

Die interligamentäre valgisierende Tibiakopfosteotomie bei Varusgonarthrose

Walter Blauth, Burkhard Stünitz, Joachim Hassenpflug

Orthopädische Universitätsklinik Kiel
(ehem. Direktor: Prof. Dr. W. Blauth)

Operationsprinzip

Beseitigung der Varusfehlstellung der Beinachse und der dadurch bedingten Überlastung der medialen Kniegelenkflächen durch Umstellungsosteotomie beider Unterschenkelknochen über einen lateralen Zugang nach Gariépy (1961, 1964) [9, 10]. Aus der Tibia wird ein Knochenkeil mit lateraler Basis entnommen. Keilhöhe und -länge richten sich nach dem Korrekturwinkel, der zeichnerisch aus einer Röntgenaufnahme im Stehen (sogenannte Becken-Bein-Statik) und unter Berücksichtigung einer medialen Knieinstabilität ermittelt wird. Je nach Basishöhe des Tibiakeils wird aus der Fibula metaphysär unmittelbar unterhalb des Caput fibulae ein Knochenzylinder von etwa 0,6 bis höchstens 1 cm Länge entnommen. Das distale Fibulafragment soll sich bei der Umstellung in das proximale einstauchen; es wird anschließend mit einer Zuggurtungsnaht fixiert.

Eine sehr hohe Fibulaosteotomie ist erforderlich, um das distale Fragment, den Fibulaschaft, mit einem Hohmann-Haken genügend weit nach dorsal weghalten zu können, damit eine gute Übersicht über die Dorsalseite des Tibiakopfes erreicht wird.

Die Tibiafragmente werden mit zwei in der Horizontalebene um etwa 90° versetzten Knochenklammern fixiert.

Im Unterschied zu der von Coventry (1965) [6] beschriebenen Technik der Osteotomie wird der Ansatz des lateralen Seitenbandes sowie des Musculus biceps femoris nicht abgelöst und das Fibulaköpfchen nicht reseziert (Blauth 1984 [2], Blauth u. Schuchardt 1986 [5]).

Vorteile

Sehr gute Übersicht über das Operationsgebiet, insbesondere über die Dorsalseite des Schienbeinkopfes.

Es liegen große, spongiöse Osteotomieflächen vor, so daß die Konsolidierungszeit des Knochens relativ kurz ist.

Die Osteotomie liegt nahezu in Höhe der Fehlstellung.

Es ist gleichzeitig eine Korrektur in der Sagittalebene möglich.

Ein lockerer medialer Bandapparat kann durch Verengerung der Keilbreite auf seine normale Span-

nung gebracht werden. Der „Drehpunkt“ bei der Umstellung des distalen Tibiafragments liegt dann nicht in Höhe der medialen Kortikalis, sondern entsprechend lateral/zentral verschoben (siehe Abbildung 2).

Es wird wenig Osteosynthesematerial verwendet.

Das Osteosynthesematerial kann in der Regel belasten werden.

Durch die Zuggurtungsosteosynthese der Fibula wird die übungsstabile Osteosynthese der Tibia zusätzlich stabilisiert.

Das Fibulaköpfchen bleibt mit den Ansätzen des lateralen Seitenbandes und der Sehne des Musculus biceps femoris erhalten.

Bei Beachtung der beschriebenen Operationstechnik besteht keine Gefahr der Verletzung großer Gefäße und Nerven in der Kniekehle.

Nachteile

Technisch anspruchsvolles Verfahren.

Bei osteoporotischem Knochen kann mit zwei Klammern nicht immer eine übungsstabile Osteosynthese erreicht werden, so daß eine dritte Klammer erforderlich sein kann.

Die Fibulaosteotomie liegt in unmittelbarer Nähe des Nervus peroneus. Es besteht die Gefahr einer Nervenläsion bei Ablösung der Muskelansätze am Collum fibulae.

Postoperativ ist vorübergehend eine Fixation der Gliedmaße im Oberschenkelgipsverband zweckmäßig, damit der Patient zwischen den Mobilisationsphasen gefahrlos nach Hause entlassen werden kann.

Eine nachträgliche Korrektur der Beinachse ist nicht möglich.

Indikationen

Schmerzhafte und/oder dekompensierte Varusgonarthrose mit allenfalls geringen, röntgenologisch und/oder arthroskopisch festgestellten degenerativen Veränderungen retropatellar oder im lateralen Gelenkraum.

Varusgonarthrose mit medialer Meniskopathie.

O-Bein verschiedener Ätiologie und Pathogenese, das beim erwachsenen Patienten aus präventiven oder ästhetischen Gründen korrigiert werden soll.

Ein Streckdefizit sollte nicht mehr als etwa 20° betragen. Das Gelenk sollte wenigstens noch um 90° gebeugt werden können.

Voraussetzungen

Guter Allgemeinzustand. Keine Zirkulationsstörungen an den unteren Gliedmaßen, keine Ödeme. Eine ausgeprägte Varikosis sollte präoperativ beseitigt werden.

Übergewichtige Patienten sollten ihr Gewicht möglichst reduzieren!

Stoffwechselleiden sollten kompensiert sein.

Internistische Stellungnahme zur Operationsfähigkeit.

Liegt gleichzeitig eine Valgusfehlstellung des oberen Sprunggelenks oder eine schmerzhafte Coxa valga vor, sollte eine spätere supramalleoläre oder intertrochantäre Korrekturosteotomie bedacht werden.

Eine strenge Altersgrenze besteht nicht: Bei Patienten über etwa 70 Jahre oder bei stark vorgealterten Kranken über 65 Jahre ziehen wir die Implantation unserer Knieendoprothese (Blauth 1974 [1], Blauth 1986, [3], Blauth u. Hassenpflug 1991 [4]) vor.

Der Patient sollte bereits vor der Operation mit zwei Unterarmgehstützen unter Entlastung des betroffenen Beins gehen lernen.

Kontraindikationen

Mangelhafter Allgemeinzustand.

Dekompensierte Stoffwechselleiden.

Ausgeprägte Blutumlaufstörungen mit Ödemen.

Es besteht ein Streckdefizit im Kniegelenk von mehr als 20°.

Das Kniegelenk kann nicht bis zum rechten Winkel gebeugt werden.

Es liegen stärkere degenerative Veränderungen im Femoropatellargelenk und/oder im lateralen Femorotibialgelenk vor.

Das betroffene Bein kann beim Gehen nicht genügend mit Unterarmgehstützen entlastet werden.

Der Kniebasiswinkel liegt deutlich unter oder über etwa 82°, so daß eine suprakondyläre Osteotomie und keine Tibiakopfosteotomie angezeigt ist.

Patientenaufklärung

Allgemeine Operationsrisiken: Thrombose, Embolie, Infektion.

Verzögerte Knochenheilung oder Pseudarthrosenbildung mit Notwendigkeit zur Reoperation.

Nachblutungsgefahr, Notwendigkeit zur Ausräumung eines Hämatoms.

Irritationen des Nervus peroneus (etwa 2 % bei 200 Operationen, siehe „Ergebnisse“).

Verletzung von größeren Gefäßen (Arteria poplitea, Arteria tibialis anterior, Arteria peronea) (siehe „Komplikationen“).

Gleichzeitige arthroskopische Operation bei freiem Gelenkkörper oder Meniskopathie kann notwendig sein.

Korrektur einer gleichzeitigen Valgusfehlstellung im oberen Sprunggelenk oder am koxalen Femurende kann später erforderlich werden.

Frakturgefahr im Bereich des Tibiakopfes mit Gelenkbeteiligung bei zu hoher und aufsteigender Osteotomie sowie gewaltsamer Umstellung des distalen Fragments.

Anwendung eines anderen Osteosyntheseverfahrens, wie zum Beispiel Platte oder Fixateur externe kann bei ungenügender Stabilität notwendig werden.

Zeitweilige Ruhigstellung des Kniegelenks im Oberschenkelgipsverband (Tutor oder Liegegips mit Fußteil) nach Entlassung aus stationärer Behandlung.

Die Knochenklammern können im Körper verbleiben, es sei denn, es stellt sich ein Reizzustand ein.

Es sollte ein Genu valgum von etwa 6 bis 8° erreicht werden, was als ästhetischer Nachteil empfunden werden kann.

Führt die Operation wegen schon fortgeschrittener Arthrose nicht zu dem erwünschten Resultat, bleibt der Rückzug auf eine Endoprothese.

Das operierte Bein sollte etwa drei bis dreieinhalb Monate nicht voll belastet werden, um dem Gelenk ausreichend Zeit zur Anpassung an die neuen Belastungsverhältnisse zu geben.

Operationsvorbereitung

Röntgenaufnahmen beider Kniegelenke in zwei Ebenen (Format 20/40).

Die Anterior-posterior-Aufnahmen werden im Einbeinstand angefertigt.

Tangentiale Patellaufnahmen nach Knutsson.

Röntgenaufnahme beider Beine im Stehen (sogenannte Becken-Bein-Statik) mit gleichmäßiger Belastung beider Beine.

