

Weichteilbalanzierung bei Valgusgonarthrose

Das Operationsziel beim Einbau einer Knieprothese ist die Beseitigung des Arthroseschmerzes bei guter Beweglichkeit des Gelenks. Während die Wiederherstellung mechanisch korrekter Beinachsen des Valgusknies mit Hilfe von Ausrichtungsinstrumentarien häufig reproduzierbar gelingt, kann die harmonische Einstellung von Kapsel- und Ligamentspannung in Beugung und Streckung ein chirurgisches Problem darstellen. Dieser Weichteilbalanzierung kommt beim Valgusknie besondere Bedeutung zu. Sie bestimmt neben der korrekten Patellazentrierung auch über die Langlebigkeit des Implantats [1]. Bei idealer Balanzierung kann die Indikationsstellung für die nicht gekoppelten Prothesentypen ausgedehnt werden. In diesem Artikel wird das eigene operative Vorgehen bei der primärendoprothetischen Versorgung von Patienten mit Valgusgonarthrose vorgestellt.

Epidemiologie der Valgusdeformität

Die Valgusgonarthrose kann genetischer, posttraumatischer und chronisch-inflammatorischer Genese sein. Die primäre Valgusgonarthrose stellt häufig eine Folge der kindlichen physiologischen X-Beinstellung dar, die sich im Rahmen des Längenwachstums nicht ausreichend zurückgebildet hat [1]. Die primäre Gonarthrose weist ab dem 50. Lebensjahr eine erhöhte Prävalenz auf, die mit zunehmendem Lebensalter nicht-linear steigt. Es wird geschätzt, dass ca. 30% der Bevölkerung zwischen dem 45. bis 64. Lebensjahr und 80% der Bevölkerung ≥ 65 . Lebensjahr radio-

logische Zeichen einer Gonarthrose aufweist [2]. Epidemiologische Studien der Prävalenz der primären Gonarthrose unterscheiden nicht zwischen medialer oder lateraler Arthrose, sodass die aktuelle Zahl der Patienten mit Varus- und Valgusfehlstellung im Rahmen der primären Gonarthrose unbekannt ist.

Die sekundäre Gonarthrose tritt in der Regel im früheren Lebensalter auf als die primäre Gonarthrose. Der sekundären Gonarthrose geht häufig eine Verletzung des Kniegelenks voraus, die zu einer präarthrotischen Deformität mit konsekutiver Valgusfehlstellung führt. Häufige Ursachen der posttraumatischen Valgusgonarthrose sind der Verschluss der Wachstumsfuge, die Fraktur des lateralen Tibiaplateaus oder die Pseudarthrosenbildung. Zu den Ursachen der sekundären Arthrose zählt auch die partielle Meniskektomie bei Meniskusläsionen. Insgesamt ist die Valgusfehlstellung bei primärer und sekundärer Gonarthrose seltener als die Varusfehlstellung. Valgusfehlstellungen betreffen häufiger Frauen als Männer und können mit bestimmten systemischen Erkrankungen assoziiert sein, wie der rheumatoiden Arthritis, der infantilen Poliomyelitis, der renalen Osteodystrophie, der Rachitis und der Hämophilie [3].

Beinachsen

Eine gerade Beinachse in der Frontalebene liegt dann vor, wenn das geometrische Lot vom Hüftgelenkmittelpunkt durch die Mitte des Kniegelenks zum Zentrum des oberen Sprunggelenks (OSG) zieht (Abb. 1). Das Genu valgum weist eine laterale Abweichung der Traglinie vom Kniegelenkzentrum auf. Die radiologische Bestimmung der Beinachse kann

auch als die in Grad gemessene Winkelstellung zwischen Femur- und Tibiaachse bezeichnet werden. Dabei kann zwischen der mechanischen und anatomischen Ganzbeinachse unterschieden werden. Zur Bestimmung der Ganzbeinachsen muss die jeweilige anatomische und mechanische Einzelachse von Tibia und Femur bestimmt werden.

Die mechanische Beinachse ist der Winkel zwischen der mechanischen Achse von Femur und Tibia und beträgt bei gerader Beinachse $0,0-2,3^\circ$ Valgus. Die anatomische Beinachse ist der Winkel zwischen der anatomischen Achse von Femur und Tibia und beträgt bei gerader Beinachse $5-7^\circ$ Valgus. Die mechanische und anatomische Achse werden in Grad angegeben, negative Werte kennzeichnen dabei Varus- und positive Werte Valgusfehlstellungen.

Eine ausgeprägte Valgusstellung liegt vor, wenn die mechanische Ganzbeinachse $\geq 5^\circ$ oder die anatomische tibiofemorale Achse $>10^\circ$ beträgt [1, 4], (Abb. 2).

Pathogenese der Valgusgonarthrose

Knorpelabrieb und damit Höhenminderung des radiologischen Gelenkspalts sind Teil der Pathogenese der Arthrose mit Bildung einer Fehlstellung der Beinachse. Aus biomechanischer Sicht kann sich die Beinachsenänderung unabhängig ihrer Ätiologie aus drei möglichen Faktoren zusammensetzen:

- durch Änderung des femorotibialen Winkels in der frontalen Ebene gemessen als anatomische oder mechanische Beinachse;
- durch Verschmälerung des Gelenkspalts aufgrund von Verlust oder Auf-



Abb. 1 ▲ Radiologische Bestimmung der Gelenkzentren und Verlauf der mechanischen Ganzbeinachse bei annähernd gerader Beinachse

brauch des Meniskusgewebes und der osteochondralen Strukturen (Gelenkknorpel und suchondraler Knochen);

- durch Vergrößerung der Gelenkspaltweite aufgrund laxer Band- und Weichteilstrukturen.

Die Fehlstellung der Beinachse muss nicht immer die Folge einer Gelenkerkrankung sein. Ist die Fehlstellung vorbestehend, kann sie die Progression der Gonarthrose beschleunigen, insbesondere bei erhöhtem Körpergewicht [5].

