33-44.
14. Insall JN, Joseph DM, Msika C: High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. J Bone Joint Surg 66-A (1984) 1040-1048.
15. Jackson JP: Osteotomy for osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg 40-B (1958) 826-830.
16. Johnson RJ, Kettelkamp DB, Clark W, Leaverton P: Factors effecting late results after meniscectomy. J Bone Joint Surg 56-A (1974) 719-729.
17. Karabatsos B, Mahomed NN, Maistrelli GL: Functional outcome of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. Can J Surg 45 (2002) 116-119.
18. Koshino T, Murase T, Saito T: Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg 85-A (2003) 78-85.
19. Marti RK, Verhagen RA, Kerkhoffs GM, Moojen TM: Proximal tibial varus osteotomy. Indications, technique, and five to twenty-one-year results. J Bone Joint Surg 83-A (2001) 164-170.
20. McDaniel WJ, Jr., Dameron TB, Jr.: The untreated anterior cruciate ligament rupture. Clin Orthop 172 (1983) 158-163.
21. Meacock SC, Bodmer JL, Billingham ME: Experimental osteoarthritis in guinea-pigs. J Exp Pathol (Oxford) 71 (1990) 279-293.
22. Meding JB, Keating EM, Ritter MA, Faris PM: Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. Clin Orthop 375 (2000) 175-184.
23. Neyret P, Donell ST, Dejour H: Results of partial meniscectomy related to the state of the anterior cruciate ligament. Review at 20 to 35 years. J Bone Joint Surg 75-B (1993) 36-40.
24. Noyes FR, Barber SD, Simon R: High tibial osteotomy and ligament reconstruction in varus angulated, anterior cruciate ligament-deficient knees. A two- to seven-year follow-up study. Am J Sports Med 21 (1993) 2-12.
25. O'Neill DF, James SL: Valgus osteotomy with anterior cruciate ligament laxity. Clin Orthop 278 (1992) 153-159.
26. Paley D, Maar DC, Herzenberg JE: New concepts in high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. Orthop Clin North Am 25 (1994) 483-498.
27. Peterson L, Brittberg M, Kiviranta I, Akerlund EL, Lindahl A: Autologous chondrocyte transplantation. Biomechanics and long-term durability. Am J Sports Med 30 (2002) 2-12.
28. Rinonapoli E, Mancini GB, Corvaglia A, Musiello S: Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10- to 21-year follow-up study. Clin Orthop 353 (1998) 185-193.
29. Roscher E, Martinek V, Imhoff AB: Vordere Kreuzbandplastik und valgusierende hohe Tibiaosteotomie als kombiniertes Vorgehen bei anteriorer Instabilität und Varusmorphotyp. Zentralbl Chir 123 (1998) 1019-1026.
30. Schultz W, Gobel D: Articular cartilage regeneration of the knee joint after proximal tibial valgus osteotomy: a prospective study of different intra- and extra-articular operative techniques. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 7 (1999) 29-36.
31. Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ, Lazovic D, Wefer A: High tibial osteotomy versus unicompartmental joint replacement in unicompartmental knee joint osteoarthritis: 7-10-year follow-up prospective randomised study. Knee 8 (2001) 187-194.
32. Takahashi T, Wada Y, Tanaka M, Iwagawa M, Ikeuchi M, Hirose D, Yamamoto H: Dome-shaped proximal tibial osteotomy using percutaneous drilling for osteoarthritis of the knee. Arch Orthop Trauma Surg 120 (2000) 32-37.
33. Weale AE, Lee AS, MacEachern AG: High tibial osteotomy using a dynamic axial external fixator. Clin Orthop 382 (2001) 154-167.
34. Weale AE, Newman JH: Unicompartmental arthroplasty and high tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. A comparative study with a 12- to 17-year follow-up period. Clin Orthop 302 (1994) 134-137.
35. Windsor RE, Insall JN, Vince KG: Technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy. J Bone Joint Surg 70-A (1988) 547-555.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. med. Vladimir Martinek

Abteilung für Sportorthopädie der TU München  
Connollystrasse 32, 80809 München

Fax: 089- 2892 4484, E-mail: vmartinek@lrz.tum.de