



**christian sommer (hrsg.)**  
**fußchirurgie**  
**ein praktischer leitfaden**



SpringerWien New York



Christian Sommer (Hrsg.)

# Fußchirurgie

Ein praktischer Leitfaden

SpringerWienNewYork

**Dr. med. Christian Sommer**

FussClinic, Luzern, Schweiz

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

© 2006 Springer-Verlag/Wien • Printed in Austria  
Springer WienNewYork ist ein Unternehmen von  
Springer Science+Business Media  
[springer.at](http://springer.at)

Umschlagbild: Dr. med. Marketa Sommer, Luzern, Schweiz  
Satz und Druck: Druckerei Theiss GmbH, 9431 St. Stefan, Österreich

Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier – TCF

Mit 162 Farabbildungen  
SPIN: 11500056

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische Daten  
sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN-10 3-211-29136-9 SpringerWienNewYork  
ISBN-13 978-3-211-29136-8 SpringerWienNewYork

# VORWORT

Der Fuß und das Sprunggelenk sind komplexe Strukturen. Der Fuß hat 28 Knochen, verschiedene komplexe Gelenke, mehr als 100 Bänder, eine Vielzahl von Sehnen-Muskel-Strukturen, die Anfang und Ende innerhalb des Fußes haben, und 13 Sehnen-Muskel-Strukturen, die das Sprunggelenk überqueren. Die großen und kleinen Muskeln, die das Sprunggelenk überqueren, haben die wichtige Funktion, die Stabilität beim Stehen und in der Bewegung zu gewährleisten. Probleme am Fuß haben Auswirkungen auf den ganzen Bewegungsapparat, und viele Verletzungen und Abnützungsphänomene im Knie, in der Hüfte und im Rücken haben ihre Ursache in Fehlern und Mängeln im Bereich des Fußes. Das heißt, der Fuß ist zentral für eine gute Mobilität und dementsprechend für eine gute Lebensqualität.

Um die medizinischen Aspekte des Fußes und Sprunggelenkes richtig zu verstehen und in die Praxis umzusetzen, ist Wissen und Verständnis von verschiedenen Disziplinen wie Klinik, Epidemiologie, Anatomie, Physiologie und Biomechanik notwendig. Der Autor, Dr. Christian Sommer, hat seine Ausbildung in diesen Bereichen in verschiedenen ausgezeichneten Zentren erhalten. Eine wichtige Station in dieser Ausbildung war sein Fellowship an der Universität von Calgary, Kanada, wo er 1991/92 in unserem Forschungszentrum grundlegende Arbeiten im Bereich der Fußbiomechanik durchgeführt hat.

Dieses Buch versucht, verschiedene Erkenntnisse der medizinischen Versorgung des menschlichen Fußes, die auf breiter klinischer Erfahrung und Grundlagenwissen basieren, einem breiteren Publikum zugänglich zu machen. Für die menschliche Bewegung ist der Fuß der zentrale Körperteil und es ist wichtig, diesen zentralen Körperteil gut zu verstehen.

Calgary, Mai 2006

Benno M. Nigg  
Dr. sc. nat., Dr. h. c.  
Professor of Biomechanics

# INHALT

Danksagung XI

## 1. Einführung (C. Sommer) 1

- 1.1 Der Fuß – Zehnkämpfer des Bewegungsapparates 2
- 1.2 Die Fußchirurgie – Aschenbrödel der Orthopädischen Chirurgie 3
- 1.3 Das Fußbuch – für Profis und Laien 3

## 2. Grundlagen (C. Sommer) 5

- 2.1 Anatomie und Pathologie 7
- 2.2 Ebenen, Positionen und Bewegungsrichtungen 20
- 2.3 Mechanik des Gehens 22
- 2.4 Der Fuß zum Anfassen 24
- 2.5 Diagnostik 27

## 3. Häufige Krankheitsbilder (C. Sommer) 29

- 3.1 Vorfuß 30
  - 3.1.1 Hallux valgus 30
  - 3.1.2 Hallux valgus interphalangeus 40
  - 3.1.3 Hallux rigidus 43
  - 3.1.4 Bunionette-Deformität 48
  - 3.1.5 Unguis incarnatus 53
  - 3.1.6 Kleinzehendeformationen 55
  - 3.1.7 Metatarsalgien 60
  - 3.1.8 Köhler'sche Krankheit 62
- 3.2 Mittelfuß 66
  - 3.2.1 Arthrose Lisfranc 66
  - 3.2.2 Arthrosen Fußwurzel 71
  - 3.2.3 Os tibiale externum 75
- 3.3 Rückfuß 79
  - 3.3.1 Arthrose des oberen Sprunggelenkes 79
  - 3.3.2 Arthrose des unteren Sprunggelenkes 86
  - 3.3.3 Arthrose Chopard 91
  - 3.3.4 Osteochondrosis dissecans 96
  - 3.3.5 Coalitio 101
  - 3.3.6 Os trigonum 104
  - 3.3.7 Haglund 106

3.4	Komplexe Fußdeformitäten	110
3.4.1	Knick-Senk-Fuß	110
3.4.2	Hohlfuß	114
3.5	Generalisierte Krankheiten	119
3.5.1	Rheumatoide Arthritis	119
3.6	Nerven	124
3.6.1	Morton-Neurom	124
3.6.2	Tarsaltunnelsyndrom	128
3.6.3	Baxter-Nerv und Fersensporn	131
3.6.4	Nervus peronaeus superficialis	135
3.7	Sehnen	138
3.7.1	Sehne des Musculus peronaeus brevis und longus	138
3.7.2	Sehne des Musculus tibialis anterior	141
3.7.3	Sehne des Musculus tibialis posterior	145
3.7.4	Die Achillessehne	149
<b>4.</b>	<b>Traumatologie</b> (C. Sommer)	165
4.1	Frakturen	166
4.1.1	Großzehengrundglied	168
4.1.2	Metatarsalia	170
4.1.3	Lisfranc'sche Luxationsfraktur	173
4.1.4	Malleolen	176
4.1.5	Calcaneus	180
4.2	Pseudarthrosen	183
4.3	Bänder	186
4.3.1	Bänder des äußeren oberen Sprunggelenkes	187
4.3.2	Ligamentum deltoideum	191
4.3.3	Ligamentum bifurcatum	194
<b>5.</b>	<b>Rund um die Operation</b>	197
5.1	Allgemeine Operationsrisiken (C. Sommer)	198
5.1.1	Wundheilungsstörungen	198
5.1.2	Infektionen	199
5.2	Anästhesie (C. Sommer)	201
5.2.1	Narkose	202
5.2.2	Regionalanästhesie	202
5.2.3	Welches Anästhesieverfahren soll gewählt werden?	202
5.2.4	Prämedikation	203
5.2.5	Nahrungs- und Trinkverhalten vor Operationen	203
5.2.6	Maßnahmen zur Schmerzbekämpfung	203
5.3	Präoperative Abklärungen (C. Sommer)	203
5.4	Abläufe im Krankenhaus (C. Sommer)	204
5.4.1	Präoperativ	204

5.4.2	Perioperativ	205
5.4.3	Postoperativ	205
5.5	Operationssaal (T. Dietsche)	206
5.5.1	Operationsvorbereitungen	206
5.5.2	Die Operationsabteilung	206
5.5.3	Sterilisation und Desinfektion	208
5.5.4	Instrumente und Hilfsmaterial	209
5.6	Implantate (T. Dietsche)	211
5.7	Nahttechnik und Wundbehandlung (M. Sommer)	213
5.7.1	Prinzipien der Naht	213
5.7.2	Knotentechnik	213
5.7.3	Nahttechnik	214
5.7.4	Fadenmaterial	215
5.7.5	Fadenentfernung, Klammerentfernung	216
5.7.6	Narbenpflege	216
5.7.7	Keloidprophylaxe	216
5.8	Verbände, Gipse, Schuhe (Ph. Müller, C. Sommer)	217
5.8.1	Gipstypen	218
5.8.2	Die konservative Frakturbehandlung	219
5.8.3	Anwendungen	222
5.8.4	Komplikationen	227
5.8.5	Vorgefertigte Lagerungsschienen, Bandagen und Orthesen	229
5.8.6	Schuhe	230
5.8.7	Verbände	231
5.8.8	Hilfsmittel	232
5.8.9	Postoperative Entlastungshilfen	234
<b>6.</b>	<b>Physiotherapie</b> (D. Liedtke, S. Brodbeck)	237
6.1	Lokaler läsionsorientierter Zugang	239
6.2	Ganzkörpertraining	239
6.3	Therapeutische Maßnahmen und Methoden	240
6.4	Der Behandlungspfad	241
6.5	Die Eigentherapie – der Patient als Therapeut	248
<b>7.</b>	<b>Ein Wort zu Schuhen</b> (M. Sommer)	259
7.1	Modische Schuhe	260
	Glossar	263
	Checkliste	271
	Persönlicher Behandlungsplan	273
	Empfohlene Literatur	275
	Sachverzeichnis	277

## DANKSAGUNG

Meinen Dank aussprechen möchte ich:

meiner Frau Marketa für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und die Gestaltung der Grafiken und Fotografien;

meinen Töchtern Désirée, Vivienne und Aimée für die Geduld während der Entstehungsphase dieses Buches;

Prof. Dr. sc. nat. Dr. h. c. Benno Nigg, Calgary, der mich lehrte, auf eigenen Füßen zu stehen;

Prof. Dr. med. Werner Müller, Basel, der mir beibrachte, zu sehen;

Herrn Tomas Lochmann, Kurator Skulpturhalle Basel, für die großzügige Unterstützung;

Frau Mag. Renate Eichhorn und Frau Mag. Franziska Brugger, Springer-Verlag Wien, für die unermüdliche Betreuung.

# 1 EINFÜHRUNG

C. Sommer



## 1.1 Der Fuß – Zehnkämpfer des Bewegungsapparates

Die Füße tragen uns durch unser Leben und werden doch oft vernachlässigt. Erst, wenn sie uns ihren Dienst verweigern oder von Schmerzen geplagt werden, stellen wir fest, wie wichtig sie für uns und unsere Fortbewegung sind. Viele Redewendungen zeigen die Bedeutung der Füße auf: auf eigenen Füßen stehen, sicher auftreten, standhaft sein, einen großen Schritt vorwärts tun.

Im Laufe der Entwicklungsgeschichte des Menschen wandelte sich der Fuß vom Greiforgan zum Grundpfeiler des aufrechten Ganges. Mit der damit verbundenen Veränderung des Körperschwerpunktes veränderten sich Form und Funktion des Fußes grundlegend, die Standfläche reduzierte sich von stabilen vier auf nur zwei Beine. In der aufrechten Haltung wird der Fuß auf sehr komplexe Art und Weise gefordert. Er muss im Stehen balancieren und Gewicht tragen, beim Gehen beschleunigen und abbremsen. Immer geht es darum, Rotationen um die vertikale Körperlängsachse beim Gehen und Laufen in Rotationen um die horizontale Fußlängsachse umzuwandeln. Das aufrechte Gehen verlangt dem Fuß ein eindrückliches Leistungsspektrum ab: Standfestigkeit auf verschiedenen Ebenen, Bodenbeschaffenheiten, Geschwindigkeiten, Reibungseigenschaften, Lichtverhältnissen usw. Ein Menschenleben lang.

Die Belastungen, die der Fuß dabei auszuhalten hat, sind enorm: beim Stehen das einfache Körpergewicht, beim Laufen bis zum dreifachen Körpergewicht, beim Springen ein Vielfaches davon. Wenn man sich nun die kleinen Oberflächen der Fußknochen vergegenwärtigt, kann man sich die ungeheuren Kräfte vorstellen, die pro Flächeneinheit auf die Fußgelenke einwirken. Im Vergleich zum Knie- oder Hüftgelenk eine Meisterleistung, die den Fuß zum Zehnkämpfer des Bewegungsapparates macht. Biomechaniker haben Belastungen bei Sprungdisziplinen in der Leichtathletik von nahezu einer Tonne errechnet. Bei einem Marathonlauf erreicht die Belastung für beide Füße annähernd 6000 Tonnen! Aber auch beim Nichtsportler summieren sich im Laufe des Lebens an die 200 Millionen Schritte.

Zur Bewältigung all dieser Aufgaben steht dem Fuß ein komplexes anatomisches Netzwerk aus 28 Knochen, über 50 Gelenken und unzähligen Bändern und Sehnen zur Verfügung. Als Vermittler des Körperkontaktes zum Boden steht der Fuß denn auch an exponierter Stelle. So mag nicht überraschen, dass der Fuß häufig bei Verletzungen oder Abnutzungsscheinungen des gesamten Bewegungsapparates miteinbezogen ist.

Der Fuß, Zehnkämpfer des Bewegungsapparates, leistet also Hervorragendes und braucht die Bewegung zur Erhaltung seiner Funktionstüchtigkeit. Tatsächlich haben die Fußleiden in der westlichen Hemisphäre in den letzten Dekaden zugenommen. Grund hierfür dürfte die seit der Industrialisierung

zunehmende Bewegungsarmut sein. Der moderne Mensch mutierte quasi vom Läufer zum Sitzer mit all den negativen Folgen für den gesamten Bewegungsapparat. Moderne Ernährungsgewohnheiten bedingen zudem eine Zunahme der Fettleibigkeit bei einer allgemein gesteigerten Lebenserwartung. In unseren Breiten sind die Füße meist lebenslänglich in Schuhe gezwängt, wodurch sie zusätzlich geschwächt werden. Die Belastungsintensität und Dauer für die Füße nimmt also im umgekehrten Verhältnis zur Fußgesundheit zu. So erstaunt es denn nicht, dass in den hausärztlichen Praxen bei den Problemen um den Bewegungsapparat die Füße buchstäblich an Gewicht gewinnen und sozusagen Spuren hinterlassen.

## 1.2 Die Fußchirurgie – Aschenbrödel der Orthopädischen Chirurgie

Angesichts der wichtigen Funktion des Fußes und der Häufigkeit von Fußproblemen in der ärztlichen Praxis erstaunt es eigentlich, dass diesem Organ von Seiten der Schulmedizin in den letzten Jahrzehnten so wenig Aufmerksamkeit beigemessen wurde. Die Fußberatung und Pflege wird nach wie vor weitgehend von nichtmedizinischen Institutionen (Podologie, Orthopädie-Technik, Fußreflexzonenmassage, usw.) wahrgenommen. In der ärztlichen Grundausbildung hat der Fuß keinen festen Platz im Weiterbildungscurriculum der Assistenzärzte. In der Bevölkerung werden die Fußmedizin und insbesondere die Fußchirurgie eher skeptisch wahrgenommen, da die Resultate von fußchirurgischen Eingriffen von vielen Faktoren abhängig sind.

Mit dem zunehmenden Wissen in der heutigen Medizin, den komplexen Untersuchungs- und Operationstechniken und der vermehrten Subspezialisierung verwandelt sich die Fußchirurgie in eine eigentliche Spezialdisziplin, wie z.B. die Handchirurgie. Nationale und internationale Fußgesellschaften entstehen und Fachwissen wird weltweit ausgetauscht. Die Möglichkeiten, die Komplexität, aber auch die Sicherheit der chirurgischen Eingriffe wachsen. So gehören über 30 Standardeingriffe zum Repertoire des spezialisierten Fußchirurgen.

## 1.3 Das Fußbuch – für Profis und Laien

Sie interessieren sich als Mediziner oder Therapeut für die Fußchirurgie, sind bereits als Patient in Behandlung wegen eines Fußleidens oder Sie haben sich zusammen mit Ihrem behandelnden Arzt für eine Fußoperation entschieden. Sicherlich haben Sie vieles über diese Thematik gehört oder gelesen, sind etwas verunsichert oder wünschen ganz einfach zusätzliche Informationen. Die Thematik um den Fuß ist auch für ärztliche und nicht-ärztliche Therapeuten komplex. Umfangreiche Literatur und Fortbildungsmöglichkeiten

stehen für spezialisierte Chirurgen zur Verfügung. Für den praktischen Arzt, Therapeuten, Patienten und deren Angehörige hingegen sind die Informationsquellen unbefriedigend.

Aus der täglichen Praxis mit Fußproblemen und den damit verbundenen häufig gestellten Fragen und Aufklärungsgesprächen entstand deshalb die Idee, einen Ratgeber um das Thema Fußchirurgie für diese Zielgruppen zu verfassen. Die häufigsten Diagnosen werden verständlich erläutert und die nichtoperativen bzw. operativen Behandlungswege erklärt. Für den Patienten und dessen Umfeld ist es zudem wichtig, die für die jeweiligen Behandlungen möglichen Risiken, die Erfolgsaussichten, den Zeitplan des Heilungsverlaufes sowie Fragen rund um den eventuellen Arbeitsausfall anzusprechen. Eine individuelle Checkliste und ein persönlicher Behandlungsplan kann – am besten zusammen mit dem behandelnden Fußchirurgen – erarbeitet werden. Viele individuelle Faktoren spielen bei der Beurteilung dieser Fragen eine Rolle und selbstverständlich kann hier nur eine grobe Annäherung an die Thematik geboten werden. Nichts ersetzt das persönliche Gespräch mit dem Arzt und/oder Therapeuten, denn nur gemeinsam kann das Unternehmen „Fußchirurgie“ erfolgreich durchgeführt werden.

## 2 GRUNDLAGEN

C. Sommer



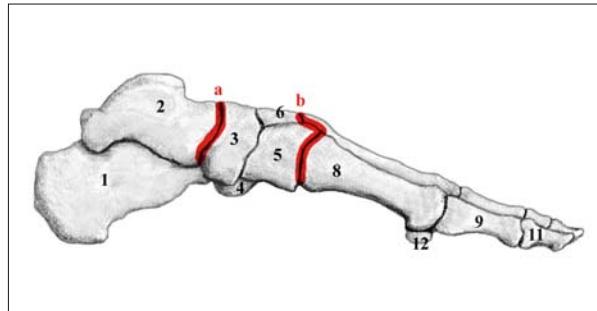
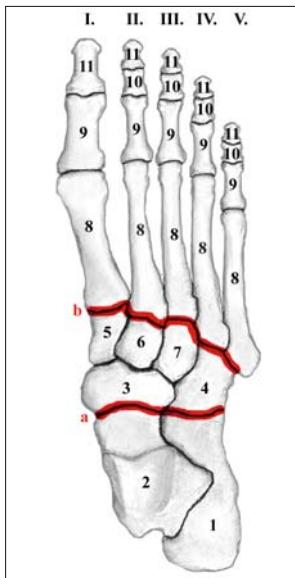


Abb. 1a. Knochen des Fußes dorsal; Abb. 1b. Knochen des Fußes medial

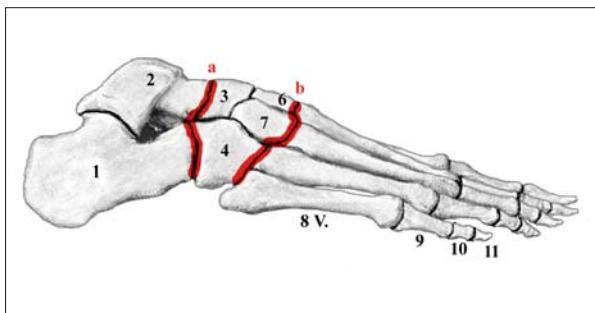


Abb. 1c. Knochen des Fußes lateral

**Legende:**

- |                                                      |                                             |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. Calcaneus (Fersenbein)                            | 8. Os metatarsale I–V<br>(Mittelfußknochen) |
| 2. Talus (Sprungbein)                                | 9. Phalanx proximalis I–V                   |
| 3. Os naviculare (Kahnbein)                          | 10. Phalanx media II–V                      |
| 4. Os cuboideum (Würfelbein)                         | 11. Phalanx distalis I–V                    |
| 5. Os cuneiforme mediale<br>(inneres Keilbein)       | 12. Os sesamoideum mediale<br>und laterale  |
| 6. Os cuneiforme intermedium<br>(mittleres Keilbein) |                                             |
| 7. Os cuneiforme laterale<br>(äußereres Keilbein)    | a. Chopard'sche Gelenkslinie                |
|                                                      | b. Lisfranc'sche Gelenkslinie               |

## 2.1 Anatomie und Pathologie

Als Bewegungsapparat wird die Gesamtheit von Knochen, Muskeln Bändern und Sehnen des Körpers bezeichnet. Er bildet sozusagen das Gerüst für die inneren Organe, die er stützt und schützt. Er bestimmt die Form des Körpers und ermöglicht die Fortbewegung. Die Knochen bilden das Stützgerüst des Bewegungsapparates, die Muskeln liefern die Kraft für die Bewegung, die Gelenke liefern die notwendige Beweglichkeit der Stützelemente zueinander und damit die Möglichkeit zur Fortbewegung.

Die Fußanatomie ist in Analogie zur Hand sehr komplex. Durch die Entwicklung vom Greiforgan zum Kraft- und Bewegungsüberträger sind die einzelnen Elemente des Fußskelettes kräftiger entwickelt als bei der Hand. Das Baugerüst des Skelettes und damit auch der Füße bilden Knochen, Knorpel, Bänder und Sehnen. Etwa 28 Knochen und 60 Muskeln bilden mit unzähligen Bändern und Sehnen zusammen das Fußskelett. Dieses wird in 3 Fußregionen unterteilt: den Rückfuß, den Mittelfuß und den Vorfuß. Als Rückfuß wird das Fersenbein und das Sprungbein bezeichnet, als Mittelfuß die restlichen Fußwurzelknochen und als Vorfuß die Mittelfußknochen mit den Zehen. Die Lisfranc'sche Gelenkslinie trennt den Rückfuß vom Mittelfuß, die Chopard'sche Gelenkslinie den Mittelfuß vom Vorfuß. Nicht in allen Literaturangaben wird exakt die gleiche Einteilung verwendet, die obige hat sich jedoch meines Erachtens für die tägliche Praxis am besten bewährt.

### 2.1.1 Knochen

Jeder Knochen besteht aus einer lamellenartigen Rindenschicht, der Corticalis, welche formgebend die äußere Begrenzung bildet, und einem davon eingeschlossenen Maschenwerk aus Knochenbälkchen, der Spongiosa, das vom Knochenmark ausgefüllt wird. Je nach Knochentyp variieren Dichte der Corticalis und Dichte der Spongiosa. Gefäße und Nerven durchbrechen die Rindenschicht, um Sauerstoff und Nährstoffe dem Knochenmark und der Spongiosa zuzuführen.

Das Knochengewebe stellt ähnlich einem Korallenriff ein lebendes Gewebe dar, das auf unterschiedliche äußere Reize mit Veränderungen reagieren kann. Unter dem Mikroskop besteht Knochengewebe aus einzelnen Knochenzellen (Osteozyten) und der Knochengrundsubstanz. In die Grundsubstanz, bestehend aus kollagenen Fibrillen (elastischer Anteil) und organischer Kittsubstanz sind Mineralsalze (v.a. Hydroxylappatit = komplexe Kalzium-phosphorverbindung) eingelagert. Wir unterscheiden zwei verschiedene Arten von Knochenzellen: die Osteoblasten, die als lebende Kleinkraftwerke Knochensubstanz herstellen, und die Osteoklasten, die den Knochen gleichzeitig von innen her abbauen. Zur gleichen Zeit vollziehen sich also auf die verschiedenen Belastungsanforderungen fein abgestimmte An- und Abbauprozesse

mit dem Ziel, mit einem Minimum an Material ein Maximum an Stabilität zu erreichen. Gesteuert werden diese Vorgänge durch unterschiedliche Hormone. Bei vermehrter Belastung nimmt die Knochendichte zu, und der Knochen wird durch vermehrte Einlagerung von Mineralien widerstandsfähiger. Als Beispiel kann das „Überbein“ am Fersenbein bei Läufern genannt werden. Fehlt dem Knochen der Belastungsreiz, werden Mineralien ausgelagert, die Knochendichte nimmt ab und damit die Anfälligkeit für Verletzungen zu, so z.B. bei der Astronautenkrankheit während einem längeren Aufenthalt in der Schwerelosigkeit. Die maximale Knochendichte wird zwischen dem 35. und dem 45. Lebensjahr erreicht.