Bei ausgeprägter lateraler Instabilität sogenannte gehaltene Röntgenaufnahmen mit Abduktion und

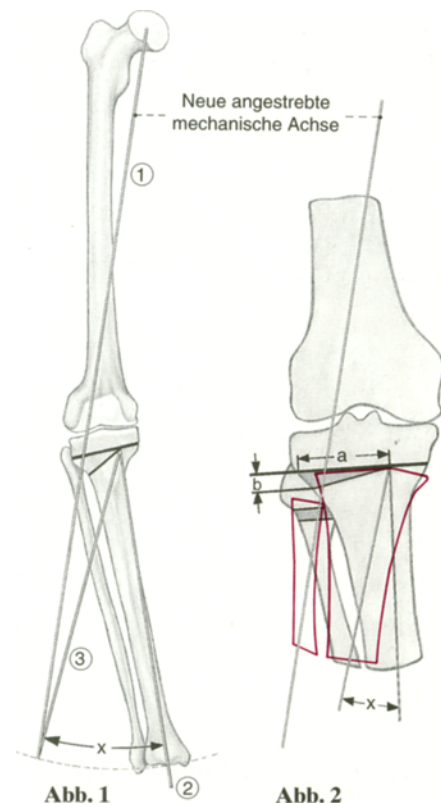


Abb. 1 Zur Ermittlung des Korrekturwinkels (in Anlehnung an Ogata 1984 [19], Miniaci et al. 1989 [18], Jakob 1990 [14]), zeichnet man in die „Becken-Bein-Statik“ die neue, angestrebte mechanische Achse (Linie 1) ein. Sie schneidet das laterale Tibiaplateau an einem Punkt, an dem etwa 70 % der Tibiaplateaubreite medial und 30 % lateral liegen (Fujisawa et al. 1979 [8], Hernigou et al. 1987 [11]). Unter Berücksichtigung einer etwaige aus den gehaltenen Röntgenaufnahmen zu entnehmenden medialen Instabilität wird der Drehpunkt der Osteotomie bestimmt. Je größer die mediale Instabilität, desto weiter lateral sollte der Drehpunkt liegen. Der Drehpunkt der Osteotomie wird mit dem Zentrum des oberen Sprunggelenks verbunden (Linie 2). Schlägt man um den Drehpunkt einen Kreisbogen mit der Linie 2 als Radius bis zum Schnittpunkt mit der Linie 1 und verbindet den Drehpunkt mit diesem Schnittpunkt (Linie 3), so entspricht der Winkel zwischen den Linien 2 und 3 (X) dem Korrekturwinkel. Besteht eine starke laterale Instabilität, so daß die femorale und tibiale Gelenkfläche in der „Becken-Bein-Statik“ lateral deutlich auseinanderklaffen, muß der zeichnerisch ermittelte Korrekturwinkel dementsprechend verringert werden.

Abb. 2 Auf Transparentpapier werden die knöchernen Umriss vom a.p.-Röntgenbild des unbelasteten Kniegelenks übertragen. Der Abstand der proximalen Osteotomie vom Kniegelenkspalt wird ebenso wie die Keillänge (a) und die Keilbasishöhe (b) unter Berücksichtigung des röntgenologischen Vergrößerungsfaktors ermittelt. Die distalen Tibia- und Fibulaanteile werden auf eine zweite Pause übertragen und in der Korrekturposition auf die erste aufgelegt. So erhält man eine gute Vorstellung von der Endposition und kann das Ausmaß der notwendigen Fibularesektion sowie das Klaffen der medialen Osteotomieanteile präoperativ einschätzen.

Adduktion des Unterschenkels, um die Lockerheit des Bandapparates zu dokumentieren und den „Drehpunkt“ der Osteotomie genauer planen zu können (Abbildungen 1 und 2).

Zeichnerische Planung des Eingriffs (Operations-skizze) mit Bestimmung der angestrebten mechanischen Achse, der Osteotomiehöhe, dem Osteotomiedrehpunkt, der Basishöhe des Knochenkeils und der Keillänge (Abbildungen 1 und 2).

Symptomatische Meniskusschäden oder freie Gelenkkörper mit Blockierungen oder störende Osteophyten sollten in gleicher Sitzung vor der Osteotomie arthroskopisch operiert werden.

Instrumentarium und Implantate (Abbildung 3)

- Zwei speziell gebogene, stumpfe Hohmann-Hebel zum Umfahren der Tibia.
- Zwei kleine stumpfe Hohmann-Hebel zum Umfahren des Fibulahalses.
- Unterschiedlich breite Trenn- und Schneidmeißel, 0,5 bis 2 cm.

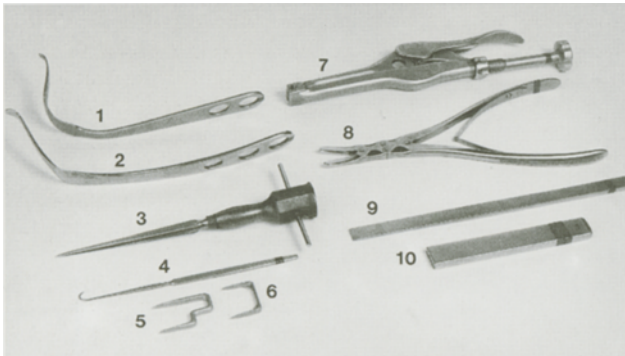


Abb. 3 Instrumentarium: 1 = stumpfer Hohmann-Hebel, der zwischen Tibiakopf und Ligamentum patellae eingesetzt wird und den ventromedialen Tibiakopf umfährt (siehe Abbildung 7); 2 = stumpfer Hohmann-Hebel, der an der Dorsalseite des Tibiakopfes verwendet wird (siehe Abbildung 7); 3 = Dreikantahle zum Vorbohren der Klammereintrittspunkte (siehe Abbildung 16); 4 = stumpfer Einzinkerhaken zum Herausziehen des Zuggurtungsfadens an der Dorsalseite der Fibula (siehe Abbildung 9); 5 = Stufenklammer; 6 = Blountsche Epiphysenklammer; 7 = Universalanlagezange mit Spannvorrichtung zum Einschlagen der Klammer; 8 = schlanker Luer zur Entfernung des Fibulazy-linders und der dorsalen Reste des Korrekturkeils (siehe Abbildung 10); 9 = langer Trennmeißel zur Durchtrennung der medialen Tibiakopfkortikalis (siehe Abbildung 14); 10 = Einschlaginstrument zum Nachschlagen der Klammern nach Entfernung der Universalanlagezange.

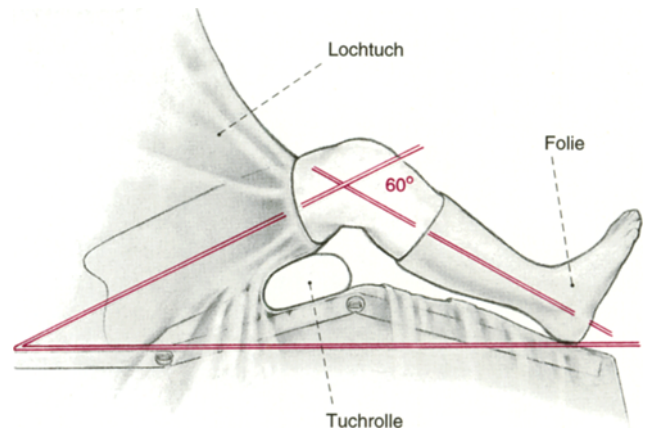


Abb. 4 Abdeckung des Operationsgebietes mit einem „Lochtuch“. Tuchrolle unter den distalen Oberschenkel. Kniekehle und proximales Unterschenkel drittel liegen frei, damit die großen Gefäße und Nerven in der Kniekehle nicht gegen das Skelett gedrückt werden.

- Oszillierende Säge mit 1 bis 3 cm breiten Sägeblättern.
- Unterschiedlich breite, gerade und gebogene Raspatorien.
- Bohrmaschine, 2,7-mm-Bohrer.
- Kirschner-Drähte 1,2 bis 1,4 mm Durchmesser zur Markierung des Kniegelenkspalts.
- Dreikantahle.
- Stufenklammern und Blountsche Epiphysenklammern (Fa. Howmedia).
- Universalanlagezange mit Spannvorrichtung (Fa. Howmedia).
- Extraktor (Fa. Howmedia).
- Einschlaginstrument.
- Terylene-Faden (75 cm, Stärke 6 metric/8 USP, GS 70) (Fa. Serrag Wiessner).

Lagerung

- Rückenlage.
- Blutleere und Blutsperrung. Blutdruckmanschette im proximalen Oberschenkel drittel.
- Bein im Kniegelenk um 60° gebeugt. Tuchrolle unter den distalen Oberschenkel. Kniekehle und proximaler Unterschenkel müssen freiliegen (Abbildung 4).
- Das Bein wird frei beweglich abgedeckt.
- Der Unterschenkel wird mit einer Klebefolie oder einer Binde umwickelt, damit die Achsverhältnisse während des Eingriffs überprüft werden können.
- Die Kniescheibe zeigt genau nach vorn.

