

Stabilität, Knochenheilung und Korrekturverlust nach valgusisierender Tibiakopfumstellung

Eine Röntgenstereometrieanalyse

Die valgusisierende, lateral schließende Umstellungsosteotomie (USO) des Tibiakopfes ist eine weit verbreitete Operationmethode zur Behandlung der Varusgonarthrose beim körperlich aktiven Patienten [3, 12, 14, 20]. Das Ziel der Osteotomie ist die Überkorrektur der Beinachse im Valgussinne, um die axiale Belastungszone in Richtung des intakten lateralen Kniekompartiments zu verschieben. Die Mehrzahl der Autoren empfiehlt eine Korrektur der anatomischen Achse (femurotibialer Winkel) auf 8–10° Valgus [17] oder alternativ eine mechanische Achse (Mikulicz-Linie), die lateral des Kniegelenkzentrums durch die 62%-Weite der Tibiaplateaubreite verläuft [9, 18, 20, 24].

Obwohl die klinischen Ergebnisse nach USO häufig als zufriedenstellend bis gut angegeben werden [5, 13], gibt es zahlreiche Faktoren, die mit einem schlechten klinischen Langzeitergebnis assoziiert sind. Dazu zählen eine ungenaue Osteotomie [20, 26] oder der Verlust des primären Korrekturwinkels [9]. Dabei ist die Bedeutung einer intakten medialen tibialen Kortikalis (MTK) für den Erhalt des Korrekturergebnisses umstritten [8, 9, 11, 20].

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie wächst die Wahrscheinlichkeit einer Fraktur der MTK mit steigenden Korrekturwinkeln. Ein potentieller Effekt

einer Fraktur der MTK auf die Fixationsstabilität und den Korrekturverlust nach L-Platten-Osteosynthese wurde bislang nicht nachgewiesen.

Die Stabilität des Tibiakopfes nach L-Platten-Osteosynthese kann in vivo mithilfe der Röntgenstereometrieanalyse (RSA) bestimmt werden. Die RSA erlaubt eine präzise Quantifizierung von Mikrobewegungen zwischen den verschraubten Osteotomieflächen mit einer Genauigkeit von bis zu 0,2 mm [19].

Andere radiologische Verfahren wie Magnetresonanztomographie (MRT), Computertomographie (CT) oder konventionelles Röntgen schätzen die Knochenheilung anhand der strukturellen Stabilität zwischen den Osteotomieflächen ein und beziehen sich auf die den Osteotomiespalt überbrückenden Knochen trabekel.

Die RSA beurteilt die Osteotomieheilung anhand der funktionellen Stabilität, in dem verbleibende Mikrobewegungen zwischen den Osteotomieflächen gemessen werden; sie kann daher im Unterschied zu anderen bildgebenden Verfahren früh nach einer Umstellungsoperation Aussagen über die In-vivo-Fixationsstabilität von Implantaten machen, lange bevor Trabekel sichtbar werden aber ein prämineralisiertes, radiologisch unsicht-

bares Osteoid möglicherweise schon funktionelle Stabilität gewährleistet.

Frühere RSA-Studien bei USO-Patienten mit postoperativ intakter MTK zeigten eine verbleibende Mikrobewegung zwischen den Osteotomieflächen bei einer weniger rigiden Fixierungstechnik wie der Staple-Versorgung nach Coventry [27].

In dieser Studie wurde die Fixationsstabilität einer L-Platten-Osteosynthese vor Osteotomieheilung bei Patienten mit intakter und mit intraoperativ bereits frakturierter MTK mittels der RSA untersucht. Ein möglicher Korrekturverlust wurde anhand von Ganzbeinaufnahmen bestimmt.

Patienten und Methodik

In dieser prospektiven (RSA-) radiologischen Studie wurden 42 konsekutive Patienten (23 Männer, 19 Frauen, Durchschnittsalter 52,2 Jahre) mit einer Varusgonarthrose Grad I–III [4] einer valgusisierenden, lateral schließenden Tibiakopfumstellungsosteotomie unterzogen. Alle Patienten wurden mit gleicher standardisierter Operationstechnik und gleichen Implantaten versorgt (HTO-System, Intermedics OrthopedicsTM Inc., Sulzer Medica, Texas, USA).

Orthopäde 2004 · 33:208–217
DOI 10.1007/s00132-003-0591-2
© Springer-Verlag 2003

D. Pape · F. Adam · S. Rupp · R. Seil · D. Kohn

Stabilität, Knochenheilung und Korrekturverlust nach valgisierender Tibiakopfumstellung. Eine Röntgenstereometrieanalyse

Zusammenfassung

Das Schließen der Osteotomie nach Knochenkeilentnahme im Rahmen einer valgisierenden Tibiakopfumstellungsosteotomie kann zu einem Bruch der medialen tibialen Kortikalis (MTK) führen, was einen Korrekturverlust mit Revarisierung verursachen kann. In dieser Studie wurde die Stabilität der Tibia nach einer rigiden L-Platten-Osteosynthese bei USO-Patienten mithilfe der Röntgenstereometrieanalyse (RSA) untersucht. Das Ausmaß eines möglichen postoperativen Korrekturverlusts wurde anhand von Nativganzbeinaufnahmen bestimmt.

42 Patienten (23 männlich, 19 weiblich, Durchschnittsalter 52 Jahre) mit medialer Gonarthrose Grad I–III (Ahlbäck) wurden mithilfe des HTO-Systems (SulzerMedica) valgisierend umgestellt. Präoperativ und 6 Wochen bzw. 12 Monate postoperativ wurden Ganzbeinaufnahmen angefertigt und die Beinachsen eingezeichnet, um einen möglichen Korrekturverlust zu ermitteln.

Bei 15 von 42 Patienten wurde zusätzlich postoperativ, nach 3, 6 und 12 Wochen sowie nach 6 und 12 Monaten eine RSA durchgeführt.

Die Beurteilung des klinischen Ergebnisses erfolgte mithilfe des „Hospital for Special Surgery Score“ (HSS). Die Patienten wurden in Abhängigkeit der Intergrität der MTK entweder der Gruppe 1 (MTK intakt) oder der Gruppe 2 (MTK frakturiert) zugeordnet. Bei 23 von 42 Patienten (55%) trat intraoperativ eine Fraktur der MTK bei einer durchschnittlichen Keilgröße von 10,3° auf. Bei 19 von 42 Patienten blieb die MTK bei einer durchschnittlichen Keilgröße von 6,9° intakt. Im Gruppenvergleich zeigte die RSA innerhalb der ersten 3 Wochen nach USO eine 5fach vermehrte Lateralisation der distalen Tibia in Gruppe 2. 6 Wochen postoperativ zeigte sich bei 14 von 15 Patienten keine messbare Beweglichkeit zwischen den Osteotomieflächen mehr; 12 Monate nach der USO zeigte sich im Gruppenvergleich in

Gruppe 2 eine signifikant vermehrte Revarisierung von 1°. Der HSS-Score 12 Monate postoperativ zeigte signifikant schlechtere Ergebnisse bei Patienten mit initial frakturierter MTK (Gruppe 2).

Bei größeren Keilentnahmewinkeln ($\geq 10^\circ$) ist die Fraktur der MTK häufig. In diesen Fällen zeigte die RSA eine reduzierte Fixationsstabilität der L-Platte mit nachfolgender signifikanter Lateralisation des distal der Osteotomie liegenden Teils der Tibia vor Abschluss der Knochenheilung. Im Vergleich zu Patienten mit intakter MTK zeigte sich 12 Monate postoperativ bei den Patienten mit frakturierter Kortikalis eine signifikant vermehrte Revarisierung und schlechtere klinische Ergebnisse.