Der Knochen ist also sowohl fest, vermag sich zu einem gewissen Grad aber auch zu verbiegen. Wird die Biegefähigkeit des Knochens überschritten, kommt es zum Knochenbruch. Grundsätzlich nehmen die Biegsamkeit des Knochens mit zunehmendem Alter ab und damit die Gefahr von Knochenbrüchen zu.

Wichtig für die Knochengesundheit ist die Zufuhr von Mineralien (Calcium, Phosphor), Vitaminen (Vitamin D, Prophylaxe beim Säugling) und ein vernünftiges Maß an UV-Strahlen, durch welche die Vitamin-D-Produktion in der Haut angeregt wird. Der Genuss von übermäßig viel Koffein, Nikotin und Alkohol sollte minimiert werden. Mit einer ausgewogenen Ernährung, Erhaltung eines adäquaten Körpergewichtes, regelmäßiger Bewegung und einer Dosis frischer Luft ist dem beim Gesunden bereits in ausreichendem Maße Genüge getan.

Die **altersbedingte Abnahme der Knochendichte** ohne Veränderung der Zusammensetzung ist ein natürlicher Vorgang und an sich nicht beunruhigend. Sie ist im Zusammenhang mit der Fußchirurgie viel weniger häufig mit Problemen behaftet als angenommen wird. In den allermeisten Fällen können auch bei älteren Patienten Fußoperationen ohne erhöhtes Risiko für knochenbezogene Probleme durchgeführt werden.

Dagegen muss die krankhafte **Osteoporose** abgegrenzt werden, bei welcher die kontinuierlich abnehmende Knochendichte zu einer vermehrten Knochenbrüchigkeit führt und unter die Schwelle sinkt, um das Skelett optimal zu stützen. Die Folge sind Frakturen ohne oder nach einem geringen Trauma.

**Spontanfrakturen** sind Knochenbrüche ohne äußere Gewaltseinwirkung. Sie können im Rahmen einer Osteoporose, hormonellen Umstellungen oder bei rasch gesteigerter kontinuierlicher Belastung auftreten. Typisches Beispiel am Fuß sind die so genannten Marschfrakturen, klassischerweise des zweiten Mittelfußknochens. Sie heilen innerhalb weniger Wochen spontan und der Knochen passt sich an die neue Belastung mit lokaler Knochendichtezunahme an.

**Exostosen** werden im Volksmund als Überbeine bezeichnet. Ein klassisches Beispiel ist das Überbein beim Fersenbein am Ansatz der Achillessehne. Durch Zugkräfte wird eine Knochenanbaureaktion provoziert, es entsteht vermehrte Knochenmasse, die Exostose. Diese kann gegen die Sehne drücken und Entzündungen des Sehnenansatzes und Schleimbeutels hervorrufen.

**Coalitio** ist die unvollständige Trennung zweier Knochen während der Gelenksbildung. Durch die noch vorhandene Verbindung zwischen den Knochen ist die freie Gelenksbeweglichkeit nicht gegeben. Am Fuß findet sich eine Coalitio am häufigsten zwischen Fersenbein und Kahnbein. Erstaunlicherweise bleibt diese Missbildung im Jugendalter oft über Jahre unbemerkt, bis eine simple Verletzung hartnäckige Schmerzen auslöst.

Als **Nekrose** bezeichnet man ein Absterben von Körpergewebe meist infolge unzureichender Blutversorgung. Aufgrund seiner relativ großen Entfernung zum Herzen ist der Fuß häufiger von Knochennekrosen betroffen. Gründe für eine Knochennekrose am Fuß sind: periphere Gefäßerkrankung, Diabetes mellitus, nach Operationen aber auch ohne erkennbare Ursache bei ansonsten völlig gesunden Patienten. Zwei Orte am Fuß sind typisch für dieses Krankheitsbild: der Kahnbeinknochen und das Köpfchen des zweiten Mittelfußknochens. Therapeutisch hilft bei jungen Menschen oft die temporäre Entlastung. Hier dürfte die Problematik in einer durch Wachstum bedingten Durchblutungsstörung liegen. Oft muss aber eine chirurgische Lösung angestrebt werden.

Im Knochen finden sich auch **Tumore** (Tumor = Schwellung), wobei zwischen gut- und bösartigen Gewebsschwellungen unterschieden wird.

Die Zellen **gutartiger** Tumore wachsen nicht in ihre Umgebung ein und verteilen sich nicht auf dem Blutweg. Sie bleiben am Ort, können aber durch ihr Größenwachstum Probleme mit ihrer unmittelbaren Umgebung verursachen, z.B. durch Verdrängung. **Bösartige** Tumore besitzen aggressive Zelltypen. Diese wachsen invasiv, d.h. zerstören ihre Umgebung und können auch Gefäßwände durchbrechen. Damit ist der Weg frei für eine Verteilung dieser Zellen auf andere Körperregionen. Man spricht bei diesem Vorgang von **Metastasierung**. Eine Metastase ist also der Ableger von ausgewanderten bösartigen Zellen des Ursprungstumors, multiple Metastasen sind mehrere dieser Ableger. Selten ist bei Knochentumoren das Gelenk mitbetroffen. Knochengewebe ist ein häufiger Zielort für Metastasen, unter anderem deshalb, weil es so gut durchblutet ist. Der Fuß selbst ist statistisch aber nur selten Zielgebiet von solchen Metastasen.

### 2.1.2 Knorpel

Das Knorpelgewebe ist ebenfalls ein lebendes Gewebe. Im Unterschied zu Knochen ist Knorpelgewebe nicht oder nur sehr spärlich durchblutet, besitzt keine Nerven oder Lymphgefäß. Er ist druck- und biegungselastisch und hilft an wichtigen Orten Kräfte zu dämpfen sowie Reibungen zu vermindern. Die Ernährung erfolgt beim Gelenkknorpel durch Diffusion aus der Synovia, der Gelenkschmiere. Knorpelgewebe kann sich praktisch nicht regenerieren, weshalb es meist bei degenerativen Krankheitsprozessen am Bewegungsapparat (z.B. Arthrose) beteiligt ist. Drei Knorpeltypen lassen sich unterscheiden. Der bläulich-milchige hyaline Knorpel, der gelblich-elastische Knorpel sowie der gröbere bindegewebige Faserknorpel.

Am häufigsten ist der **hyaline Knorpel**. Der Hyalinknorpel besteht zu 60–70% aus Wasser, aus Knorpelzellen (Chondrozyten) und aus der Knorpelgrundsubstanz (Chondroitinsulfat, Glykoproteine), in welche Kollagenfasern eingelagert sind. Er ist der eigentliche Gelenkknorpel und für die Dämpfung des Körpergewichts und die nahezu reibungsfreie Biegung und Streckung im Gelenk verantwortlich. Er bildet mit der im Gelenk vorhandenen, von der Gelenksschleimhaut (Synovia) abgesonderten Schmierflüssigkeit eine Funktionseinheit. Wie ein Schwamm saugt sich der hyaline Knorpel mit der Schmierflüssigkeit auf. Dadurch kann er sich einerseits mit Nährstoffen versorgen und andererseits die Reibung im Gelenk auf ein Minimum reduzieren. Der so genannte Reibungskoeffizient ist in gesunden Gelenken derart effektiv, dass Ingenieure für maschinell entwickelte Elemente noch heute keine gleich guten Werte erreichen.

**Faserknorpel** kommt am Fuß bei den Bändern als Verstärkungselement vor. Der am besten bekannte Faserknorpel ist sicherlich der des Kniegelenkes: die Menisci, die beiden halbmondförmigen Scheiben im Kniegelenk, dienen dort der Verbesserung der Gelenkspassform, der Druckverteilung und vor allem der Stabilität. Faserknorpel ist im Gegensatz zum hyalinen zwar weniger elastisch, dafür aber durchblutet und zeigt deshalb ein gewisses Regenerationspotential nach Verletzungen. So können zum Beispiel bestimmte Meniscusverletzungen ausheilen, während hyaliner Gelenkknorpel leider keine Selbstheilungspotenz zeigt.

Die **Osteochondrose**, auch Osteochondrosis dissecans genannt, ist eine Nekrose von Gelenkknorpel mitsamt dem darunter liegenden Knochen. Die genauen Entstehungsmechanismen für die Osteochondrose sind unklar. Diskutiert werden wiederholte Mikrotraumen der betroffenen Gelenksfläche über längere Zeit. Zunächst entsteht ein Schaden an der Gelenksoberfläche, d.h. am Knorpel. Im späteren Stadium kann es auch zur vollständigen Lösung des betroffenen Gebietes kommen, das dann als so genanntes Dissekat oder Gelenksmaus im Gelenk verbleibt. Die Gelenksmaus entspricht einem Ort

verminderter Belastbarkeit und verursacht oft Schmerzen. Der unter dem Knorpelschaden gelegene Knochen wird überlastet und entwickelt eine partielle Nekrose infolge Minderdurchblutung. Auch knöcherne Anteile können sich zusammen mit dem Knorpel lösen. Am Fuß tritt die Osteochondrosis am häufigsten an der inneren oder äußeren Kante des Sprungbeines (Talus) im oberen Sprunggelenk auf und etwas weniger häufig am Großzehengrundgelenk. Frühstadien der Osteochondrosis lassen sich am besten im MRI (Kernspintomographie) erkennen. Aber auch im normalen Röntgenbild sind oft schon Anzeichen der Erkrankung zu sehen. Für die Abschätzung des gesamten Ausmaßes ist jedoch eine Kernspintomographie ideal, weshalb diese Untersuchung standardmäßig in die Operationsplanung gehört. Damit ist auch schon erwähnt, dass mit konservativen, d.h. nicht-operativen Maßnahmen häufig kein Erfolg zu erwarten ist.

Kaum ein Wort ist in der ärztlichen Sprechstunde häufiger zu hören als die **Arthrose**. Als Arthrose bezeichnet man die Abnutzung des hyalinen Gelenkknorpels. Ursachen sind: fortgeschrittenes Alter, genetische Veranlagung, Knorpelverschleiß bei Achsenfehlstellungen, nach Unfällen und schließlich unbekannte Auslösemechanismen. Infolge der zunehmenden Knorpelabnutzung nimmt die Reibung im Gelenk zu. Der Körper reagiert darauf, indem er die Gelenksfläche durch Knochenanbau vergrößert mit dem Ziel, den Druck pro Flächeneinheit zu reduzieren. Es resultieren stark verbreiterte Gelenke. Zusätzliche Entlastung wird durch Reduktion der Gelenksbeweglichkeit angestrebt, die Gelenksumgebung wird mit Extrasknochen eingemauert, bis zur Deformität der Glieder. Ein weiterer Versuch, die Reibung im defekten Gelenk zu vermindern, ist die Ausnutzung des „Aquaplaning-Effektes“. Durch vermehrte Produktion von Gelenksflüssigkeit versucht das Gelenk, den direkten Kontakt der defekten Gelenksflächen zu vermindern. Es resultiert der Gelenkerguss.

Am Fuß sind bekanntermaßen unzählige Gelenke vorhanden. Theoretisch können alle von Arthrose betroffen werden, aber es lassen sich klassische Lokalisationen beschreiben. Am häufigsten betroffen ist das obere Sprunggelenk, gefolgt vom unteren Sprunggelenk und den Fußwurzelgelenken. Arthrosen am Fuß werden in erster Linie durch orthopädiertechnische Maßnahmen am Schuhwerk und mit entzündungshemmenden Medikamenten behandelt. Ist eine Operation unumgänglich, stehen mehrere mögliche Techniken wie die Entfernung störender Exostosen, die Versteifung des betroffenen Gelenkes bis zur Prothese des oberen Sprunggelenkes zur Verfügung. Eine Erneuerung des Gelenkknorpels ist in großem Stil leider noch nicht möglich. Aktuell lassen sich körpereigene Knorpelzellen aus dem betroffenen Gelenk züchten und einige Wochen nach der Entnahme wieder defektdeckend reimplantieren. Diese Verfahren sind noch unzuverlässig, sehr teuer und gelingen momentan

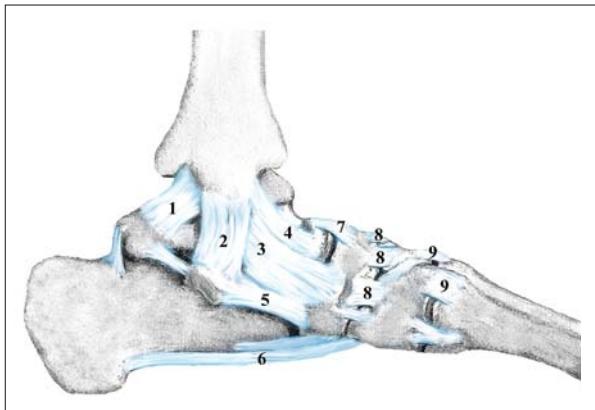


Abb. 2a. Bänder des Fußes medial

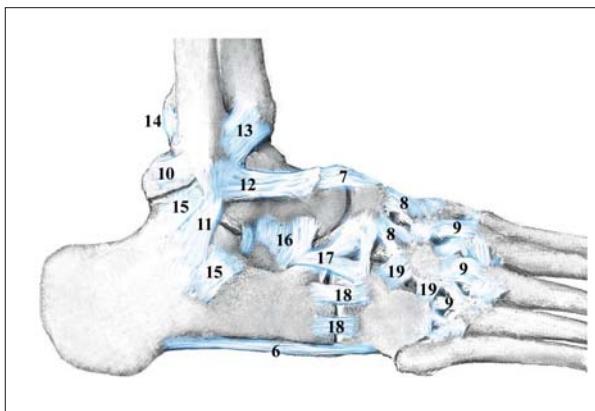


Abb. 2b. Bänder des Fußes lateral

Legende:

- |                                                         |                                        |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Ligamentum deltoideum 1.-5.                             |                                        |
| 1. Ligamentum tibiotalare posterius                     | 10. Ligamentum talofibulare posterius  |
| 2. Ligamentum tibiocalcaneare                           | 11. Ligamentum calcaneofibulare        |
| 3. Ligamentum tibionavicularare                         | 12. Ligamentum talofibulare anterius   |
| 4. Ligamentum tibiotalare anterius                      | 13. Ligamentum tibiofibulare anterius  |
| 5. Ligamentum calcaneonavicularare<br>(Spring ligament) | 14. Ligamentum tibiofibulare posterius |
| 6. Ligamentum plantare longum                           | 15. Retinacula musculorum peronaeorum  |
| 7. Ligamentum talonavicularare                          | 16. Ligamentum interosseum             |
| 8. Ligamenta cuneonavicularia dorsalia                  | 17. Ligamentum bifurcatum              |
| 9. Ligamenta tarsometatarsalia dorsalia                 | 18. Ligamenta calcaneocuboidea         |
|                                                         | 19. Ligamenta cuneocuboidea dorsalia   |

nur bei kleinen Defekten in ansonsten gesunden Gelenken. Auf diesem Gebiet wird fieberhaft geforscht und weitere Fortschritte sind in den nächsten Jahren zu erwarten.

### 2.1.3 Bänder

Die Knochen des Rückfußes und der Fußwurzel sind verzahnend angeordnet. Damit dieses Knochenmosaik auch unter Maximalbelastungen seine Stabilität wahren kann, bedarf es einer guten knöchernen Passform und Zusatzverstärkungen in Form von Bändern. Bänder sind nichtelastische, rissfeste und biegsame Verbindungs- und Sicherungselemente des Knochenskelettes. Wie die Verbindungsstücke einer Fahrradkette die Kettenglieder, so halten sie die Elemente des Knochenskeletts zusammen.

Man unterscheidet je nach Funktion drei Bändertypen: Verstärkungsbänder, Führungsbänder und Hemmungsbänder. Die Verstärkungsbänder schaffen den stabilen Kontakt zweier Knochen, verstärken also Gelenke. Die Führungsbänder übertragen Kräfte und Rotationen zwischen einzelnen Knochen oder Knochengruppen und die Hemmungsbänder bremsen die kinetische Energie zwischen den Knochen. Nur ganz wenige Bänder haben ausschließlich die eine oder andere Funktion. Häufig sind Bänder multifunktional. Ein klassisches Beispiel einer kombinierten Funktion von Bändern sind die in der Praxis häufig verletzten Bänder des äußeren oberen Sprunggelenkes, der Knöchelverstauchung. So gewähren die äußeren Bänder des oberen Sprunggelenkes Stabilität gegen das Übertreten des Rückfußes nach innen (Supinations- oder Inversionstrauma), sind aber gleichzeitig ebenso wichtig bei der Übertragung von Rotationskräften beim Gehen. Ohne diese Rotations- und Kraftübertragung vom Körper über den Fuß auf den Boden wäre normales Gehen gar nicht möglich.

### 2.1.4 Muskeln und Sehnen

Die **Muskeln** sind die eigentlichen Motoren des Körpers. Sie liefern die Kraft, um die Körperposition zu halten oder um den Körper zu beschleunigen und abzubremsen. Als Muskel wird eine Funktionseinheit von Muskelfasern beschrieben, die gut abgrenzbar ist und die für eine bestimmte Bewegungsfunktion am Körper verantwortlich ist. Die Muskeloberfläche wird durch eine Bindegewebshülle, die Faszie, abgeschlossen, die den Muskel gegen seine Nachbarn abgrenzt und gleichzeitig ein Verschieben gegeneinander ermöglicht. Muskelspindeln, die nervösen Apparate des Muskelsinnes, informieren das Zentrale Nervensystem über den Spannungszustand des Muskels.

Am Fuß sind etwa 60 verschiedene Muskeln von ganz unterschiedlicher Form und Größe beschrieben. Sie sind derart angelegt, dass sie je nach Aufgabenstellung als Halte- oder Bewegungsmuskel eingesetzt werden können.

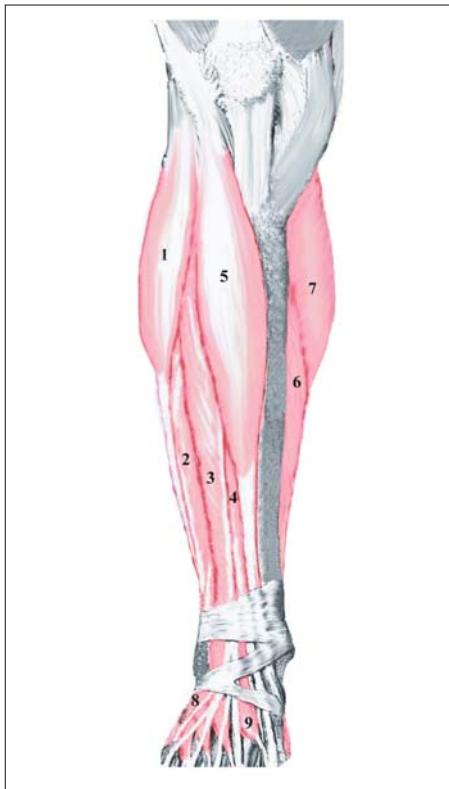


Abb. 3a. Muskeln des Unterschenkels ventral

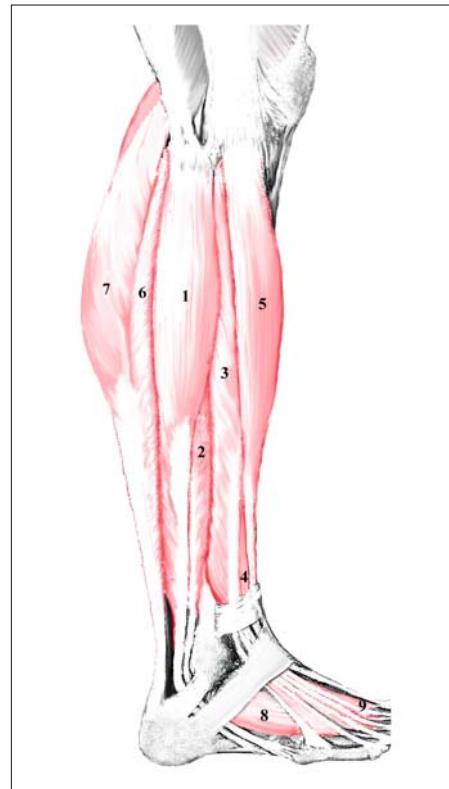


Abb. 3b. Muskeln des Unterschenkels lateral

**Legende:**

1. Musculus peronaeus longus
2. Musculus peronaeus brevis
3. Musculus extensor digitorum longus (langer Zehenstrecker)
4. Musculus extensor hallucis longus (langer Großzehenstrecker)
5. Musculus tibialis anterior
6. Musculus soleus
7. Musculus gastrocnemius
8. Musculus extensor digitorum brevis (kurzer Zehenstrecker)
9. Musculus extensor hallucis brevis (kurzer Großzehenstrecker)

Die Natur hat unterschiedliche Muskelformen und Größen kreiert, um das Platzangebot am Körper ideal zu nutzen und eine möglichst optimale Kraft pro Muskelquerschnitt zu entwickeln. Die großen Fußmuskeln, die v.a. für das Beschleunigen und Abbremsen des Körpers notwendig sind, sind am Unterschenkel angeordnet. Funktionell betrachtet, muss dieser also dem Fuß zugerechnet werden. Der Fuß endet so gesehen eigentlich unter dem Kniegelenk.

Die **Sehnen** bestehen aus zugfesten kollagenen Faserbündeln und dienen als Überträger der Muskelkraft. Sie dienen als eine Art Verlängerungsseil, welche die Muskelkraft über eine längere Distanz und über mehrere Gelenke hinweg bis an einen entfernten Zielort fortleiten können. Je weiter der Muskel vom Zielort der Kraftanwendung entfernt ist, desto länger die Sehne; je größer die zu übertragende Kraft, desto größer der Sehnendurchmesser. Die Sehne liegt der Muskeloberfläche als breites Sehnenblatt auf oder schiebt sich in einem spitzen Winkel zwischen die Muskelbündel ein. Dadurch wird für die Dickenzunahme der sich kontrahierenden Muskelfasern Raum gewonnen, ohne dass die Sehnenfasern auseinander gedrängt werden. Die Sehnen strahlen in die Knochenhaut (Periost) ein oder sind an Knochenvorsprüngen und -rauigkeiten angeheftet. Diese Verankerung ist so fest, dass bei einem knochennahen Sehnenriss ein kleines Stück des Knochens mit herausgerissen werden kann.

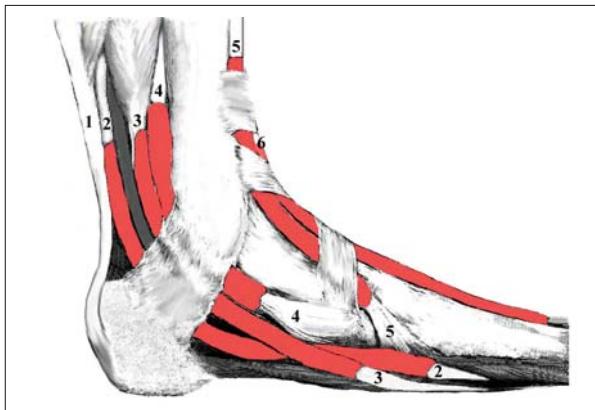
### 2.1.5 Sehnenscheiden, Schleimbeutel, Sesamknöchelchen

All diese Strukturen werden neben den Sehnen zu den Hilfseinrichtungen der Muskeln gezählt.

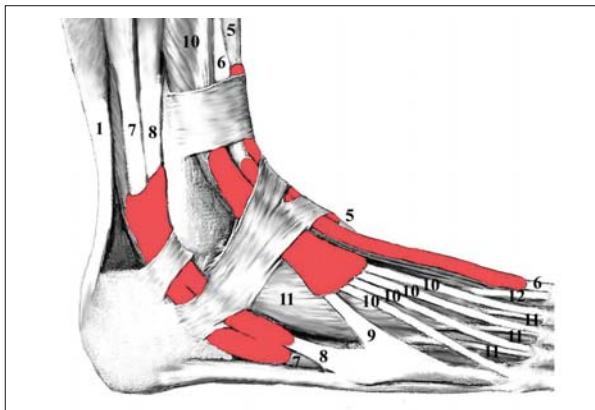
Die **Sehnenscheide** ist die Schutzhülle der Sehne. Sie soll die Gleitfähigkeit der Sehne verbessern und damit die Kraftübertragung optimieren. In der Sehnenscheidenhülle eingepackt liegt das Schmiermittel, die Sehnenscheidenflüssigkeit. Durch Verstärkungszüge in den Sehnenscheiden, den **Retinacula**, wird sichergestellt, dass die Sehnen bei Anspannung nicht aus ihrem Bett weichen können. Gewisse Sehnenscheiden des Fußes sind am Knochen fixiert und verhindern so das Abheben der Sehne vom Knochen.