Operationstechnik

Abb. 5 bis 21

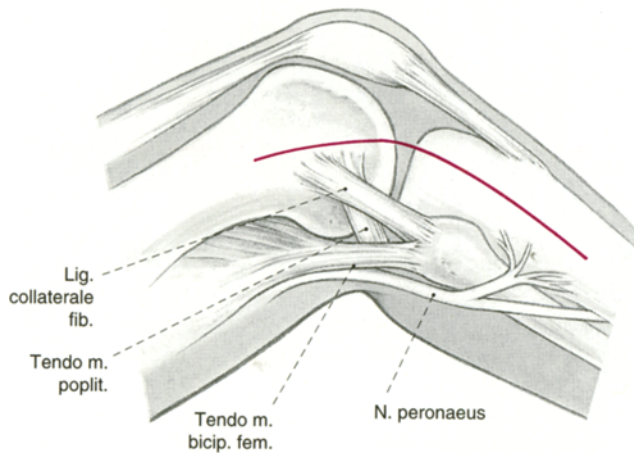


Abb. 5

Abb. 5 Etwa 12 cm langer Hautschnitt vom Epicondylus lateralis femoris leicht bogenförmig nach ventral über das Tuberculum Gerdyi bis etwa 10 cm distal des Gelenkspalts. Der Schnitt liegt hier etwa zwischen Margo anterior tibiae und Caput fibulae. Die Subkutis wird teils scharf, teils stumpf vom Tractus iliotibialis und der Unterschenkelfaszie bis zum lateralen Rand des Ligamentum patellae und bis hinter das Caput fibulae abpräpariert.

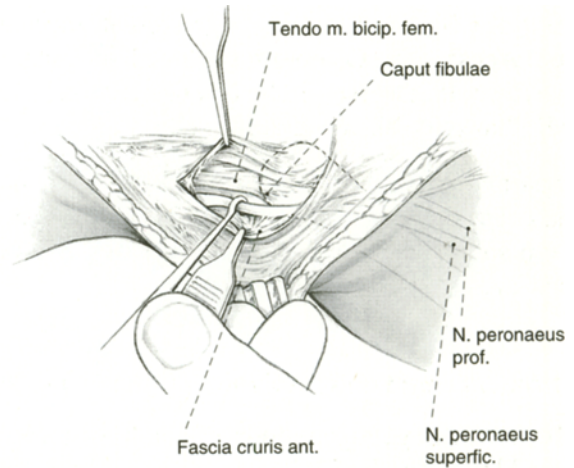


Abb. 6

Abb. 6 Bevor die Muskelansätze am Caput fibulae durchtrennt und nach distal abpräpariert werden, sollte der Nervus peroneus dargestellt werden: Er liegt unmittelbar hinter dem dorsalen Rand des Musculus biceps femoris und gelangt mit dessen Ansatzsehne von dorsal auf die laterale Fläche des Collum fibulae. Dabei verläuft der Nerv schraubenförmig um den Fibulahals und gibt bereits dicht unterhalb des Tuberculum innominatum des Caput fibulae Muskeläste zum Musculus tibialis anterior ab. Außerdem teilt sich der Nervus peroneus in den Nervus peroneus profundus und den Nervus peroneus superficialis auf. Die Aufzweigung kann schon vor dem Eintritt des Nervs in die Peronäusloge liegen (Tillmann 1988 [22]). Angaben über Unterschiede in der Aufzweigung des Nervus peroneus communis finden sich auch bei Stütgen et al. 1992 [21]. Wenn der Hauptstamm des Nervs dicht oberhalb des Caput fibulae identifiziert ist, hebt man ihn mit einem Nervenähkchen nach dorsal.

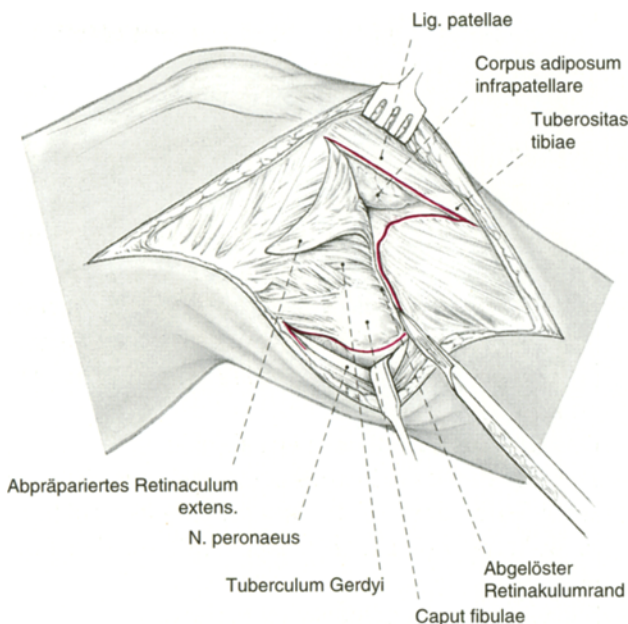


Abb. 7 Das Retinaculum patellae wird am lateralen Rand des Ligamentum patellae durchtrennt. Die Inzision verläuft weiter nach distal an der Vorderkante der Tibia (Margo anterior) bis in Höhe der Tuberositas tibiae.

Die Muskelursprünge der Musculi tibialis anterior, peroneus longus und extensor digitorum longus werden am Condylus lateralis tibiae bis zum Ursprungsgebiet am Vorderrand des Caput fibulae abgetrennt. Außerdem wird vom Ursprungsgebiet etwa 1 cm der aponeurotisch verstärkten Fascia cruris und des Periosts tangential mit einem schmalen Skalpell abpräpariert. So erhält man einen freien Aponeurosenrand, an dem später die abgetrennte Extensorenmuskulatur gut reinseriert werden kann.

Das zipfelförmige Ende des Retinaculum patellae laterale wird am Rand des Ligamentum patellae soweit nach proximal wegpräpariert, daß die Bursa infrapatellaris und die distalen Anteile des Hoffaschen Fettkörpers gut übersehen werden können. Hier wird später bei der Osteotomie ein speziell gebogener Hohmann-Hebel zwischen Ligamentum patellae und Tibiakopf eingesetzt.

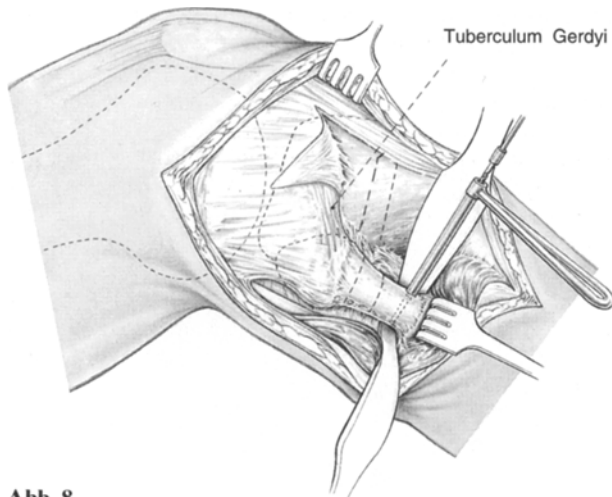


Abb. 8

Abb. 8 Die Streckmuskulatur wird mit einem Raspatorium zunächst von der Facies lateralis des Caput tibiae sowie der Regio cruris anterior und dem Margo anterior tibiae schrittweise nach distal abgeschoben. Die abgelöste Muskulatur wird mit einem breiten stumpfen Wundhaken nach distal weggehalten.

Die Muskelansätze auf der Vorderseite des Caput fibulae werden anschließend mit einem schmalen Raspatorium ebenfalls nach distal soweit abgeschoben, daß zwei schmale Hohmann-Hebel mühelos um das Collum fibulae herumgelegt werden können. Die Hohmann-Hebel drängen die Muskulatur am Collum fibulae etwa 1 bis 2 cm nach distal. So kann gefahrlos etwa 1 bis 1,5 cm unterhalb der vorgesehenen distalen Osteotomiehöhe ein Bohrkanal (2,7 mm Durchmesser) in der Sagittalebene durch den Fibulaschaft gelegt werden. Die dorsal erscheinende Bohrer Spitze sollte nicht in die Weichteile austreten, sondern auf den Hohmann-Hebel auflaufen.

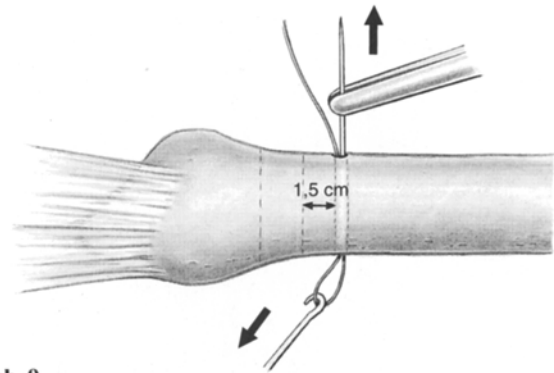


Abb. 9

Abb. 9 Durch den Bohrkanal wird ein mit einer geraden Nadel armierter, nicht resorbierbarer Terylene-Faden (75 cm, Stärke 6 metric/8 USP, GS 70) von ventral nach dorsal durchgezogen: Die Nadel wird hierzu mit der Fadenseite voran in die Bohrung eingeführt. Mit einem stumpfen, kleinen Einzinkerhaken, der an der Dorsalseite des Collum fibulae die Fadenschlinge faßt, kann der Faden zunächst noch als Schlinge nach vorn geführt werden (siehe Abbildung 10a). Die Schlinge wird durchtrennt (siehe Abbildung 10b), so daß zwei Einzelfäden für die spätere Zuggurtung zur Verfügung stehen (siehe Abbildung 17).