Die Valgusdeformität besteht in der Regel aus einer knöchernen und einer weichteiligen Komponente, die sich entsprechend der Schwere der Deformität in unterschiedlicher Ausprägung finden und

typischerweise vom Femur ausgeht. Anfänglich beschränkt sich der Knochenverlust des lateralen Femurkondylus auf die distalen und posterioren Anteile ohne nennenswerte Beteiligung des lateralen Tibiaplateaus. Im Unterschied zum Varusknie befindet sich die tibiale Gelenklinie des Valgusknies zunächst in Neutralstellung oder weist sogar die physiologischen 2–3° Varus auf, bevor durch zunehmenden Abrieb des lateralen Femurkondylus und Überdehnung des Innenbandes die Valgusfehlstellung zunimmt und der nun hypoplastische laterale Femurkondylus die laterale Tibia erodieren kann [6]. Gleichzeitig begünstigt die Fehlstellung eine Verkürzung und Kontraktur der lateralen Weichteile mit Beteiligung des Tractus iliotibialis, des lateralen Kollateralbandes, der Popliteussehne, der posterolateralen Kapsel und des Pes anserinus [7].

Typische Befunde bei Patienten mit Valgusgonarthrose

Der typische Patient mit schwerer Valgusgonarthrose ist weiblich und >70 Jahre alt. Eine X-Beinstellung ist meist seit der Jugend bekannt. Die Patientinnen erinnern sich häufig an retropatellare Beschwerden im Kindes- und Jugendalter, an eine retropatellare Chondromalazie oder an rezidivierende Patellsubluxationen. Bei Patienten mit Windschlagdeformität der Kniegelenke (einseitige Varusfehlstellung mit gleichzeitiger Valgusfehlstellung der Gegenseite) ist typischerweise die Varusdeformität deutlich schmerzhafter als die u. U. ausgeprägtere Valgusdeformität.

Mit Zunahme der Valgusfehlstellung zeigt sich im Röntgenbild eine Verschmälerung des lateralen Gelenkspalts. Die Patellatangentiaufnahme zeigt häufig eine Dysplasie der Kniescheibe mit Lateralisation und pathologischer Konkavität der lateralen Patellafacette, die mit der konvexen Form des lateralen Femurkondylus artikuliert. Eine Patella alta sowie eine Chondrokalzinose mit Beteiligung der Menisken und der Knorpel finden sich häufig. Die Röntgendiagnostik zeigt in der Regel eine Hypoplasie der lateralen Femurkondyle mit vermehrter Valgusstellung des distalen Femurs in Relation zur Femurschaftachse [8].

Implantatwahl

Die Valgusdeformität kann anhand von klinischen und radiologischen Kriterien in die Typen 1–3 eingeteilt werden.

- Bei der Typ-1-Deformität besteht ein minimaler Valgus mit leichter Überdehnung des Innenbandes. Diese Fehlstellung kann passiv mühelos ausgeglichen werden.
- Bei der Typ-2-Deformität findet sich eine Kontraktur der lateralen Weichteile mit beginnender Überdehnung des Innenbandes und einem femorotibialen anatomischen Winkel von >10° (■ **Abb. 2**). Die Typen 1 und 2 können in der Regel mit einem ungekoppelten Oberflächenersatz (kondylärer Prothesentyp) behandelt werden. Ein Kniegelenkersatz im Sinne eines Oberflächenersatzes kann das hintere Kreuzband (HKB) erhalten oder opfern. Ein Erhalt des HKB erscheint nur möglich, wenn die Knochenqualität zufrieden stellend ist und keine größere Achsabweichung besteht, wie es beim Typ-1-Valgusknie vorliegt. Wird das HKB geopfert, muss die Prothese und speziell die Polyethylenauflfläche so ausgeformt sein, dass die Femur- und Tibiakomponenten nach dorsal stabilisiert sind. Ein solches Prothesendesign wird als „posterior-stabilized knee“ oder als „Oberflächenersatz Typ PS“ bezeichnet.

Beim Typ-2-Valgusknie kann der Korrekturbedarf der Deformität die Korrekturkapazität des HKB-schonenden Prothesenmodells überschreiten. Die Resektion des HKB und die Versorgung mit einem Oberflächenersatz Typ PS ermöglicht dementsprechend mehr Korrekturmöglichkeiten, da die tibiale Resektion tiefer geführt werden kann. Darüber hinaus erlaubt dieser Prothesentyp eine bessere Lateralisation von femoraler und tibialer Komponente, sodass die Patella zentriert werden kann und das Ausmaß eines lateralen Release des Retinaculum reduziert werden kann [6]. Das Prinzip eines Oberflächenersatzes Typ PS verlangt eine exakte Ausrichtung mit ausreichendem Weichteilrelease für einen gleich großen Beuge- und Streckspalt. Dies führt zu ei-

Hier steht eine Anzeige.



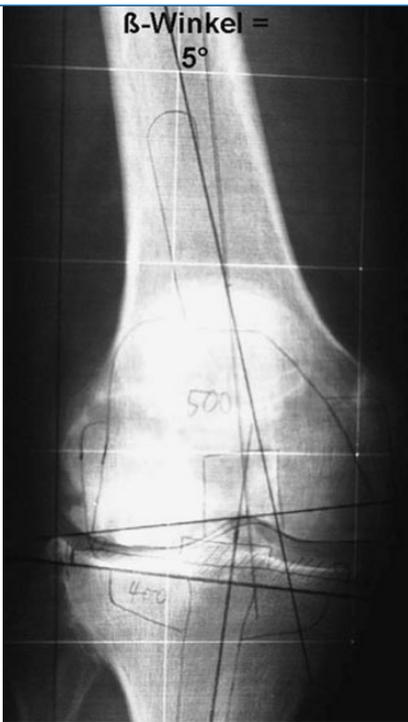


Abb. 2 ▲ Ausschnitt aus dem a.-p.-Ganzbeinröntgenbild eines Patienten mit Valgusgonarthrose bei einem femorotibialen Winkel von $>10^\circ$: Die präoperative Planung umfasst das Einzeichnen der anatomischen Achsen von Femur und Tibia, der mechanischen Achse des Femurs, der Resektionshöhen und der Position und Größe der gewählten Komponenten. Der β -Winkel wird von der mechanischen und anatomischen Femurachse gebildet. Er sollte beim Valgusknie $<7^\circ$ liegen um die Unterkorrektur der Deformität zu vermeiden



Abb. 3 ▲ Präoperative Röntgendiagnostik mit einer seitlichen Aufnahme des Kniegelenks, bei der die abzutragenden dorsalen Osteophyten der Femurcondylen markiert sind

ner symmetrischen Kraftübertragung von der femoralen Komponente über die PE-

Lauffläche auf das Tibiaplateau und minimiert den PE-Abrieb [9].

- Die Typ-3-Deformität weist eine schwere Valgusstellung mit insuffizientem Innenband auf, wie es z. B. nach vorausgegangener valgusierender Tibiakopfumstellungsosteotomie oder bei lange bestehender, progredienter Valgusdeformität beobachtet werden kann. Diese Deformität kann häufig nur mit einer achsgeführten Prothese erfolgreich behandelt werden [1, 6].