**Schleimbeutel** haben einen ähnlichen Aufbau bei vergleichbarer Funktion. Es sind mit Schmiermittel gefüllte, bindegewebig umschlossene Kissen, welche die Druckverteilung bewerkstelligen und die Reibung bei Verschiebungen vermindern. Sie sind vorzugsweise da platziert, wo es zu erhöhten Druckbelastungen kommt, also zwischen Knochenvorsprüngen und Haut, Muskeln und Sehnen. Am Ansatz vieler Sehnen liegen die Schleimbeutel zwischen knochennahen Sehnenabschnitten und Knochen. So verhindern sie ein scharfwinkliges Abknicken der Sehne über dem Knochen.

**Sesamknöchelchen** sind eine weitere Hilfseinrichtung der Muskeln. Da wo



**Abb. 4a.** Sehnen und Sehnenscheiden des Fußes medial



**Abb. 4b.** Sehnen und Sehnenscheiden des Fußes lateral

**Legende:**

- |                                      |                                        |
|--------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. Tendo calcaneus (Achillessehne)   | 7. Musculus peronaeus longus           |
| 2. Musculus flexor hallucis longus   | 8. Musculus peronaeus brevis           |
| 3. Musculus flexor digitorum longus  | 9. Musculus peronaeus tertius          |
| 4. Musculus tibialis posterior       | 10. Musculus extensor digitorum longus |
| 5. Musculus tibialis anterior        | 11. Musculus extensor digitorum brevis |
| 6. Musculus extensor hallucis longus | 12. Musculus extensor hallucis brevis  |

Sehnen einem größeren Druck ausgesetzt sind, finden sich oftmals als Distanzhalter und Umlenkrollen erbsenartige Knöchelchen, die so genannten Sesamknöchelchen. Sie sind in den Sehnenverlauf eingebaut und häufig über Bänder mit der Umgebung netzartig verbunden. Am Fuß kommen Sesamknöchelchen regelmäßig unter dem Großzehengrundgelenk vor. Die Beugesehnen sind so vor Reibung und Druck geschützt. Prominentester und größter Vertreter der Sesamknöchelchen ist die Kniescheibe. Sie bildet das Kniegelenk mit und lenkt die große Sehne des Kniestreckers um das Gelenk an den Unterschenkel.

### 2.1.6 Gelenke

Das Gelenk ist die zentrale Funktionseinheit des Bewegungsapparates. Es besteht aus zwei Gelenkskörpern: dem Grundglied in Ruhe und dem Bewegungsglied, das sich relativ dazu bewegt. Die beiden Gelenkskörper sind im Bereich der Kontaktfläche von hyalinem Knorpel überzogen. Dieser ermöglicht zusammen mit der Gelenksflüssigkeit ein nahezu reibungsfreies Gleiten der Gelenkskörper zueinander. Die Gelenksflüssigkeit wird durch die Gelenkschleimhaut produziert. Der Raum zwischen den Gelenkskörpern wird als Gelenksspalt bezeichnet, der gesamte Gelenksraum als Gelenkshöhle. Damit die Gelenksflüssigkeit nicht entweichen kann, ist die Gelenkshöhle von einer beweglichen Hülle, der Gelenkkapsel, umgeben. Diese ist sensibel reich innerviert, weshalb Verletzungen sehr schmerhaft sind. In der Kapsel und in Kapselnähe befinden sich kleine Sinneskörperchen, welche über die Gelenkstellung informieren. Je nach Funktion des Gelenkes kann die Gelenkkapsel straff oder schlaff sein. In der Gelenkshöhle besteht ein Unterdruck, welcher die Gelenksstabilität unterstützt.

Die Stabilität der Gelenke wird gewährleistet durch die Art und das Ausmaß der Bandverstärkungen und durch die Form der Gelenksflächen, die Beweglichkeit durch die Form der Gelenkskörper und ebenfalls durch die Form der Gelenksflächen. Die Auswahl verschiedener Gelenkstypen ist groß. Einteilungsversuche richten sich nach Achsen, Freiheitsgraden oder der Zahl der Gelenkskörper. Am einfachsten erscheint die Einteilung der Gelenke nach Form der Gelenkkörper. So gibt es Scharniergelenke (Teil des Ellbogengelenkes), Sattelgelenke (Daumen), Eigelenke (Handgelenk), Kugelgelenke (Hüfte) und Nussgelenke (Schulter). Viele der Gelenke dürfen als Mischformen dieser Grundformen beschrieben werden.

Am Fuß sind die Gelenksbeweglichkeiten, d.h. die Freiheitsgrade, je nach Region ganz unterschiedlich ausgeprägt. Das obere Sprunggelenk am Rückfuß zeigt mit seinem großen Ausmaß an möglicher Biegung und Streckung die größte Bewegungsamplitude. Die Fußwurzelgelenke hingegen dienen vor allem der Stabilisierung der Fußlängswölbung und der Kraftübertragung und sind deshalb sehr straff ausgelegt. Sie erlauben nur Wackelbewegungen. Diese

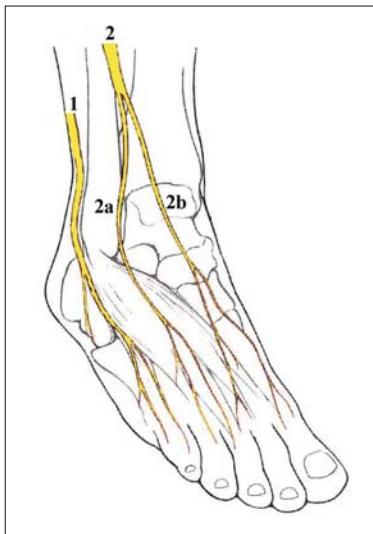


Abb. 5a. Nerven des Fußes dorsal

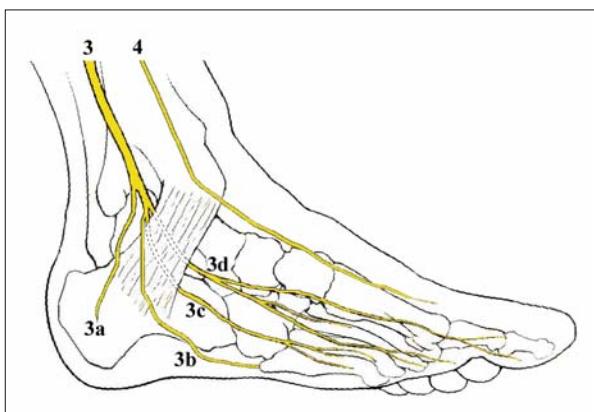


Abb. 5b. Nerven des Fußes medio-plantar

Legende:

- |                                          |                                                    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. Nervus suralis                        | 3b. Nervus abductor digiti quinti<br>(Baxter-Nerv) |
| 2. Nervus peronaeus superficialis        | 3c. Nervus plantaris lateralis                     |
| 2a. Nervus cutaneus dorsalis intermedius | 3d. Nervus plantaris medialis                      |
| 2b. Nervus cutaneus dorsalis medialis    | 4. Nervus saphenus                                 |
| 3. Nervus tibialis                       |                                                    |
| 3a. Ramus calcanearis                    |                                                    |

doch beträchtlichen Unterschiede sind sehr wichtige Faktoren bei der Beurteilung und Planung von Gelenksoperationen am Fuß.

Bei der **Gicht** handelt sich um eine Stoffwchselkrankheit. Bedingt durch einen fehlerhaften Abbau von in Nahrungsmitteln und Getränken vorkommenden Stoffen werden überschüssige Harnsäureprodukte des Blutes in Gelenken abgelagert. Hier verursachen sie akute, sehr schmerzhafte Entzündungsreaktionen. Auch andere Organe können bei Gicht in Mitleidenschaft gezogen werden, allen voran die Nieren. Gicht kann akut oder chronisch auftreten. Bei 90% der Gichtpatienten ist das Großzehengrundgelenk mitbetroffen. Das Erscheinungsbild von Gicht ist derart typisch, dass die Therapie mit Medikamenten ohne weitere Abklärung begonnen wird. Die Diagnose wird übrigens nicht über den Harnsäuregehalt des Blutes gestellt, sondern mittels Gewinnung von Gelenksflüssigkeit und dem Nachweis von Gichtkristallen unter dem Mikroskop. In chronischen Fällen kann es zur Zerstörung des Großzehengrundgelenkes kommen, ähnlich wie bei der Arthrose. Aufgrund der immer besseren medikamentösen Therapie und der Umstellung von Ernährungsgewohnheiten der Gichtpatienten sehen wir die schweren Formen der Gelenkserkrankungen heute praktisch nicht mehr.

### 2.1.7 Nerven

Das Nervensystem dient der Nachrichtenübermittlung. Man unterscheidet der Funktion nach das autonome (vegetative) und das animalische Nervensystem. Es gliedert sich in das Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark) und das periphere Nervensystem (sensible, motorische und sekretorische Nerven). Das vegetative Nervensystem regelt das innere Milieu des Organismus und kann nicht willkürlich beeinflusst werden.

Die kleinste Funktionseinheit des Nervensystems sind die Nervenzellen. Je nach Komplexität der zu bewältigenden Aufgabe sind verschiedene Nervenzellen miteinander vernetzt. Es werden sensible und motorische Nerven unterschieden. Den sensiblen Nerven sind Sinneszellen vorgelagert, welche durch Umweltreize erregt werden und die Erregung als elektrischen Impuls über die Nervenzelle zum Zentralnervensystem zur Verarbeitung leiten. Die motorischen Nerven leiten Impulse vom zentralen Nervensystem zur Muskulatur des Zielorganes. Zur Kontrolle und Regulation der muskulären Antwort erfolgt von den Sinneszellen in der Muskulatur (Propriozeption) eine Rückmeldung (Feed-back) über sensible Nerven wieder zum Zentralnervensystem.

Die fünf Hauptnerven zum Fuß führen motorische als auch sensible Nervenäste. Sie können an verschiedenen Orten mechanisch durch Einklemmen, Druck oder Reibung gereizt werden. Nervenreizungen am Fuß sind recht häufig. Nervenschmerzen werden als Neuralgien bezeichnet.

## 2.2 Ebenen, Positionen und Bewegungsrichtungen

### 2.2.1 Ebenen

medial	zur Körpermittellinie (Längsachse) hin
lateral	von der Körpermittellinie (Längsachse) weg
proximal	näher zur Körpermitte hin
distal	weiter entfernt von der Körpermitte weg
ventral	die Vorderseite eines Körperteils betreffend
dorsal	die Rückseite eines Körperteils betreffend
plantar	an der Fußsohle, sohlenwärts
Sagittalebene	Ebene in der Körperlängsachse streng von vorne nach hinten
Frontalebene	die in Richtung Körperlängsachse auf der Sagittalebene senkrecht stehende Körperebene, parallel zur Stirn

### 2.2.2 Positionen und Bewegungsrichtungen

Neutralposition	Fuß im Geradstand, rechtwinklig zum Unterschenkel
Dorsalflexion	Fußbeugung in Richtung Fußrücken, nach oben
Plantarflexion	Abwärtsbeugung des Fußes, Fußstreckung nach unten
Abduktion	Seitwärtswegführen des Fußes von der Körperlängsachse weg, also zur Fußaußenseite hin
Adduktion	Heranführen des Fußes zur Körperlängsachse, also zur Fußinnenseite hin

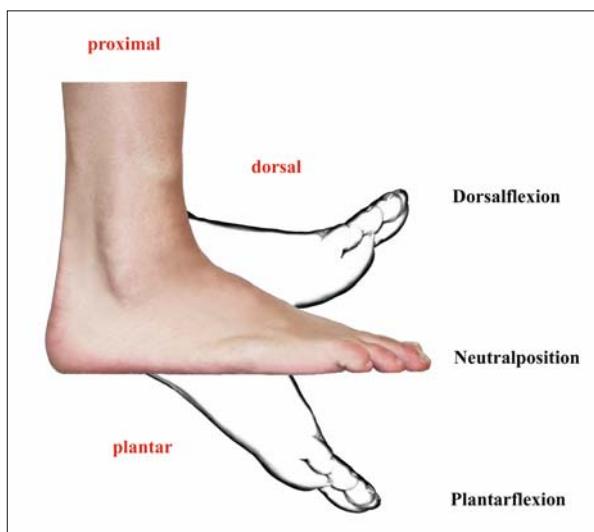


Abb. 6a. Flexionen

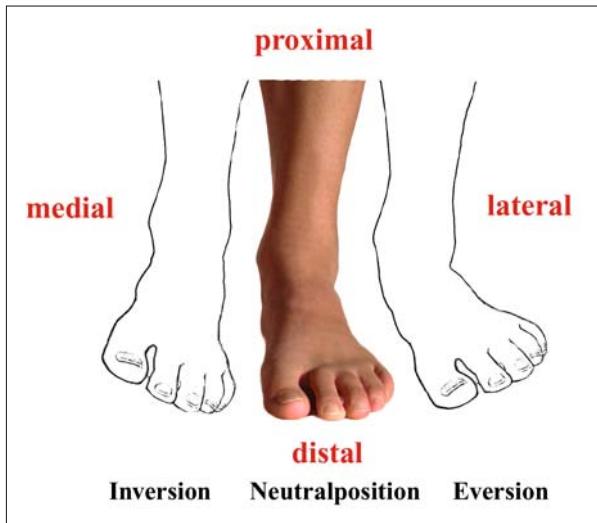


Abb. 6b. Versionen



Abb. 6c. Duktionen

Inversion	Rückfußkippung um die Fußlängsachse unter Anhebung der inneren Fersenbeinauftrittsfläche, Hebung der Fußinnenkante
Eversion	Auswärtsdrehung des Fußes im unteren Sprunggelenk, Hebung der Fußaußenkante
Supination	dreidimensionale Bewegung mit Plantarflexion, Inversion und Adduktion
Pronation	dreidimensionale Bewegung mit Plantarflexion, Eversion und Abduktion
Varus-Stellung	Abknickung mit nach medial offenem Winkel, O-Stellung
Valgus-Stellung	Abknickung mit nach seitlich offenem Winkel, X-Stellung

## 2.3 Mechanik des Gehens

Die beim Gehen auftretenden Rotationen des Oberkörpers um seine vertikale Achse werden in Rotationen um die (beinahe) horizontale Längsachse des Fußes umgewandelt. Damit wird der Schwung der Körperrotation ausgenutzt und zusammen mit der Abstoßbewegung des Fußes in Vorwärtsenergie verwandelt. Wir wollen im Folgenden versuchen, quasi in Zeitlupe, den Koppelungsmechanismus Bein-Fuß-Boden beim Gehen nachzuzeichnen.

Der Körper rotiert beim Gehen um seine Längsachse nach innen und außen und zwar umso mehr, je näher wir dem Fuß kommen. Das Becken rotiert im Schnitt etwa  $8^\circ$ , der Oberschenkel  $14^\circ$  und der Unterschenkel bis  $20^\circ$ . Die Rotationsunterschiede zwischen diesen Körperetagen müssen von den Gelenken dazwischen aufgenommen werden. Zum Zeitpunkt des Anfersens, d. h. beim ersten Fersenkontakt, vollführt der Unterschenkel eine Innenrotation. Der Fuß wird auf den Boden gestellt, die Innenrotation wird über den Fuß weitergeleitet und in eine Innenknickung des Fußes mit Auswärtsneigung der Ferse (Eversion) umgewandelt. Die Rotationsumwandlung findet im oberen und unteren Sprunggelenk statt. Der Fuß steht immer noch flach auf dem Boden, der Körper gleitet nach vorne über den Fußmittelpunkt hinweg. Sobald der Körper den Fußmittelpunkt passiert hat, richtet sich der Fuß auf und dreht sich um die Längsachse nach außen. Bei dieser Verdrehung stabilisiert sich das Fußskelett im Bereich der Fußwurzel und bereitet sich auf den Abstoß vor. Die Fußverdrehung nach außen ist gekoppelt mit einer Außenrotation des Unterschenkels bzw. des ganzen Körpers. Jetzt kommt die Wadenmuskulatur zum Einsatz und stößt den Körper kraftvoll ab. Es folgt die Schwungbeinphase. Das soeben abstoßende Bein gewinnt Raum für das nächste Anfersen. Der Zyklus beginnt von neuem. In der Landephase wird der Körper leicht abgebremst, in der Abstoßphase beschleunigt. Je schneller das Gehen, umso weniger ausgeprägt ist die Abbremsung.



Abb. 7a. Anfersen



Abb. 7b. Mittlere Standphase



Abb. 7c. Abstoßphase

Vor allem die Landephase und die Abstoßphase des Gehens sind bei Fußleiden betroffen. Die Schmerzangabe für die jeweilige Phase gibt wichtige Hinweise auf die Ursache und Lokalisation der Beschwerden. Fußbeschwerden können über die Beeinflussung dieser mechanischen Kette durchaus Auswirkungen haben auf Knie, Hüfte oder Rücken und / oder umgekehrt.

## 2.4 Der Fuß zum Anfassen

Mit den bisher besprochenen anatomischen Strukturen lässt sich der Fuß nun als Gesamtkunstwerk betrachten. Im Folgenden wollen wir den Fußkonturen von hinten nach vorne folgen und die wichtigsten von außen erkennbaren Landmarken ertasten. Diese Kennpunkte sind für jeden ärztlichen und nicht-ärztlichen Therapeuten sehr wichtig auf der Spur nach einer Diagnose oder für die Therapie. Für Patienten dienen sie dem genaueren Lokalisieren von Problemzonen, was wiederum dem Therapeuten dienlich ist.

Wir beginnen hinten am Fuß. Mit den Fingern ist das Fersenbein leicht zu tasten. Die dicke Achillessehne setzt fächerförmig am Fersenbein an und kann leicht gegen die Kniekehle hin verfolgt werden. Über eine Strecke von ca. 10 cm kann sie als runde Struktur getastet werden, dann geht sie in die Gastrocnemiusaponeurose über. Es ist dies der flächenhafte Sehnenanteil der beiden Gastrocnemiusmuskelbäuche, welche weiter oben unmittelbar angrenzen. Das Gastrocnemiuspaar nimmt seinen Ursprung oberhalb des Kniegelenkes. Ein Durchstrecken des Kniegelenkes führt deshalb zu einer Anspannung der Achillessehne, ein Effekt, der bei Dehnungsübungen (Stretching) für die Achillessehne ausgenutzt wird. Der ebenfalls in die Achillessehne mündende Soleusmuskel liegt unter dem Gastrocnemius und lässt sich nur vom geübten Untersucher bei schlanken Patienten tasten. Zusammen bilden diese drei Muskeln sehr starke Fußbeuger, die ihre Kraft über die Achillessehne via Fersenbein auf den Fuß übertragen.

Auf Höhe der Unterschenkelmitte wechseln wir auf die Vorderseite. Der am besten zu tastende Muskelbauch ist der vordere Schienbeinmuskel (Musculus tibialis anterior). Er liegt gerade neben der vorderen Schienbeinkante und ist bei den meisten Menschen gut entwickelt. Seine Sehne führt innen über das Fußriss und lässt sich gut mit den Fingern verfolgen. Sie setzt an der Innenseite der Fußwölbung an auf Höhe des ersten Gelenkes zwischen der Fußwurzel und dem Mittelfuß. Der Musculus tibialis anterior ist ein wichtiger Bremser beim Gehen und verhindert, dass der Fuß unkontrolliert aufsetzt.

Wir führen die Finger nun weiter nach unten und gelangen in die Knöchelregion. Die Knöchel sind eine knöcherne Gabel, welche innen vom Schienbein und außen vom Wadenbein gebildet wird. Sie umfassen und führen das

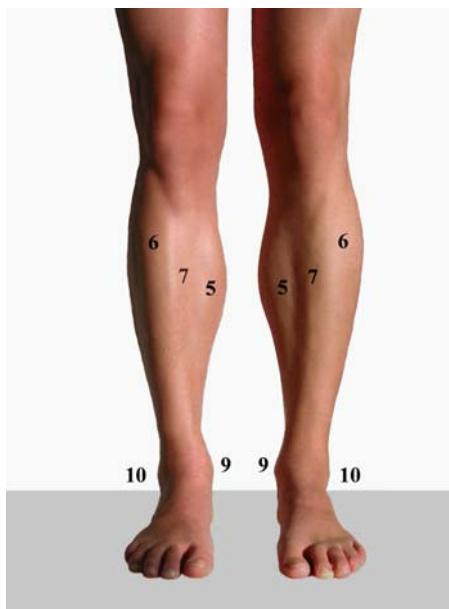


Abb. 8a. Unterschenkel ventral

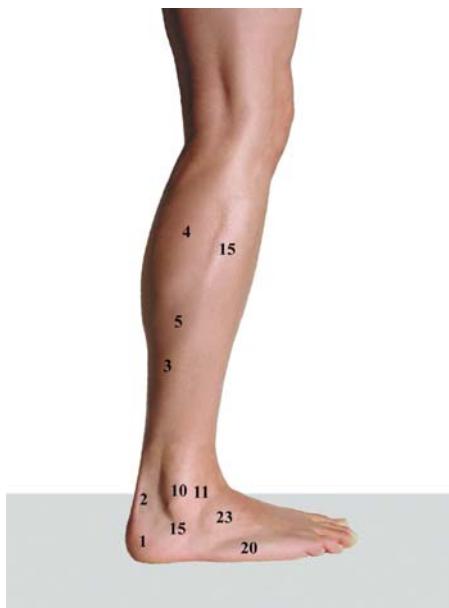


Abb. 8b. Unterschenkel lateral

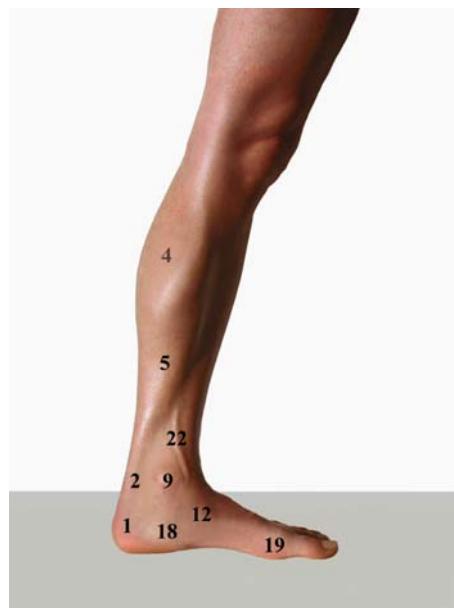


Abb. 8c. Unterschenkel medial



Abb. 8d. Fuß lateral

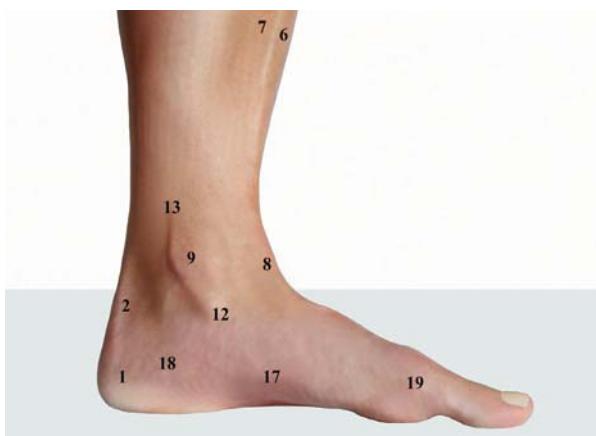


Abb. 8e. Fuß medial

Legende:

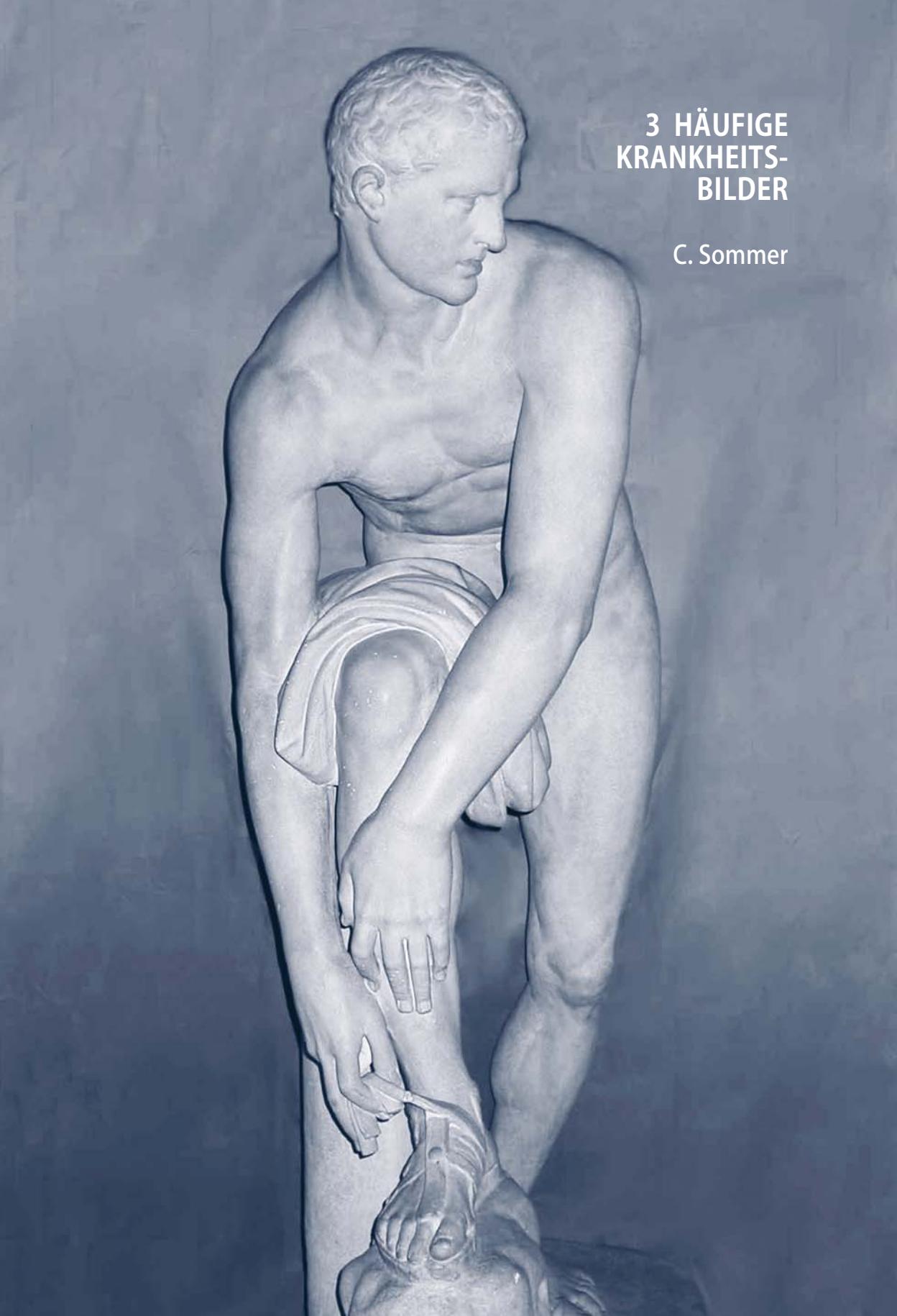
- |                                            |                                                                       |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1. Calcaneus (Fersenbein)                  | 12. Os naviculare (Kahnbein)                                          |
| 2. Achillessehne                           | 13. Sehne des Musculus tibialis posterior                             |
| 3. Aponeurose des Musculus gastrocnemius   | 14. Sehne des Musculus peronaeus brevis                               |
| 4. Muskelbäuche des Musculus gastrocnemius | 15. Sehne des Musculus peronaeus longus                               |
| 5. Musculus soleus                         | 16. Köpfchen des Os metatarsale V                                     |
| 6. Musculus tibialis anterior              | 17. Musculus abductor hallucis                                        |
| 7. Tibia (Schienbein)                      | 18. Baxter-Nerv Druckpunkt                                            |
| 8. Sehne des Musculus tibialis anterior    | 19. Kopf des Os metatarsale I. (Großzehenballen)                      |
| 9. Innenknöchel (Tibia)                    | 20. Musculus abductor digiti quinti                                   |
| 10. Außenknöchel (Fibula)                  | 21. Basis des Os metatarsale V., Ansatz des Musculus peronaeus brevis |
| 11. Talus (Sprungbein)                     | 22. Vena saphena magna                                                |
|                                            | 23. Musculus extensor digitorum brevis                                |

Sprungbein und bilden so das obere Sprunggelenk. Das obere Sprunggelenk bildet das größte Fußgelenk und ist durch seine Verbindung mit dem Unterschenkel der hauptsächliche und direkte Kraft- und Gewichtsüberträger am Rückfuß. Es ist im Wesentlichen für die Biegung und Streckung des Fußes verantwortlich. Unterhalb des oberen Sprunggelenkes liegt das untere Sprunggelenk. Es wird gebildet durch den Talus und den Calcaneus (Fersenbein). Es ermöglicht dem Rückfuß das Seitwärtsneigen. Die Neigung der Ferse nach innen wird als Inversion, nach außen als Eversion bezeichnet. Mit der Beugung im oberen und der Neigung im unteren Sprunggelenk erlangt der Rückfuß seine dreidimensionale Beweglichkeit. Die beste Stabilität hat das obere Sprunggelenk in maximal angewinkelte Fußstellung nach oben. In dieser Position ist das Sprungbein formschlüssig eingebettet in die knöcherne Gabel, d.h. zwischen Schienbein und Wadenbein. Ein seitliches Verkippen des Sprungbeines ist so nicht möglich. Bei zunehmender Beugung des Fußes nach unten gleitet jedoch der Sprungbeinknochen zunehmend aus der Gabel und wird im Wesentlichen nur noch durch die Sprunggelenksbänder stabilisiert und geführt. Auf der Knöchelinnenseite liegt der dreieckförmige, mehrschichtige, sehr stark angelegte Innenbandkomplex, das Ligamentum deltoideum. Es ist eines der stärksten Bänder des Körpers. Bei maximaler Streckung des Fußes nach unten kann beim Schlanken der äußere vordere Anteil des Talus (Sprungbeinknochen) durch die Haut als harte, eckige Kante vor der Knöchelgabel getastet werden. Die Identifizierung der Konturen der Sprunggelenksbänder ist schwierig und benötigt viel Erfahrung. Wir tasten vom Innenknöchel nach vorne und gelangen nach ca. 2–3 cm auf eine knöcherne Erhebung am Fußinnenrand. Die knöcherne Prominenz ist die Innenseite des Kahnbeinknochens. Dieser Knochenvorsprung dient der Sehne des hinteren Schienbeinmuskels (Musculus tibialis posterior) als eine von vielen Verankerungszonen. Unmittelbar daneben liegt das von außen nur schwer identifizierbare Gelenk zwischen Sprung- und Kahnbein (Talonavicular-Gelenk). Auf der Fußaußenseite tasten wir vom Außenknöchel an den Fußrand. Eventuell ist eine der Sehnen der seitlichen Wadenmuskulatur zu tasten. Am äußeren Fußrand lässt sich in der weichen Muskulatur dann eine kleine knöcherne Erhebung tasten, die Basis des fünften Mittelfußknochens. Die Köpfchen der anderen vier Mittelfußknochen können an der Fußsohle bei maximaler Streckung der Kleinzehen durch das dicke Polster der Fußsohle hindurch getastet werden.

## 2.5 Diagnostik

Unter Diagnostik versteht der Arzt alle Untersuchungsschritte, die zur Sicherung der Diagnose notwendig sind. Neben der ärztlichen Untersuchung sind auch apparative Diagnoseverfahren inbegriffen. Zur ärztlichen Untersuchung

gehören das Gespräch und die körperliche Untersuchung sowie eine Beurteilung des Fußskelettes mittels Röntgenbild. Bei spezieller Fragestellung stehen Kernspintomographie (MRI), Computertomographie (CT) und Szintigraphie (Nukleartechnische Bilddarstellung) zur Verfügung. Das MRI beruht auf Magnetfeldtechnik und eignet sich besonders zur Darstellung von weichen Skelettstrukturen wie Knorpel, Bändern und Sehnen; Knochenstrukturen hingegen werden nicht optimal abgebildet. Das CT basiert auf niedrig dosierten Röntgenstrahlen. Die Daten werden erfasst und als digitales Bild dargestellt. Das CT eignet sich besonders zur Beurteilung von Knochenerkrankungen. Bei der Szintigraphie werden sehr niedrig dosierte radioaktiv markierte Trägersubstanzen verabreicht, welche sich aufgrund ihrer speziellen Eigenschaften in den darzustellenden Körperregionen anreichern und anschließend bildlich dargestellt werden. So können gut z.B. entzündliche Prozesse und Tumore erfasst und lokalisiert werden.



3 HÄUFIGE  
KRANKHEITS-  
BILDER

C. Sommer

Die nun folgenden häufigsten Krankheitsbilder werden gemäß ihrer Lokalisation in Vorfuß, Mittelfuß und Rückfuß eingeteilt. Die Grenze Vorfuß – Mittelfuß liegt dabei auf Höhe der Lisfranc'schen Gelenkslinie, die Grenze Mittelfuß – Rückfuß an der Chopard'schen Gelenkslinie.

Die einzelnen Krankheitsbilder werden nach dem folgenden Schema abgehendelt, wobei viele allgemeingültige Inhalte wiederholt werden, um ein gezieltes themenbezogenes Nachschlagen zu erleichtern. Der Leser sollte abschließend in der Lage sein, diese zehn Punkte zu kennen und zu verstehen.

- (1) Was ist das Problem?
- (2) Welche speziellen Abklärungen sind nötig?
- (3) Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?
- (4) Weshalb die Operation?
- (5) Behandlungsziel – Ideal und Realität
- (6) Operationsprinzip und Planung
- (7) Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?
- (8) Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?
- (9) Wie sind die Abläufe nach der Operation?
- (10) Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

## 3.1 Vorfuß

### 3.1.1 Hallux valgus

Der Hallux valgus, umgangssprachlich schlicht „Hallux“ genannt, ist die häufigste Vorfußdeformität. Hallux bedeutet eigentlich Großzehe, valgus bedeutet deren Abweichung zur Körperaußenseite hin. Die Großzehe erfährt also eine Abweichung nach außen, zu den übrigen Zehen hin. In bestimmten Fällen kann eine nur schon leichte Ballenbildung an der Großzehe massive Schmerzen verursachen, z.B. durch eine lokale Nervenreizung und / oder durch eine chronische Knochenhautreizung. Andererseits können auch eindrückliche Deformitäten völlig schmerzfrei sein. Der Hallux valgus kommt in allen Altersklassen vor, vorwiegend jedoch bei Frauen nach dem 50. Lebensjahr. Man vermutet, dass die Veranlagung eine wichtige Rolle für die Entstehung des Hallux valgus spielt. Hormonelle Umstellungen im Rahmen von Schwangerschaften, massive Überbeanspruchung (Ballett-Tänzerinnen) und äußere Faktoren wie enges, hohes Schuhwerk können eine Rolle spielen. Auch bei entzündlichen Erkrankungen des Vorfußes kann es infolge degenerativer Veränderungen der Zehengrundgelenke und der veränderten Fußmuskelzüge zu Spreizfußbildung mit Valgusstellung der Großzehe kommen.



Abb. 9a. Hallux valgus



Abb. 9b. Rx Hallux valgus

### Was ist das Problem?

Man vermutet, dass die stabile Verankerung des ersten Mittelfußknochens und damit der Großzehe eine entwicklungsgeschichtliche Schwachstelle darstellt, ein Relikt aus der Zeit, als der Fuß noch ein Greiforgan war. Die Ursache der Hallux valgus-Problematik liegt vorwiegend an der Basis des ersten Mittelfußknochens, d.h. an seiner Verankerung. Falls es hier zur Abweichung nach medial (zur Fußinnenseite hin) kommt, nimmt der Winkel zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen zu, es kommt zum Spreizfuß. Das Ende des ersten Mittelfußknochens am Großzehengrundgelenk wird nach medial gedrückt, es kommt zur bekannten Ballenbildung mit den entsprechenden Problemen in geschlossenem Schuhwerk und zum Wegdrücken der Großzehe nach lateral (zur Fußaußenseite hin). Eine komplizierte Kettenreaktion kommt in Gang. Durch die Abwinkelung der Knochen gerät das gesamte Sehnen- und Bandgefüge um das Großzehengrundgelenk aus dem Lot. Die Streck- und Beugesehnen kommen seitlich außerhalb des Grundgelenkes zu liegen, die Fehlstellung wird durch diese Fehlzüge noch verstärkt und kann sich nach einiger Zeit regelrecht fixieren. Man spricht von einer kontrakten Hallux valgus-Fehlstellung. Diese führt dann häufig zu zusätzlichen Deformitäten an den Kleinzehen. Zwei Mechanismen sind beteiligt: die direkte seitliche Verdrängung der Kleinzehen durch den Hallux valgus und die Stauchung der Kleinzehen in geschlossenen Schuhen von vorne. Die Abwinkelung der Großzehe bewirkt

ihre relative Verkürzung, es kann zur Kompression der Kleinzehen kommen. Vor allem die zweite Zehe erhält dadurch eine relative Überlänge und kann zu einer Krallen- oder Hammerzehe deformieren.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Außer in seltenen Spezialfällen sind neben der Untersuchung durch den Arzt und dem belasteten Röntgenbild keine speziellen Abklärungen nötig.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Den eleganten Damenschuhen wird aus Sicht des Autors eher zu viel Bedeutung nachgesagt. Auch hier bestehen in der Praxis große Unterschiede. Bei familiärer Neigung zur Spreizfüßigkeit und damit für die Ausbildung einer Hallux valgus-Problematik wird wohl mit modischem Schuhwerk dieser Prozess beschleunigt. Viele Patientinnen leiden jedoch unter einem schmerhaften Hallux, ohne je einen modischen, „ungesunden“ Schuh getragen zu haben. Also: gut sitzendes und bequemes Schuhwerk ist wichtig, v.a. für längeres Stehen oder Gehen. Bei gesunden Füßen sind jedoch elegante Schuhe für entsprechende Gelegenheiten sicher nicht schädlich und dürfen ohne schlechtes Gewissen getragen werden.

In der Praxis ganz wichtig ist die Unterscheidung zwischen einer flexiblen, nicht-fixierten und einer fixierten Hallux valgus-Deformität.

Bei der **flexiblen** Deformität kann die Fehlstellung aktiv selbst oder durch den Untersucher passiv in die Normalstellung zurückgeführt werden. Diese Fehlstellungen sind einer konservativen Therapie am besten zugänglich. Am elegantesten sind Therapieformen zur aktiven Bearbeitung der Fehlstellung, z.B. Spiraldynamik und Physiotherapie. Auch Einlagen, wenn auch aus Sicht des Autors eher zu häufig und ohne genaue Analyse der Grundproblematik verschrieben, können hier nützlich sein. Das Anpassen von Einlagen ist in der Regel ein längerer Prozess und erfordert vom Patienten als auch vom Orthopädiertechniker einiges an Geduld. Das Ziel ist in erster Linie die Schmerzreduktion bei möglichst optimaler Rückführung des Vorfußes zur Idealform hin.

Bei **fixiertem** Hallux valgus sind die Erfolgsschancen auf konservativem Wege leider deutlich schlechter. Die Fehlstellung lässt sich von außen nicht mehr beeinflussen. Es wird versucht, die durch die Großzehen- und ev. Kleinzehendeformität verursachten Probleme zu reduzieren. Hier geht es also um eine reine Symptombekämpfung. Am häufigsten kommen Polsterungen, Einlagen, Gummibänder, Silikonweichbettung, Spezialschuhe und anderes mehr zum Einsatz. Ob diese Maßnahmen helfen, zeigt sich individuell. Allgemeine Merksätze lassen sich nicht aufstellen.

### Weshalb die Operation?

Das Ziel der Hallux-Operation ist in erster Linie die Schmerzreduktion und in zweiter Linie die ästhetische Wiederherstellung der Vorfußform. Stimmt die Ästhetik, sind in aller Regel auch die Vorfußachsen korrekt wiederhergestellt und kann eine Schmerzreduktion erwartet werden. Die Operationsdiskussion soll geführt werden, wenn die konservativen Therapieversuche nicht zu genügen vermögen. Die Deformierungsprozesse an den Vorfüßen sind in der Regel derart langsam, dass sich eine abwartende Haltung nicht automatisch negativ auf das später zu erwartende Operationsresultat auswirkt. Erst wenn der persönliche Bedarf an Information gesättigt und das Vertrauen in den Chirurgen gegeben ist, soll sich der Patient für eine Operation entscheiden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

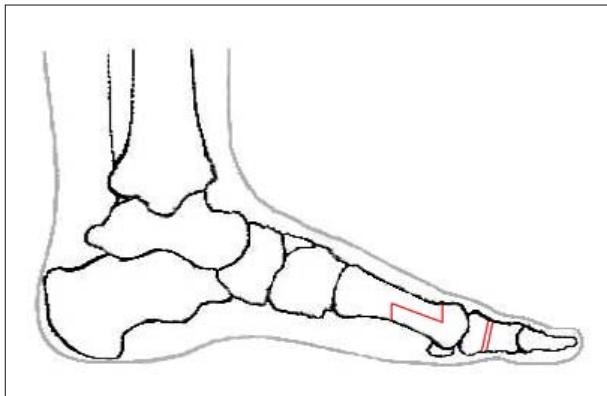
Das ideale Behandlungsziel in der Hallux-Chirurgie wäre die vollständige Schmerzbefreiung bei vollständiger Formkorrektur des Vorfußes und uneingeschränkter Beweglichkeit des Großzehengrundgelenkes ohne Schwellung. Bei gesunden Patienten mit einer einfach bis mittelgradig ausgeprägten Hallux-Fehlstellung lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ein sehr gutes Resultat voraussagen. Dies betrifft die Schmerzbefreiung als auch die Formgebung. Bereits durchgeführte Voroperationen, schlechte Durchblutung, Diabetes, ausgeprägte Osteoporose reduzieren die Prognose des Operationsresultates. Das realistische Behandlungsziel bei der Halluxchirurgie ist selbstverständlich sehr individuell definiert, wobei persönliche Erwartungen des Patienten ebenso mitspielen. Die Aufgabe des Fußchirurgen ist hierbei, die Erwartungen des Patienten aufzunehmen und in Abhängigkeit der vorhandenen biologischen und technischen Möglichkeiten zu relativieren.

### Operationsprinzip und Planung

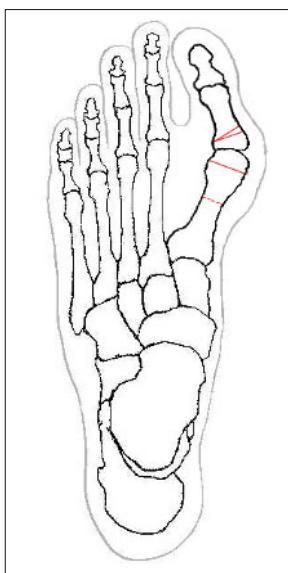
Die Schmerzreduktion erfolgt fast immer über die Druckentlastung durch Wegnahme des Überbeines unter gleichzeitiger Korrektur der Knochenachsen. Ein weiterer wichtiger Punkt für die Großzehengrundgelenk ist die Beweglichkeit des Großzehengrundgelenkes. Wie werden diese Ziele mit den aktuell gängigen Operationsmethoden erreicht? Über 30 Operationsmethoden stehen zur Verfügung. Sie halten sich an drei Grundprinzipien:

1. Lösen von Kapsel und Bändern (und ev. Sehnen) am Großzehengrundgelenk
2. Korrektur der Knochenachsen
3. Spannungsfreier Kapselverschluss des Großzehengrundgelenkes.

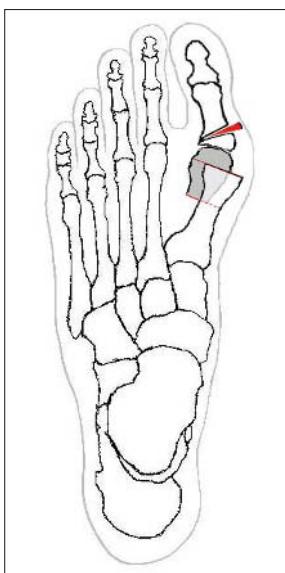
Dabei reichen allerdings zwei bis maximal drei verschiedene Methoden der Knochenkorrektur aus, um die allermeisten Hallux-Deformitäten zu korrigie-



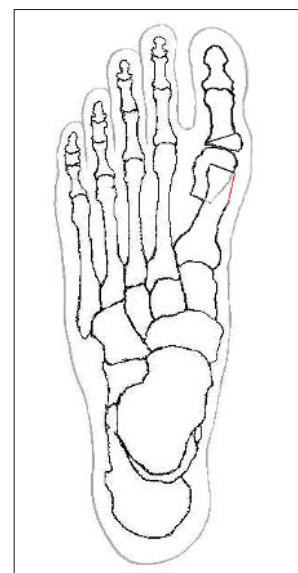
a



b



c



d

**Abb. 10a–d. Op-Prinzip Hallux valgus**

**(a)** Schnittführung Scarf am Os metatarsale I und Akin an der Grundgliedbasis seitlich, **(b)** Schnittführung Scarf und Akin Aufsicht, **(c)** Verschieben des plantaren Metatarsale I-Fragmentes nach lateral, Entnahme des Knochenkeiles der Grundgliedbasis, **(d)** Korrektur der Großzehengröße, Entfernen des Knochenüberstandes am Os metatarsale

ren. Es kommt also für den Fußchirurgen nicht so sehr darauf an, möglichst alle Methoden zu beherrschen, sondern einige wenige, diese aber perfekt und in allen Variationen.

Neben der Fußuntersuchung spielt das Röntgenbild immer noch eine wichtige Rolle bei der Operationsplanung, wobei folgende Punkte analysiert werden:

- Wie groß ist der Winkel zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen und mit welcher Methode der Knochenverschiebung kann der erste Knochen an den zweiten herangeführt werden?
- Ist die Großzehe selbst gerade oder muss sie zusätzlich mitkorrigiert werden?
- Kann die Achse des Großzehengrundgelenkes abgeschätzt werden, muss sie mitkorrigiert werden?
- Ist das Großzehengrundgelenk schön zentriert oder bereits teilweise oder ganz ausgerenkt?
- Zeigt das Großzehengrundgelenk eine Arthrose? Kann also eine die Beweglichkeit erhaltende Methode angewendet werden?
- Wie sind die Längenverhältnisse gegenüber den anderen Mittelfußknochen und Kleinzehen? Welche Methode erhält die Harmonie dieser Skelettanteile zueinander am besten?