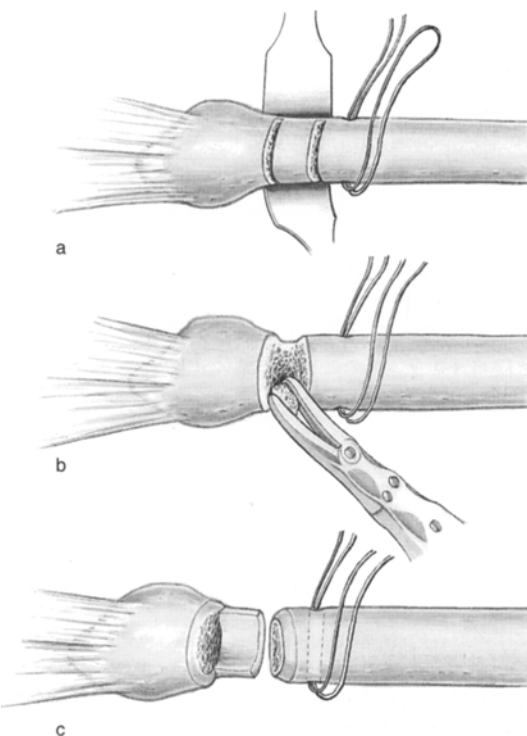
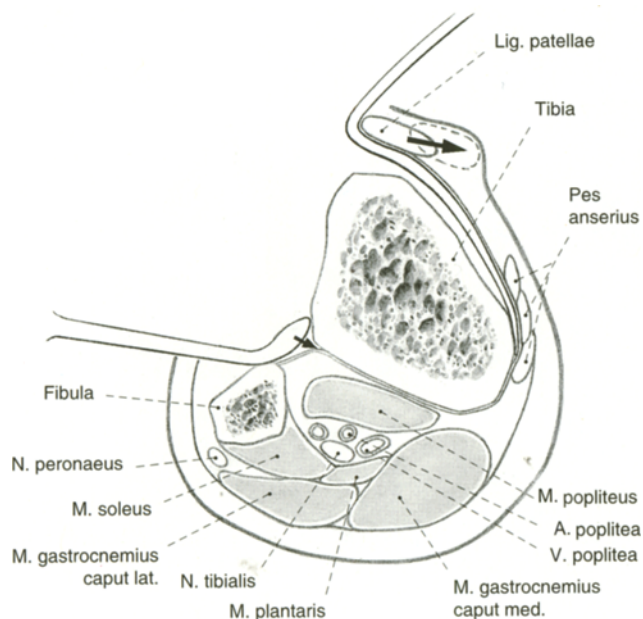


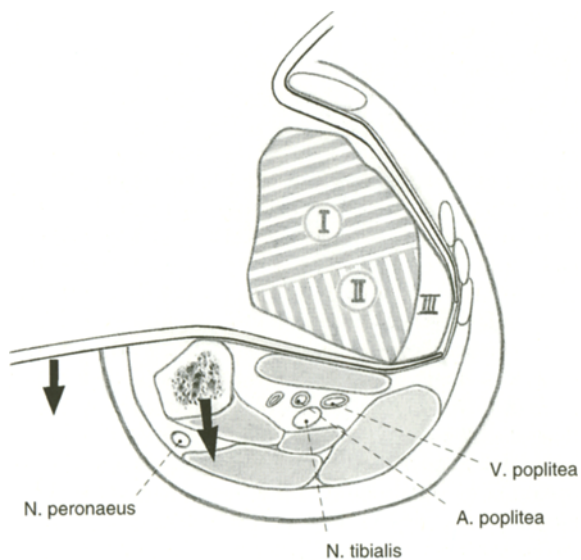
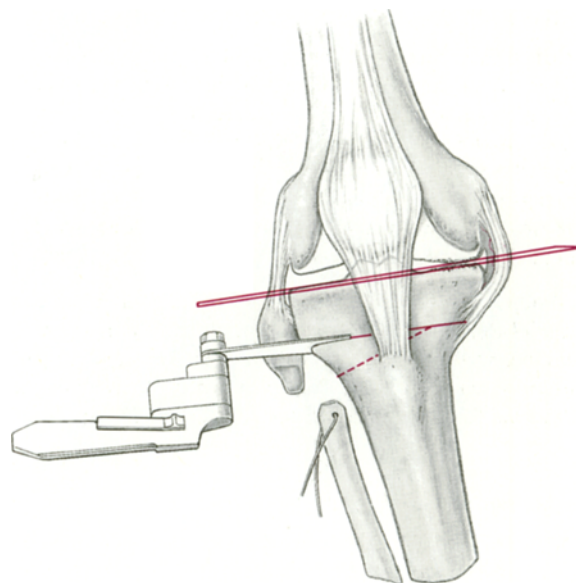
Abb. 10a bis 10c Segmentresektion aus dem Collum fibulae: Je nach Korrekturwinkel genügt es, einen Knochenzylinder von etwa 0,6 bis 0,8 cm Länge aus den distalen Anteilen des Caput fibulae und dem Collum fibulae herauszuschneiden. Wir verwenden dazu eine oszillierende Säge mit schmalen (0,5 bis 1 cm) Sägeblatt und durchtrennen zunächst nur etwa zwei Drittel der Knochenbreite nach medial (a).

Der Knochenzylinder wird mit einem schmalen, geraden Luerstückweise bis auf Reste der medialen Kortikalis entfernt (b). Diese Knochenleiste am proximalen Fragment stellt eine Art Gleitschiene dar, auf der das distale Fibulafragment in das proximale eingeführt werden kann. Damit das Einstauchen problemlos durchgeführt werden kann und keine Sperrwirkung entsteht, werden die Kanten des distalen Fragments abgerundet (c).



◀ **Abb. 11** Der Tibiakopf wird dorsal und ventral mit einem gebogenen Raspatorium subperiostal freigelegt. Die Benutzung eines gebogenen Raspatoriums ist wegen der Verletzungsgefahr von Gefäßen und Nerven in der Kniekehle obligat. Auf der Dorsalseite wird anschließend ein breiter, stumpfer Hohmann-Hebel eingesetzt, der auch den Fibulaschaft nach dorsal weghält. Bei der Freilegung der Facies anterior medialis des Schienbeinkopfes wird das gebogene Raspatorium zwischen Ligamentum patellae und Caput tibiae subperiostal nach medial geführt. Man muß dabei stets die Lage des medialen Kniegelenkspalts beachten. Nachdem ein zweiter, speziell gebogener, stumpfer Hohmann-Hebel ventral zwischen dem Ligamentum patellae und Caput tibiae eingesetzt wurde, liegen etwa drei Viertel des Schienbeinkopfes übersichtlich frei.

▶ **Abb. 12** Die Schienbeinkopfosteotomie wird vorbereitet: Der Gelenkspalt wird an der Medial- und Lateralseite mit einer Nadel markiert. Der Unerfahrene kann zusätzlich einen Kirschner-Draht (etwa 2 mm Durchmesser) parallel zur tibialen Gelenkfläche durch die ventralen Weichteile einschieben. Die Lage der proximalen Osteotomie wird unter Berücksichtigung der Tuberositas tibiae, der Knochenstufe am Ursprung der Musculi tibialis anterior und extensor digitorum longus sowie der Lage des medialen und lateralen Gelenkspalts markiert. Die Osteotomie liegt etwa 2 bis 2,5 cm unterhalb des Gelenkspalts. Zusätzlich wird die reelle Basishöhe des Knochenkeils gekennzeichnet. Die erste Osteotomie wird stets parallel zur Tibiagelenkfläche ausgeführt.



◀ **Abb. 13** Die Säge durchtrennt die Tibia zunächst überwiegend in der vorderen Hälfte (I), dann erst dorsal (II). Es darf nur unter Sicht gesägt werden! Das mediale Viertel der Tibia wird zunächst noch nicht durchtrennt (III).

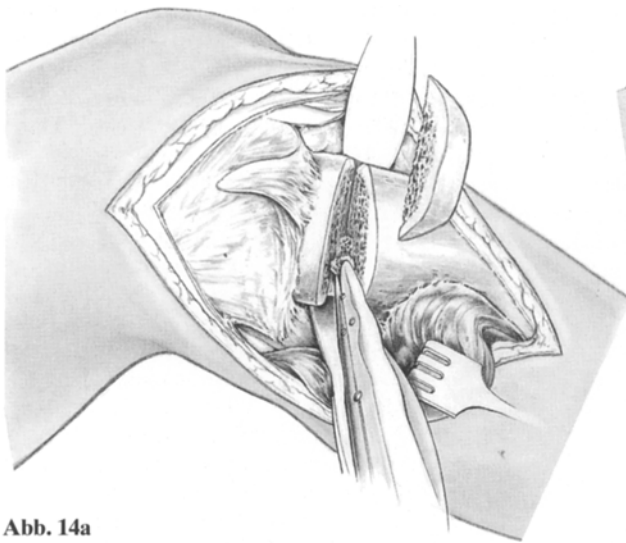


Abb. 14a

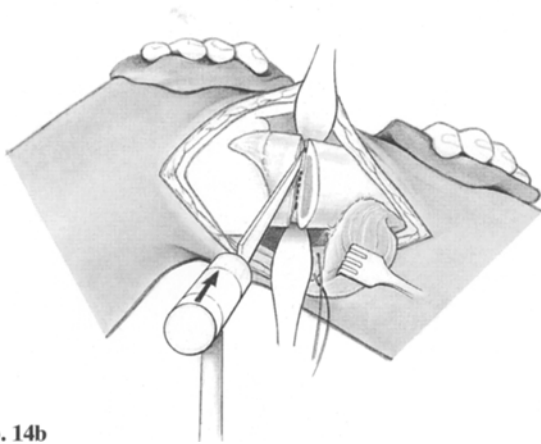
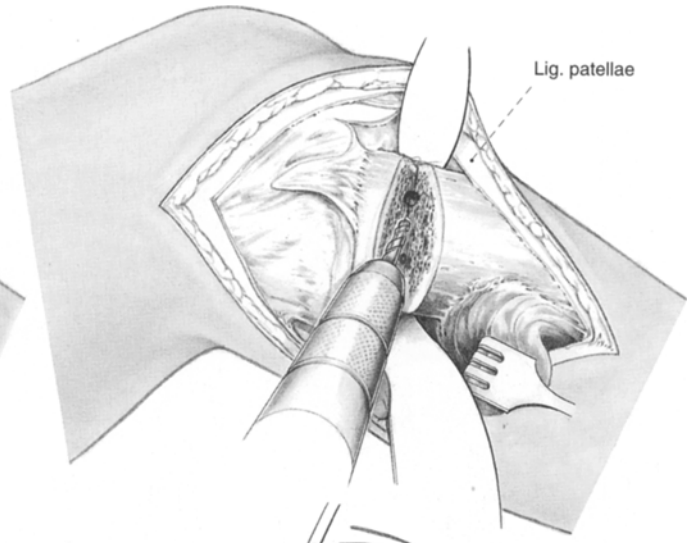