Die Implantatwahl muss aber trotz gewissenhafter Planung vom Ausmaß der erreichten Balanzierung während der Operation abhängig gemacht werden. Sind die Möglichkeiten der Balanzierung von Streck- und Beugespalt ausgeschöpft, so besteht die Möglichkeit den Grad der Kopplung der Prothesenkomponenten zu erhöhen. Die Optionen reichen dann von der ungekoppelten über die posterior stabilisierte bis hin zur achsgeführten, vollgekoppelten Prothese. Reichel [10] hat in einer Übersicht die Indikationen für die Auswahl verschiedener Kopplungsgrade vom Ausmaß der intraoperativen Stabilität dargestellt. Demnach ist eine ungekoppelte Prothese nur indiziert, wenn das Knie a.-p. in Beugung und Streckung stabil, mediolateral in Streckung und medialseitig in Beugung stabil ist. Lateral wird in Beugung eine erstgradige Instabilität toleriert. Eine posterior stabilisierte Prothese wird eingesetzt, wenn die a.-p.-Translation deutlich >5 mm beträgt und das mediale Seitenband stabil ist. Lateral kann eine erstgradige Instabilität akzeptiert werden. Vollgekoppelte Prothesen sind dann indiziert, wenn zur a.-p.-Instabilität eine erhebliche mediolaterale Instabilität hinzukommt.

Präoperative Planung und Röntgendiagnostik

Zur Diagnosestellung eines Genu valgum sollte eine a.-p.-Ganzbeinstandaufnahme angefertigt werden. Die Lage des Zentrums von Hüftkopf, Knie und Sprunggelenk ist jeweils exakt definiert (Abb. 1), [11]. Allerdings gibt sich eine projektionsabhängige Veränderung des CCD-Winkels auf dem Röntgenbild und damit die

Tendenz, den Winkel zwischen anatomischer distaler Femurachse und der Traglinie des Beins zu unterschätzen. Daraus kann eine Unterkorrektur im Varusinne resultieren. Der am Röntgenbild gemessene β -Winkel (Abb. 2) ist in der Regel der kleinstmögliche Wert, der bei vorliegender Kniebeugekontraktur projektionsbedingt zu groß erscheint.

Nach Anzeichnen der Traglinien, der mechanischen oder anatomischen Achsen kann die Richtung der Fehlstellung eingeschätzt werden [12]. Gelegentlich können auf Standardröntgenaufnahmen eventuelle Fehlrotationen in der Transversalebene nicht zuverlässig eingeschätzt werden, sodass eine präoperative Abklärung mittels CT erforderlich sein kann.

Zur Standardtherapieplanung sollte eine Röntgenaufnahme in a.-p.-Richtung und im seitlichen Strahlengang angefertigt werden. Bei der seitlichen Projektion sollten sich der mediale und laterale Femurcondylus annähernd deckungsgleich übereinander projizieren. Dies erleichtert die Identifizierung von dorsalen Osteophyten der Femurcondylen sowie die Bestimmung der Dorsalneigung des Tibiaplateaus. Zusätzlich kann die beidseitige 45° -Belastungsaufnahme im p.-a.-Strahlengang unter Vollbelastung (Rosenberg-Aufnahme [13]) notwendig sein. In dieser Projektion ist eine Höhenminderung des belasteten Gelenkspalts sichtbar, die auf der a.-p.-Standardaufnahme in Kniestreckung nicht zu erkennen ist. Schließlich sollte eine Patella-tangential-Aufnahme zur Einschätzung einer retropatellaren Arthrose angefertigt werden. Zusätzliche Varus- und Valgusstressaufnahmen im Seitenvergleich helfen, das Ausmaß der lateralen Gelenkspaltverschmälerung zu objektivieren und dokumentieren eine mögliche Instabilität der Kollateralbänder.

Liegt die Ganzbeinaufnahme vor, die immer unter Belastung angefertigt werden muss, sollten folgende Planungslinien eingezeichnet werden (Abb. 2), [6]:

- die anatomischen Achsen von distalem Femur und gesamter Tibia zur Bestimmung des femorotibialen Winkels;
- eine rechtwinklige Linie zur Tibiaachse parallel zum Tibiaplateau und in Höhe des (erodierten) lateralen Pla-

teaus zur Bestimmung der tibialen Resektionshöhe und zur Abschätzung des Resektionsausmaßes medial und lateral;

- eine horizontale Linie auf Höhe des lateralen (hypoplastischen) Femurkondylus, die um 3° in Valgusrichtung von der Horizontalen der anatomischen Femurachse (s. oben) abweicht.

Auf der streng seitlichen Aufnahme müssen alle dorsalen Osteophyten markiert werden. Diese werden intraoperativ vor Implantation der Komponenten abgetragen, da sie die Weichteilbalance und das Bewegungsausmaß der Prothese stören können (■ **Abb. 3**).

Operationstechnik

Zugang

Am gebeugten Kniegelenk erfolgt die Hautinzision in der Mittellinie. Sie beginnt handbreit proximal der Patella und erstreckt sich bis etwa auf die Höhe der Tuberositas tibiae. Die Inzision wird scharf bis auf die tiefe Muskelfaszie durchgeführt. Hautlappenbildung an der Oberfläche ist zu vermeiden. Die Quadrizepssehne, der Vastus medialis obliquus, die Patella mit Patellarsehne kommen nun zur Ansicht. Eine standardmäßige mediale Arthrotomie folgt. Die medialen Weichteile der proximalen Tibia werden sparsam subperiostal abgelöst. Dies kann mit dem Elektromesser und einem scharfen Rasparatorium erfolgen, bis ein kleiner medialer subperiostaler Weichteillappen gebildet ist, der ≤ 4 cm vom Tibia-plateau nach kaudal herunterreichen sollte (■ **Abb. 4**). In der Regel lässt sich die zumeist schon lateralisierte Patella evertieren. Sollte die Patella nicht zu evertieren sein, kann ihre Mobilität der Patella durch folgende Maßnahmen schrittweise verbessert werden [12]:

- Durchtrennung des lateralen patellofemorales Ligaments sowie aller Vernarbungen,
- Teilresektion des Hoffa-Fettkörpers und Ablösen der Verbindungen zur ventrolateralen Tibia,
- Außenrotationsposition der Tibia nach sparsamem subperiostalem me-