Die Röntgenbilder vermögen jedoch nur ein grobes Bild der tatsächlichen Verhältnisse zu vermitteln, sodass die definitiven technischen Details meist erst während der Operation selbst entschieden werden. Gerade beim Knorpelzustand im Großzehengrundgelenk sind Überraschungen möglich, die eventuell während des Eingriffes einen Wechsel der Operationstechnik nötig machen. Dies muss dem Patienten vor der Operation mitgeteilt werden.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt an der Innenseite des Großzehengrundgelenkes. Dadurch sind die Gefäße und Nerven zur Großzehe am besten geschützt. Die kleinen Blutgefäße werden mit hochfrequenten Wechselströmen verödet, man sagt koaguliert. Die gesamte Operation kann so bei sorgfältiger Technik blutfrei vorgenommen werden. Nach der Haut und dem Unterhautfettgewebe gelangt man auf die bindegewebige, derbe Gelenkkapsel. Sie ist von segeltuchartiger Konsistenz und wird ebenfalls längs eingeschnitten. Dadurch gelangt man in den Gelenksraum und kann den Gelenksknorpel genauer beurteilen. Dabei interessiert vor allem die Knorpeldicke und allfällig vorhandene Knorpeldefekte. Auch das knöcherne Überbein am inneren Mittelfußknochen lässt sich nun in seiner Ganzheit erkennen. Im Rahmen der Hallux valgus-Fehlstellung sind vor allem die äußeren seitlichen Kapselanteile meist kontrakt

zusammengezogen und müssen gelöst werden. Die Lösung erfolgt schrittweise unter ständiger Überprüfung der Restspannung. Der Fußchirur spricht von Balancierung des Großzehengrundgelenkes. Das Großzehengrundgelenk soll aus seiner Verspannung gelockert werden, sodass es sich auch nach der Achsenkorrektur am Mittelfußknochen, ohne in eine Richtung zu ziehen, gut bewegen lässt. Das Ausmaß der Beweglichkeit des Gelenkes, seine Grundstellung wie auch die Rückfallquote werden hier wesentlich mitbestimmt. Dies ist einer der wichtigsten Schritte überhaupt und maßgeblich für den Operationserfolg verantwortlich. Die Balancierung des Gelenkes erfolgt in der Regel mit dem Skalpell von innen durch den Gelenksraum, kann jedoch je nach Operationstechnik auch von außen via separatem Minischlitz erfolgen. Als nächstes erfolgt nun der zweite wichtige Schritt zur Hallux-Korrektur. Der Mittelfußknochen wird nahe dem Großzehengrundgelenk mit einer Säge präzise durchtrennt, wobei die Lage der Schnitte vom gewünschten Verschiebeeffekt abhängig ist. Je nach Schnittführung kann eine dreidimensionale Drehung und Verschiebung durchgeführt werden. Auch Verkürzungen und Verlängerungen sind möglich. Das Hauptziel der Knochenverschiebung liegt in der Annäherung des Großzehengrundgelenkes an den zweiten Mittelfußknochen. Damit wird die Hauptursache der Hallux-Problematik, nämlich der ausladende Winkel zwischen den beiden ersten Mittelfußknochen, korrigiert. Es muss aber immer auch die günstigste Position zu den benachbarten Knochen und Gelenken der Kleinzehen im Auge behalten werden, damit die Harmonie der Vorfußstrukturen zueinander erhalten bleibt und die Kräfte beim Gehen über den Vorfuß verteilt werden. Schmerzen wären sonst die Folge. Ist die richtige neue Position des Großzehengrundgelenkes gefunden, wird diese provisorisch fixiert und die neue Stellung der Knochen mittels Röntgendifchleuchtung kontrolliert. Das Ausmaß der Korrektur wird dabei von der Stellung der Sesamknöchelchen abhängig gemacht. Sind diese wieder schön unter dem Großzehengrundgelenk zentriert, ist die Korrektur genügend. Nun wird die Stellungskorrektur mit Schräubchen definitiv fixiert. Sie halten die neue Knochenposition, bis der Knochen innert 4–6 Wochen verheilt und somit auch ohne Spezialschuhe oder sonstige Hilfen belastungssicher ist. Die Schräubchen sind dann eigentlich überflüssig, werden aber in den allermeisten Fällen belassen, da sie in der Regel nicht stören und so eine unnötige Operation verhindert wird. Es folgt die Entfernung des Überbeines am inneren Anteil des Grundgelenkes. Zeigt die Großzehe selbst nun noch zusätzlich eine Auswärtskrümmung, wird diese ebenfalls mit Knochenschnitten begradigt und fixiert. Dabei wird meist eine ganz leichte Krümmung belassen, um das Gleiten in einen geschlossenen Schuh zu erleichtern. Im Idealfall ist also jetzt der Winkel zwischen den ersten beiden Mittelfußknochen korrigiert, die Gelenkkapsel balanciert und die Großzehe begradigt. Die Sesamknöchelchen sind schön unter dem Großzehengrundgelenk zentriert und damit die Stre-



Abb. 11a. Osteotomie Metatarsale I



Abb. 11b. Korrektur Intermetatarsale-Winkel



Abb. 11c. Knochenabtragung



Abb. 11d. Osteotomie Großzehengrundglied



Abb. 11e. Hallux nach Operation



Abb. 11f. Rx Hallux nach Operation

cker- und Beugesehen ebenfalls über den Knochen ausgerichtet. Zuletzt folgt der schichtweise Verschluss der Gewebeschichten, wobei der Verschluss der Gelenkkapsel die wichtigste Rolle spielt. Nach den modernen Gesichtspunkten der Hallux-Chirurgie soll eine spannungsfreie Kapselaht angestrebt werden, um eine relative Versteifung des Großzehengrundgelenkes möglichst zu verhindern. Abschließend wird ein Röntgenbild zur Kontrolle der Positionen, der Korrekturachsen sowie der Schraubenlängen durchgeführt.

Die Grenzen des Machbaren werden meist durch die Biologie des Gewebes gezogen. So kann z. B. ein durch Arthrose verändertes Großzehengrundgelenk häufig in seiner Funktion nicht erhalten werden. Auch eine massive Osteoporose, Durchblutungsstörungen, Diabetes oder rheumatisch veränderte Gelenke zwingen zur Anpassungen in der Operationsplanung. Es gilt also bei jedem Patienten, den individuellen Gesundheitszustand in die Gesamtbeurteilung des technisch Machbaren miteinzubeziehen.

#### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Generell darf bei den Hallux-Operationen von risikoarmen und wenig belastenden Eingriffen gesprochen werden. Neben den allgemeinen Operationsrisiken (siehe Kap. 7.2) kann es zu wiederkehrenden Hallux-Schmerzen oder zu erneuter Großzehenabweichung kommen. Sehr selten erweist sich das

Implantatmaterial als störend und kann dann mit einer Zweitoperation entfernt werden.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Wie bei vielen Fußeingriffen kann die Rehabilitationsphase in zwei Zeitabschnitte eingeteilt werden: die Entlastungsphase und die Belastungsphase. In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die Knochen und Bänder benötigen im Minimum 4 Wochen. Dies wird mit einem Röntgenbild 4 Wochen nach der Operation kontrolliert. Darauf basierend entscheidet der Operateur, wie der weitere Belastungsaufbau zu erfolgen hat.

In der Entlastungsphase gibt es verschiedene Möglichkeiten, um dem Patienten eine volle Belastung des operierten Fuß zu erlauben, obwohl der korrigierte Knochen an sich hierfür noch gar nicht in der Lage ist. Spezielle Schuhe ermöglichen es, den operierten Vorfuß teilzuentlasten und das Gewicht beim Abrollen vor allem auf die Ferse und den Mittelfuß zu verteilen. Der Spezialschuh wird am ersten Tag nach der Operation angepasst. Er wird tagsüber für etwa 4 Wochen getragen. Bei Bedarf wird ein Gegenschuh abgegeben, um einen Höhenausgleich herzustellen. Dies ist vor allem bei Patienten mit Rückenschmerzen sinnvoll. Stöcke werden bei Bedarf für die ersten Gehversuche als Hilfe für die Balance abgegeben, sind aber eigentlich von der Schuhfunktion her unnötig. Eine möglichst früh einsetzende Physiotherapie als Gehschule und zur Mobilisierung des operierten Großzehengrundgelenkes hat sich nach unserer Erkenntnis ebenfalls bewährt.

In der **Belastungsphase** können meist Schuhe mit flachen Sohlen getragen werden, auch modische. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Der Zeitpunkt hierfür hängt von der Gewebsrestschwellung ab. Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und einem Jahr nach der Operation andauern. Der Grund hierfür sind die Gewebsbeschaffenheit des Fußes, die tiefe Lage und die Entfernung zum Herzen, welche Rückstauungen begünstigen. Zudem kann der Fuß im Vergleich zur Hand häufig nicht gleich effizient entlastet werden. Dies gilt im Speziellen bei Eingriffen an beiden Füßen gleichzeitig. Gerade zu Beginn der Belastungsphase muss man sich zuerst an ein normales Gehen gewöhnen, was nur den allerwenigsten Patienten gelingt. Auch hier leistet die Physiotherapie wertvolle Hilfe. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 8 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- und Sportunfähigkeit?

Ein operativer Eingriff bedeutet immer einen Einschnitt in das private und be-

rufliche Leben. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit richtet sich nach dem Beruf des Patienten. Reine Büroarbeit kann mit den Spezialschuhen eventuell schon nach einer Woche wieder möglich sein, während ein körperlich hart arbeitender Handwerker für bis zu 10 Wochen nach der Operation ausfallen kann. Für Berufe, die nur mit normalem Schuhwerk ausführbar sind, ergibt sich daraus eine volle Arbeitsunfähigkeit von mindestens 4 Wochen. In aller Regel wird von ärztlicher Seite versucht werden, einen möglichst baldigen, eventuell auch teilweisen Arbeitseinsatz des Patienten anzustreben.

Die reine Belastungsfähigkeit oder die Arbeitsfähigkeit bedeuten in der Regel noch keine Sportfähigkeit. Neben den Knochen und Bändern etc. muss auch die Kraft und die Koordination der Muskulatur wiedergewonnen werden. Erst wenn der Fuß in seiner neuen Form „gehen“ gelernt hat, kann die Aufnahme von sportlichen Aktivitäten diskutiert werden. Abhängig ist die Geschwindigkeit dieses Vorganges vom Alter des Patienten, vom Gesundheitszustand, vom Trainingszustand vor der Operation, der Sportart sowie den sportlichen Ambitionen. In den meisten Fällen ist die Sportfähigkeit 3 Monate nach einer Hallux-Operation wieder gegeben.

### 3.1.2 Hallux valgus interphalangeus

Als Hallux valgus interphalangeus bezeichnet man eine gekrümmte Großzehe. Es handelt sich um eine Sonderform des Hallux valgus mit einem normalen Winkel zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen. Diese Hallux-Form ist vererbt, entsteht nach Brüchen der Großzehe oder durch lang dauernde äußere Druckbelastung (Schuhe). Bei der rheumatoiden Arthritis tritt sie meist in Folge einer Instabilität des Großzehenzwischengelenkes auf. Am häufigsten kommt der Hallux valgus interphalangeus in Kombination mit einem klassischen Hallux valgus vor.

#### Was ist das Problem?

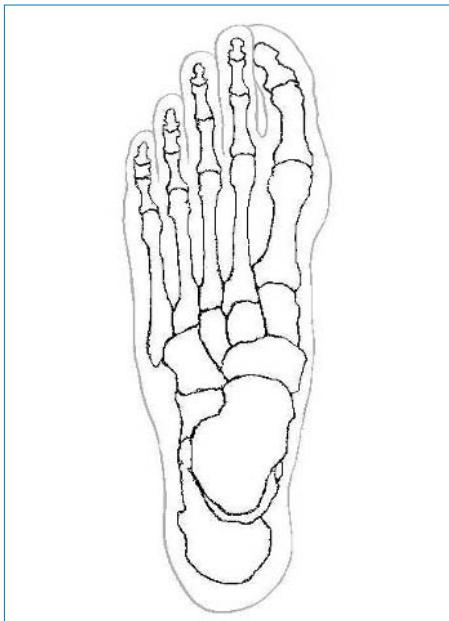
Die Großzehenkrümmung führt zu einer Druckbelastung auf die benachbarten Kleinzehen. Es kommt zu schmerhaften Druckstellen und / oder zu Deformationen der Kleinzehen.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Spezielle Abklärungen sind meist nicht notwendig. In aller Regel wird eine Röntgenuntersuchung durchgeführt, um die Knochenachsen des Vorfußes zu bestimmen und um keine andere Problematik zu verpassen.

#### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Die Wahl von bequemen Schuhen ist generell zur Gesunderhaltung der Füße empfehlenswert. Nicht-ope-



**Abb. 12a.** Schema Hallux valgus interphalangeus



**Abb. 12b.** Rx Hallux valgus interphalangeus (mit Hallux rigidus)

rative Behandlungsmethoden zielen auf eine Linderung der Symptome hin. Meist kommen Silikonpolster o. Ä. zwischen den Zehen zum Einsatz.

### **Weshalb die Operation?**

Vermögen die konservativen Maßnahmen für eine gute Lebensqualität nicht mehr zu genügen, kann die Operation, je nach Schmerzempfindung und Ansprüchen an den Fuß, diskutiert werden. Dieser Entscheid muss individuell gefällt werden. Nur mit der Operation gelingt es, die Großzehenform zu korrigieren und damit das Problem an seiner Wurzel zu packen.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das erste Operationsziel ist die Schmerzreduktion, das zweite die Kosmetik des Vorfußes. Häufig gilt für den Vorfuß: je näher sich der Operateur der Normalform des Fußes annähert, desto größer die Chance auf eine Schmerzreduktion. Eine schöne Form bedeutet meist eine gute Funktion. Die Kosmetik des Vorfußes spielt somit durchaus eine wichtige Rolle in der Hallux-Chirurgie. Die Korrektur des isolierten Hallux valgus interphalangeus ist weniger aufwändig und kompliziert wie der Hallux valgus. Die Operation zeigt eine gute Prognose, Ideal und Realität lassen sich meist gut annähern.

## Operationsprinzip und Planung

Die gekrümmte Großzehe soll begradigt werden. Die gängigste Methode beinhaltet die Entnahme eines dreieckförmigen Knochenkeils an der medialen Basis des Großzehengrundgliedes. Durch die Größe des Keils kann das Ausmaß der Korrektur bestimmt werden. Die zu korrigierende Achse sowie die Keilgröße werden auf dem Röntgenbild analysiert.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Durch einen medialen Hautschnitt an der Großzehe wird der Knochen des Großzehengrundgliedes dargestellt. Die in der Nähe liegenden Gefäße und Nerven werden dargestellt und weggehalten. Kleine Blutgefäße werden koaguliert, sodass die Operation blutfrei durchgeführt werden kann. Das Großzehengrundgelenk wird nicht eröffnet. Mit einer Säge wird ein dreiecksförmiger medialer Knochenkeil entnommen, meist an der Basis des Grundgliedes, da hier der Knochen seine beste Heilungstendenz aufweist. Mit einem Schräubchen, Draht o.Ä. wird der Knochen in seiner korrigierten Stellung fixiert. Die Haut wird verschlossen.

## Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Neben den üblichen Operationsrisiken sind bei diesem Eingriff keine speziellen Zusatzrisiken zu erwähnen.

## Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Mit einem speziellen Hallux-Schuh ist der Vorfuß ab dem ersten Tag nach der Operation voll belastbar. Bis zur gesicherten Wundheilung werden regelmäßig Verbandswechsel durchgeführt. Die Fadenentfernung erfolgt etwa zwei Wochen nach dem Eingriff. Zur Beurteilung der Knochenheilung und Entscheid für den Übergang zur Vollbelastung ohne Spezialschuh wird eine Röntgenkontrolle 4 Wochen nach dem Eingriff durchgeführt.

## Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 4 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 6 bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 2. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 3. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können meist etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

### 3.1.3 Hallux rigidus

Als Hallux rigidus bezeichnet man eine sich verstiefende Großzehe. Die Ursache liegt in der Minderbeweglichkeit des Großzehengrundgelenkes meist infolge einer beginnenden Arthrose. Die Arthrose ihrerseits ist meist die Folge von Abnutzungerscheinungen oder langjährige Folge von Verletzungen des Gelenkes. Die Tendenz zur Entwicklung einer Arthrose in diesem Gelenk scheint familiär gehäuft aufzutreten. Männer sind häufiger betroffen als Frauen.

#### Was ist das Problem?

Mit der Abnahme des Gelenkkorpels lagert sich zusätzlicher Knochen um das Gelenk an. Dies führt einerseits zur Abnahme der Beweglichkeit und meist zu Schmerzen im Gelenk v.a. in der Position der maximalen Zehenstreckung. Grund hierfür ist ein Einklemmphänomen der Gelenkschleimhaut zwischen den Knochenzacken des Arthrosegelenkes. Im Endstadium ist das Gelenk praktisch vollständig steif.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Diagnose kann durch die manuelle Untersuchung und mit einem Röntgenbild gestellt werden. Zusätzliche Abklärungen sind im Normalfall nicht notwendig.

#### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Effiziente vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Die beste nicht-operative Therapie beinhaltet die Schuhanpassung. Ziel ist die Verminderung der Bewegungen im Großzehengrundgelenk beim Gehen. Dies wird durch eine Versteifung der Schuhsohle kombiniert mit einer Abrollrampe im Vorfußbereich erreicht.

#### Weshalb die Operation?

Vermögen die konservativen Maßnahmen für eine gute Lebensqualität nicht mehr zu genügen, kann die Operation diskutiert werden. Dieser Entscheid muss je nach Schmerzempfindung individuell gefällt werden.

#### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel der Operation ist die Schmerzreduktion, die gerade beim Hallux rigidus erfolgreich erreicht wird. Bei nicht beherrschbaren Schmerzen sollte mit der Diskussion um die Operation nicht allzu lange zugewartet werden.

#### Operationsprinzip und Planung

Drei grundsätzliche Operationsmöglichkeiten stehen beim arthrotischen



Abb. 13a. Hallux rigidus



Abb. 13b. Rx Hallux rigidus

Legende:

1. Exostosen
2. Knorpeldefekt
3. Synovitis

Grundgelenk zur Verfügung. Die **Gelenkstoilette**, die **Gelenksprothese** und die **Versteifung**.

Die so genannte **Gelenkstoilette** beinhaltet die Beseitigung der arthrosebedingten Extraknochen und die Reduktion der gereizten Gelenksschleimhaut, eventuell kombiniert mit Knorpelanbohrungen. Gemäß Studien wird durch die Anbohrung eine minime Regeneration des Knorpels angeregt. Je nach Knorpelzustand und -verteilungsmuster kann eine Änderung der Position des Mittelfußknochens im Gelenksbereich durchgeführt werden. Der Entscheid für die richtige Kombination dieser Operationsschritte erfolgt durch den Chirurgen während des Eingriffes aufgrund der Gelenkssituation, da der Zustand des Knorpelgewebes im Röntgenbild nur abgeschätzt werden kann.

Die Gelenkstoilette macht nur Sinn im Frühstadium der Arthrose, d.h. wenn der Gelenksknorpel noch nicht übermäßig abgenutzt ist. Sind schon beträchtliche Anteile der knorpeligen Gelenksfläche teilweise oder vollständig zerstört, muss die Prothese oder die Versteifung diskutiert werden. Ob dies notwendig ist, lässt sich häufig schon aufgrund der Untersuchung und des Röntgenbildes vor der Operation abschätzen.

Die **Gelenksprothese** soll die knorpeldefekte Gelenksoberfläche wieder herstellen und so die Schmerzen beseitigen. Es gibt Modelle aus Metall oder Silikon. Die Prothese hat den Vorteil, dass ein Teil der Gelenksbeweglichkeit erhalten bleibt. Im Unterschied zu den großen Gelenken (Hüfte, Knie usw.) funktionieren die Prothesen am Großzehengrundgelenk noch nicht regelmäßig zur Zufriedenheit von Arzt und Patient. Sie werden nach dem derzeitigen Stand des Wissens nur in Ausnahmefällen verwendet und deshalb hier nicht weiter beschrieben.

Die **Versteifung** des Grundgelenkes ist die sicherste Methode zur effizienten Schmerzbefreiung beim Hallux rigidus. Entgegen der Befürchtung der meisten Patienten ist ein praktisch normales Abrollmuster möglich. Der Fuß vermag den Verlust an Beweglichkeit mit den benachbarten Gelenken sehr gut zu kompensieren. Die meisten Sportarten sind so noch möglich.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Bei der Gelenkstoilette als auch bei der Versteifung wird durch einen Hautschnitt an der medialen Seite der Großzehe der Knochen des Großzehengrundgliedes dargestellt. Die in der Nähe liegenden Gefäße und Nerven werden dargestellt und weggehalten. Kleine Blutgefäße werden koaguliert, sodass die Operation blutfrei durchgeführt werden kann. Das Gelenk wird eröffnet und der Gelenksraum inspiziert. Je nach Befund erfolgt jetzt der definitive Entscheid zur geeigneten Operationstechnik.

Bei der **Gelenkstoilette** werden die Extraknochen (Exostosen) um das Gelenk entfernt und alle die Beweglichkeit des Gelenkes einschränkenden Elemente

gelöst oder entfernt. Häufig ist die Gelenksschleimhaut durch chronisches Einklemmen zwischen den Exostosen entzündlich verdickt und muss ebenfalls reduziert werden. Weitere Maßnahmen hängen von der Qualität des Gelenksknorpels ab. In vielen Fällen finden sich Zonen mit fehlendem Knorpel. Diese Zonen befinden sich häufig dorsal im Gelenk (gegen den Fußrücken hin). Manchmal kann der Gelenksknochen am Mittelfuß so nach oben gedreht werden, dass der noch vorhandene Knorpel optimal in die Hauptbelastungszone des Gelenkes zu liegen kommt. Der korrigierte Knochen wird mit einem Schräubchen oder Draht fixiert. Gelenkskapsel und Haut werden danach schichtweise verschlossen.

Der Entscheid zur **Versteifung** (Arthrodese) erfolgt, falls der Gelenksknorpel gar nicht mehr oder nur noch bruchstückhaft vorhanden ist. Bei der Operation wird der noch vorhandene Knorpel vollständig entfernt. Das Ziel der Arthrodese ist das vollständige Zusammenwachsen der beiden Gelenksknochen zu einer stabilen Einheit. Die beiden Gelenksknochen werden so präpariert, dass eine möglichst kongruente Kontaktfläche entsteht. Dies ist wichtig für eine fristgerechte und stabile Knochenüberbrückung. Dann werden die Knochenflächen aneinandergefügt und mit Schräubchen komprimiert und/oder mit einem Plättchen fixiert. Neben der Operationstechnik ist die korrekte dreidimensionale Positionierung der Großzehe sehr wichtig. Trotz der Arthrodese



Abb. 14a. Fixation Arthrodese MP I



Abb. 14b. Rx Arthrodese MP I

soll einerseits ein gutes Abrollen, andererseits aber auch das Tragen von geschlossenen Schuhen möglich sein. Gelenkskapsel und Haut werden danach schichtweise verschlossen.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Die Hallux rigidus-Operationen sind risikoarm und wenig belastend für den Organismus. Neben den allgemeinen Operationsrisiken (siehe Kap. 7.2) kann es zu einem Nichteinheilen der Arthrodesenflächen kommen. Die gewählte Großzehenstellung kann den Abrollvorgang hemmen oder erweist sich im täglichen Leben als nicht optimal für das Tragen von geschlossenen Schuhen. Beide Fälle sind nicht sehr häufig und können bei Bedarf durch eine Korrekturoperation gelöst werden. Selten stört das Implantatmaterial, das dann bei gesicherter Knochenheilung entfernt werden kann.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Wie bei vielen Fußeingriffen kann die Rehabilitationsphase in zwei Zeitabschnitte eingeteilt werden: die Entlastungsphase und die Belastungsphase. In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die knöcherne Verfestigung der Arthrodese benötigt im Minimum 4 Wochen. Dies wird mit einem Röntgenbild 4 Wochen nach der Operation kontrolliert. Darauf basierend entscheidet der Operateur, wie der weitere Belastungsaufbau zu erfolgen hat.

Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und 1 Jahr nach der Operation andauern. Der Grund hierfür sind die Gewebsbeschaffenheit des Fußes, die tiefe Lage und die Entfernung zum Herzen, welche Rückstauungen begünstigen. Zudem kann der Fuß nicht effizient entlastet werden. Dies gilt im Speziellen bei Eingriffen an beiden Füßen gleichzeitig.

In der Entlastungsphase gibt es verschiedene Möglichkeiten, um dem Patienten eine frühzeitige volle Belastung des operierten Fuß zu erlauben. Spezielle Schuhe ermöglichen es, den operierten Vorfuß teilzuentlasten und das Gewicht beim Abrollen v. a. auf die Ferse und den Mittelfuß zu verteilen. Der Spezialschuh wird am ersten Tag nach der Operation angepasst. Er wird tagsüber für etwa 4 Wochen getragen. Bei Bedarf wird ein Gegenschuh abgegeben, um einen Höhenausgleich herzustellen. Dies ist v. a. bei Patienten mit Rückenschmerzen sinnvoll. Stöcke werden bei Bedarf für die ersten Gehversuche als Hilfe für die Balance abgegeben, sind aber eigentlich von der Schuhfunktion her unnötig.