Abb. 14b

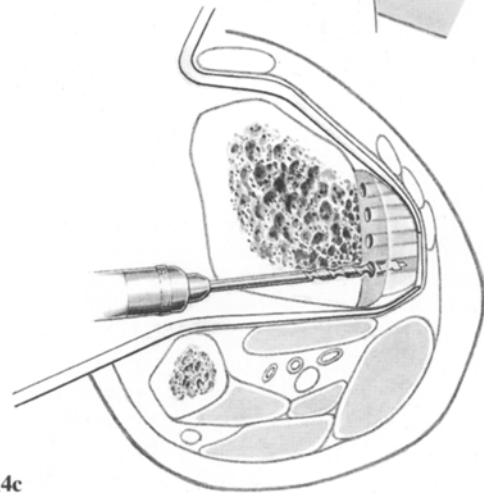


Abb. 14c

Abb. 14a bis 14c Die Ebene der zweiten Osteotomie und ihr Zusammentreffen mit der ersten Schnittlinie wird unter Berücksichtigung des zeichnerisch bestimmten Korrekturwinkels, der Keilbasishöhe und der Keillänge festgelegt. Der Knochenkeil wird entfernt. Reste der dorsalen Tibiakopfkortikalis werden nun mit einem sehr schmalen Luer oder einem schmalen Knochenmeißel (0,5 bis 1 cm breit) unter Sicht entfernt, damit sie nach der Korrektur nicht sperren (a). Anschließend wird die restliche mediale Kortikalis mit einem etwa 1,5 cm breiten Schneidmeißel durchtrennt: Den Meißel führt man parallel zur proximalen Osteotomiefläche, damit eine zum Gelenkspalt aufsteigende Osteotomie vermieden wird (b). Alternativ kann auch eine Bohrstosteoklasie mit einem 2,7-mm-Bohrer vorgenommen werden (c).

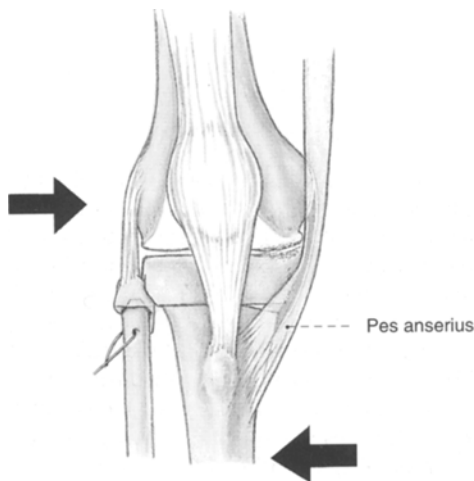


Abb. 15 Nachdem die mediale Kortikalis weitgehend durchmeißelt ist, wird das distale Tibiafragment in die Korrekturposition überführt. Dabei brechen stehengebliebene Knochenbrücken auf der Medialseite ein. Bei der Umstellung darf keine größere Kraft angewandt werden(!), weil bei unzureichender Durchtrennung der medialen Kortikalis die Gefahr einer Fraktur des medialen Tibiaplateaus besteht. Im Zweifelsfall sollte nachgemeißelt werden.

Bei der Umstellung ist darauf zu achten, daß gleichzeitig das distale Fibulafragment in das Caput fibulae eingestaucht wird. Sollte der resezierte Fibulaanteil zu kurz gewählt worden sein, empfiehlt es sich, die osteotomienaher Spongiosa im Caput fibulae mit einem Meißel oder scharfen Löffel auszuhöhlen. Die Fibulafragmente dürfen nicht sperren. Auf der Medialseite werden die Fragmente durch Periostbrücken und Bandapparat „geschiebt“. Die Osteotomieflächen sollen bei der Valgisation fest aufeinander gepreßt werden. Ein Assistent hält die Fragmente dauernd in dieser Position.

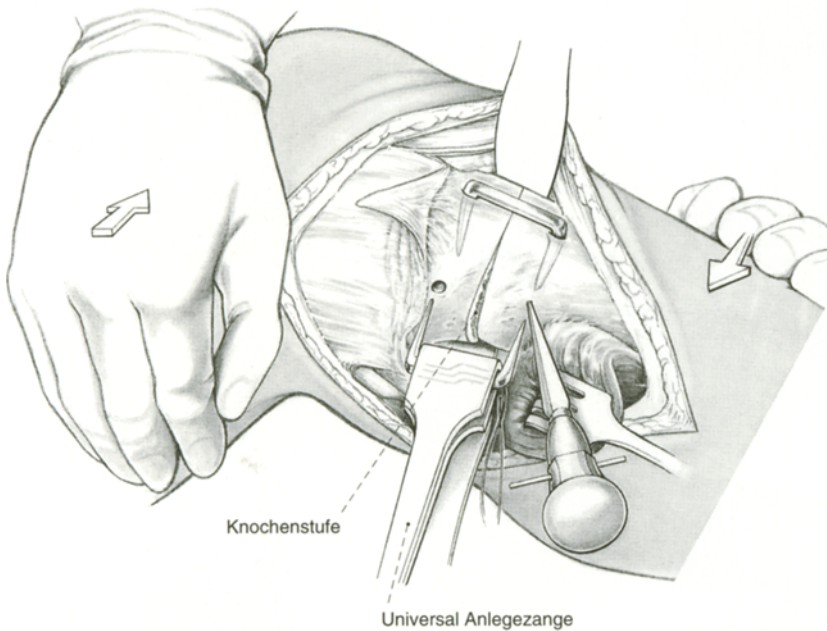


Abb. 16 Es wird zuerst eine gerade Klammer dicht neben den lateralen Rand des Ligamentums patellae in Sagittalrichtung eingebracht. Jeder Klammerschenkel sollte etwa gleich weit von der Osteotomiefläche entfernt sein und parallel zur Osteotomiefläche liegen. Der Assistent hält das distale Fragment weiterhin in Korrekturstellung, damit der interfragmentäre Druck bestehen bleibt. Die zweite Klammer wird als sogenannte Stufenklammer etwa rechtwinklig zur ersten Klammer unmittelbar vor dem Caput fibulae in der Frontalebene eingebracht. Die Klammerstufe sollte der Knochenstufe genau entsprechen, so daß der abgewinkelte Klammersteg nach dem Einschlagen an der Kortikalis beider Tibiafragmente fest anliegt. Bei beiden Klammern ist es empfehlenswert, die Kortikalis im Eintrittsbereich der Klammerschenkel mit einer Dreikantahle vorzubohren. So kann eine Splitterung der Kortikalis und eine Verschiebung des distalen Tibiafragments nach dorsal oder medial vermieden werden.

Abb. 17 Zuggurtungsosteosynthese der Fibula: Ein ventrales (rot) und ein dorsales (schwarz) Ende der aus dem Bohrkanaal austretenden Fäden wird in eine scharfe Nadel eingefädelt. Mit der Nadel umsticht man die Spitze des Caput fibulae von dorsal und geht unmittelbar auf dem Knochen durch die Ansätze des lateralen Kollateralbandes und des Bizepsmuskels nach ventral. Die Fäden werden fest angespannt. Durch das Verknöten der einander zugehörigen Fadenenden ergibt sich eine achterförmige (rot) und eine rahmenförmige (schwarz) Zuggurtungsnaht.