Zusammenfassung · Abstract

Orthopäde 2007 · 36:657–666 DOI 10.1007/s00132-007-1104-5
© Springer Medizin Verlag 2007

D. Pape · D. Kohn

Weichteilbalanzierung bei Valgusgonarthrose

Zusammenfassung

Der Einbau einer kondylären Knieendoprothese stellt insbesondere bei Fehlstellung der Beinachse hohe Ansprüche an Operateur und Klinikausstattung. Die Valgusdeformität besteht aus einer knöchernen und einer weichteiligen Komponente: der laterale Femurkondylus ist in der Regel hypoplastisch und kann bei fortschreitender Fehlstellung einen osteochondralen Defekt am lateralen Tibiaplateau hervorrufen; die lateralen Weichteile sind häufig kontrakt und die valgische Fehlstellung begünstigt eine Überdehnung des Innenbandes. Die korrekte Balanzierung der Weichteile ist bei der Valgusfehlstellung besonders schwierig. Unter der Weichteilbalanzierung ist sowohl die gleichmäßige mediale

und laterale Kapsel-Band-Spannung in Beugung und Streckung als auch die optimale Zentrierung der Kniescheibe in ihrem Gleitlager zu verstehen. Im Rahmen einer standardisierten Operationstechnik müssen anatomische Besonderheiten bei der Valgusgonarthrose berücksichtigt werden. Dabei hat sich in unserer Klinik ein schrittweises Weichteilrelease von „innen nach außen“ unter sukzessiver Kontrolle der einzelnen Präparationschritte mit einem Balanzierungsinstrument („Ligament-Balancer“) etabliert.

Schlüsselwörter

Knieendoprothese · Balanzierung · Weichteile · Valgusgonarthrose

Soft tissue balancing in valgus gonarthrosis

Abstract

Implanting a condylar knee in patients with valgus deformity is challenging both for the surgeon and in terms of clinical instrumentation. Valgus deformity – defined as an anatomic angle $>10^\circ$ – consists of a bony and a soft tissue component. Frequently, the lateral femoral condyle is hypoplastic and can create a secondary osteochondral lesion on the tibial plateau. Concomitantly, there is a soft tissue contracture of the lateral side with an elongation of the medial collateral ligament. Correction of the deformity and restoration of anatomic alignment should be achieved to maximize the longevity of the replaced

components. Soft tissue balancing is crucial for successful treatment. This is achieved if a symmetrical flexion and extension gap together with a centralized patella position is obtained. We describe our surgical approach to address valgus deformities in primary total knee arthroplasty with special emphasize on a stepwise release of tight lateral capsular and ligamentous structures controlled by a knee balancer.

Keywords

Knee endoprosthesis · Balancing · Soft tissue · Valgus gonarthrosis



Abb. 4 ▲ Medialer Zugang zum linken Kniegelenk: Die medialen Weichteile der proximalen Tibia werden sparsam subperiostal abgelöst, bis ein kleiner medialer subperiostaler Weichteillappen gebildet ist, der ≤ 4 cm vom Tibiaplateau nach kaudal herunterreichen sollte

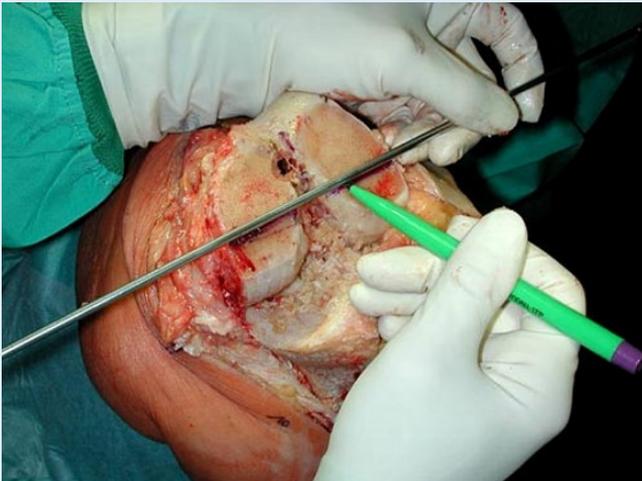


Abb. 5 ▲ Aufsuchen der transepikondylären Achse nach Anfertigung des horizontalen Femurschnitts: Der Metallstab zeigt den Verlauf der transepikondylären Achse. Sie verbindet das höckerförmige Zentrum des lateralen Epikondylus mit dem sulkusförmigen Zentrum des medialen Epikondylus und ist nach „Tastkontrolle und Augenmaß“ zu bestimmen. Biomechanisch entspricht sie der optimalen Beugeachse [12]

dialem Auslösen des Tibiakopfes und Durchtrennung des VKB.

Gelingt auch dann kein Evertieren der Patella, kann eine distale Zugangserweiterung über die Osteotomie der Tuberositas tibiae notwendig sein. Dies stellt auch bei kontrakten Valgusdeformitäten eine Ausnahme dar und kommt häufiger bei Revisionseingriffen zur Anwendung.

Nach Patellaeversion wird das Knie weiter überbeugt bis Menisken und das VKB zu sehen sind. Für die Verwendung eines Oberflächenersatzes Typ PS müs-

sen beide Kreuzbänder reseziert werden. Nach Resektion der Menisken kann die Tibia außenrotiert werden zur vollständigen Darstellung ihres Plateaus und zur Restmeniskektomie.

Die weitere standardisierte Operationstechnik sieht folgende Präparierschritte vor, die im Einzelfall der veränderten Anatomie bezüglich ihrer Ausdehnung und Reihenfolge variiert werden können [6, 12]:

- horizontaler distaler Femurschnitt,

- Festlegung der Rotation der Femurkomponente anhand der transepikondylären Achse,
- anteriorer, posteriorer und schräger distaler Femurschnitt,
- Tibiasägeschnitt,
- Abtragen posteriorer Überstände der Femurkondylen,
- Einstellen der Weichteilspannung,
- Funktionsüberprüfung mit Probestandteilen,
- dynamische Überprüfung der Patellazentrierung,
- Einzementieren der definitiven Prothesenkomponenten,
- Wundverschluss.

Femorale Resektion

Die Orientierung des distalen Femurschnitts bestimmt die Achsausrichtung in der Frontalebene (Varus/Valgus) und in der Sagittalebene (Flexion/Extension). Die Resektionstiefe beeinflusst die Weite des Streckspalts. Ziel ist es, die Femurkomponente 90° zur Tragachse des Femurs auszurichten. Die Festlegung der Rotationsausrichtung der Femurkomponente kann schwierig sein. Sie ist für die Funktion der Prothese von Bedeutung, da es bei Fehlpositionierungen zu einer Patellalateralisation und zu erhöhtem PE-Abrieb durch Scherbelastung kommen kann [12]. Bei normalen Achsenverhältnissen verläuft die posteriore Kondylentangente um 3° innenrotiert zur transepikondylären Achse.