In der **Belastungsphase** können meist Schuhe mit flachen Sohlen getragen werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Durch-

schnitt muss nach einer Großzehengrundgelenkoperation 3 bis 6 Monate zugewartet werden, bis elegante Schuhe wieder passen. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 8 Wochen nach der Operation erreicht.

#### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 4 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 6 bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z. B. Halbtagspensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 2. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 3. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können meist ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

#### 3.1.4 Bunionette-Deformität

Als Bunionette-Deformität bezeichnet man das spiegelbildliche Gegenstück zum Hallux valgus am fünften Strahl, d.h. an der Kleinzehe. Der Winkel zwischen dem vierten und fünften Mittelfußknochen ist vergrößert. Manchmal

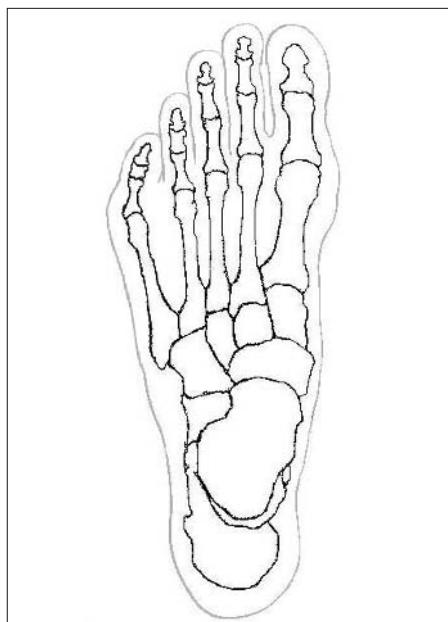


Abb. 15a. Schema Bunionette



Abb. 15b. Rx Bunionette

tritt die Deformität isoliert auf, meist aber in Kombination mit einem Hallux valgus oder einer Spreizfüßigkeit. Frauen sind häufiger betroffen als Männer. Das Ausmaß der Deformität besagt nichts über den Grad der Schmerhaftigkeit. Analog zum Hallux valgus spielt die Veranlagung eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Deformität.

### Was ist das Problem?

Die beschriebenen Zusammenhänge beim Hallux valgus gelten im Wesentlichen auch für die Bunionette-Problematik. Meist stört das fünfte Mittelfußköpfchen an dessen Außenseite in geschlossenem Schuhwerk. Gelegentlich kommt es zu Druckstellen zwischen der vierten und fünften Zehe.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Diagnose der Bunionette-Deformität wird bei der manuellen Untersuchung gestellt. Das Röntgenbild zeigt die Form und das Ausmaß der Winkelabweichung zwischen dem vierten und fünften Mittelfußknochen. Spezielle Abklärungen sind nicht nötig.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugen kann man dieser Deformität nicht. Die nicht-operativen Therapien beinhalten meist eine lokale Druckentlastung mit Silikon o.Ä. und das Tragen von schmerzreduzierendem Schuhwerk.

In Analogie zum Hallux valgus wichtig ist die Unterscheidung zwischen einer flexiblen, nicht-fixierten und einer fixierten Bunionette-Deformität.

Bei der **flexiblen** Deformität kann die Fehlstellung durch den Patienten selbst (aktiv) oder durch den Untersucher (passiv) in die Normalstellung zurückgeführt werden. Diese Fehlstellungen sind einer konservativen Therapie am besten zugänglich. Am elegantesten sind Therapieformen zur aktiven Bearbeitung der Fehlstellung, z.B. Spiraldynamik und Physiotherapie. Auch Einlagen können nützlich sein. Das Anpassen von Einlagen ist in der Regel ein längerer Prozess und erfordert vom Patienten als auch vom Orthopädiertechniker einiges an Geduld. Das Ziel ist in erster Linie die Schmerzreduktion bei möglichst optimaler Rückführung des Vorfußes zur Idealform hin.

Bei **fixierter** Deformität sind die Erfolgsschancen auf konservativem Wege leider deutlich schlechter. Die Fehlstellung lässt sich von außen nicht mehr beeinflussen. Es wird versucht, die durch die Großzehen- und ev. Kleinzehendeformität verursachten Probleme zu reduzieren. Es handelt sich also um eine Therapie der Symptome. Am häufigsten kommen Polsterungen, Einlagen, Gummibänder, Silikonweichbettung, Spezialschuhe und anderes mehr zum Einsatz. Ob diese Maßnahmen helfen, zeigt sich individuell. Allgemeine Merksätze lassen sich nicht aufstellen.

### Weshalb die Operation?

Nur mit der Operation gelingt es, die Vorfußform bleibend zu korrigieren und damit das Problem an seiner Wurzel zu packen.

Das Ziel der Bunionette-Operation ist in erster Linie die Schmerzreduktion und in zweiter Linie die ästhetische Wiederherstellung der Vorfußform. Stimmt die Ästhetik, sind in aller Regel auch die Vorfußachsen korrekt wiederhergestellt und kann eine Schmerzreduktion erwartet werden. Die Operationsdiskussion soll geführt werden, wenn die konservativen Therapieversuche nicht zu genügen vermögen. Die Deformierungsprozesse an den Vorfüßen sind in der Regel derart langsam, dass sich eine abwartende Haltung nicht automatisch negativ auf das später zu erwartende Operationsresultat auswirkt. Erst wenn der persönliche Bedarf an Information gesättigt und das Vertrauen in den Chirurgen gegeben ist, soll sich der Patient für eine Operation entscheiden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das ideale Behandlungsziel in der Bunionette-Chirurgie wäre die vollständige Schmerzbefreiung bei vollständiger Formkorrektur des Vorfußes. Beim gesunden Patienten lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ein sehr gutes Resultat voraussagen. Dies betrifft die Schmerzbefreiung als auch die Formgebung. Bereits durchgeführte Voroperationen, schlechte Durchblutung, Diabetes mellitus oder ausgeprägte Osteoporose reduzieren die Prognose des Operationsresultates. Das realistische Behandlungsziel bei der Kleinzehensballen-Chirurgie ist individuell definiert, wobei persönliche Erwartungen des Patienten ebenso mitspielen. Die Aufgabe des Fußchirurgen ist hierbei, die Erwartungen des Patienten aufzunehmen und in Abhängigkeit der vorhandenen biologischen und technischen Möglichkeiten zu relativieren.

### Operationsprinzip und Planung

Die Schmerzreduktion erfolgt fast immer über die Druckentlastung durch Wegnahme des Überbeines unter gleichzeitiger Korrektur der Knochenachsen. Alle gängigen Methoden halten sich an drei Grundprinzipien:

1. Lösen von Kapsel und Bändern (und ev. Sehnen) am Grundgelenk der fünften Zehe
2. Korrektur der Knochenachsen
3. Spannungsfreier Kapselverschluss des Zehengrundgelenkes.

Neben der Fußuntersuchung spielt das Röntgenbild immer noch eine wichtige Rolle bei der Operationsplanung, wobei folgende Punkte analysiert werden:

- Wie groß ist der Winkel zwischen dem vierten und fünften Mittelfußknochen und mit welcher Methode der Knochenverschiebung kann der fünfte Knochen an den vierten herangeführt werden?

- Wie sind die Längenverhältnisse gegenüber den anderen Mittelfußknochen und Kleinzehen? Welche Methode erhält die Harmonie dieser Skelettanteile zueinander am besten?

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt am Fußaußenrand über dem Kleinzehengrundgelenk. Dadurch sind die Gefäße und Nerven zur fünften Zehe am besten geschützt. Die kleinen Blutgefäße werden mit hochfrequenten Wechselströmen verödet, man sagt koaguliert. Die gesamte Operation kann so bei sorgfältiger Technik blutfrei vorgenommen werden. Nach der Haut und dem Unterhautfettgewebe gelangt man auf die bindegewebige, derbe Gelenkkapsel. Sie ist von segeltuchartiger Konsistenz und wird ebenfalls längs eingeschnitten. Im Rahmen der Bunionette-Deformität sind v.a. die gegen die vierte Zehe gerichteten Kapselanteile kontrakt zusammengezogen und müssen gelöst werden. Das Grundgelenk soll aus seiner Verspannung gelockert werden, sodass es sich auch nach der Achsenkorrektur am Mittelfußknochen, ohne in eine Richtung zu ziehen, gut bewegen lässt. Das Ausmaß der Beweglichkeit des Gelenkes, seine Grundstellung wie auch die Rückfallquote werden hier wesentlich bestimmt. Dies ist einer der wichtigsten Schritte überhaupt und maßgeblich für den Operationserfolg verantwortlich.

Die Balancierung des Gelenkes erfolgt in der Regel mit dem Skalpell von innen durch den Gelenksraum, kann jedoch je nach Operationstechnik auch von außen via separaten Minischlitt erfolgen. Als nächstes erfolgt nun der zweite wichtige Operationsschritt. Der fünfte Mittelfußknochen wird nahe dem Grundgelenk mit einer Säge präzise durchtrennt und der gelenksnahe Knochen gegen den vierten hin gedreht. Damit wird die Hauptursache der Bunionette-Deformität, nämlich der ausladende Winkel zwischen den beiden äußeren Mittelfußknochen, korrigiert. Ist die richtige neue Position des fünften Mittelfußknochens gefunden, wird diese provisorisch fixiert und die neue Stellung der Knochen mittels Röntgendifurchleuchtung kontrolliert. Nun wird die Stellungskorrektur mit Schräubchen definitiv fixiert. Der Knochen verheilt innert 4–6 Wochen und ist dann auch ohne Spezialschuhe oder sonstige Hilfen belastungssabil. Die Schräubchen sind dann eigentlich überflüssig, werden aber in den meisten Fällen belassen, da sie in der Regel nicht stören und so eine unnötige Operation verhindert wird. Es folgt die Entfernung des Überbeines am äußeren Anteil des Grundgelenkes. Zuletzt folgt der schichtweise Verschluss der Gewebeeschichten, wobei der Verschluss der Gelenkkapsel die wichtigste Rolle spielt. Abschließend wird ein Röntgenbild zur Kontrolle der Positionen, der Korrekturachsen sowie der Schraubenlängen durchgeführt.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Neben den allgemeinen Operationsrisiken (siehe Kap. 7.2) kann es zu wiederkehrenden Kleinzehenballenschmerzen oder zu erneuter Kleinzehenabweichung kommen. Sehr selten erweist sich das Implantatmaterial als störend und kann mit einer Zweitoperation entfernt werden.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Wie bei vielen Fußeingriffen kann die Rehabilitationsphase in zwei Zeitschnitte eingeteilt werden: die Entlastungsphase und die Belastungsphase.

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die knöcherne Verfestigung des fünften Mittelfußknochens benötigt im Minimum 4 Wochen. Dies wird mit einem Röntgenbild 4 Wochen nach der Operation kontrolliert. Darauf basierend entscheidet der Operateur, wie der weitere Belastungsaufbau zu erfolgen hat. In der Entlastungsphase gibt es verschiedene Möglichkeiten, um dem Patienten eine frühzeitige volle Belastung des operierten Fußes zu erlauben. Spezielle Schuhe ermöglichen es, den operierten Vorfuß teilzuentlasten und das Gewicht beim Abrollen vor allem auf die Ferse und die Fußwurzel zu verteilen. Der Spezialschuh wird meist schon am ersten Tag nach der Operation angepasst. Er muss tagsüber für etwa 4 Wochen getragen werden. Bei Bedarf wird ein Gegenschuh abgegeben, um einen Höhenausgleich herzustellen. Dies ist vor allem bei Patienten mit Rückenschmerzen sinnvoll. Stöcke werden bei Bedarf für die ersten Gehversuche als Hilfe für die Balance abgegeben, sind aber von der Schuhfunktion her unnötig.

Die **Belastungsphase** beginnt, wenn das Kontrollröntgenbild eine stabile Knochenkorrektur zeigt, also meist nach 4 Wochen. Schuhe mit flachen Sohlen können dann getragen werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und 1 Jahr nach der Operation andauern. Der Grund hierfür sind die Gewebsbeschaffenheit des Fußes, die tiefe Lage und die Entfernung zum Herzen, welche Rückstauungen begünstigen. Zudem kann der Fuß häufig nicht effizient entlastet werden. Dies gilt im Speziellen bei Eingriffen an beiden Füßen gleichzeitig. Ein normales Gangbild wird etwa 8 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 4 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 6 bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z. B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 2. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 3. Monat postoperativ möglich. Modische Damenschuhe können meist ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

### 3.1.5 Unguis incarnatus

Unguis incarnatus bedeutet eingewachsener Zehennagel. Meist ist der Großzehennagel am inneren und/oder am äußeren Nagelrandwall betroffen. Der Nagel wächst dabei seitlich in den Nagelrandwall und kann zu chronischen eitrigen Entzündungen führen. Ursache können Schuhe, unsachgemäße Nagelpflege, Verletzungen oder eine Hallux-Fehlform mit übermäßiger lokaler Belastung sein. Familiäre Häufungen dieses Leidens werden beschrieben. Grunderkrankungen wie chronisch erhöhter Blutzuckerspiegel (Diabetes mellitus), Nervenleiden oder arterielle Verschlusskrankheiten können dem Problem Vorschub leisten.

#### Was ist das Problem?

Der einwachsende Nagel führt zur Reizung und Verletzung des Nagelrandwalles an seiner Innen- und/oder Außenseite. Der Nagel gräbt sich in die Tiefe der Haut und ermöglicht so eine bakterielle Besiedlung und chronische Entzündung des umgebenden Gewebes. Die Folge sind sehr starke Schmerzen. Häufig entstehen eitrige Wunden. Geschlossene Schuhe können meist nicht mehr getragen werden.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Das Krankheitsbild ist typisch, die Diagnose kann rein klinisch gestellt werden. Ein Röntgenbild wird häufig zum Ausschluss einer knöchernen Ursache angefertigt.

#### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugend sind lokale Druckentlastung und korrekte Nagelpflege. Nicht-operative Behandlungen richten sich auf die Entzündungshemmung (antibiotische Salben, Kamillenfußbäder etc). Die regelmäßige sachgemäße Pediküre ist v.a. bei Patienten mit Diabetes mellitus oder Durchblutungsstörungen von großer Wichtigkeit.

#### Weshalb die Operation?

Die Operationsdiskussion erfolgt, wenn herkömmliche konservative Methoden nicht genügend Erfolg zeigen. In vielen Fällen neigen eingewachsene Zehennägel zu immer wieder auftretenden Symptomen (Rezidiven). Die Operation vermag das Problem in den allermeisten Fällen zu beseitigen.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Behandlungsziel ist die Infektions- und Schmerzbeseitigung sowie die Rezidivprophylaxe. Die Operation weist eine hohe Erfolgsrate auf. Bei unsachgemäßer Durchführung jedoch kommt es unweigerlich zu Rezidiven.

### **Operationsprinzip und Planung**

Die meistangewandte Technik basiert auf einer teilweisen Entfernung der Nagelwurzel im Bereich der Problemzone. Die Nagelwurzel liegt unsichtbar an der Nagelbasis unter der Haut und ist die Zone des Nagelwachstums. Wichtig ist die vollständige Entfernung der Nagelwurzel im Zielbereich. Meist wird mit dem kleinen Teil der Nagelwurzel auch ein schmaler Streifen des randständigen Nagels entfernt.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Der Nagel in der betroffenen Region wird mit einer Schere längsgespalten und der Schnitt mit dem Skalpell kurzstreckig weitergeführt. Der Nagelrandwall, d.h. die Haut am Nagelrand, wird ebenfalls weggeschnitten. Nun wird die Nagelwurzel dargestellt und minutiös entfernt. Die Nagelwurzel kann auch mit Lauge behandelt und so das Nagelwachstum gestoppt werden. Die Haut wird dann an den Nagel angenäht. Der Faden kann dabei durch den Nagel via vorbereitete Löcher geführt werden.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Das häufigste Risiko bei diesem Eingriff ist die Infektion oder die chronische Entzündung. Am zweithäufigsten ist das Rezidiv, d.h. das Wiederauftreten der Problematik durch unsachgemäße oder unvollständige Bearbeitung der Nagelwurzel.

### **Wie sind die Abläufe nach der Operation?**

Nach der Operation ist eine relative Ruhigstellung z.B. durch einen Hallux-Spezialschuh bis zur gesicherten Wundheilung empfehlenswert. Zudem sollte in den ersten Tagen nach der Operation eine zu hohe lokale Druckbelastung vermieden werden. Tägliche Kamillenbäder wirken beruhigend für das operierte Gewebe. Die Belastung kann rasch nach Maßgabe der Beschwerden gesteigert werden.

### **Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?**

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 Woche einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 3 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 4 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 2. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 3. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können meist ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

### 3.1.6 Kleinzehendeformationen

Die häufigsten Formen der Kleinzehendeformation sind die **Hammerzehe** und die **Krallenzehe**.

Bei der **Hammerzehe** steht die kontrakte Beugung im Zehenendglied im Vordergrund. Die Hammerzehe kann als Zehenform definiert werden, bei der die Zehenspitze im Stehen den Fußboden berührt. Sie tritt überwiegend an den Kleinzehen, seltener auch an der Großzehe auf. Die Ursachen sind vielfältig, immer resultiert ein Kräfteungleichgewicht zwischen den Zehenstrecker-

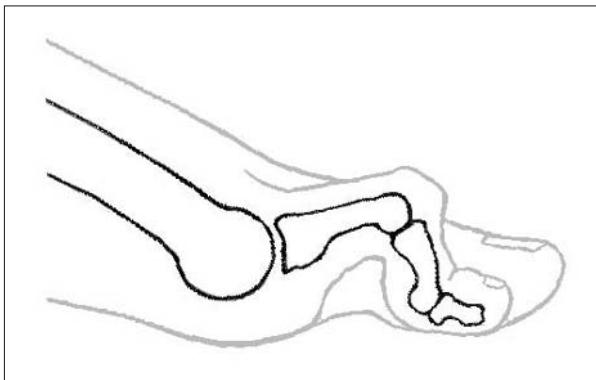


Abb. 16a. Schema Hammerzehe

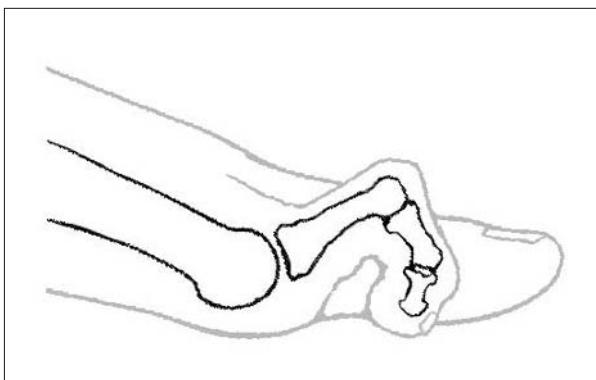


Abb. 16b. Schema Krallenzehe

muskeln und Zehenbeugemuskeln. Der Übergang von der Hammerzehe zur Krallenzehe ist fließend.

Bei der **Krallenzehe** steht die kontrakte Überstreckung der Zehe im Grundgelenk im Vordergrund (Dorsalextension). Die Krallenzehen können als Zehenform definiert werden, bei der die Zehenspitze den Boden nicht mehr berührt. Auch hier sind die Entstehungsursachen vielfältig, es resultiert immer ein Ungleichgewicht zwischen den Zehenstreckern und den Beugern. Kleinzehendeformitäten sind häufig in Zusammenhang mit Spreizfüßigkeit und Hallux valgus-Fehlstellungen zu finden. Hier drückt der Hallux seitlich auf die Kleinzehen und der Schuh von vorne. Die Kleinzehen werden so in eine Fehlstellung gedrängt. Auch eine im Vergleich zur Großzehe überlange zweite Zehe kann durch Schuhe unter Druck geraten. Seltener verursacht eine verkürzte Wadenmuskulatur beim Anheben des Fußes die übermäßige Anspannung der Kleinzehen nach oben. Beim Anfersen in der Landephase des Gehens werden so die Kleinzehen chronisch überbeansprucht, was unter Umständen nach Monaten eine bleibende Fehlstellung verursachen kann. Man spricht von einem **Rekrutierungsphänomen**, da die Kleinzehenstreckersehnen übermäßig rekrutiert, d.h. angespannt werden müssen.

### Was ist das Problem?

Die meisten Kleinzehendeformitäten verursachen heftige Schmerzen entweder über den Gelenken oder an der Endgliedspitze. Manchmal können Schmerzen unter den Mittelfußköpfchen entstehen. In diesen Fällen zieht die deformierte Kleinzehe das Fettgewebe polster der Kleinzehenballen von der Fußsohle weg nach vorne oben. Der Patient hat den Eindruck, direkt auf den Mittelfußknochen zu gehen, was sehr schmerhaft sein kann.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

In seltenen Fällen muss durch eine neurologische Untersuchung eine Muskel-dysfunktion als Ursache der Kleinzehendeformität ausgeschlossen werden.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Effiziente vorbeugende Maßnahmen sind leider nicht bekannt. Bei flexiblen, d.h. nicht eingesteiften Zehenfehlstellungen, kann versucht werden, mit Bewegungstherapie die Vorfußform günstig zu beeinflussen. Ist die Fehlstellung einmal fixiert, kann in aller Regel nur noch eine Linderung der Symptome erfolgen. Am häufigsten kommen die Kleinzehen redressierende Bandagen oder Silikonpolster zur Anwendung.

### Weshalb die Operation?

Die Operationsdiskussion soll geführt werden, wenn die konservativen Thera-

pieversuche nicht zu genügen vermögen. Nur die Operation vermag das Ungleichgewicht der Sehnenzüge zu verbessern. Die Deformierungsprozesse an den Kleinzehen sind in der Regel jedoch langsam, sodass sich eine abwartende Haltung nicht automatisch negativ auf das später zu erwartende Operationsresultat auswirkt. Erst wenn der persönliche Bedarf an Information gesättigt und das Vertrauen in den Chirurgen gegeben ist, soll sich der Patient für eine Operation entscheiden.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Ziel der Kleinzehen-Operation ist in erster Linie die Schmerzreduktion und in zweiter Linie die ästhetische Wiederherstellung der Vorfußform. Stimmt die Ästhetik, kann in aller Regel eine Schmerzreduktion erwartet werden. Durch die Kleinzehenstreckung soll es wieder möglich sein, schmerzfrei einen geschlossenen Schuh zu tragen. Die Prognose für die Schmerzbefreiung ist bei sorgfältiger Planung und Durchführung der Operation gut. Moderne Methoden nehmen Rücksicht auf die Zehenlänge, -position und -spannung.