Schlüsselwörter

Tibiakopfumstellung · Fixation · Stabilität · Korrekturverlust · RSA

Stability, bone healing, and alignment loss after closing-wedge high tibial osteotomy – a roentgen stereometric analysis

Abstract

In high tibial closing-wedge osteotomies (HTO), closure of an osteotomy gap after resection of a bony wedge can be associated with a fissure of the medial cortex of the tibial head (MCT). The effect of a broken MCT on the recurrence of varus deformity is disputed. In this study, serial roentgen stereometric analysis (RSA) was used to determine the fixation stability of a rigid internal “L” plate after HTO. Full weight lower limb radiographs were used to determine the sagittal alignment in patients with varying degrees of varus malalignment and correction over time.

Forty-two patients with varus gonarthrosis stage I–III (Ahlback) were treated with HTO and

internal fixation with an L-shaped rigid plate. Patients were followed by serial RSA, conventional radiographs, and clinical evaluation (Hospital of Special Surgery score) over a 12-month period.

In 19 of 42 successive patients, an average wedge size of 6.9° was resected leaving the MCT intact (group 1). In 23 of 42 of patients, the MCT was unintentionally fissured during surgery when an average 10.3°-wedge was resected (group 2). In group 2, RSA revealed a fivefold increase in lateral displacement of the distal tibial segment within 3 weeks after HTO. Twelve weeks after HTO, translations between tibial segments

were below the accuracy of the RSA setup in the majority of patients.

Group 1 patients demonstrated a higher initial fixation stability, less occurrence of varus deformity, and a higher HSS score compared to patients with larger wedge sizes and frequent fracture of the MCT (group 2).

Before bone healing is achieved, the integrity of the MCT plays a crucial role for the clinical and radiological outcome after HTO.

Keywords

High tibial osteotomy · Fixation · Stability · Loss of correction · RSA

Tabelle 1

Zuordnung der Patienten in Abhängigkeit von der Integrität der MTK zur Gruppe 1 (MTK intakt) oder Gruppe 2 (MTK frakturiert) mit Auflistung von klinischen und intraoperativen Daten, die Einfluss auf das Langzeitergebnis haben können

Fall	Knochenkeilgröße [°]	Alter [Jahre]	Geschlecht	BMI [kg/m ²]	Osteoarthritis [Ahlback I–IV]	Knieseite
Gruppe 1, MTK intakt, Fallnummer n =19						
1	6	43	m	41	1	l
2	6	58	w	38	3	r
3	6	39	w	33	2	l
4	6	49	m	29	1	r
5	8	55	m	21	1	l
6	8	56	w	39	2	l
7	6	44	m	44	1	r
8	8	61	w	23	2	l
9	8	51	m	44	1	l
10	4	48	w	30	3	r
11	6	50	m	34	3	l
12	6	51	m	28	3	r
13	4	48	m	29	2	l
14	8	55	m	25	1	l
15	10	57	w	37	3	r
16	6	51	m	30	2	r
17	8	48	w	40	2	r
18	10	51	m	24	2	r
19	8	52	m	23	1	r
Mittelwert	6,9	50,9	m:w/12:7	32,2	2,0	r:l/10:9
Gruppe 2, MTK frakturiert, Fallnummer n =23						
20	10	44	m	27	3	r
21	12	50	m	44	2	r
22	10	57	w	37	3	r
23	12	53	w	40	1	l
24	14	49	w	30	1	l
25	12	57	m	25	3	l
26	10	56	w	35	3	r
27	12	52	w	28	2	r
28	8	50	m	30	1	l
29	10	61	w	42	2	r
30	8	55	m	38	3	r
31	10	58	w	27	1	r
32	12	43	m	24	2	l
33	10	59	w	31	3	l
34	14	54	m	48	2	r
35	12	58	m	40	3	r
36	10	54	m	25	2	l
37	8	45	w	34	2	r
38	8	55	w	28	2	l
39	8	62	w	30	3	r
40	8	54	m	40	2	l
41	10	48	m	40	1	l
42	10	50	w	25	3	r
Mittelwert	10,3 ^a	53,2	m:w/11:12	33,4	2,2	r:l/13:10

^a statistisch signifikant (p≤0,05).

m männlich, w weiblich, r rechts, l links

Body-mass-Index (BMI, normaler Range: 20–25 kg/m²), Ausmaß der Osteoarthritis des medialen Kniekompartiments gemäß der Klassifikation von Ahlback [Grad I = joint space narrowing,

Grad II = joint space obliteration, Grad III = minor bone attrition (<0,5 cm), Grad IV = moderate bone

attrition, Grad V = major bone attrition (>1 cm)]. Die Unterschied der resezierten Keilgröße war zwischen

Gruppe 1 (6,9°) und Gruppe 2 (10,3°)

Präoperativ mussten die zu operierenden Kniegelenke der Patienten ein Bewegungsausmaß von wenigstens 0-10-90° Extension/Flexion aufweisen mit einem Kraftgrad der Quadrizepsmuskulatur von mindestens 4/5 bei intakten Kollateralbändern. Der Punktwert des „Hospital of Special Surgery (HSS-) Score“ wurde präoperativ und 12 Monate postoperativ ermittelt [16].

Präoperative Ausschlusskriterien für die Studie waren folgende Zusatzdiagnosen: patellofemorale Osteoarthritis, degenerativer Vorschaden des lateralen Kniekompartiments, vorangegangene Operationen wie, Arthrotomie, offene Menisektomie oder Kreuzbandersatzoperationen. Intraoperative Ausschlusskriterien der Studie war die Fraktur der MTK mit Dislokation der Osteotomie, die eine zusätzliche mediale Stabilisierung mit Staples notwendig machte. Parameter, die mit einem schlechten klinischen Ergebnis assoziiert sind, wie Übergewicht [9], hohes Patientenalter [15], Unterkorrektur oder Revarisierung [26] wurden präoperativ und 12 Monate postoperativ erhoben.

Aufteilung des Patientenkollektivs

Das Kriterium der Zuordnung der 42 Patienten zu 2 Untersuchungsgruppen stellte die Integrität der MTK nach Verschraubung der Osteotomieflächen dar. Bei intakter MTK wurden die Patienten der Gruppe 1 und bei frakturierter MTK der Gruppe 2 zugeordnet. Nach Etablierung des Osteotomiesystems in unserer Klinik wurden im späteren Verlauf der Studie 15 konsekutive Patienten zusätzlich mithilfe der RSA untersucht.

Präoperative Planung

Anhand der AP-Ganzbeinaufnahme beim stehenden Patienten unter Belastung wurde der femurotibiale Winkel zur Bestimmung der anatomischen Beinachse ausgemessen. Das Ziel der USO war eine Überkorrektur des femurotibialen Valguswinkels auf wenigstens 8° [5, 7]. Zusätzliche präoperative Röntgenbilder umfassten eine seitliche Aufnahme, eine Patellatangentiaufnahme und eine beidseitige p.-a.-Belastungsaufnahme in 45° Kniegelenkflexion (Rosenberg view). Das Ausmaß