Valgusdeformitäten weisen in der Regel einen hypoplastischen lateralen Femurkondylus auf. Bezogen auf die transepikondyläre Achse ist die Tangente an den posterioren Femurkondylen verstärkt nach innen rotiert [4]. Eine schematische Orientierung an der posterioren Kondylentangente unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Innenrotation um 3° würde zu einer übertriebenen Innenrotationskomponente des Femurs führen. Ähnlich schwierig ist die Orientierung der Femurrotation, wenn es aufgrund einer einseitigen Destruktion des subchondralen Knochens im posterioren Kondylenbereich zu einem Knochensubstanzverlust gekommen ist. In diesen Fällen existiert keine verlässliche posteriore Femurkondylentangente mehr.

Im Vergleich zu anderen Referenzierungsmethoden, wie der Ausrichtung an den posterioren Kondylentangente, der Ausrichtung parallel zur Whiteside-Linie (a.-p.-axis method [4]) oder der symmetrischen Knochenresektion des Beugespalts senkrecht zur Tibia, scheint die Referenzierung an der transepikondylären Achse die konsistenteste intraoperative Landmarke zu sein. Anhand ihres Verlaufs lässt sich am besten die Beugeachse nachempfinden, sodass der Beugespalt korrekt eingestellt werden kann [14]. Diese transepikondyläre Achse ist als Verbindungslinie des höckerförmigen lateralen und kraterförmigen medialen Femurepikondylus nach „Tastkontrolle und Augenmaß“ zu bestimmen [12], (■ **Abb. 5**).

Der Eintrittspunkt für den Markraumstab entspricht dem Schnittpunkt der distalen anatomischen Femurschaftachse mit der distalen medialen Femurkondyle auf der a.-p.-Planungszeichnung. Im seitlichen Bild befindet sich der Eintrittspunkt ca. 0,5–1,0 cm proximal des Ansatzes des HKB. Üblicherweise weicht die anatomische Femurschaftachse ca. 7° im Valgussinn von der mechanischen Femurachse ab. Individuell sind jedoch abweichende Winkel möglich, die in der präoperativen Planung gemessen und durch die Instrumentierung nachvollzogen werden. Der eingebrachte intramedulläre Stab zur Aufnahme der Sägelehre sollte keinen Kontakt zu den distalen Femurkortikales haben.

Begonnen wird mit dem Horizontalschnitt senkrecht zur mechanischen Achse des Femur. Beim Valgusknie ist dabei der Winkel, den mechanische und anatomische Achse einschließen kleiner als der übliche Mittelwert von 7° (β -Winkel, ■ **Abb. 2**). Die mediale Resektionstiefe für den distalen Femurschnitt beträgt ≤ 10 mm, lateralseitig werden üblicherweise nur 1–2 mm reseziert. Dies hilft eine Unterkorrektur der Deformität zu vermeiden, die bei der üblichen 7° Valgusausrichtung bei varischer Beinachse entstehen würde [6]. Um die Gelenklinie postoperativ horizontal einstellen zu können, kann eine Augmentation des hypoplastischen lateralen Femurkondylus notwendig sein. Nach Festlegung der Rotation erfolgt der anteriore, posterior und schrä-

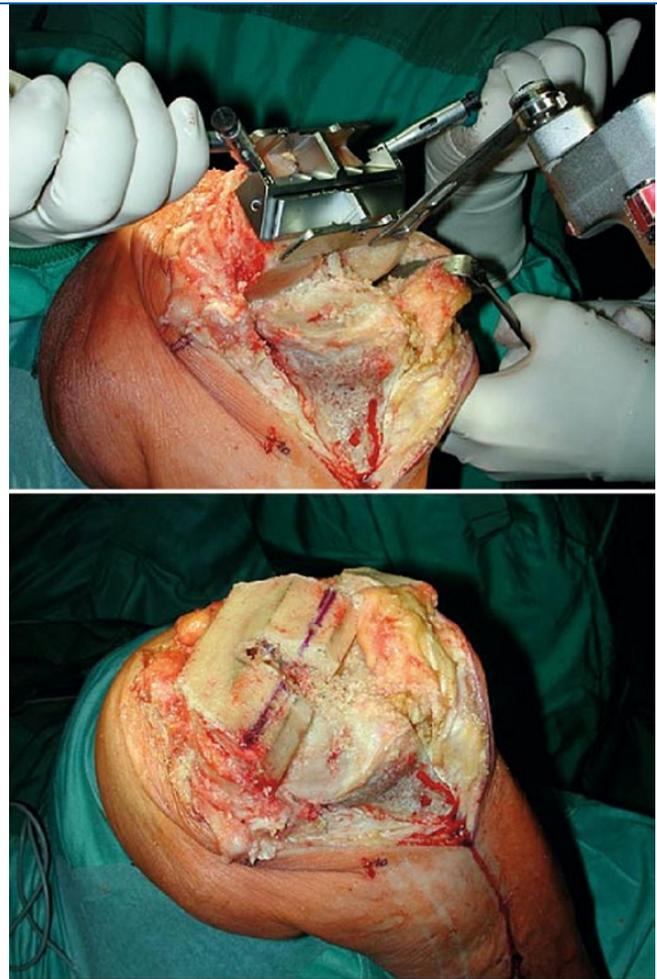


Abb. 6 ► Nach Festlegung der Rotation erfolgt der anteriore, posteriore und schräge distale Femurschnitt gemäß der angelegten Sägelehre

ge distale Femurschnitt gemäß der angelegten Sägelehre (■ **Abb. 6**).

Tibiale Resektion

Die Ausrichtung des tibialen proximalen Sägeschnitts muss in der Frontal- und Sagittalebene erfolgen. In der Frontalebene wird die Ausrichtung im rechten Winkel zur mechanischen Tibiaachse angestrebt. In der Sagittalebene richtet sich die Ausrichtung nach dem verwendeten Prothesendesign und kann um einen festen Winkel nach dorsal geneigt sein, um einen variablen Winkel nach dorsal abfallen oder senkrecht zur Tragachse erfolgen (■ **Abb. 7**).