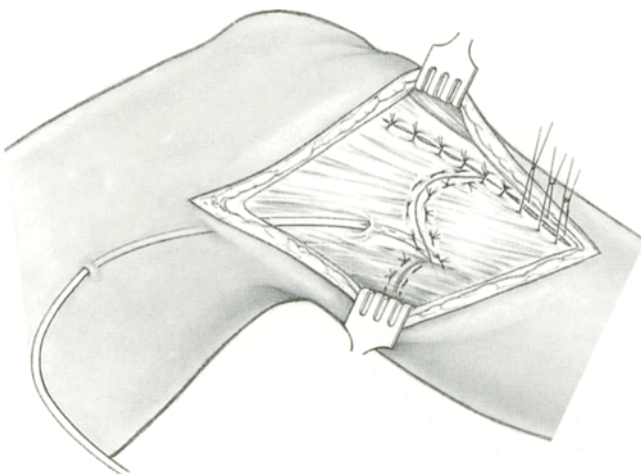
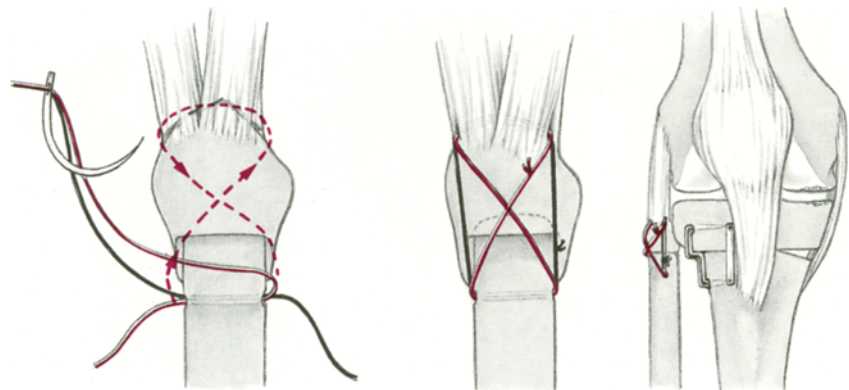


Abb. 18 Einlegen einer Redon-Drainage um das Osteotomiegebiet. Öffnen der Blutsperrre. Subtile Blutstillung. Reinsertion der Muskulatur mit U-Nähten unter leichter Straffung. Subkutane Redon-Drainage. Schichtweiser Wundverschluß. Hautnaht. Noch im Operationssaal wird die Gliedmaße von der Zwischenzehenfalte bis zur Leiste mit einer elastischen Binde gewickelt. Während dieses Vorgangs werden Unterschenkel und Kniegelenk in Valgusposition gehalten: Der Operateur stützt das Bein mit der einen Hand dorsolateral über dem Osteotomiegebiet ab und hält mit der anderen Hand den Fuß in Valgusrichtung. Röntgenkontrolle (Format 20/40) in zwei Ebenen.

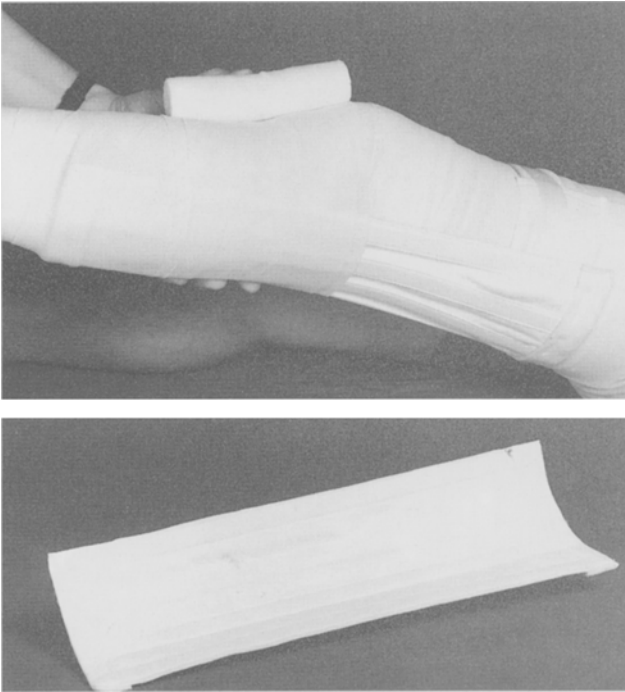


Abb. 19 Die modifizierte Kniegitterschiene nach Gocht 1920 [10] wird zur externen Stabilisierung dorsomedial angewickelt.

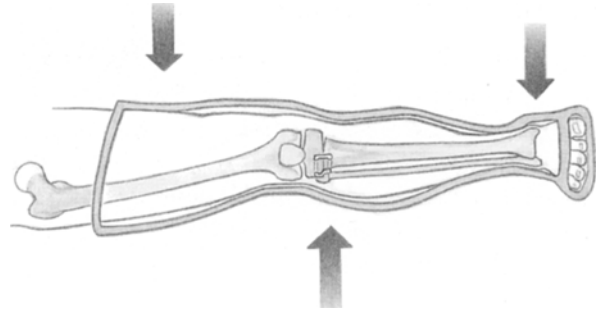


Abb. 20 Das Bein wird beim Anlegen des Oberschenkel-Liegegipsverbandes durch einen moderaten, flächigen Druck an den eingezeichneten Punkten in der Korrekturposition gehalten (sogenannter Dreipunktgipsverband).



Abb. 21a

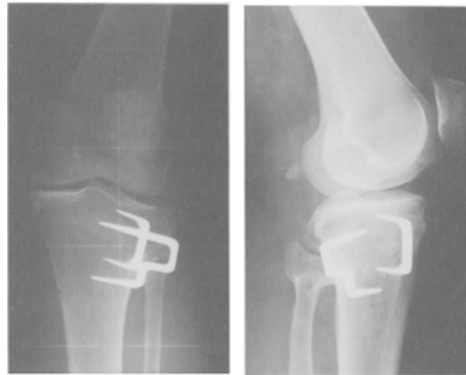


Abb. 21b

Abb. 21a und 21b Ausgangsbefund (a) und postoperatives Ergebnis (b) einer ausgeprägten Varusgonarthrose bei einer 62jährigen Patientin. Sieben Jahre nach dem Eingriff erkennt man eine nur mäßige Zunahme der arthrotischen Veränderungen. Das Gelenk ist reizlos und frei beweglich.

Postoperative Behandlung

Wickeln des Beines mit elastischen Binden von den Zwischenzehenfalten bis zur Leiste. Bei übungsstabiler Osteosynthese Fixation der Gliedmaße in einer dorsolateralen Lagerungsschiene (modifizierte Kniegitterschiene nach Gocht 1920 [11] (siehe Abbildung 19) und leichte Hochlagerung der Gliedmaße in einer Schaumstoffschiene.

Kontrolle der Zirkulation und Sensibilität. Gegebenenfalls muß der elastische Verband gelockert werden. Kontrolle der Drainagen. Sobald wie möglich aktive und passive Fußgymnastik zur Thrombose/Embolieprophylaxe. Außerdem wird von Anfang an auch eine medikamentöse Thromboseprophylaxe durchgeführt.

Am Tag nach der Operation wird der Patient ein- bis zweimal vor das Bett gestellt. Je nach Beschwerdezustand Beginn mit Bewegungsübungen auf einer motorisierten Knieschiene. Die Amplitude sollte, bis der Patient an diese Art der Behandlung gewöhnt ist, zunächst nur etwa 30 bis 40° betragen. Die Bewegungsübungen werden ärztlich überwacht; das Bewegungsausmaß wird täglich um 5 bis 10° gesteigert. Die Übungen finden täglich dreimal mindestens eine halbe bis eine Stunde lang statt. Anschließend Anlegen der Lagerungsschiene. Bei sehr schmerzempfindlichen Patienten empfiehlt sich anfangs für die CPM-Behandlung eine Periduralkatheteranästhesie.

In der Zeit, in der keine CPM-Behandlung stattfindet, sollen regelmäßig aktive Übungen der Zehen- und Fußmuskulatur sowie isometrische Spannungsübungen der gesamten Beinmuskulatur ausgeführt werden. Der Patient kann schon bald im Gehwagen ohne Belastung der Gliedmaße mit angewickelter Kniegitterschiene oder stabiler Kniemanschette laufen.

Im allgemeinen wird unter dieser Behandlung innerhalb von zehn bis 14 Tagen ein Bewegungsumfang von Streckung/Beugung 0-0-90° und mehr erreicht.

Erneute Röntgenkontrolle in zwei Ebenen, Format 20/40.

Wenn ein Bewegungssektor von über 90° erreicht ist, erhält der Patient einen nach dem Dreipunkprinzip (Abbildung 20) angelegten Oberschenkel-Liegegipsverband, mit dem er vorübergehend nach Hause entlassen werden kann.

Stationäre Wiederaufnahme spätestens nach etwa zehn bis zwölf Tagen! Der Gipsverband wird geschalt. Die CPM-Behandlung und die aktiven Übungen werden fortgesetzt.

Sobald wiederum eine Beugefähigkeit von etwa 100° oder mehr erreicht ist – dies ist meist schon nach wenigen Tagen der Fall –, wird der Patient erneut mit einem Oberschenkel-Liegegipsverband nach Hause entlassen.

Wiederaufnahme etwa sechs bis sieben Wochen nach der Operation. Zeigen die Röntgenaufnahmen jetzt, wie üblich, eine ausreichende knöcherne Überbrückung der Osteotomie, wird neben der CPM-Behandlung auch eine Behandlung im Gehbad sowie eine Teilbelastung der Gliedmaße zunächst mit etwa 15 bis 20 kg (mit angewickelter Kniemanschette) erlaubt. Außenranderrhöhung des Schuhs. Dauer der stationären Nachbehandlung etwa zwei Wochen. Dann erneute Röntgenkontrolle und Entlassung nach Hause.

Nunmehr kann mit etwa 30 bis 40 kg belastet werden. Ambulante Kontrolle zehn bis zwölf Wochen nach der Operation. Bei der Zwölf-Wochen-Kontrolle ist im allgemeinen eine weitere Belastungssteigerung der Gliedmaße erlaubt.

Dreieinhalb bis vier Monate nach der Operation braucht nur noch ein Gehstock auf der Gegenseite benutzt zu werden. Bei älteren Patienten und schwerer Arthrose sollte diese Stockhilfe bis zu sechs Monaten nach der Operation benutzt werden.

Abschließende Röntgenkontrolle. Weitere Kontrollen ein und zwei Jahre nach dem Eingriff.