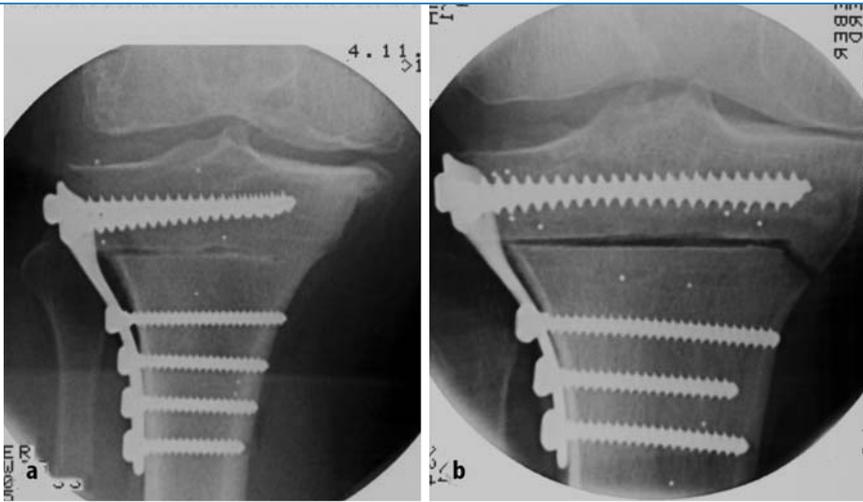


Abb. 1a,b ▲ Intraoperative Röntgenbilder nach Osteomieschluss mit plastisch deformierter, intakter medialer tibialer Kortikalis (MTK) (a). Zur Verschraubung der Osteotomieflächen wurde eine L-förmige Kompressionsplatte verwendet (HTO-System, SulzerMedica). Die Fraktur der MTK (b) trat im Rahmen der schrittweisen Approximierung der Osteotomieflächen nach Resektion eines 12°-Knochenkeils auf. Offensichtlich war die Kapazität der MTK zur plastischen Deformierung überschritten

der Osteoarthrose wurde anhand der Ahlback-Klassifikation in 5 Stufen eingeteilt [4], (■ Tabelle 1).

Chirurgische Technik

Die chirurgische Technik erfolgte in Anlehnung an Hofman et al. [5, 13]: Von der Fibula wurde im mittleren Drittel 1 cm reseziert. Eine umgekehrt L-förmige Hautinzision über dem lateralen Tibiakopf diente als Zugangsweg zur Tibiakopfosteotomie, 2 Kirschner-Drähte markierten den medialen und lateralen Gelenkspalt. Eine transversale Achslehre wurde in der Frontalebene auf die Tibia gesetzt, wobei ihre obere Fläche die Kirschner-Drähte berührte. Die proximale Osteotomie verlief horizontal und wurde 2 cm unterhalb des Gelenkspalts platziert, wobei die Tibia in horizontaler Ebene nur soweit osteotomiert wurde, dass medial eine 10 mm breite Knochenbrücke intakt blieb [13]. Die schräg verlaufende Osteotomie erfolgte mithilfe einer kalibrierten Sägelehre, die eine genaue Keilentnahme in 2°-Schritten ermöglichte. Bei allen 42 Patienten blieb die MTK nach der Resektion des Knochenkeils intakt. Nach seiner Resektion wurde die Osteotomie schrittweise über einen Zeitraum von 5–10 min mithilfe einer Approximierzange geschlossen.

Die Verschraubung der Tibiasegmente erfolgte mittels einer L-förmigen Kompressionsplatte (L-buttress plate, Sulzer Orthopedics, Texas, USA) zunächst proximal mit 2 Spongiosaschrauben. Unter Beibehaltung der Kompression wurde das distale Tibiafragment mit 3–4 Kortikalischrauben verschraubt (■ Abb. 1). Ziel der graduellen Approximierung der Osteotomieflächen war die plastische Deformierung der medialen tibialen Kortikalis zur Vermeidung einer Fissur oder Fraktur.

Postoperative Nachbehandlung

Die Nachbehandlung erfolgte orthesenfrei ohne Limitierung der Kniegelenkbeweglichkeit und unter vollständiger Entlastung des Beins für 6 postoperative Wochen.

RSA

Zur Durchführung einer RSA war die Implantation von 5–9 röntgendichten Tantalumkugeln in den kortikospongiosen Bereich beider Osteotomiesegmente notwendig. Eine standardisierte Verteilung der Marker wurde angestrebt. Um die Wanderung oder den Verlust der Tantalummarker durch Knochenresorption zu vermeiden, wurde auf die Markierung in Osteotomienähe verzichtet. Die Relativbewegungen zwischen den markierten

und verschraubten Tibiasegmenten im radiologischen Verlauf wurden mittels RSA-Kinematic-Software in Anlehnung an Selvik et al. [25] errechnet. Das RSA-Setup, das Gewinnen der RSA-Röntgenbilder mit Kalibrierungskäfig im Strahlengang sowie die Berechnung der Relativbewegungen wurde in früheren Publikationen ausführlich erläutert [1, 19, 22].

Innerhalb von 2 Tagen postoperativ sowie 3, 6, 12, 24 Wochen und 12 Monate nach der USO wurden RSA-Röntgenbilder angefertigt. Die Relativbewegung der distalen im Vergleich zur proximalen Tibia wurde zu diesen Zeitpunkten berechnet.

Messgenauigkeit des RSA-Aufbaus

Die Messgenauigkeit ist definiert als eine Grenze, ab welcher die gemessene Relativbewegung eine relevante Restbeweglichkeit zwischen den Tibiasegmenten anzeigt. Sie wird maßgeblich vom Messfehler der Methode bestimmt. Der Messfehler des verwendeten RSA-Setups berechnete sich mithilfe der Dahlberg-Formel [10] anhand von Doppeluntersuchungen bei 5 Patienten mit radiologisch sichtbarer knöcherner Fusion der Osteotomie 6 Monate nach USO.

Messwerte, die 0,4 mm in den 3 Raumebenen [transversale (x), vertikale (y) und sagittale (z) Achse; ■ Tabelle 2] überschritten, wurden als relevante Restbeweglichkeit statistisch berechnet, da sie oberhalb der Messfehlergrenze lagen.

Radiologischer Verlauf

Der femurotibiale Winkel (anatomische Achse des Beins) wurde präoperativ, 6 Wochen postoperativ und 1 Jahr nach USO anhand von Ganzbeinaufnahmen am stehenden Patienten bestimmt.

Statistische Berechnung

Mithilfe der Software SPSS 10.0 wurde der t-Test für unabhängige Stichproben für den Datenvergleich der Patienten beider Gruppen verwendet. Die RSA-Daten wurden dann statistisch ausgewertet, wenn die gemessene Restbeweglichkeit der Tibiasegmente den berechneten Genauigkeitswert des RSA-Setups von 0,4 mm überschritt ($p \leq 0,05$).

Tabelle 2

Durchschnittliche RSA-Mikrobewegungen zwischen den verschraubten Tibiasegmenten 3, 6, 12 Wochen sowie 6 und 12 Monate nach valgisierender Umstellungsosteotomie des Tibiakopfes bei Patienten mit (Gruppe 1) und ohne intakte MTK

Mikrobewegungen zwischen Osteotomieflächen nach:	0–3 Wochen			3–6 Wochen			6–12 Wochen			6–12 Monate		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
Gruppe 1 (MTK intakt)												
Patient 1	0,32	2,42	-0,24	0,38	0,31	0,06	x	x	x	0,19	0,09	0,18
Patient 3	0,71	3,67	-0,66	0,03	0,12	0,28	0,03	-0,02	-0,15	0,08	-0,04	0,04
Patient 8	-0,05	2,53	-0,09	0,03	0,05	-0,33	0,07	0,08	0,12	0,09	-0,02	0,02
Patient 9	0,12	2,72	-0,31	0,19	0,13	0,08	0,15	-0,10	0,25	0,16	0,02	0,03
Patient 10	0,37	3,29	-0,35	0,09	0,43	0,63	0,20	0,05	-0,05	0,09	0,15	0,13
Patient 13	0,15	2,83	0,16	0,14	0,36	-0,09	0,17	0,05	0,07	0,14	0,19	0,18
Patient 15	0,66	2,35	-0,89	0,12	0,22	-0,30	0,41	-0,03	-0,12	0,11	0,03	-0,19
Patient 16	0,21	1,48	0,2	0,08	0,45	0,37	0,39	0,51	0,2	0,09	-0,07	0,23
Mittelwert	0,31	2,66	-0,27	0,13	0,26	0,09	0,20	0,08	0,05	0,12	0,04	0,08
Gruppe 2 (MTK frakturiert)												
Patient 24	1,62	3,11	-0,19	0,89	0,12	-0,11	0,05	0,06	-0,03	0,08	0,04	0,07
Patient 31	1,89	2,53	-0,3	0,12	0,13	-0,21	0,91	-0,08	0,02	0,12	0,09	0,09
Patient 34	2,75	4,36	-0,14	0,45	0,52	-0,09	0,12	0,23	-0,1	-0,09	0,12	0,12
Patient 35	1,41	3,72	-0,54	0,77	0,72	-0,28	-0,07	-0,52	-0,12	0,26	0,02	-0,23
Patient 37	1,23	3,61	-0,28	0,68	0,36	-0,31	0,21	0,34	-0,29	0,07	0,1	0,01
Patient 41	0,28	2,48	0,23	0,21	0,24	-0,21	0,05	0,32	-0,41	x	x	x
Patient 42	0,97	1,97	-0,48	0,39	0,22	0,28	0,31	-0,68	-0,08	0,27	0,07	0,09
Mittelwert	1,45	3,11	-0,24	0,47	0,33	-0,13	0,23	-0,05	-0,14	0,12	0,07	0,03