### **Operationsprinzip und Planung**

Bei der Kleinzehenchirurgie handelt es sich um eine anspruchsvolle Arbeit. Das Operationsprinzip richtet sich nach der Grundproblematik. Wichtig ist die Unterscheidung zwischen einer fixierten und einer unfixierten Fehlstellung. Auch das Ausmaß und die Lokalisation der Fehlstellung beeinflussen die Wahl der Operationsmethode. Bei beweglichen Zehengelenken muss unter Umständen die Korrektur nur an den Sehnen oder der Kapsel des Zehengrundgelenkes durchgeführt werden. Bei bereits in Fehlstellung fixierten Zehengelenken wird häufig das Mittelglied der Kleinzehe in korrigierter Stellung versteift, um die Zehe bleibend gerade zu halten. Je nach Spannung im Kleinzehengrundgelenk müssen die Sehnenzüge der Strecker und Beuger zusätzlich ausbalanciert werden. Der Preis der Stellungskorrektur liegt in einem Teilverlust der Zehenbeweglichkeit. Da die Zehen im Vergleich zur Hand keine ausgeprägte Greiffunktion mehr besitzen, werden diese Korrekturmaßnahmen aber gut toleriert.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Bei Operationen am Zehenmittelgelenk erfolgt der Hautschnitt längs über dem Mittelgelenk. Mit einer Säge oder einem Zänglein wird das Gelenk unter Entfernung des Gelenkknorpels leicht verkürzt und dann mit einem geraden Draht fixiert. Alternativ kann auch mit Pflasterverbänden eine Stabilisierung erreicht werden. Muss am Zehengrundgelenk gearbeitet werden, erfolgt der Schnitt am besten quer über dem Grundgelenk, um später narbige Hautkontrakturen zu vermeiden. Das Ziel am Zehengrundgelenk ist immer eine span-



Abb. 17a. Darstellung PIP-Gelenk



Abb. 17b. Darstellung Streckersehnen

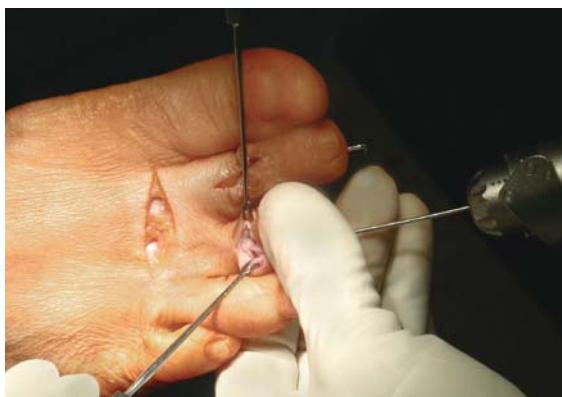


Abb. 17c. Fixation mit Kirschnerdraht

nungsfreie Situation. Dabei wird stufenweise vorgegangen. Die Streckersehnen werden gelöst und/oder verlängert, bis sich das Zehengrundglied lockert. Ist noch keine genügende Entspannung erreicht, kann das Zehengrundgelenk eröffnet werden. Am häufigsten wird dann eine Lösung der Gelenk kapsel durchgeführt. Erst wenn diese Maßnahmen für eine Entspannung des Grundgelenkes noch nicht ausreichen, wird eine Korrektur am Mittelfußköpfchen durchgeführt. Mit diesem sequentiellen Vorgehen gelingt es, auch sehr komplexe Kleinzehendeformitäten zu korrigieren.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Neben den allgemeinen Operationsrisiken besteht die Gefahr, dass eine Fehlstellung der Kleinzehen trotz Operation wieder auftritt, oder dass die Schmerzen andauern. Die Schwellungen der Kleinzehen nach deren operativer Korrektur nehmen mehrere Wochen in Anspruch. Das Operationsrisiko wird bei den komplizierten Zehenfehlstellungen durch die Gewebsbeschaffenheit des Vorfußes definiert. Bei schlechten Durchblutungsverhältnissen besteht die Gefahr von Gewebsnekrosen über dem Fußrücken oder der korrigierten Kleinzehen. Bei der Korrektur von schweren rheumabedingten Fehlstellungen ist speziell auf Wundheilungsstörungen zu achten, da die langjährige Einnahme von starken Medikamenten die Dicke und Resistenz der Haut und des Unterhautfettgewebes beeinflusst.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Kleinzehen verhalten sich bei operativen Korrekturen im Vergleich zum Hallux rebellisch. In der Phase nach der Operation muss deshalb mit umfangreichen Kontrollen die korrekte Zehenstellung überprüft und unter Umständen mit Manualtherapie und Haltebandagen gearbeitet werden. Kleinzehen bleiben nach der operativen Korrektur meist noch wochenlang leicht geschwollen. Kompressions-/Polsterbandagen aus Silikon können die Kleinzehenschwellung günstig beeinflussen. Für das Tragen von modischen Damenschuhen muss mit einer Wartezeit von mindestens 4 Monaten gerechnet werden. Falls Haltedrähte verwendet werden, können diese zwischen 2 und 4 Wochen nach der Operation entfernt werden.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 Woche einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 4 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 6 Wochen.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 2. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 3. Monat postoperativ möglich.

### 3.1.7 Metatarsalgien

Als Metatarsalgien bezeichnet man Schmerzen unter den Metatarsaleköpfchen (Mittelfußköpfchen). Die Metatarsalgien treten in absteigender Häufigkeit am zweiten bis vierten Strahl auf. Häufig ist das Auftreten in Zusammenhang mit einer Spreizfüßigkeit, mit dem Hallux valgus und / oder mit Kleinzehendeformitäten. Isolierte Metatarsalgien sind selten.

#### Was ist das Problem?

Schmerzen unter den Metatarsaleköpfchen entstehen, wenn sich lokal zuviel Druck aufbaut. Der häufigste Grund ist eine infolge Vorfußdeformität veränderte Druckverteilung auf den Vorfuß. Die zwei häufigsten Vorfußdeformitäten sind der Hallux valgus und die fixierte Krallenzehe. Im Falle der Hallux-Deformität führt die Entspannung der Plantaraponeurose zu einer vermehrten Beweglichkeit des ersten Strahles. Das Großzehengrundgelenk wird beim Abrollvorgang etwas mehr nach oben gedrückt und nimmt somit in der Hauptbelastungsphase weniger Gewicht auf. Kompensatorisch muss der zweite Mittelfußknochen mehr Gewicht aufnehmen als vorgesehen. Da er stabil mit der Fußwurzel verankert ist, kann er nicht ausweichen. Es kommt zur Überlastung des zweiten Metatarsaleköpfchens, zur Metatarsalgie. Der Fachmann fasst diesen Zusammenhang unter dem Begriff der **Transfermetatarsalgie** zusammen.

Bei den fixierten Krallenzehen stehen die Kleinzehengrundglieder in einer nach oben überstreckten Stellung (Dorsalflexionskontraktur). Diese Zehenstellung führt zu einem Weggleiten des wichtigen Fettgewebepolsters unter den Metatarsaleköpfchen nach vorne oben. Dadurch sind die Metatarsaleköpfchen gegenüber der Fußsohle nicht mehr gepolstert. Der Druck auf die Köpfchen nimmt zu, es kommt zu belastungsabhängigen Schmerzen, d.h. zur Metatarsalgie. Isolierte Krallenzehen mit Metatarsalgie kommen beim Hallux valgus oder bei Überlänge der zweiten Kleinzehe vor. Serienmetatarsalgien finden sich oft im Zusammenhang mit dem Rekrutierungsphänomen (siehe oben). Verwechslungsgefahr besteht mit der Morton'schen Neuralgie oder dem Morbus Köhler (siehe unten). Metatarsalgien nach Vorfußoperationen sind meist bedingt durch eine Störung der Längenverhältnisse der Mittelfußknochen oder durch Rezidive von Hallux- oder Kleinzehendeformitäten.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

In Zusammenhang von Kleinzehendeformitäten muss in unklaren Fällen eine neurologische Ursache der Metatarsalgien ausgeschlossen werden. Wird ein Morbus Köhler als Grund für die Metatarsalgie in Betracht gezogen, kann eine Magnetresonanzuntersuchung (MRI) hilfreich sein, um die Ausdehnung des Befundes zu beurteilen. Dies kann für die Wahl der Therapie hilfreich sein.

## Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Bei den flexiblen Vorfußdeformitäten, die gehäuft zu Metatarsalgien führen, können Bewegungstherapien durchaus im Sinne einer Prophylaxe oder Therapie eine günstige Wirkung entfalten. Fixierte Deformitäten in Zusammenhang mit Metatarsalgien können hingegen nur noch im Sinne der Symptombekämpfung angegangen werden. Schuhe mit weichen Sohlen, weich gepolsterte Einlagen oder Silikonbandagen kommen hier häufig zur Anwendung.

## Weshalb die Operation?

Nur die Operation vermag die Ursachen der Metatarsalgien zu korrigieren. Sie kommt zur Diskussion, wenn die Beschwerden durch die konservativen Therapieversuche nicht genügend bekämpft werden können. Das Ziel ist die Schmerzreduktion durch Verbesserung der Druckverteilung im Vorfußbereich. Dies bedeutet dann die Korrektur der Vorfußdeformität, also zum Beispiel eine Hallux- und / oder Kleinzehenkorrektur.

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das ideale Behandlungsziel ist die vollständige Schmerzbefreiung unter Erhaltung der Vorfußfunktion. Abhängig von der genauen Ursache der Metatarsalgie muss unter Umständen mit einem gewissen Funktionsverlust des Vorfußes gerechnet werden. Werden zum Beispiel die Hammerzehen korrigiert, um das Fettgewebspolster zu reponieren, wird eine gewisse Bewegungseinschränkung der Kleinzehen resultieren. Wie in allen Fällen muss der Operationsaufwand sorgfältig mit dem zu erwartenden Nutzen individuell abgewogen werden. Bei korrekter Ursachenanalyse besteht eine sehr gute Chance, die Metatarsalgien durch die Operation wesentlich zu beeinflussen. Nicht genug betont werden kann, dass bei allen Fußeingriffen mit einer länger dauernden Rekonvalenzphase zu rechnen ist.

## Operationsprinzip und Planung

Die Schmerzreduktion erfolgt bei den Metatarsalgien fast immer über die Druckentlastung durch Reposition des plantaren Fettgewebspolsters oder durch Wiederherstellung der ursprünglichen Anatomie der Mittelfußknochen. In vielen Fällen kommen die Prinzipien der Hallux- oder Kleinzehenchirurgie zum tragen (siehe oben). Das Fettpolster muss während der Operation nicht separat dargestellt werden. Durch die Korrektur der Kleinzehengelenkfehlstellung reponiert es sich automatisch unter die Köpfchen der Mittelfußknochen. Der effizienten Lösung der Weichteilkontrakturen um die Zehengrundgelenke kommt somit eine zentrale Bedeutung zu. Beim Rekrutierungsphänomen spielt die Verkürzung der Wadenmuskulatur für die Entstehung der Metatarsalgie eine Rolle. Hier muss unter Umständen neben der Kleinzehengelenkfehlstellung eine

Sehnenverlängerung im Bereich der oberflächlichen Wadenmuskeln durchgeführt werden. Metatarsalgien nach Voroperationen sind meist schwierig zu analysieren, die Lösungsprinzipien individuell und nicht allgemeingültig.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Müssen zur Behebung der Metatarsalgie ein Hallux valgus oder Kleinzehen korrigiert werden, richtet sich die Operationstechnik nach den in den jeweiligen Kapiteln beschriebenen Regeln. Manchmal ist es sinnvoll, die schmerzhaften Mittelfußköpfchen in ihrer Position zu korrigieren. In den meisten Fällen muss dann eine Verkürzung der Köpfchen und/oder ein Anheben geplant werden. Je nachdem, welche Korrekturposition beabsichtigt ist, wird der Operateur die Richtung der Knochenschnitte planen. Entsprechend kann dann das Mittelfußköpfchen in die neue Position geschoben und mit Schräubchen fixiert werden. Nach Voroperationen muss speziell auf die bereits vorhandenen Narben Rücksicht genommen werden.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Bei den Hallux valgus- und Kleinzehenkorrekturen gelten die bereits besprochenen Kriterien. Bei Korrekturen der Mittelfußknochen kann es zu verzögerter Knochenheilung kommen. Ist das Fettgewebspolster an der Fußsohle unter den Metatarsaleknochen bereits markant ausgedünnt, können die Schmerzen anhalten.

### **Wie sind die Abläufe nach der Operation?**

Die Abläufe nach der Operation richten sich nach der gewählten Operationsmethode. Es ist mit einer vierwöchigen Entlastungsphase mit einem Spezialschuh zu rechnen. Mit dem Kontrollröntgenbild wird dann der Übergang in die Belastungsphase eingeleitet. Die Abläufe richten sich nach den in den Kapiteln Hallux valgus und Kleinzehendeformitäten beschriebenen Grundsätzen.

### **Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?**

Auch hier richten sich die Grundsätze nach der gewählten Operationsmethode. Prinzipiell ist bei einer Korrektur der Kleinzehen zur Behandlung der Metatarsalgie mit einem schnelleren Heilungsverlauf zu rechnen als im Falle der Korrektur des Hallux oder der Mittelfußköpfchen.

#### **3.1.8 Köhler'sche Krankheit**

Die Köhler'sche Krankheit II ist auch unter dem Namen Freiberg'sche Krankheit bekannt. Es handelt sich um eine Erkrankung des Knochenknorpelgewebes der Mittelfuß(Metatarsale)-Köpfchen infolge einer Durchblutungsstörung des Knochens. Die genauen Ursachen sind unbekannt. Meistens ist das Köpf-

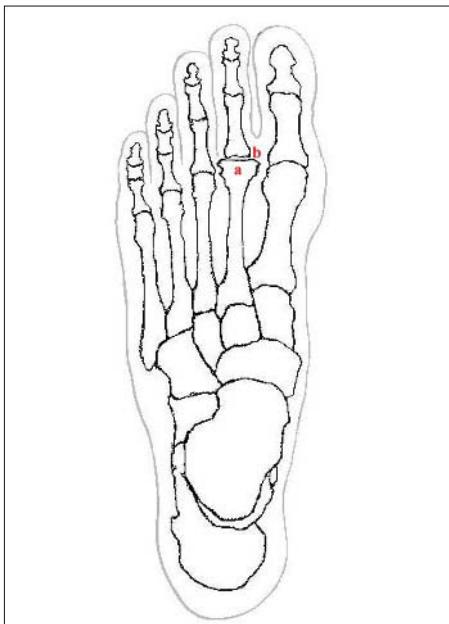


Abb. 18a. Schema Köhler II



Abb. 18b. Rx Köhler II

(a) Entrundung und Verbreiterung des Metatarsale-Köpfchens, (b) Verbreiterung des Gelenksspaltes

chen des zweiten Os metatarsale betroffen. Die Erkrankung betrifft bevorzugt Mädchen in der Pubertät. Die Erkrankung ist an sich harmlos aber langwierig. Die Symptome bleiben zu Beginn der Erkrankung unerkannt.

Unter der Köhler'schen Krankheit I versteht man ein ähnliches Krankheitsbild des Kahnbeines (Os naviculare). Sie tritt bereits zwischen dem 3. und 8. Lebensjahr in Erscheinung. Auch hier ist die Ursache der Durchblutungsstörung nicht bekannt. Meist heilt der Köhler I folgenlos ab.

### Was ist das Problem?

Die Minderdurchblutung des Knochengewebes und die Schädigung des Gelenksknorpels führen zu Schmerzen des belasteten Metatarsaleknochens. Im Spätstadium der Erkrankung können Exostosen um das Gelenk, Schleimhautwucherungen mit Einklemmphänomenen, lose Knorpelbezirke, freie Gelenkskörper, komprimierte Nerven in der Umgebung der Zehengrundgelenke oder eine Kombination dieser Faktoren als Schmerzfaktoren mitbeteiligt sein.

Häufig zeigen die Betroffenen zur Schmerzvermeidung ein asymmetrisches Abrollmuster des Fußes. Daraus wiederum können dann Folgeschmerzen an

anderen Orten des Fußes oder sogar an anderen Teilen des Bewegungsapparates entstehen. Die Erkrankung kann metatarsalgieähnliche Beschwerden hervorrufen. Die Diagnose wird deshalb häufig bei Verdacht auf Metatarsalgie im Sinne einer Ausschlussdiagnose gestellt. Anders als bei der Metatarsalgie ist das gesamte Zehengrundgelenk schmerhaft. Ab und zu werden, im Gegensatz zu den Metatarsalgien, auch Ruheschmerzen beschrieben. Zum Teil kommen Schwellungen vor. Im fortgeschrittenen Stadium sind oftmals knöcherne Höcker (Exostosen) durch die Haut über dem Gelenk tastbar.

### **Welche speziellen Abklärungen sind nötig?**

Im Frühstadium kann die Erkrankung nur mittels Magnetresonanz bestätigt werden. Im fortgeschrittenen Stadium zeigen sich die Knochenveränderungen auch im normalen Röntgenbild. Die Früherfassung erscheint wichtig für die Prognose der Erkrankung.

### **Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?**

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Der nicht-operativen Therapie kommt eine wichtige Rolle zu. Es scheint, dass der Therapieerfolg umso besser ist, je früher die Erkrankung erfasst wird. Hier kommen als erstes Einlagen mit einer so genannten retrocapitalen Abstützung zur Anwendung. Durch eine Pelotte unmittelbar vor der Linie der Mittelfußköpfchen wird eine lokale Druckentlastung erreicht. Häufig kann sich das Mittelfußköpfchen im Akutstadium der Erkrankung erholen und seine Durchblutung normalisieren. Auch im Spätstadium kann die Einlagentherapie in einigen Fällen erfolgreich sein und sollte zumindest versucht werden.

### **Weshalb die Operation?**

Helfen Einlagen und Weichsohlen nicht, kann die Operation diskutiert werden. Das Ziel ist hierbei natürlich die Schmerzreduktion unter möglichst weitgehender Erhaltung der Gelenksfunktion. Da es sich meistens um jüngere Patienten handelt, kommt der Funktionserhaltung und den ästhetischen Aspekten viel Bedeutung zu. Sind die Schmerzen derart groß, dass trotz Einlagen nur noch ein hinkendes Gangbild möglich ist und sich kompensatorische Schmerzen einstellen, sollte auch bei jüngeren Patienten nicht zu lange mit der Operationsdiskussion zugewartet werden.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Wie bei den meisten Operationen steht die Schmerzreduktion als Behandlungsziel im Vordergrund. Beim Morbus Köhler II besteht bereits eine Verschädigung der betroffenen Knochenanteile. Es geht bei der Operation also meist um eine Symptombekämpfung. In ausgesuchten Fällen gelingt es, durch

Anbohrung das betroffene Knochenareal zu revitalisieren. Damit ist die Prognose für die Operation weniger günstig als bei anderen Vorfußoperationen. Diese hängt wie so häufig von vielen verschiedenen und individuellen Faktoren ab und muss mit dem behandelnden Fußchirurgen besprochen werden.

### Operationsprinzip und Planung

Die zu wählende Operationstechnik richtet sich beim Morbus Köhler nach den schmerzverursachenden Faktoren. In Frage kommen hier neben dem eigentlichen Knochenschmerz am Ort der Minderdurchblutung auch die Exostosen um das Gelenk, Schleimhautwucherungen mit Einklemmphänomenen, lose Knorpelbezirke, freie Gelenkskörper, komprimierte Nerven in der Umgebung der Zehengrundgelenke oder eine Kombination dieser Faktoren. Bei der Operation kann je nach Problemanalyse eine Schleimhautentfernung, eine Exostosenabtragung, eine Anbohrung des minderdurchbluteten Knochenareals oder eine Drehung der noch intakten Knorpelfläche des Metatarsaleköpfchens in die Hauptbelastungszone durchgeführt werden. Diese Techniken können auch kombiniert werden. Die Anbohrung hat zum Ziel, die Minderdurchblutung des Köpfchens zu verbessern durch Schaffen von durchbluteten Kanälen. Oft kann aufgrund der Untersuchung und der Röntgenbilder / MRI nicht im Voraus genau bestimmt werden, welche dieser Faktoren im Einzelfall relevant sind. Deshalb kann die Wahl der geeigneten Maßnahmen häufig erst während der Operation beurteilt werden. Eine spezielle Operationsplanung ist deshalb nicht möglich.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt über dem betroffenen Zehengrundgelenk. Ideal ist eine Schnittführung quer zum Gelenk, um eine unerwünschte Narbenbildung und damit eine Narbenkontraktur zu vermeiden. Dann werden die Streckersehnen der Zehe dargestellt und zur Seite gehalten. Jetzt erfolgen das Einschneiden der Gelenkkapsel und die Beurteilung des Gelenksraumes. Gereizte Gelenksschleimhaut und überschüssiger Knochen werden entfernt. Falls das Metatarsaleköpfchen in seiner Form verändert ist, kann es nun in eine normale Dimension remodelliert werden. Falls eine Druckentlastung gegen die Fußsohle hin erzielt werden soll, kann eine so genannte subcapitale Korrekturosteotomie durchgeführt werden. Dabei wird unterhalb des Mittelfußköpfchens mit einer Säge ein Schnitt geführt und so das Köpfchen in die gewünschte Richtung verschoben. Meist kommt eine Drehung des Köpfchens nach oben zur Anwendung. Der Knochen wird nun in seiner korrigierten Stellung mit einem Minischräubchen fixiert. Knorpelveränderungen finden sich meist im Gelenk auf Seiten des Köpfchens in Form von losen Knorpelarealen. Je nach Lage und Ausmaß der Knorpelschädigung erfolgt eine Entfernung

der Knorpelanteile. In einigen Fällen kann durch Drehung des Köpfchens das restliche noch gut erhaltene Knorpelareal in die Hauptbelastungszone gedreht werden. Das Spektrum der Operationstechniken reicht somit von der einfachen Gelenkseröffnung bis zur anspruchsvollen Korrekturosteotomie.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Das größte Risiko besteht wohl darin, dass sich die Schmerzen trotz der Operation nicht im erwünschten Maße beseitigen lassen. Auch bei sorgfältiger Operationstechnik lassen sich ab und zu Kontrakturen und Bewegungseinschränkungen im Bereich des operierten Zehengrundgelenkes nicht verhindern. Hier kann oft durch manuelle Zehenmobilisation in Lokalanästhesie eine Verbesserung erzielt werden.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Die Abläufe nach der Operation richten sich nach der verwendeten Technik. Ohne Korrekturosteotomie kann nach gesicherter Wundheilung, d. h. nach einigen Tagen, gemäß Maßgabe der Beschwerden belastet werden. Mit Korrekturosteotomie gilt die übliche vierwöchige Entlastungsphase meist mit einem Spezialschuh wie im Kapitel „Hallux valgus“ beschrieben. Nach gesicherter Knochenheilung (Röntgenkontrolle) erfolgt der Übergang in die Vollbelastung.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 4 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 6 bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z. B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 2. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 3. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

## 3.2 Mittelfuß

### 3.2.1 Arthrose Lisfranc

Als Lisfranc'sche Gelenkslinie wird die Gesamtheit der fünf Gelenke zwischen den Mittelfußknochen und der Fußwurzel bezeichnet (Tarsometatarsal = TMT Gelenke). Diese Gelenkslinie ist Teil der Fußlängswölbung und somit beträchtlichen Belastungen ausgesetzt. Die ersten drei Gelenke, von der Fußinnenseite

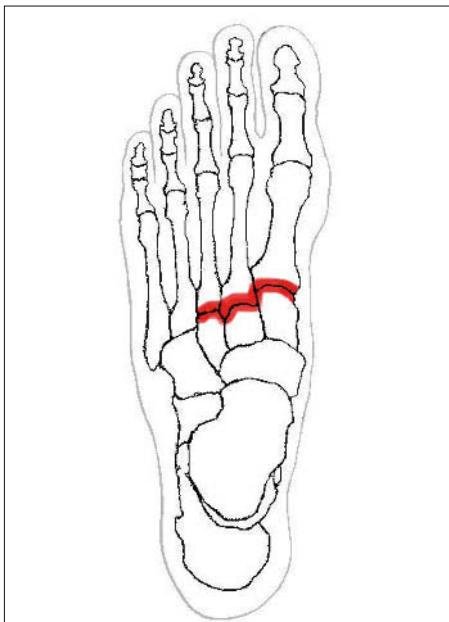


Abb. 19a. Schema Arthrose Lisfranc



Abb. 19b. Rx Arthrose Lisfranc

aus gesehen, sind am stabilsten mit dem Mittelfuß verankert. Das vierte und fünfte Gelenk hingegen sind recht mobil und können dementsprechend unter Belastungen nachgeben. Daraus folgt, dass bei Abnutzungsscheinungen vorwiegend die ersten drei Gelenke betroffen sind und hier vor allem das zweite.

Das zweite Lisfranc-Gelenk (TMT II) ist durch seine spezielle rückversetzte Lage innerhalb der Gelenkslinie von drei Seiten sehr gut stabilisiert. Ihm kommt deshalb eine zentrale Rolle für die Stabilisierung des Mittelfußes zu. Es spielt dementsprechend bei unfallbedingten Instabilitäten oder bei Abnutzungsscheinungen (Arthrose) eine wichtige Rolle.

### Was ist das Problem?

Die Arthrose des TMT-II-Gelenkes trifft man häufig in Zusammenhang mit einer Spreizfüßigkeit an. Folgende mechanische Zusammenhänge sind dabei häufig beteiligt: dem Spreizfuß zugrunde liegt ein vermehrter Winkel zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen, meist kombiniert mit einem Hallux valgus. Es kommt dadurch zu einer Entspannung der Plantaraponeurose in diesem Bereich. Dies wiederum bewirkt eine erhöhte Beweglichkeit des ersten Mittelfußknochens. Beim Gehen weicht somit der erste Strahl zusammen mit der Großzehe nach oben weg, es kommt zu einer Mehrbelastung des benachbarten

zweiten Strahles. Durch seine starre Verankerung kann das TMT-II-Gelenk die Mehrbelastung nicht auf die benachbarten Gelenke verteilen. Die Folge ist eine Metatarsalgie des zweiten Mittelfußköpfchens und/oder eine Arthrose im TMT-II-Gelenk. Die Folgen der Arthrose des TMT-II-Gelenkes sind einerseits belastungsabhängige Schmerzen aber auch Beschwerden beim Tragen von engem, geschlossenem Schuhwerk. Die arthrosebedingten Osteophyten drücken dabei gegen den Schuh. In einigen Fällen kann auch der in unmittelbarer Nachbarschaft verlaufende Hautnervenast des Nervus peronaeus profundus auf diese Weise gereizt werden und ausstrahlende Schmerzen verursachen.