Intra- und postoperative Komplikationen

Osteotomie läuft intraartikulär aus, oder es ist bei der Umstellung des distalen Fragments durch eine unzureichende Osteotomie zu einer Fraktur der tibialen Gelenkfläche gekommen: In der Regel ist eine verlängerte Entlastungsphase der Gliedmaße ausreichend.

Verletzungen größerer Arterien (Arteria poplitea, Arteria tibialis posterior oder Arteria peronea) in der Kniekehle: Gefäßnaht unter mikrochirurgischen Bedingungen.

Mit Knochenklammern ist keine ausreichende Stabilität der Fragmente zu erreichen: „Umstieg“ auf Osteosynthese mit Platte oder Fixateur externe.

Verletzungen des Nervus peroneus: Naht des Nerven unter mikrochirurgischen Bedingungen.

Ausgedehnte postoperative Hämatome sollten frühzeitig ausgeräumt werden.

Kompartementsyndrom: Frühzeitige Wundrevision und Fasziotomie.

Infektionen werden nach den Prinzipien der septischen Chirurgie behandelt.

Bei Pseudarthrosenbildung: Reoperation zur Materialentfernung und Kompressionsosteosynthese mit Fixateur externe.

Fehler und Gefahren

Bei der Planung:

Die zugrundeliegenden Röntgenbilder geben nicht die tatsächlichen Winkelverhältnisse wieder. Kleinere Rotationsfehlstellungen führen zu keinem wesentlichen Fehler bei der Ermittlung des Korrekturwinkels. Es besteht die Tendenz zur Unterkorrektur. Kleinere Streckdefizite führen ebenfalls zu keiner wesentlichen Verfälschung. Es besteht die Tendenz zur Überkorrektur.

Problematisch sind Röntgenaufnahmen in vermehrter Innen- oder Außenrotation des Beines bei gleichzeitigem Streckdefizit. Hierbei können sich auch schon kleinere Fehleinstellungen stärker auf die Ermittlung des Korrekturwinkels auswirken. Bei einem Streckdefizit und Außenrotation besteht die Tendenz zur Überkorrektur, bei einem Streckdefizit und Innenrotation zur Unterkorrektur.

Bei der Lagerung:

Falsche Lagerung in Kniestreckung und mit Auflage der proximalen dorsalen Unterschenkelanteile: Eine Verletzung der Nerven und Gefäße im Kniekehlenbereich ist eher möglich.

In Streckstellung sind die medialen Seitenbandstrukturen gespannt und können bei der Osteotomie verletzt werden. Bei fehlender medialer Zuggurtung besteht ein erhöhtes Pseudarthrosenrisiko.

Bei etwa 60° Kniebeugung (siehe Abbildung 3) und Abstützung des distalen Oberschenkels mit einer Tuchrolle sind die medialen und dorsalen Weichteilstrukturen entspannt. Außerdem kann

die Dorsalseite des Tibiakopfes übersichtlich präpariert werden.

Bei der Präparation:

Der Hautschnitt liegt zu weit ventral und/oder die Unterschenkelmuskulatur wird nicht weit genug abgelöst: Darstellung und Schonung des Nervus peroneus erschwert. Es kann zu Nervenschäden kommen.

Bei der Osteotomie:

Bei unzureichender Orientierung über die Lage der tibialen Gelenkfläche kann die zeichnerisch geplante Höhe und Richtung der Osteotomien praktisch nicht umgesetzt werden. Liegt die obere Osteotomiefläche zu weit proximal oder nicht parallel zur Gelenkfläche, kann eine stabile Osteosynthese sowohl mit Knochenklammern als auch mit einem Fixateur externe erschwert oder unmöglich werden.

Bei schräg aufsteigender Osteotomie droht Frakturgefahr.

Liegt die proximale Osteotomie zu weit distal, besteht die Gefahr einer Osteotomie durch die Tuberositas tibiae und Schwächung des Ligamentum patellae.

Die mediale Kortikalis wird unzureichend durchtrennt: Beim Versuch, den Unterschenkel in die Korrekturposition zu bringen, kann es zur Fraktur der tibialen Gelenkfläche kommen. Die mediale Kortikalis muß mit einem Schneidmeißel (Abbildung 13) oder durch eine Bohrosteotomie (Abbildung 14c) soweit geschwächt sein, daß zur Überführung des Unterschenkels in die Korrekturposition keine größere Kraftanwendung erforderlich ist. Manchmal ist es hilfreich, den Unterschenkel zunächst in die Gegenrichtung, also in eine Varusposition zu drücken. Hierbei brechen die letzten knöchernen Brücken ein, und anschließend kann der Unterschenkel leichter in Korrekturposition überführt werden.

Das Fibulasegment wird zu klein gewählt: Die Fibula sperrt, eine Kompression der Tibiaosteotomie ist nicht möglich. Diese Sperrwirkung kann durch eine Nachresektion des proximalen Fibulanteils oder Auslöschung des Fibulaköpfchens aufgehoben werden.

Das Segment wird zu groß gewählt: Pseudarthrose. Die Instabilität bleibt meist ohne Folgen.

Bei der Osteosynthese:

Die Einschlaglöcher der Knochenklammern werden nicht mit der Ahle vorgebohrt: Beim Einschlagen der Knochenklammern kann es zu einer Splitterung der Kortikalis kommen. Die Klammer muß an anderer Stelle eingeschlagen werden.

Falsche Einschlagposition oder -richtung: Die Spitze eines Klammerschenkels liegt intraartikulär oder in unmittelbarer Nähe des Osteotomiespalts: Auch hierbei sollte die Klammer an anderer Stelle neu eingeschlagen werden. Zur Verhinderung empfiehlt es sich, die zur Orientierung eingebrachten Kirschner-Drähte erst nach dem Einschlagen der Klammern zu entfernen.

Bei der Nachbehandlung:

Zu lange Ruhigstellungs- und Entlastungsphasen: Eine verstärkte Atrophie des Knochens und der Weichteile sowie eine Verschlechterung des Bewegungsausmaßes und der arthrotischen Veränderungen sind die Folgen. Diese Entwicklung kann durch kontinuierliche krankengymnastische Behandlungen unter Einsatz einer motorisierten Übungsschiene und eine in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Röntgenkontrollen möglichst frühzeitige Teilbelastung des Beins verhindert werden.

Bei unzureichender Entlastung in der Frühphase und zu rascher Belastungssteigerung kommt es zu einer verzögerten Knochenheilung und gegebenenfalls zur Pseudarthrosenbildung: Bei ersten Anzeichen einer verzögerten knöchernen Konsolidierung sollte die Belastung verringert werden. Bei unzuverlässigen Patienten ist unter Umständen eine verlängerte stationäre Behandlung unter Entlastung des Beins und gleichzeitiger Fortführung der passiven Übungen auf der Motorschiene oder eine nochmalige Fixation der Gliedmaße im Gipsverband angeraten.

Unterkorrekturen können zu bleibenden Beschwerden und einem weiteren Korrekturverlust führen: Eine erneute valgierende Umstellungsosteotomie ist zu empfehlen.

Leichte Überkorrekturen bleiben meist folgenlos. Bei deutlichen Überkorrekturen kann es zu einer Überlastung der lateralen Gelenkanteile des Femo-

rotibialgelenks und der medialen Bandstrukturen kommen.

Ergebnisse

200 aufeinanderfolgende valgierende hohe Tibiakopfosteotomien bei 177 Patienten mit einem mittleren Alter von 61 Jahren (zwischen 22 und 80 Jahren) wurden retrospektiv ausgewertet.

Bei neun Osteotomien kam es zur verzögerten Heilung; nur in zwei Fällen wurde deshalb reoperiert: Die knöcherne Heilung trat nach Stabilisation mit einem Fixateur externe ein. Sechs oberflächliche Wundheilungsstörungen und zwei tiefe Infektionen heilten nach entsprechender Behandlung folgenlos ab. Viermal oder bei 2 % der operierten Gelenke trat eine Peronäusparese auf. Sie bildete sich bis auf eine Ausnahme vollständig zurück. Bei dem einen Patienten besteht nach wie vor eine erhebliche Fußheberschwäche; er ist mit einer Peronäusfeder versorgt und subjektiv zufrieden. An allgemeinen Komplikationen waren zwei Lungenembolien, vier Beckenbeinvenenthrombosen und ein Herzinfarkt zu verzeichnen, die unter entsprechender Behandlung ohne schwere Folgen blieben. Insgesamt waren somit bei 14,5 % der Eingriffe allgemeine oder lokale Komplikationen aufgetreten.

In unserer retrospektiven Studie stellten wir die langfristigen Resultate in den Mittelpunkt: Von den 200 operierten Gelenken konnte der weitere Verlauf bei 148 Gelenken oder 74 % nach einer mittleren *Beobachtungszeit* von zehn Jahren (sieben bis 16 Jahre) ermittelt werden. 26 Patienten mit 28 operierten Gelenken waren inzwischen verstorben, so daß sich die Nachuntersuchungen auf 86 % der noch lebenden Operierten beziehen. Die Kontrollen umfaßten eine ausführliche subjektive Beurteilung des Operationsergebnisses, den klinischen Befund, eine röntgenologische Beurteilung der degenerativen Veränderungen und, soweit möglich, eine Vermessung der Achsverhältnisse auf Beckenbeinganznahmen.