RSA-Daten kennzeichnen zusätzliche Mikrobewegungen im Vergleich zur jeweiligen Voruntersuchung. Signifikante Mikrobewegungen ($p < 0,05$) entlang der transversalen (x), vertikalen (y) und sagittalen (z) Achse waren 0,4 mm. Positive Werte kennzeichnen eine Bewegung nach lateral (x-axis), kranial (y-axis) und ventral (z-axis). Der Unterschied der Lateralisation des distalen Tibiasegments war statistisch signifikant zwischen beiden Gruppen bis 6 Wochen postoperativ ($p \leq 0,05$)

Tabelle 3

Einteilung der Patienten nach einer intakten (Gruppe 1) oder frakturierten MTK (Gruppe 2) und nach der resezierten Keilgröße $\leq 8^\circ$ oder $\geq 10^\circ$. Es zeigte sich eine signifikant erhöhte Frakturhäufigkeit von fast 90% ab einer Keilentnahmegröße $\geq 10^\circ$

	Gruppe 1 (MTK intakt)	Gruppe 2 (MTK frakturiert)	Gesamt (n)
Keilentnahme $\leq 8^\circ$	17	6	23
Keilentnahmewinkel $\geq 10^\circ$	2	17 ^a	19
Gesamt (n)	19	23	42

^a $p < 0,05$.

Ergebnisse

Intraoperative Daten

Die intraoperative Röntgenkontrolle zeigte nach Resektion des Knochenkeils zunächst bei allen Patienten eine intakte MTK. Bei 19 von 42 Patienten (Gruppe 1) blieb die MTK auch nach dem Schließen des Osteotomiespalts und nach der Verschraubung mittels L-Platte intakt. Bei die-

sen Patienten wurde eine durchschnittliche Knochenkeilgröße von $6,9 \pm 1,5^\circ$ entnommen.

Eine nicht dislozierende Fraktur der MTK trat bei 23 von 42 Patienten (55%) auf (Gruppe 2). Bei diesen Patienten wurde eine durchschnittliche Knochenkeilgröße von $10,3 \pm 1,9^\circ$ entnommen. Bei 18 dieser 23 Patienten (78%) trat die Fraktur während der graduellen Approximierung der Osteotomieflächen und bei den ver-

bleibenden 5 Patienten der Gruppe 2 (22%) beim Anziehen der distalen Kortikalisschrauben auf.

Dabei war ein unterschiedlicher Versagensmodus der MTK zu beobachten: Bei Keilentnahmewinkeln $\leq 8^\circ$ blieb in der Mehrzahl der Fälle die MTK während des Schließens des Osteotomiespalts intakt, wurde jedoch anschließend durch das Anziehen der distalen Kortikalisschrauben im Sinne einer „Scherfraktur“ verletzt (Patient Nummer 28, 30, 37–40; s. [Tabelle 1](#)). Bei einem Keilentnahmewinkel von $\geq 10^\circ$ wurde die MTK ausschließlich während des Schließens der Osteotomieflächen verletzt, sodass eine spätere Scherfraktur in diesen Fällen nicht mehr auftreten konnte (Patient Nummer 20–35, 41–42; s. [Tabelle 1](#)).

Wurden die Patientendaten neben dem Kriterium einer intakten (Gruppe 1) oder frakturierten (Gruppe 2) MTK auch nach der resezierten Keilgröße $\leq 8^\circ$ oder $\geq 10^\circ$ sortiert, zeigte sich eine signifikant erhöhte Frakturhäufigkeit bei einer Keilentnahmegröße von $\geq 10^\circ$ ([Tabelle 3](#), $p < 0,05$).

Tabelle 4

Die durchschnittliche anatomische Beinachse (femurotibialer Winkel) anhand von Ganzbeinaufnahmen am stehenden Patienten bei Patienten mit intakter (Gruppe 1, n=19) und frakturierter MTK (Gruppe 2, n=23). Gruppenunterschiede zwischen präoperativ, postoperativ und 1 Jahr nach Umstellungsosteotomie waren signifikant unterschiedlich

	Präoperativ (Varus)	Postoperativ (Valgus)	1 Jahr postoperativ	Durchschnittlicher Korrekturverlust postoperativ vs. 1 Jahr postoperativ [°]
Gruppe 1 (MTK intakt, n=19)	2,5±0,8 (Range 0–4)	8±0,9 (Range 4–10)	7,5±0,7 (Range 3–9)	0,5±0,5
Gruppe 2 (MTK frakturiert, n=23)	4,1±1,2 (Range 2–6) ^a	10,9±1,5 (Range 8–14) ^a	9,4±1,4 (Range 7–12) ^a	1,5±0,7
Alle Patienten (n=42)	3,2±1,3 (Range 0–6)	9,3±1,8 (Range 6–14)	8,4±1,4 (Range 5–12)	0,9±0,8

^a p≤0,05.

SD Standardabweichung, Range Spannweite.

Achsenverhältnisse

Für alle 42 Patienten stand eine Ganzbeinaufnahme am stehenden Patienten präoperativ 6 Wochen und 12 Monate postoperativ zur Verfügung. Gemäß der Ahlback-Klassifikation der Osteoarthritis (OA, [4]) zeigte sich präoperativ durchschnittlich eine OA Grad 2 in beiden Gruppen (s. [Tabelle 1](#)). Der durchschnittliche präoperative femurotibiale Winkel (anatomische Beinachse) aller Patienten betrug 3,2±1,3° (Range 0–6°) Varus und wurde auf einen durchschnittlichen postoperativen Valguswinkel von 9,3±1,8° (Range 6–14°) korrigiert.

Ein Jahr nach der USO betrug der Valguswinkel 8,4±1,4° (Range 5–12°) mit einem mittleren Korrekturverlust von 0,9°. Erwartungsgemäß zeigte sich ein signifikanter Gruppenunterschied des präoperativen Varuswinkels entsprechend der unterschiedlichen Keilentnahmegröße bei Patienten mit intakter und frakturierter MTK ([Tabelle 4](#), $p < 0,05$).

Der durchschnittliche Korrekturverlust 1 Jahr nach USO war im Gruppenvergleich signifikant unterschiedlich mit 0,5±0,5° in Gruppe 1 und 1,5±0,7° in Gruppe 2 ($p < 0,05$). Patienten beider Gruppen zeigten vergleichbare präoperative Untersuchungsbefunde in bezug auf Alter, Geschlechtsverteilung, Ausmaß der Osteoarthritis und Körpergewicht (s. [Tabelle 1](#)).