Bei der Ausrichtung des Sägeblockes wird die Resektionstiefe bestimmt. Sie wirkt sich gleichermaßen auf die Größe von Streck- und Beugespalt aus. Üblicherweise wird eine Resektionstiefe gewählt, die der Dicke der Tibiakomponente plus dünnstes Polyethyleninlay entspricht. Bei einer Tibiaresektion von >10 mm Tie-

fe wird die Insertion des HKB häufig abgetragen, was bei der Verwendung eines Oberflächenersatzes Typ PS gewünscht ist. Bei Typ-2-Valgusdeformitäten soll die mediale Tibiaresektion, wenn möglich, auf 6–8 mm begrenzt werden und die laterale Resektion nicht über den tiefsten Punkt des tibialen Knochendefekts hinausgehen. Dies verhindert eine versehentliche Resektion der Fibulaspitze und eine übertriebene Vergrößerung des Gelenkspalts. Größe und Rotationsausrichtung der tibialen Komponente beeinflussen die Patellazentrierung, die Schwerbelastung der PE-Lauffläche und die Fußposition in Relation zum Femur.

Prothesentypen mit einem symmetrischen Tibiaplateau müssen häufig asymmetrisch am Tibiaplateau ausgerichtet werden, um eine optimale Position einzunehmen. Dazu sollte die Tibiakomponente mit der medialen Tibiakortikalis abschließen und in Außenrotationsstellung positioniert werden, sodass die Komponente in der Sagittalebene das me-

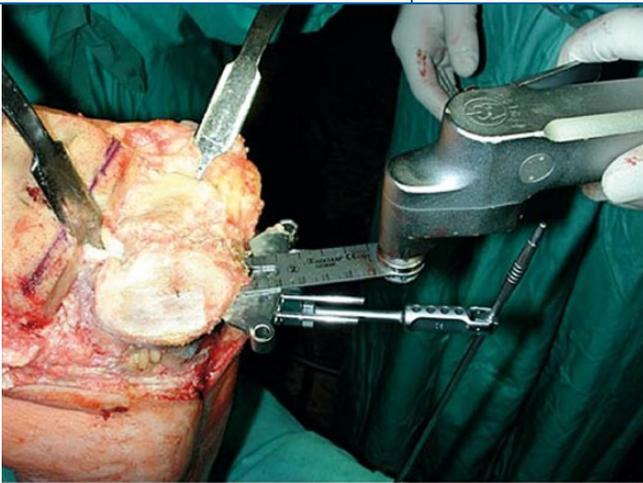


Abb. 7 ◀ Tibialer Sägeschnitt: Bei der Ausrichtung des Sägeblockes wird die Resektionstiefe bestimmt. Sie wirkt sich gleichermaßen auf die Größe von Streck- und Beugespalt aus. Üblicherweise wird eine Resektionstiefe – gemessen von der Mitte der noch intakten oder „besseren“ Tibiaplateauhälfte – gewählt, die der Dicke der Tibiakomponente plus dünnstes Polyethyleninlay entspricht

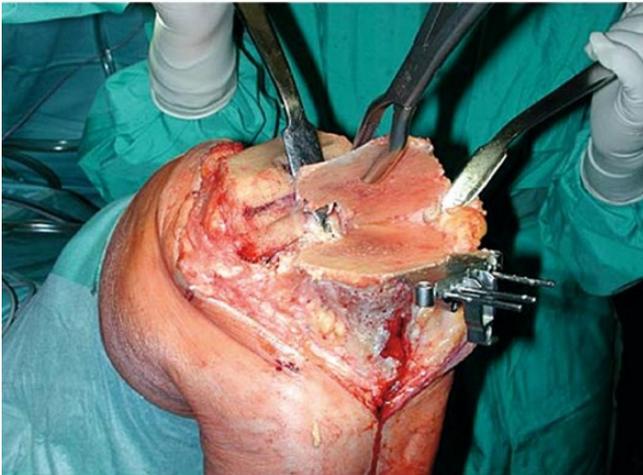


Abb. 8 ◀ Abtragung der posterioren femoralen Kondylenüberstände mit einem gebogenen Meißel

diale Drittel der Tuberositas tibiae schneidet. Dabei kann häufig das dorsomediale Tibiaplateau nicht von der Prothesenkomponente abgedeckt werden.

Abtragen posteriorer Überstände der Femurkondylen

Osteophyten und Knochenanteile, die über den hinteren Rand der Prothesenkondylen überstehen, behindern die Beugefähigkeit und verändern die Weichteilspannung. Sie müssen abgetragen werden. Dies sollte vor der Messung der Weichteil-

spannung von Beuge- und Streckspalt geschehen. Bewährt hat sich die Verwendung eines geraden oder gebogenen Meißels bei aufgesetzter Femurprobenkomponente, überbeugtem Kniegelenk und gleichzeitiger Anhebung des Femurs mit Hilfe eines intramedullären femoralen langen Markraumborers (▣ Abb. 8). Wegen der Gefahr der Verletzung von neurovaskulären Strukturen sollte dieser Operationsschritt unter guter Sicht erfolgen.

Balanzierung des Streckspalts

Bei kontrakter Valgusdeformität besteht eine Kontraktur des Kapsel-Band-Apparats auf der konkaven, lateralen und eine Elongation auf der konvexen, medialen Seite. Durch schrittweises Weichteilrelease auf der kontrakten Seite wird eine kontrollierte Verlängerung der lateralen Weichteile mit Angleichung an die medialen Kapsel-Band-Strukturen angestrebt. Der entstehende Streck- und Beugespalt sollte rechteckig und gleich weit sein [15]. Für das Einstellen der Weichteilspannung stehen Instrumente zur Verfügung, die neben der Messung von Streck- und Beugespaltweite auch einen Vergleich von medialer und lateraler Weichteilspannung erlauben [16]. Ob Extensions- oder Flexionsspalt als primäre Referenz zur Weichteilbalanzierung dienen soll, ist umstritten. Wir bevorzugen die primäre Herstellung eines korrekten Streckspalts, da die Hauptbelastung des Kniegelenks in Streckung (nicht in Beugung) erfolgt [12]. Stellt sich der Streckspalt trapezoid statt rechteckig dar, muss zu diesem Zeitpunkt eine Weichteilbalanzierung des Streckspalts erfolgen. Dabei hat sich ein schrittweises Vorgehen von „innen nach außen“ bewährt, um die lateralen Weichteile fraktioniert zu verlängern, bis der gewünschte rechteckige Streckspalt erzielt ist. Zwischen den einzelnen Präparationsschritten sollte die Wirksamkeit des Weichteilreleases überprüft und auf das notwendige Maß beschränkt bleiben:

- Entfernung aller peripheren Osteophyten vom randbildenden Knochen,
- Durchtrennung aller verbliebenden Fasern des HKB am femoralen Insertionspunkt,

- Ablösung der posterolateralen Kapsel von intraartikulär mit dem Elektrokauter,
- Verlängerung des Tractus iliotibialis von artikulärseitig proximal der Gelenklinie mit multiplen 5-mm-Stichelungen horizontal zum Faserverlauf.