Vor der Operation bestanden bei 74 % der Gelenke starke Belastungsschmerzen. Bei Überprüfung der langfristigen Verläufe wurden derartige Belastungsschmerzen noch bei 9 % der Gelenke geäußert. In der Hälfte der Fälle mußten deshalb regelmäßig Analgetika eingenommen werden.

Bei 74 % der kontrollierten Gelenke wurde angegeben, daß die *Beschwerden* geringer als vor der Ope-

ration seien. In 14 % wurden sie als gleich stark, in 5 % als stärker angegeben. 89 % würden sich unter gleichen Voraussetzungen noch einmal operieren lassen. Nur bei zehn Gelenken oder 7 % der Operierten haben die Schmerzen innerhalb des Beobachtungszeitraums so stark zugenommen, daß eine Knieendoprothese implantiert werden mußte. Der zeitliche Verlauf der Schmerzangaben im Sinne einer „schmerzfreen Überlebenszeit“ kann in der vorliegenden retrospektiven Untersuchung im nachhinein nicht mit ausreichender Sicherheit beurteilt werden.

In der *subjektiven Einschätzung* sind entsprechend der Schmerzintensität 27 % als sehr gut (keine Belastungsschmerzen), 28 % als gut (leichte Belastungsschmerzen ohne Beeinträchtigung von Alltagsaktivitäten), 36 % als befriedigend (mäßige Beschwerden mit Beeinträchtigung von Alltagsaktivitäten) und 9 % als schlecht (starke Beschwerden) einzuordnen. Ähnliche Befunde erhoben auch Coventry 1984 [7], Insall et al. 1984 [13], Ivarsson u. Myrnerets 1990 [14], Jenny et al. 1985 [16], Tjörnstrand et al. 1981 [23], Vainionpää et al. 1981 [24], wobei von Coventry und von Insall keine Nachuntersuchungsquoten angegeben werden (Tabelle 1).

Die Bewertungskriterien der Ergebnisse stimmen allerdings in den verschiedenen Arbeiten nicht überein. Punkteskalen, die subjektive und objektive Beurteilungskriterien in einer vorgegebenen relativen Wertigkeit einordnen, gestatten aber ebenfalls nur eine orientierende Übersicht.

Das mittlere *Bewegungsmaß* vor und nach der Operation blieb weitgehend unverändert und betrug

präoperativ 116/0/5° und postoperativ 117/3,5/0°. Das Gehvermögen als Maß für die funktionelle Leistungsfähigkeit war bei 64 % der Patienten postoperativ unbegrenzt und damit bei 46 % besser als vor dem Eingriff.

Bei der röntgenologischen Analyse der Beinachsen wurden sogenannte Becken-Bein-Ganzaufnahmen präoperativ von 87 Kniegelenken mit entsprechenden Aufnahmen bei den Kontrolluntersuchungen verglichen: Präoperativ betrug der Knieaußenwinkel im Mittel 180° (zwischen 171 und 200°). Er wurde durch die Operation im Mittel um 9° korrigiert und lag postoperativ bei durchschnittlich 171°. Das Operationsziel einer Entlastung der medialen Kniegelenkhälfte durch Veränderung der Beinachse in ein leichtes Genu valgum wurde damit bei 93 % der kontrollierten Gelenke erreicht (Abbildungen 21a und 21b). Statistische Zusammenhänge zwischen der erreichten Korrekturstellung und den subjektiven Beschwerdeangaben waren nicht eindeutig.

Die präoperativen *degenerativen Veränderungen* konnten überwiegend, das heißt in 90 %, dem Schweregrad III in einer kombinierten Skala nach Jonasch 1958 [17] und Kellgren u. Lawrence 1957 [18] mit Gelenkspaltverschmälerung, verstärkter Sklerosierung und Randosteophyten von mehr als 5 mm Breite zugeordnet werden. Nach einer mittleren Nachuntersuchungszeit von zehn Jahren war bei 62 % der Gelenke eine Zunahme der arthrotischen Veränderungen festzustellen. Sie betraf bei 34 % den medialen Gelenkabschnitt, bei 40 % das Patellofemoralgelenk und bei 20 % den lateralen Gelenkabschnitt. Ein statistischer Zusammenhang zwischen den subjektiven Schmerzangaben und dem Schwe-

	Anzahl (Gesamtzahl)	Nachuntersuchungszeitraum (Jahre)	Gut (%)	Mäßig (%)	Schlecht (%)
Coventry (1984) [6]	213 (?)	1–16	62	18	20
Insall et al. (1984) [13]	95 (?)	5–15	63	14	23
Ivarsson u. Myrnerets (1990) [14]	65 (99)	11–13	43	17	40
Jenny et al. (1985) [16]	783 (928)	0,5–18	75	15	10
Tjörnstrand et al. (1981) [23]	107 (178)	7	50	40	10
Vainiopää et al. (1991) [24]	103 (141)	5–10	52	32	16

Tabelle 1. Angaben in der Literatur über Nachuntersuchungsergebnisse bei valgischer Tibiakoposteotomie.

regrad der röntgenologischen Arthrosezeichen in den einzelnen Gelenkabschnitten konnte nicht festgestellt werden.

Literatur

1. Blauth, W.: Über eine neue Kniegelenktotalprothese. *Med. Orthop. Techn.* 94 (1974), 65–67.
2. Blauth, W.: Zur Technik der valgisierenden, kniegeleknahen Tibiakoposteotomie. *Unfallheilkunde* 87 (1984), 397–404.
3. Blauth, W.: Unsere Kniegelenkprothese mit Patellaersatz. *Z. Orthop.* 124 (1986), 225–240.
4. Blauth, W., J. Hassenpflug: Scharnierprothesen des Kniegelenks. *Orthopäde* 20 (1991), 206–215.
5. Blauth, W., E. Schuchardt: *Orthopädische Operationen am Knie*. Thieme, Stuttgart 1986.
6. Coventry, M. B.: Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. *J. Bone Jt Surg.* 47-A (1965), 984–990.
7. Coventry, M. B.: Upper tibial osteotomy. *Clin. Orthop.* 182 (1984), 46–52.
8. Fujisawa, Y., K. Masuhara, S. Shiomi: The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. *Orthop. Clin. N. Amer.* 10 (1979), 585–608.
9. Gariépy, R.: Correction du genou flechi dans l'arthrite. In: Bailleux M. A. (ed.): *Imprimerie des sciences*, Bruxelles, 1961, p. 884–886.
10. Gariépy, R.: Genu varum treated by high tibial osteotomy. *J. Bone Jt Surg.* 46-B (1964), 783.
11. Gocht, H.: In: Hoffa, A., edited by Gocht, H.: *Orthopädische Chirurgie*. Enke, Stuttgart 1920, p. 112.
12. Hernigou, Ph., D. Medevielle, J. Debeyre, D. Goutalier: Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. *J. Bone Jt Surg.* 69-A (1987), 332–354.
13. Insall, J. N., D. M. Joseph, C. Msika: High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. *J. Bone Jt Surg.* 66-A (1984), 1040–1048.
14. Ivarsson, I., R. Myrnerets: High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee. *J. Bone Jt Surg* 72-B (1990), 238–244.
15. Jakob, R. P.: Instabilitätsbedingte Gonarthrose: Spezielle Indikationen für Osteotomien bei der Behandlung des instabilen Kniegelenks. In: Jakob, R. P., H.-U. Stäubli (Hrsg.): *Kniegelenk und Kreuzbänder*. Springer, Berlin-Heidelberg, 1990, p. 557–578.
16. Jenny, K., H. Jenny, E. Morscher: Indikation, Operationstechnik und Resultate der transkondylären Tibiaosteotomie bei Gonarthrose. *Orthopäde* 14 (1985), 161–171.
17. Jonasch, E.: Zur Klassifizierung der Arthrose im Kniegelenk. *Z. Orthop. Beilage* 92 (1958), 579.
18. Kellgreen, J. H., J. S. Lawrence: Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann. rheum. Dis.* 16 (1957), 494.
19. Miniaci, A., F. T. Ballmer, P. M. Ballmer, R. P. Jakob: Proximal tibial osteotomy. *Clin. Orthop.* 246 (1989), 250–259.
20. Ogata, K.: Interlocking wedge osteotomy of the proximal tibia for gonarthrosis. *Clin. Orthop.* 186 (1984), 129–134.
21. Stügen, S. H., E. Cairns, N. A. Ebraheim, J. M. Niemann, W. T. Jackson: Anatomic considerations of pin placement in the proximal tibia and its relationship to the peroneal nerve. *Clin. Orthop.* 278 (1992), 134–137.
22. Tillmann, B.: Nerven des Unterschenkels I + II. In: Rauber, Kopsch, hrsg. von Leonhardt, H., B. Tillmann, G. Töndury, K. Zilles: *Anatomie des Menschen: Lehrbuch und Atlas, Bd. IV*. Thieme, Stuttgart-New York 1988, S. 458–461.
23. Tjörnstrand, B. A. E., N. Egund, B. V. Hagstedt: High tibial osteotomy. *Clin. Orthop.* 160 (1981), 124–136.
24. Vainiopää, S., E. Läike, P. Kirves, P. Tiusanen: Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J. Bone Jt Surg.* 63-A (1991), 938–946.

Schlüsselwörter:

Varusgonarthrose · Umstellungsosteotomie

Key words:

High tibial Osteotomy · Gonarthrosis

Für die Verfasser:
Prof. Dr. Walter Blauth
ehem. Direktor der
Orthopädischen Universitätsklinik
Michaelisstraße 1
D-2300 Kiel 1