Klinische Ergebnisse

Im postoperativen stationären Verlauf entwickelte sich bei 3 von 42 Patienten (7%) eine Wundheilungsstörung, die in allen

Fällen erfolgreich behandelt werden konnte. In 1 Fall wurde eine 2-malige chirurgische Revision durchgeführt. In 4 Fällen (9,5%) zeigte sich eine Peronäusläsion, die in 2 Fällen (4,7%) zu einer bleibenden Großzehenheberschwäche (Kraftgrad 3/5 und 2/5) führte. Pseudarthrosen, tiefe Venenthrombosen, Kompartmentsyndrome etc. traten nicht auf. Eine chirurgische Revision wegen eines Implantatversagens mit knöcherner Stellungskorrektur oder notwendigem Implantat- oder Verfahrenswechsel war in keinem Fall erforderlich.

Zur klinischen Beurteilung der Kniefunktion kam der HSS-Score [16] zur Anwendung. Der durchschnittliche präoperative Punktwert aller Patienten betrug im Durchschnitt 64,5±5,7 (Range 56–75) ohne signifikante Gruppenunterschiede zwischen Gruppe 1 (66±5,6; Range 60–75 Punkte) und Gruppe 2 (63±5,6; Range 56–70 Punkte). Ein Jahr nach USO verbesserte sich der postoperative HSS-Score aller Patienten auf durchschnittlich 79±10,6 (Range 60–90) Punkte und zeigte signifikante Unterschiede zwischen Gruppe 1 (82±10,8; Range 75–90 Punkte) und Gruppe 2 (75±9,3; Range 60–90 Punkte, [Abb. 2](#)).

RSA

Die RSA-Daten zeigen die im zeitlichen Verlauf verbleibenden Mikrobewegungen (mm) des distalen im Vergleich zum proximalen Tibiasegment nach Verschraubung der Osteotomieflächen. Die gemessenen Mikrobewegungen nach 3, 6, 12 Wochen sowie nach 6 und 12 Monaten stellen die verbleibende Restbeweglichkeit

im Vergleich zur jeweils vorhergehenden Untersuchung dar. Alle Mikrobewegungen entlang der 3 Raumebenen [transversal (x-), vertikal (y-) and sagittal (z-Achse)] wurden für die statistische Berechnung vorgesehen, wenn die Zahlen oberhalb der Messgenauigkeit des RSA-Setups lagen. Mikrobewegungen des distalen Tibiasegments wurden mit positiven Werten gekennzeichnet, wenn sie nach lateral (x-axis), kranial (y-axis) und ventral (z-axis) gerichtet waren (s. [Tabelle 2](#)).

Bei Patienten mit intraoperativ intakter MTK (Gruppe 1) zeigten sich Mikrobewegungen des distalen Tibiaplateaus nach lateral, kranial und dorsal von durchschnittlich 0,30, 2,60 und 0,27 mm 3 Wochen nach HTO. Diese verbleibenden Mikrobewegungen waren auch 3–6 Wochen nach USO in gleicher Bewegungsrichtung in transversaler (x-Achse) und sagittaler (y-Achse) Richtung nachweisbar, obschon sie die Messgenauigkeit des RSA-Setups von 0,4 mm nicht überschritten. Bei Patienten mit einer frakturierten MTK (Gruppe 2) zeigten sich Mikrobewegungen des distalen Tibiaplateaus nach lateral, kranial und dorsal von durchschnittlich 1,45, 3,10 und 0,24 mm innerhalb der ersten 3 Wochen nach USO. Dies zeigt eine fast 5fach vermehrte Mikrobewegung des distalen Tibiasegments nach lateral, trotz eingebrachter rigider L-Platte zur Osteosynthese im Vergleich zur Gruppe 1.

Im Zeitraum zwischen 3 und 6 Wochen nach USO zeigte sich bei Gruppe 2 eine bleibende relevante Restbeweglichkeit zwischen den verschraubten Osteotomieflächen nach lateral und kranial. Die Lateralisation des distalen gegenüber dem

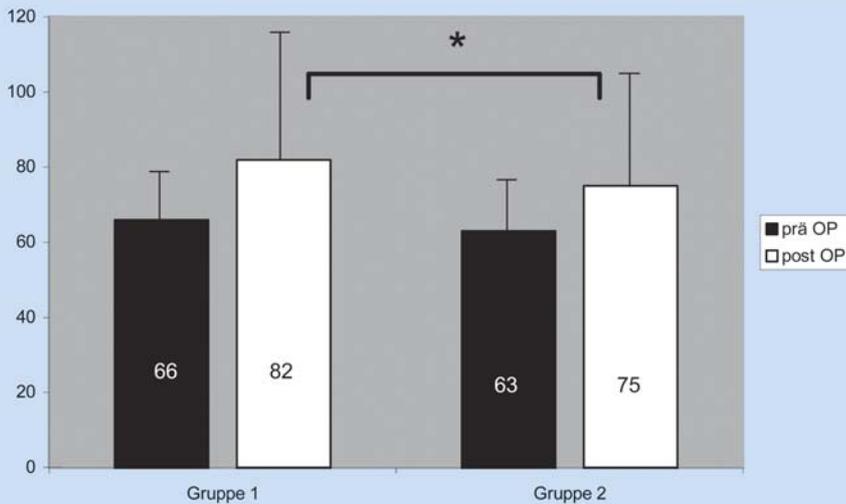


Abb. 2 ▲ Die klinische Beurteilung der Kniefunktion erfolgte mit dem Punktesystem des HSS-Score. Patienten mit intakter MTK (Gruppe 1) zeigten im Vergleich zu Patienten mit frakturierter MTK (Gruppe 2) 12 Monate postoperativ einen signifikant höheren durchschnittlichen HSS-Score (85–100 Punkte: sehr gutes Ergebnis, 70–84 Punkte: gutes Ergebnis, 60–69 Punkte: mäßiges Ergebnis, <60 Punkte: schlechtes Ergebnis), [16]



Abb. 3 ◀ Tibiamodell (SawBone®) mit Sägelehre und lose eingefügtem Sägeblatt. Die Kalibrierung der Sägelehre für die schräg verlaufende Osteotomie erlaubt eine genaue Keilentnahme in 2°-Schritten

proximalen Tibiassegment der Gruppe 2 war im Zeitraum zwischen 3. und 6. postoperativer Woche signifikant höher im Vergleich zur Gruppe 1 ($p < 0,05$; s. Tabelle 2); 6 Wochen nach der USO und im weiteren Verlauf zeigten die RSA-Daten bei der Mehrzahl der Patienten beider Untersuchungsgruppen eine funktionelle Stabilität der verschraubten Tibiassegmente mit durchschnittlichen Mikrobewegungen $< 0,4$ mm. Lediglich Patient Nr. 31 (Gr. 2, Keilentnahmegröße 10°) zeigte 6 Wochen nach USO eine vermehrte Lateralisation des distalen Tibiassegments, obwohl im Zeitraum zuvor (3–6 Wochen postoperativ) keine maßgebliche Lateralisationstendenz ersichtlich war (x-Achse = $0,12$ mm). Möglicherweise führte die zunehmende Vollbelastung des operier-

ten Beins dieses Patienten zu einer relevanten Mikrobewegung, die dann im weiteren Verlauf 6–12 Monate postoperativ nicht mehr nachweisbar war (s. Tabelle 2).

Diskussion

Perioperative Daten

In dieser prospektiven klinischen Studie wurden 42 Patienten mit medialer Gonarthrose Grad I–III nach Ahlback einer valgusierenden, lateral schließenden USO des Tibiakopfes unterzogen. Durch die Verwendung von transversaler Achs- und kalibrierter Sägelehre (Abb. 3) konnte bei allen 42 Patienten eine etwa 10 mm breite und initial intakte mediale tibiale

Knochenbrücke (MTK) geschaffen werden. Bei 23 von 42 Patienten (55%) kam es intraoperativ zu einer Fraktur der initial intakten MTK (s. Abb. 1b).