Nach Beendigung des Weichteilreleases sollte ein symmetrisches Aufklappen von 2–3 mm bei Varus- und Valgusstress möglich sein. Wird für die Evaluierung ein „knee balancer“ [16] verwendet, wird die Imbalance in der Frontalebene in Winkelgraden angezeigt. Bei erfolgreicher Balanzierung befindet sich die Anzeige der Winkelskala nach Abschluss des Weichteilreleases in Nullstellung (■ **Abb. 9**).

Balanzierung des Beugespalts

Erst wenn die Weichteilspannung in Streckung zufrieden stellend ist, wird die Balanzierung bei 90° gebeugtem Kniegelenk überprüft. Dazu kann sowohl ein Spacer-Block als auch der oben genannte „knee balancer“ verwendet werden.

Bei einer hartnäckigen Imbalance mit Kontraktur der Lateralseite kann die digitale Palpation Aufschluss über den Ursprung der Störung liefern. Die oben genannten Präparierschritte können je nach Palpationsbefund wiederholt und durch folgende Maßnahmen erweitert werden:

- subperiostales Ablösen des Tractus iliotibialis am Tuberculum Gerdy und
- subperiostales schrittweises Ablösen des Außenbandes.

Üblicherweise wird die Balanzierung des gebeugten Kniegelenks maßgeblich durch die knöcherne Resektion beeinflusst, während das kontrollierte und schrittweise Weichteilrelease die Balanzierung des gestreckten Kniegelenks bestimmt [6].

Bei ungleicher Weite des Streck- und Beugespalts können geringe Abweichungen bis zu 2 mm toleriert werden. Ist alleinig der Streckspalt zu eng, sollte eine Nachresektion am Femur vorgenommen werden. Ist Beuge- und Streckspalt zu eng, wird an der Tibia nachreseziert [12].

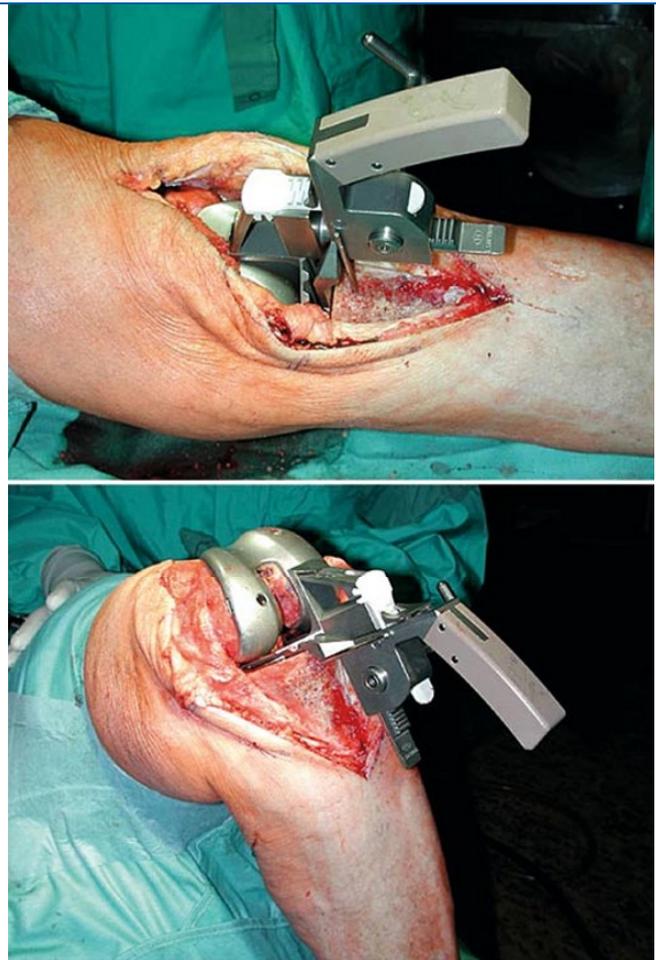


Abb. 9 ► Evaluierung der Weichteilspannung in Streckung und Beugung mit Hilfe des „knee balancers“ [16]

Probeimplantation

Nach Probeimplantation von Femur- und Tibiakomponente sollte die Patellazentrierung dynamisch untersucht werden. Dies sollte auch bei geplantem Rückflächenersatz vor der Zurichtung der Patellarrückfläche erfolgen.

Die endgültige Auswahl der Prothesenkomponenten und des Kopplungsgrades fällt nach Abschluss der Funktionsprüfung mit den Probekomponenten. Das Einzementieren der originalen Prothesenkomponenten, der Wundverschluss und die Nachbehandlung werden in typischer Weise vorgenommen und an anderer Stelle detaillierter beschrieben.

Diskussion verschiedener Operationstechniken

Zugang

Der mediale parapatellare Zugang wird am häufigsten verwendet. Er bietet eine

gute Übersicht und ist in den meisten Fällen ausreichend obwohl sich die Pathologie des Valguskniegelenks lateral befindet. Aufgrund der relativen Lateralisation des Tuberositas tibiae gelingt die Patellaeversion in den meisten Fällen problemlos. Alternativ kann aber auch ein lateraler Zugang gewählt werden. Er ermöglicht den direkten Zugang zum Ort der Pathologie. Der laterale Zugang hat sich aber aus folgenden Gründen nicht allgemein durchgesetzt [1]:

- Der Blick auf die zentralen und medialen Aspekte des Kniegelenks ist deutlich eingeschränkt, da es durch die Valgusfehlstellung zu einer relativen Lateralisation der Tuberositas tibiae kommt, wodurch eine Tuberositasosteotomie notwendig werden kann, die entsprechende Komplikationen wie Pseudarthrosenbildung und Insuffizienz des Streckapparats nach sich ziehen kann.
- Nach ausgedehntem Release der kontraktiven lateralen Weichteile kann die

suffiziente Wunddeckung mit vitalem Weichteilgewebe im Einzelfall erschwert sein.

Diese Nachteile des lateralen Zugangs wiegen die potentiellen Nachteile des medialen Zugangs (Verletzung der medialen Patellargefäße mit möglicher Osteonekrosebildung) nicht auf [1].