Patienten mit und ohne Fraktur der MTK waren bezüglich Alter, Geschlecht, Arthrose-Ausmaß und Gewicht vergleichbar (s. Tabelle 1). Das Ausmaß der präoperativen Varusdeformität und der damit notwendigen Keilentnahmegröße war jedoch zwischen beiden Patientengruppen signifikant unterschiedlich (s. Tabelle 1).

Trotz gewissenhafter Berücksichtigung der Herstellerempfehlungen (schrittweise Approximierung der Osteotomieflächen über 10 min, Verwendung einer Spannzange samt Spannapparat etc.) gelang es nur in 45% der Fälle eine plastische Deformierung zu erzielen und somit eine intakte MTK nach USO zu hinterlassen. Die MTK frakturierte hauptsächlich während der graduellen Approximierung der Osteotomieflächen (78%) und weniger häufig durch das Anziehen der distalen Kortikalisschrauben nach erfolgreichem Osteotomieschluss (22%).

Offensichtlich war die Kapazität der MTK zur plastischen Deformierung bei einem Korrekturbedarf von $\geq 10^\circ$ bei den untersuchten Patienten häufig überschritten und führte fast regelmäßig zu einer Fraktur der MTK (s. Abb. 1a,b). Dies erklärt die hohe Frakturrate während der schrittweisen Approximierung der Osteotomieflächen nach Entnahme großer Knochenkeile ($\geq 10^\circ$).

Das Sortieren der Patientendaten sowohl nach der Integrität der MTK als auch nach der Keilentnahmegröße $\leq 8^\circ$ oder $\geq 10^\circ$ zeigte eine Frakturhäufigkeit der MTK von fast 90% bei Knochenkeilgrößen $\geq 10^\circ$. Die Frakturhäufigkeit der MTK sank auf ca. 26% bei Keilgrößen von $\leq 8^\circ$ (s. Tabelle 3).

Neben dem Versagen der MTK durch das Schließen der Osteotomie konnte in den Fällen ein weiterer Versagensmodus auftreten, in denen die MTK nach dem Osteotomieschluss zunächst unversehrt blieb. Offensichtlich wurde durch das Anziehen der distalen Kortikalisschrauben die distale Tibia über die Verbindung aus spongios verschraubter L-Platte und proximaler Tibia nach lateral gehebelt, bis die MTK im Sinne einer Scherfraktur versag-

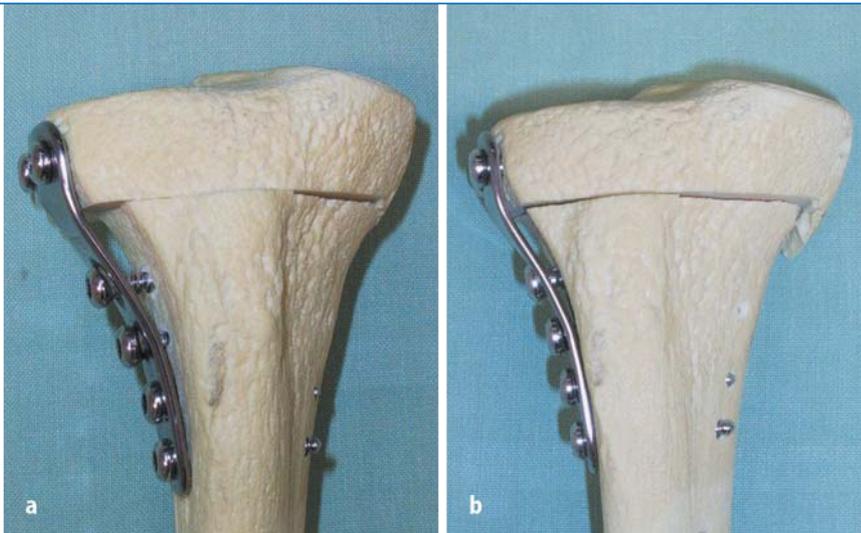


Abb. 4 a,b ▲ Tibiamodell (SawBone©) nach Schließen des Osteotomiespalts mit intakter MTK (s. ▣ Abb. 3a). Durch das Anziehen der distalen Kortikalisschraube wird die distale Tibia über die Verbindung aus spongiös verschraubter L-Platte und proximaler Tibia nach lateral gehellt, bis die MTK im Sinne einer Scherfraktur versagt (s. ▣ Abb. 5b, weiße Pfeile)

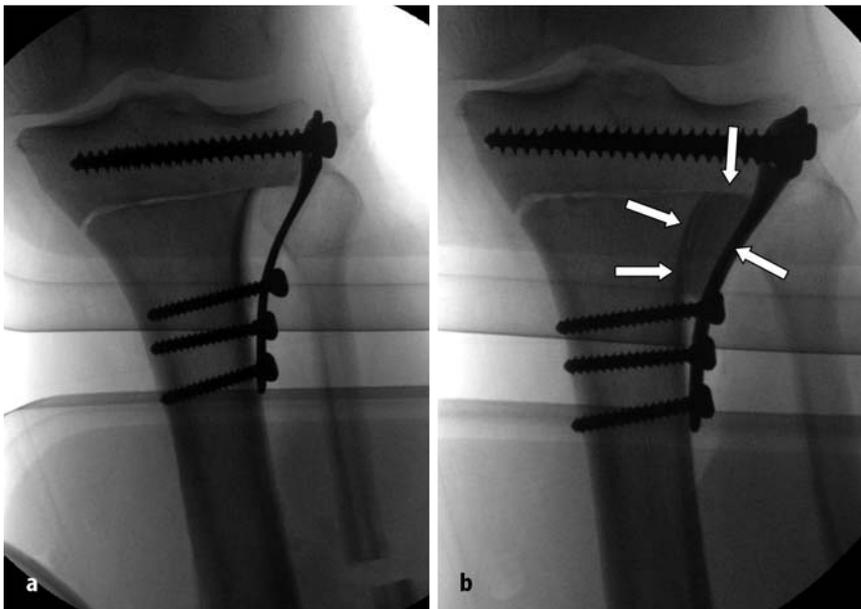


Abb. 5a,b ▲ Intraoperative Röntgenbilder mit Fraktur der MTK nach Osteotomieschluss. Ein weiterer Korrekturverlust nach Fraktur der MTK kann verhindert werden, wenn vor dem Anziehen der distalen Kortikalisschrauben die lateralisierende Hebelwirkung der L-Platte mithilfe einer Unterstellung z. B. durch Knochenzement neutralisiert wird

te (▣ Abb. 4). Interessanterweise traten diese Scherfrakturen nur bei kleineren Keilentnahmewinkeln auf, da bei Keilentnahmewinkeln $\geq 10^\circ$ der vorgeschaltete Arbeitsschritt des Osteotomieschlusses offensichtlich eine Fraktur der MTK vorwegnahm.

Diese durch das Anziehen der distalen Schrauben erzeugte Hebelwirkung der L-Platte mit nachfolgender Lateralisation

der distalen Tibia kann neutralisiert werden, wenn zuvor eine stabile Unterstellung z. B. durch Knochenzement angefertigt wird (▣ Abb. 5).

In der Literatur wurde die Notwendigkeit einer intakten MTK für die USO unterschiedlich bewertet. Einerseits wurde das Erzeugen einer Infraktion der MTK durch forcierten Varusstress nach Osteotomie oder ihre Perforation durch multi-

ple Bohrlöcher empfohlen [11]. Andererseits warnten Coventry et al. [8,9] und Miniaci et al. [20] vor einer instabilen Osteotomie nach MTK-Fraktur.

Biomechanische Studien an menschlichen Präparaten zeigten eine abnehmende kortikale Kontaktfläche der Tibiassegmente nach Durchtrennung der MTK infolge einer Lateralisation des distalen Segments. Der spongiöse Knochen des medialen Tibiaplateaus sank als Folge der Kompression der harten Kortikalis ein und führte zu einer Revarisierung der Tibiaachse [6].

Fixationsstabilität

Die von uns verwendete rigide L-Platte zur Osteosynthese der Osteotomieflächen sollte laut Hersteller im Gegensatz zu weniger invasiven Fixationsverfahren (z. B. Staple-Versorgung) eine hohe Primärstabilität gewährleisten, um die zügige Knochenheilung sowie eine gipsfreie und frühe Nachbehandlung zu ermöglichen [13].

Die Daten der RSA zeigten innerhalb der ersten 3 Wochen nach USO jedoch eine annähernd fünffach vermehrte Lateralisation des distalen Tibiassegments bei Patienten mit höheren Keilentnahmewinkeln und häufiger Fraktur der MTK (Gruppe 2) trotz der verwendeten rigiden L-Platte. Dies unterstreicht die Bedeutung einer intakten MTK vor Abschluss der knöchernen Heilung für die Stabilität unserer Fixation.

Auch werden die Ergebnisse der biomechanischen Versuche von Engel et al. [11] und die nativ-radiologischen von Miniaci et al. [20] und Koshino et al. [18] bestätigt, die ebenso eine Lateralisation des distalen Tibiassegments mit Gefahr der Revarisierung beschrieben haben. Jedoch war bislang die exakte In-vivo-Quantifizierung von Mikrobewegungen zwischen verschraubten Knochensegmenten ohne RSA nicht durchführbar.

Eine frühere RSA-Studie von Tjörstrand et al. [27] an 3 USO-Patienten zeigte eine prolongierte instabile Osteotomie 6 Wochen nach Gipsabnahme bei einer Fixierung der Tibiassegmente mit „Coventry-Klammern“. Hier zeigten sich noch relevante Mikrobewegungen zwischen den fixierten Segmenten in allen Raumebenen, obwohl die MTK bei allen Patien-

ten intakt war [27]. Unsere RSA-Daten zeigten bei der Mehrzahl der Patienten eine stabile Osteosynthese 6–12 Wochen nach USO unabhängig von der initialen Integrität der MTK (s. [■ Tabelle 2](#)). Möglicherweise bot unsere verwendete rigide L-Platte (im Gegensatz zu der Staple-Versorgung der Tjörnstrand-Studie) ausreichend Stabilität für die Knochenheilung nach 6–12 Wochen postoperativ obwohl die initiale Fixationsstabilität der L-Platten-Osteosynthese bei frakturierter MTK herabgesetzt war.

Die höchsten RSA-Mikrobewegungen wurden im Zeitraum von 0–3 Wochen nach der USO in vertikaler Richtung (y-Achse, s. [■ Tabelle 2](#)) gemessen. Dieses Einsinken des Tibiaplateaus in das distale Tibiasegment war in beiden Untersuchungsgruppen gleich ausgeprägt (2,6 mm in Gruppe 1 und 3,1 mm in Gruppe 2) und erfolgte gleichmäßig über das gesamte Plateau, ohne dass dieses Einsinken in den konventionellen Aufnahmen nachempfunden werden konnte. In früheren RSA-Studien zeigte sich eine vergleichbare Inzidenz in kraniokaudaler Richtung, die zwischen 0,5 und 3,2 mm variierte [19, 27]. Augenscheinlich können nichtwinkelstabile Implantate wie L-Platte und Klammern ein Einsinken des Tibiaplateaus nicht verhindern.

Klinische Ergebnisse und Korrekturverlust

Der Erstbeschreiber des hier angewandten Verfahrens versprach sich von der Verwendung einer rigiden L-Platten-Osteosynthese eine geringere Inzidenz von Korrekturverlusten im Sinne einer Revarisierung [13].

Korrekturverluste sind laut Literatur häufig mit schlechten klinischen Ergebnissen assoziiert [3, 11, 21] und treten nach Abschluss der knöchernen Heilung überwiegend durch die voranschreitende Arthrose oder durch adduzierende Muskelkräfte unter Kniebelastung auf [23, 28]. Ein Korrekturverlust vor Abschluss der knöchernen Heilung weist auf eine instabile Osteotomie hin und wurde in 10–50% der Fälle nach implantatfreier Gipsretention [2] oder einer Kombination von Staple-Fixierung und Gipsretention [19] beschrieben.

Die Ergebnisse unserer Studie bestätigen die schon durch andere Autoren beschriebene Revarisierung des Korrekturergebnisses bei initial instabiler MTK trotz der verwendeten rigiden L-Platte; 12 Monate nach USO zeigte sich bei Patienten mit überwiegend frakturierter MTK eine signifikant erhöhter Korrekturverlust in der anatomischen Beinachse. Eine auf die Gruppe 2 beschränkte rasch fortschreitende Arthrose bestand 12 Monate nach USO nicht.

Auch die klinische Beurteilung der Kniefunktion mithilfe des HSS-Scores [16] bestätigt den Einfluss einer intakten MTK auf das Korrekturergebnis. Bei gleicher präoperativer Punktzahl beim HSS-Score zeigten die Patienten mit überwiegend intakter MTK (Gruppe 1) ein signifikant besseres Ergebnis im Vergleich zu Gruppe 2 (s. [■ Abb. 2](#)).

Schlussfolgerung

Bei größeren Keilentnahmewinkeln ($\geq 10^\circ$) ist die Fraktur der MTK häufig. In diesen Fällen zeigte die RSA eine reduzierte Fixationsstabilität der L-Platte mit signifikanter Lateralisation der distalen Tibia vor Abschluss der Knochenheilung. Im Vergleich zu Patienten mit intakter MTK zeigte sich 12 Monate postoperativ bei den Patienten mit frakturierter MTK eine signifikant vermehrte Revarisierung mit signifikant schlechteren klinischen Ergebnissen.

Fazit für die Praxis

Das Schließen der Osteotomie nach Knochenkeilentnahme im Rahmen einer valgusierenden Tibiakopfumstellungsosteotomie (USO) kann zu einem Bruch der MTK mit nachfolgendem Korrekturverlust in Varusrichtung führen. Die Wahrscheinlichkeit einer Fraktur der MTK wächst mit steigendem Korrekturwinkel ($\geq 10^\circ$). In diesen Fällen zeigte die RSA eine reduzierte Fixationsstabilität der L-Platte mit nachfolgender signifikanter Lateralisation des distalen tibialen Osteotomiesegments vor Abschluss der Knochenheilung. Im Vergleich zu Patienten mit intakter MTK zeigte sich bei den Patienten mit frakturierter MTK eine signifikant vermehrte Revarisierung auf Ganzbeinaufnahmen und 12 Monate postoperativ schlechtere klinische Ergeb-

nisse. Eine frakturierte MTK sollte daher zusätzlich von medial fixiert werden oder alternativ ein Implantat verwendet werden, mit dem lateralisierende und zur Fraktur führende Zugkräfte vermieden werden können.