Referenzierung

Die korrekte Ausrichtung der Prothesenkomponenten (insbesondere die Rotationsausrichtung der Femurkomponente) kann mit Hilfe unterschiedlicher Methoden erreicht werden. Alternativ zum vorgestellten Verfahren kann die Rotationsachse auf die a.-p.-Achse des distalen Femurs bezogen werden. Diese Achse ergibt sich aus der Verbindungslinie zwischen dem Zentrum der Trochlea mit dem Zentrum der interkondylären Notch.

Die Rotation soll parallel zu einer Linie ausgerichtet sein, die senkrecht auf der a.-p.-Achse steht (Whiteside-Linie). Diese Linie soll der transepikondylären Achse entsprechen aber besser zu bestimmen sein [4]. Jedoch ist auch die intraoperative Festlegung der Rotationsachse nach Whiteside nicht unproblematisch, da häufig asymmetrische Substanzverluste im femoropatellaren Gleitlager sowie Notchosteophyten bestehen, sodass die anatomischen Landmarken nicht sicher reproduziert werden können. Auch konnte gezeigt werden, dass eine Abweichung von $\leq 10,8^\circ$ zwischen Whiteside-Achse und transepikondylärer Achse bestehen kann [17].

Eine weitere alternative Referenzierungsmethode besteht in der Festlegung der Rotationsausrichtung der Femurkomponente in Relation zur Resektionsfläche der Tibia. Sie führt zu einem rechteckigen Beugespalt bezogen auf die momentane Weichteilspannung zum Zeitpunkt des Sägschnitts. Dadurch wird die Rotationsausrichtung maßgeblich von einer Weichteilkomponente mitbestimmt, was eine unphysiologische femorotibiale und femoropatellare Kinematik zur Folge haben kann [12].

In dem von uns favorisierten Verfahren erfolgt die Referenzierung der Sägeschnitte anhand der transepikondylären

Achse. Sie ist als Verbindungslinie des höckerförmigen lateralen und kraterförmigen medialen Femurepikondylus nach „Tastkontrolle und Augenmaß“ zu bestimmen [12], (■ **Abb. 5**). Die intraoperative Festlegung dieser anatomischen Landmarken gelingt nicht immer eindeutig und präzise, sie stellt unserer Meinung nach aber den besten Kompromiss zwischen Praktikabilität und Genauigkeit dar.

Fazit für die Praxis

Die schwere Valgusgonarthrose betrifft häufig ältere Frauen. Sie besteht aus einer knöchernen (hypoplastischer lateraler Femurkondylus) und einer weichteiligen (kontrakte laterale Weichteile, laxes Innenband) Komponente. Die laterale Resektionstiefe des femoralen Horizontalschnitts sollte nur 1–2 mm betragen. Die korrekte Rotationsausrichtung der Femurkomponente wird durch die Referenzierung an der transepikondylären Achse erleichtert. Die Augmentation des hypoplastischen lateralen Femurkondylus kann notwendig sein.

Bei der lateralen Tibiaresektion sollte nicht über den tiefsten Punkt des tibialen Knochendefekts hinausgegangen werden, um die Fibulaspitze zu schonen und den Gelenkspalt nicht zu überdimensionieren. Bei tibialen Resektionstiefen ≥ 10 mm oder insuffizienten Kollateralbändern kann ein Prothesenmodell mit höherem Kopplungsgrad notwendig werden. Nach knöcherner Resektion wird zunächst der Streck- dann erst der Beugespalt weichteilig balanciert. Dabei hat sich ein schrittweises, kontrolliertes Weichteilrelease von „innen nach außen“ bewährt. Die Verwendung eines „knee balancers“ kann diese Präparationschritte erleichtern.

Korrespondenzadresse

Dr. D. Pape
Orthopädische Klinik,
Universität des Saarlandes
Kirrbergerstraße, Gebäude 37,
66421 Homburg/Saar
dietrichpape@yahoo.de

Interessenkonflikt. Keine Angaben.

Literatur

1. Favorito PJ, Mihalko WM, Krackow KA (2002) Total knee arthroplasty in the valgus knee. *J Am Acad Orthop Surg* 10: 16–24
2. Cole BJ, Harner CD (1999) Degenerative arthritis of the knee in active patients: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 7: 389–402
3. Murray PB, Rand JA (1993) Symptomatic valgus knee: The surgical options. *J Am Acad Orthop Surg* 1: 1–9
4. Whiteside LA, Arima J (1995) The anteroposterior axis for femoral rotational alignment in valgus total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 321: 168–172
5. Felson DT, Goggins J, Niu J et al. (2004) The effect of body weight on progression of knee osteoarthritis is dependent on alignment. *Arthritis Rheum* 50: 3904–3909
6. Ranawat AS, Ranawat CS, Elkus M et al. (2005) Total knee arthroplasty for severe valgus deformity. *J Bone Joint Surg Am* 87(Suppl 1): 271–284
7. Ranawat AS (ed) (1985) Total-condylar knee arthroplasty: technique, results and complications. Springer, Berlin Heidelberg New York
8. Scott RD (ed) (2006) Total knee arthroplasty. Saunders Elsevier, Philadelphia
9. Engh GA (2003) The difficult knee: severe varus and valgus. *Clin Orthop* 416: 58–63
10. Reichel H (1997) Instabilität nach Knieendoprothese. In: Jerosch J (Hrsg) Knie-Tep-Revisionseingriffe. Thieme, Stuttgart New York, S 61–68
11. Pape D, Seil R, Adam F et al. (2004) Imaging and preoperative planning of osteotomy of tibial head osteotomy. *Orthopade* 33: 122–134
12. Kohn D, Rupp S (2000) Knee endoprosthesis: aspects of surgical techniques. *Orthopade* 29: 697–707
13. Rosenberg T, Paulos L, Parker R et al. (1988) The forty-five-degree posteroanterior flexion weight-bearing radiograph of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 70: 1479–1483
14. Olcott CW, Scott RD (1999) The Ranawat Award. Femoral component rotation during total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 367: 39–42
15. Insall JN (1984) Total knee replacement. Surgery of the knee. Churchill Livingstone, New York, pp 587–696
16. Rupp S, Kohn D (2000) Der so genannte Knee Balancer. *Operat Orthop Traumatol* 12: 256–260
17. Feinstein W, Noble P, Kamaric E, Tullos H (1996) Anatomic alignment of the patellar groove. *Clin Orthop* 331: 64–73