Korrespondierender Autor

Dr. D. Pape

Orthopädische Klinik, Universität des Saarlandes, Kirrbergerstraße, Gebäude 37, 66421 Homburg/Saar
E-Mail: dietrieh.pape@web.de

Literatur

1. Adam F, Pape D, Steimer O, Kohn D, Rupp S (2001) Biomechanical properties of interference screw implantation in replacement of the anterior cruciate ligament with patellar and hamstring transplants. An experimental study using roentgen stereometry analysis (RSA). *Orthopade* 30: 649–657
2. Aglietti P, Buzzi R, Gaudenzi A, Sangregorio P, Scrope F (1989) Accuracy in high tibial osteotomy in varus gonarthrosis. *Arch Putti Chir Organi Mov* 37: 271–282
3. Aglietti P, Rinonapoli E, Stringa G, Taviani A (1983) Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee. *Clin Orthop* 176: 239–251
4. Ahlback S (1968) Osteonecrosis of the knee – radiographic observations. *Calcif Tissue Res* 36 (Suppl)
5. Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA (2000) High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion. Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 82: 70–79
6. Bohler M, Fuss FK, Schachinger W, Wolff G, Knahr K (1999) Loss of correction after lateral closing wedge high tibial osteotomy – a human cadaver study. *Arch Orthop Trauma Surg* 119: 232–235
7. Coventry MB (1985) Upper tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 67: 1136–1140
8. Coventry MB (1989) Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report 1965. *Clin Orthop* 248: 4–8
9. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL (1993) Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am* 75: 196–201
10. Dahlberg G (1940) Statistical methods for medical and biological students. Interscience Publications, New York
11. Engel GM, Lippert FG (1981) Valgus tibial osteotomy: avoiding the pitfalls. *Clin Orthop* 160: 137–143
12. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S (1979) The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am* 10: 585–608
13. Hofmann AA, Wyatt RW, Beck SW (1991) High tibial osteotomy. Use of an osteotomy jig, rigid fixation, and early motion versus conventional surgical technique and cast immobilization. *Clin Orthop* 271: 212–217
14. Insall JN (1975) High tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee. *Surg Ann* 7: 347–359
15. Insall JN, Joseph DM, Msika C (1984) High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 66: 1040–1048
16. Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, Shine J (1976) A comparison of four models of total knee-replacement prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 58: 754–765
17. Insall JN, Shoji H, Mayer V (1974) High tibial osteotomy. A five-year evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 56: 1397–1405

18. Koshino T, Morii T, Wada J, Saito H, Ozawa N, Noyori K (1989) High tibial osteotomy with fixation by a blade plate for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Orthop Clin North Am* 20: 227–243
19. Magyar G, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A (1999) Changes in osseous correction after proximal tibial osteotomy: radiostereometry of closed- and open-wedge osteotomy in 33 patients. *Acta Orthop Scand* 70: 473–477
20. Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer PM, Jakob RP (1989) Proximal tibial osteotomy. A new fixation device. *Clin Orthop* 246: 250–259
21. Myrner R (1980) Failure of the correction of varus deformity obtained by high tibial osteotomy. *Acta Orthop Scand* 51: 569–573
22. Pape D, Adam F, Fritsch E, Muller K, Kohn D (2000) Primary lumbosacral stability after open posterior and endoscopic anterior fusion with interbody implants: a roentgen stereophotogrammetric analysis. *Spine* 25: 2514–2518
23. Prodromos CC, Andriacchi TP, Galante JO (1985) A relationship between gait and clinical changes following high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 67: 1188–1194
24. Rudan JF, Simurda MA (1990) High tibial osteotomy. A prospective clinical and roentgenographic review. *Clin Orthop* 255: 251–256
25. Selvik G, Alberius P, Aronson AS (1983) A roentgen stereophotogrammetric system. Construction, calibration and technical accuracy. *Acta Radiol (Stockh)* 24: 343–352
26. Tjornstrand B, Egund N, Hagstedt B, Lindstrand A (1981) Tibial osteotomy in medial gonarthrosis. The importance of over-correction of varus deformity. *Arch Orthop Trauma Surg* 99: 83–89
27. Tjornstrand B, Selvik G, Egund N, Lindstrand A (1981) Roentgen stereophotogrammetry in high tibial osteotomy for gonarthrosis. *Arch Orthop Trauma Surg* 99: 73–81
28. Wang JW, Kuo KN, Andriacchi TP, Galante JO (1990) The influence of walking mechanics and time on the results of proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 72: 905–909

Kinderernährung

Ratgeber für Eltern von Kindern mit Gewichtsproblemen

Immer mehr Kinder und Jugendliche leiden unter Gewichtsproblemen. Laut der Weltgesundheitsorganisation (WHO) werden 18 Millionen Kinder unter 5 Jahren als übergewichtig eingestuft. 23 Prozent der Schulanfänger in Deutschland starten mit Übergewicht.

Von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. und dem aid infodienst wurde ein neuer umfassender Ratgeber „Leichter, aktiver, gesünder – Tipps für Ernährung und Sport bei Baby-speck und mehr“ herausgegeben. Dieser soll Antworten auf die zahlreichen Fragen von Eltern geben. Schrittweise wird der Leser an die Problematik herangeführt. Er erfährt im ersten Kapitel, wann ein Kind übergewichtig ist, lernt den Unterschied zwischen Übergewicht und Adipositas kennen und die möglichen Ursachen.

Dass bereits mit dem ersten Lebensstag eines Neugeborenen Essverhalten erlernt wird, verdeutlicht das zweite Kapitel mit Aspekten zur Ernährungserziehung, angefangen vom Stillen, über Einflüsse des Elternhauses, Gewohnheiten und Vorlieben der Kinder, Lob und Verbote, bis hin zu gemeinsamen Mahlzeiten im Kreis der Familie. Es folgen praxisgerechte Informationen über Gewichtsfallen (z. B. versteckte Fette in Lebensmitteln) und wie man sie im Alltag geschickt umgehen kann, ohne den Kindern alles zu verbieten. Außerdem werden Tipps und Ideen zum Spielen im Freien und sportliche Aktivitäten, die sich auch für übergewichtige Kinder eignen, vorgeschlagen. Am Ende des Heftes finden sich hilfreiche Kontaktadressen zu überregionalen und regionalen Organisationen zum Thema Übergewicht und vollwertige Ernährung.

Die Broschüre ist beim DGE MedienService, Bornheimer Straße 33 b, 53111 Bonn unter der Artikel-Nr. 400423 zum Preis von EUR 2,50 zzgl. Versandkostenpauschale erhältlich und kann auch im Internet über den DGE Medienshop bestellt werden.

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.

Spätfolgen nach Kinderlähmung

In Deutschland leben rund 60.000 Poliobetroffene. Viele von ihnen sind über die Spätfolgen der Krankheit nicht informiert. Etwa 50% der Betroffenen leiden unter dem so genannten Post-Polio-Syndrom (PPS), und zwar oft ohne zu wissen, dass hier die Erklärung für ihre Beschwerden zu suchen ist. Jahrzehnte nach der ursprünglichen Polio-Erkrankung treten neue Krankheitssymptome auf. Neben Muskel- und Gelenkschmerzen gehören andauernde Müdigkeit und Atemnot zu den häufigsten Beschwerden.

Im Eigenverlag haben wir die überarbeitete 2. Auflage des Buches „Poliomyelitis und ihre späten Folgen. PPS – Die zweite Herausforderung“ herausgegeben. Die selbst betroffene Autorin, Wissenschaftsjournalistin Gertrud Weiss, hat in den achtziger und neunziger Jahren mit dem nötigen Hintergrundwissen die Erfahrungen der PPS-Behandlung aus den USA im deutschen Sprachraum bekannt gemacht.

In ihrer Einführung schreibt sie: „Die vorliegende Broschüre versucht, eine Übersicht über die Krankheit Poliomyelitis sowie über deren späte Folgen mit den daraus erwachsenden Herausforderungen für die Betroffenen ..., aber auch für die Ärzteschaft zu geben.“ Unter anderem mit einem Rückblick über die Geschichte des PPS sowie mit umfangreichen Erfahrungsbereichen von Betroffenen und Ärzten hat die Autorin diesen Anspruch in ein-drucksvoller Weise erfüllt.

Das Buch ist im deutschsprachigen Raum schon seit Jahren ein Bestseller der „Polio-Literatur“.

ISBN 3-9804519-1-7, 116 Seiten
Kosten bei Bezug über uns 11,10 Euro
(incl. Versand)

Bundesverband Polio e. V.
Beratungs- und Geschäftsstelle
Asklepios Weserbergland-Klinik
37669 Hörter
Tel.: 05271/98-34 43
Fax: 052 71/98-35 43
E-Mail: bundesverband@polio.sh
www.polio.sh