### **Welche speziellen Abklärungen sind nötig?**

Im Rahmen der arthrosebedingten Abklärungen reicht neben der Untersuchung in den allermeisten Fällen ein normales Röntgenbild zur Sicherung der Diagnose. Nur in unklaren Fällen, bei Problemen nach Operationen oder nach Unfällen (siehe Kap. 4: Traumatologie) kann eventuell eine zusätzliche Abklärung mittels Computertomographie notwendig werden.

### **Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?**

Effiziente Vorbeugemaßnahmen sind nicht bekannt. An nicht-operativen Therapien steht die Einlagenversorgung und Schuhzurichtung im Vordergrund. Es geht dabei um Schmerzreduktion durch Entlastung der Fußlängswölbung beim Gehen. Meist wird eine Stützung der Fußwölbung via Einlage mit einer Versteifung der Schuhsohle kombiniert, eventuell mit einer zusätzlichen Abrollrampe. Die Abrollrampe hilft dem Schuh beim Abrollvorgang. Erfahrungsgemäß bieten Herrenschuhe in diesem Zusammenhang mehr technische Möglichkeiten als Damenschuhe.

### **Weshalb die Operation?**

Die Operationsdiskussion wird geführt, wenn trotz aller konservativen Maßnahmen der Schmerz persistiert. Steht das Problem der Exostosen und/oder der Nervenreizung im Vordergrund, nützen Schuhzurichtungen und Einlagen meist wenig. In diesen Fällen werden die Operationsmöglichkeiten oft frühzeitig diskutiert.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Behandlungsziel bei Operationen ist in erster Linie die Schmerzreduktion. Wenn immer möglich sollte dabei die Fußform erhalten oder sogar verbessert werden. Bei der Behandlung der Lisfranc-Arthrosen darf für diese Kriterien von einer guten Prognose ausgegangen werden. Es gilt: je besser die mechanische Grundproblematik erkennbar und je enger die Problemzone umschrieben sind, umso besser die zu erwartende Erfolgsprognose.



Abb. 20a. Arthrodese Lisfranc



Abb. 20b. Rx intraoperativ Arthrodese

### Operationsprinzip und Planung

Das Operationsprinzip richtet sich nach der mechanischen Grundproblematik. Ist ursächlich eine Spreizfüßigkeit für die Entwicklung der Lisfranc-Arthrose mitbeteiligt, muss entschieden werden, ob der Vorfuß in die Operationsplanung miteinbezogen werden soll. Meist ist dies nur bei Vorfußschmerzen der Fall. Ansonsten kann das schmerzhafte Segment der Lisfranc'schen Linie separat angegangen werden. Konkret bedeutet dies, dass eine Versteifung (Arthrodese) der betroffenen Gelenke geplant werden muss. Die Arthrodese ist nach wie vor die sicherste Methode der Schmerzbe seitigung bei Arthrosen für fast alle Fußregionen. Ganz wichtig ist die Tatsache, dass die Versteifung eines oder mehrerer Lisfranc-Segmente zu keiner merklichen Funktionseinbuße führt und die Fußform nicht verändert wird. Der Grund hierfür liegt in der anatomischen Auslegung dieser Gelenke. Sie sind von Natur aus nur wenig beweglich und so straff, dass eine Versteifung eine äußerlich kaum merkliche Veränderung der Fußfunktion bedeutet. Im Gegenteil wird sich das Gangbild durch die Schmerzreduktion nach der Arthrodese wesentlich verbessern. Diese Zusammenhänge können nicht genug betont werden, suggeriert doch der Ausdruck „Versteifung“ eine Funktioneinbuße oder Gehunfähigkeit.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Die Arthrodese beinhaltet unabhängig von der Lokalisation immer das gleiche Grundprinzip. Der Hautschnitt erfolgt möglichst über dem betroffenen Gelenk auf dem Fußrücken. Die hier sehr zahlreichen Gefäß- und Nervenbündel müssen geschont werden. Das zu operierende, arthrotische Gelenk wird identifiziert und eröffnet und der Restknorpel entfernt. Dann wird der Gelenksknochen an seiner Oberfläche aufgeraut und formschlüssig komprimiert. Das Aufrauen der Knochenflächen und die Kompression erleichtern deren Zusammenwachsen. Das Ziel ist, dass die beiden Gelenksknochen stabil miteinander verwachsen. Die Kompression erfolgt über Implantate wie Schrauben, Plättchen o.Ä. Mit einem Röntgengerät wird die Platzierung der Implantate zur Kompression der Arthrodesenflächen überprüft. Anschließend erfolgt der schichtweise Verschluss des Operationszuganges.

Damit ist das ehemalige bewegliche Gelenk in Form einer knöchernen Überbrückung stabilisiert. Mit der Stabilität verschwindet der Schmerz. Die kleine Beweglichkeitsverminderung wird von den benachbarten Gelenken der Fußwurzel kompensiert.

## Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Spezielle Operationsrisiken sind mit der Arthrodese der Lisfranc'schen Gelekslinie nicht verbunden. Als häufigste Komplikation ist die verzögerte oder fehlende Knochenheilung bei Arthrodessen zu nennen. Zwei Faktoren auf chirurgisch-technischer Seite dürften hier mitbeteiligt sein. Zum einen sind die Basis der Mittelfußknochen und die Fußwurzelknochen im Querschnitt gesehen überraschend hoch. Die Gelenksflächen reichen also von oben gesehen weit in die Tiefe. Der Chirurg muss sich bei sehr engen Platzverhältnissen bis ca. 3 cm tief vorarbeiten, um das ganze Gelenk zu erreichen. Zudem besteht ein beträchtlicher Unterschied in Härte und Konsistenz zwischen den Mittelfuß- und den Fußwurzelknochen. Die Mittelfußknochen zeigen eine harte Konsistenz, während die Fußwurzelknochen dünnwandiger und poröser sind. Das oben erwähnte wichtige Aufrauen der Gelenksknochenflächen ist somit v.a. auf Seiten der Mittelfußknochen speziell gründlich durchzuführen, um eine sichere Knochenheilung zu gewährleisten.

## Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Wie bei anderen Fußeingriffen kann die Rehabilitationsphase in zwei Zeitschnitte eingeteilt werden: Die Entlastungsphase und die Belastungsphase. In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen. Die Knochenflächen brauchen bei der Arthrodese mindestens 4 Wochen, bis eine Vollbelastung erlaubt werden kann. In den ersten 4 Wochen wird je nach Beurteilung

des Operateurs eine Ruhigstellung des Fußes mit einem Gips oder einem Spezialstiefel durchgeführt. Dann erfolgt in der Regel eine Röntgenkontrolle zur Beurteilung der Knochenheilung.

Danach kann die **Belastungsphase** eingeleitet werden. Meist kann ab der 5. Woche nach der Operation die Belastung unter Schutz eines Stiefels o.Ä. gesteigert werden. Der genaue Zeitablauf der Belastungssteigerung und die verwendeten Stabilisierungshilfen sind individuell auf den Patienten und die Vorlieben des Fußchirurgen abgestimmt. In den allermeisten Fällen kann ein freies Gehen ca. 8 Wochen nach der Operation erwartet werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monate und 1 Jahr nach der Operation andauern. Der Grund hierfür sind die Gewebsbeschaffenheit des Fußes, die tiefe Lage und die Entfernung zum Herzen, was Rückstauungen begünstigt. Zudem kann der Fuß nicht effizient entlastet werden. Zu Beginn der Belastungsphase muss ein normales Gangbild häufig zusammen mit der Physiotherapie wieder erlernt werden.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, sofern ein Arbeitseinsatz mit Stöcken und voller Entlastung des operierten Fußes möglich ist, für Arbeiten mit viel Laufarbeit und für handwerkliche Tätigkeiten meist bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 bis 2 Wochen) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

### 3.2.2 Arthrosen Fußwurzel

Im Vergleich zu allen Fußgelenksarthrosen sind die Knorpelabnutzungen im Bereich der Fußwurzelgelenke eher selten. Häufiger sind die weiter unten beschriebenen Arthrosen des oberen und unteren Sprunggelenkes (OSG und USG) sowie des Sprungbein-Kahnbein(talo-navicular)-Gelenkes. Die Fußwurzelknochen sind ähnlich den Steinelementen in einem Torbogen oder einem Gewölbe straff aneinandergefügten. Die Fußwurzelgelenke zeigen deshalb von Natur aus nur wenig Beweglichkeit und in der Folge wenige Abnutzungsscheinungen.

### Was ist das Problem?

Die Fußwurzelarthrose verursacht einerseits belastungsabhängige Schmer-

zen, aber auch Beschwerden beim Tragen von engem, geschlossenem Schuhwerk. Die arthrosebedingten Osteophyten drücken dabei gegen den Schuh. In einigen Fällen kann auch ein in unmittelbarer Nachbarschaft verlaufender oberflächlicher Hautnervenast des Nervus peronaeus auf diese Weise gereizt werden und ausstrahlende Schmerzen verursachen.

### **Welche speziellen Abklärungen sind nötig?**

Neben der Untersuchung reicht in den allermeisten Fällen ein normales Röntgenbild zur Sicherung der Diagnose. Bei der Untersuchung kann eine Schmerhaftigkeit des betroffenen Gelenkes provoziert werden. Auf den Röntgenbildern kann eine für die Arthrose typische Verschmälerung des betroffenen Gelenkspaltes als Ausdruck der Knorpelausdünnung erkannt werden. Nur in unklaren Fällen, bei Problemen nach Operationen oder nach Unfällen (siehe Kap. 4: Traumatologie) kann eventuell eine zusätzliche Abklärung mittels Computertomographie notwendig werden.

### **Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?**

Eine effiziente vorbeugende Maßnahme ist nicht bekannt. An nicht-operativen Therapien steht die Einlagenversorgung und Schuhzurichtung im Vordergrund. Es geht dabei um eine Schmerzreduktion durch Entlastung der Fußlängswölbung beim Gehen. Meist wird eine Stützung der Fußwölbung via Einlage mit einer Versteifung der Schuhsohle, eventuell mit einer Abrollrampe, kombiniert. Die Abrollrampe hilft dem Schuh beim Abrollvorgang. Erfahrungsgemäß bieten Herrenschuhe in diesem Zusammenhang mehr technische Möglichkeiten als Damenschuhe.

### **Weshalb die Operation?**

Die Operationsdiskussion wird geführt, wenn trotz aller konservativen Maßnahmen der Schmerz persistiert. Steht das Problem der Exostosen und/oder der Nervenreizung im Vordergrund, nützen Schuhzurichtungen und Einlagen meist wenig. In diesen Fällen werden die Operationsmöglichkeiten oft frühzeitig diskutiert.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Behandlungsziel bei der Operation ist immer in erster Linie die Schmerzreduktion bei Erhaltung der Fußform. Bei der Behandlung der Fußwurzelarthrosen kann ein guter Operationserfolg prognostiziert werden, da die Problemzonen gut lokalisierbar und damit auch therapierbar sind. Da zudem die Fußform bei der Operation nicht verändert werden muss, bleibt die Problemstellung sehr lokal und damit der Operationserfolg besser abschätzbar.

### Operationsprinzip und Planung

Die Arthrodese ist nach wie vor die sicherste Methode der Schmerzbeseitigung bei Arthrosen, auch für die Fußwurzelgelenke. Ganz wichtig ist die Tatsache, dass die Versteifung eines oder mehrerer Gelenke der Fußwurzel zu keiner merklichen Funktionseinbuße führt und die Fußform nicht verändert wird. Der Grund hierfür liegt in der anatomischen Auslegung dieser Gelenke. Sie sind von Natur aus nur wenig beweglich und so straff, dass eine Versteifung eine äußerlich kaum merkliche Veränderung der Fußfunktion bedeutet. Im Gegenteil wird sich das Gangbild durch die Schmerzreduktion nach der Arthrodese wesentlich verbessern. Diese Zusammenhänge können nicht genug betont werden, suggeriert doch der Ausdruck „Versteifung“ eine Funktionseinbuße oder Gehunfähigkeit.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Die Arthrodese beinhaltet unabhängig von der Lokalisation immer das gleiche Grundprinzip. Der Hautschnitt erfolgt möglichst über dem betroffenen Gelenk auf dem Fußrücken. Die hier sehr zahlreichen Gefäß- und Nervenbündel müssen geschont werden. Das zu operierende, arthrotische Gelenk wird identifiziert und eröffnet und der Restknorpel entfernt. Dann wird der Gelenksknochen an seiner Oberfläche aufgeraut und formschlüssig komprimiert. Das Aufrauen der Knochenflächen und die Kompression erleichtern deren Zusammenwachsen. Das Ziel ist, dass die beiden Gelenksknochen stabil miteinander verwachsen. Die Kompression erfolgt über Implantate wie Schrauben, Plättchen o.Ä. Mit einem Röntgengerät wird die Platzierung der Implantate zur Kompression der Arthrodesenflächen überprüft. Anschließend erfolgt der schichtweise Verschluss des Operationszuganges.

Damit ist das ehemalige bewegliche Gelenk in Form einer knöchernen Überbrückung stabilisiert. Mit der Stabilität verschwindet der Schmerz. Die kleine Beweglichkeitsverminderung wird von den benachbarten Gelenken der Fußwurzel kompensiert.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Spezielle Operationsrisiken sind mit der Arthrodese von Fußwurzelgelenken nicht verbunden. Als häufigste Komplikation ist die verzögerte oder fehlende Knochenheilung bei Arthrodesen zu nennen. Die Fußwurzelknochen sind im Querschnitt gesehen überraschend hoch. Die Gelenksflächen reichen also von oben gesehen weit in die Tiefe. Der Chirurg muss sich bei sehr engen Platzverhältnissen bis ca. 3 cm tief vorarbeiten, um das ganze Gelenk zu erreichen. Wird nicht zumindest ein Großteil der Flächen der Gelenksknochen bearbeitet, kann es zu einer unvollständigen knöchernen Überbrückung der

Arthrodese kommen. Die ungenügende Stabilität der Arthrodese führt dann infolge Mikrobewegungen unter Belastungen zu Schmerzen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Wie bei anderen Fußeingriffen kann die Rehabilitationsphase in zwei Zeitabschnitte eingeteilt werden: die Entlastungsphase und die Belastungsphase.

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen. Die Knochenflächen brauchen bei der Arthrodese mindestens 4 Wochen, bis eine Vollbelastung erlaubt werden kann. In den ersten 4 Wochen wird je nach Beurteilung des Operateurs eine Ruhigstellung des Fußes mit einem Gips oder einem Spezialstiefel durchgeführt. Dann erfolgt in der Regel eine Röntgenkontrolle zur Beurteilung der Knochenheilung.

Danach kann die **Belastungsphase** eingeleitet werden. Meist kann ab der 5. Woche nach der Operation die Belastung unter Schutz eines Stiefels o. Ä. gesteigert werden. Der genaue Zeitablauf der Belastungssteigerung und die verwendeten Stabilisierungshilfen sind individuell auf den Patienten und die Vorlieben des Fußchirurgen abgestimmt. In den allermeisten Fällen kann ein freies Gehen ca. 8 Wochen nach der Operation erwartet werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und 1 Jahr nach der Operation andauern. Der Grund hierfür sind die Gewebsbeschaffenheit des Fußes, die tiefe Lage und die Entfernung zum Herzen, was Rückstauungen begünstigt. Zudem kann der Fuß nicht effizient entlastet werden. Zu Beginn der Belastungsphase muss ein normales Gangbild häufig zusammen mit der Physiotherapie wieder erlernt werden.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, sofern ein Arbeitseinsatz mit Stöcken und voller Entlastung des operierten Fußes möglich ist, für Arbeiten mit viel Laufarbeit und für handwerkliche Tätigkeiten meist bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 bis 2 Wochen) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

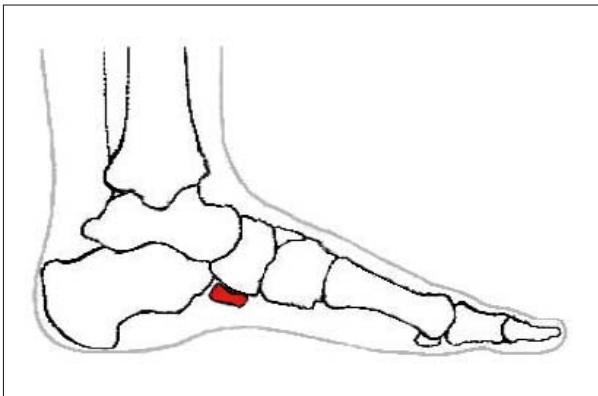


Abb. 21a. Schema Os tibiale externum



Abb. 21b. Rx Os tibiale externum

### 3.2.3 Os tibiale externum

Das Os tibiale externum ist ein akzessorischer Fußwurzelknochen, der an der Fußinnenseite dem Kahnbein (Os naviculare) unten eng anliegt und mit diesem direkt oder bindegewebig verbunden ist. Dieser Extraknochen findet sich in etwa 5% der Bevölkerung und häufig beidseitig. Diese Laune der Natur kann lange unerkannt sein, bis es durch eine Überlastung oder eine Verletzung in diesem Bereich zu hartnäckigen, therapiereistenten Schmerzen kommt. Meist erfolgt die Diagnose im jungen Erwachsenenalter. Die genaue Lokalisierung der Schmerzen ist nicht immer ganz einfach. Drei mögliche Schmerzorte müssen unterschieden werden: der Extraknochen selbst, die Kontaktfläche des Os tibiale zum Os naviculare oder ein Teil der Sehne des hinteren Schienbeinmuskels, welche am Os tibiale ansetzt. Das Os tibiale externum kann an

der Fußinnenseite prominent vorstehen und so in geschlossenem Schuhwerk drücken. Zur genauen Schmerzlokalisierung kann eine gezielte Injektion eines Lokalanästhetikums (ev. unter Zuhilfenahme eines Röntgenbildwandlers) hilfreich sein.

### Was ist das Problem?

Nicht immer muss ein Os tibiale externum schmerhaft sein. Am häufigsten Schmerzen verursachen Bewegungen zwischen dem Os tibiale und dem Os naviculare, typischerweise bei Belastungen. Vermutliche auslösende äußerliche Faktoren, welche zu einer vermehrten Beweglichkeit des Os tibiale gegenüber dem Os naviculare führen, sind häufig Bagatelltraumen wie z.B. das Übertreten des Fußes. Im Falle einer reinen lokalen Druckproblematik wirkt das Os tibiale externum als Überbein und verursacht Schmerzen, zum Beispiel beim Tragen von geschlossenem Schuhwerk. Diese Patienten berichten über eine Schmerzfreiheit beim Barfußgehen oder Tragen von offenem Schuhwerk.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Der Verdacht auf ein schmerhaftes (symptomatisches) Os tibiale externum erfolgt während der Untersuchung des Fußes. Da diese Extraknochen von unterschiedlicher Größe sind, ist es möglich, sie auf den Standardröntgenbildern zu übersehen. Bewährt hat sich in diesen Fällen eine Schrägaufnahme des Fußes von der Seite. Sehr hilfreich ist in Zweifelsfällen die bereits erwähnte Unterspritzung des Raumes zwischen dem Os tibiale externum und dem Os naviculare (Pseudarthrosenspalt) unter Zuhilfenahme eines Röntgendurchleuchtungsgerätes. Verschwinden die Schmerzen nach der Spritze für die Wirkungsdauer des Medikamentes, ist die Diagnose mit großer Wahrscheinlichkeit gesichert. MRI- und CT-Untersuchungen sind nur nötig, falls andere Schmerzfaktoren in unmittelbarer Nähe ausgeschlossen werden müssen (siehe Kap. 3.7.3: Tendinose der Tibialis posterior-Sehne).

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht möglich, da die Betroffenen meist erst mit den Schmerzen von der Diagnose erfahren. Die nicht-operativen Möglichkeiten richten sich nach der Schmerzursache. Verursacht das Os tibiale externum eine Druckproblematik in geschlossenen Schuhen, helfen lokal polsternde Maßnahmen sowie eine Schuhanpassung. Schwieriger gestaltet sich die Therapie, falls das Pseudogelenk zwischen dem Os tibiale und dem Os naviculare oder die angrenzende Sehne des Tibialis posterior-Muskels Schmerzen verursachen. Hilfreich können neben lokal entzündungshemmenden Maßnahmen und Physiotherapie auch stabilisierende Schuhe, eventuell kombiniert mit me-

dial stützenden Einlagen sein. Bei massiven Schmerzen kann eine temporäre vollständige Ruhigstellung z.B. mit einem Unterschenkelstiefel oder sogar einem Gips nützlich sein.

### Weshalb die Operation?

Ist mit den konservativen Maßnahmen keine genügende Schmerzreduktion zu erreichen, kann die Operation diskutiert werden. Der Zeitpunkt für den Operationsentscheid kann individuell gewählt werden. Beginnt sich ein schmerzbedingt asymmetrisches Gehen einzustellen, sollte nicht allzu lange mit dem Operationsentscheid zugewartet werden, um Fehlbelastungen anderer Gelenke zu vermeiden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Hauptziel der Operation ist die Schmerzreduktion unter Erhaltung der Funktion der so wichtigen Sehne des Tibialis posterior-Muskels. Die Operation setzt viel Erfahrung von Seiten des Chirurgen voraus, um in dieser für die Stabilität des Rückfußes so wichtigen Region zu operieren. Wie bei allen Eingriffen gilt auch hier: bei korrekter Problemanalyse, sorgfältiger Operationstechnik und guter Nachbehandlung ist die Chance auf eine Schmerzreduktion so hoch, dass der Eingriff empfohlen werden kann.

### Operationsprinzip und Planung

Bei der Revision des Os tibiale externum kann nicht von einem Routineeingriff gesprochen werden, da in jedem Falle individuell und häufig noch während des Eingriffes die am besten geeignete Operationstechnik bestimmt werden muss. Bei allen Methoden geht es um eine Schmerzbefreiung durch Ruhigstellung des Os tibiale externum. Je nach Form und Größe wird es entweder entfernt oder mit dem Os naviculare verbunden. Die elegantere Methode ist die Herstellung einer knöchernen Überbrückung zum Os naviculare (Arthrodese), da damit die dem Knöchelchen anhaftenden wichtigen Sehnen- und Bandstrukturen erhalten werden können. Gleichzeitig kann das Knöchelchen modelliert werden. Nicht immer zeigt das Knöchelchen eine genügende Größe für die Arthrodese zum Os naviculare, weshalb es dann zur Entfernung kommt. Hier ist auf die Erhaltung der ansetzenden Sehnen- und Bandstrukturen großen Wert zu legen, um nicht in guter Absicht einen Instabilitätschmerz an der Rückfußinnenseite zu provozieren.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Die Schnittführung erfolgt an der Rückfußinnenseite ziemlich genau über dem Hauptschmerzpunkt. Die Tibialis posterior-Sehne wird dargestellt und in

ihrem Verlauf bis an das Os tibiale externum verfolgt. Das Knöchelchen wird in seiner Größe, Form und Lage zum Os naviculare beurteilt und das weitere Vorgehen bestimmt. Muss das Knöchelchen entfernt werden, wird es vom umgebenden Bindegewebe ausgeschält und anschließend die Bänder, v.a. der Sehnenanteil des Tibialis posterior-Muskels, an das Os naviculare refixiert. Die Refixationstechnik richtet sich nach dem vorhandenen Gewebe und nach der Präferenz des Operateurs. Kann das Os tibiale refixiert werden, wird es unter Erhaltung der Sehnen- und Bandstrukturen modelliert. Das Ziel ist das Schaffen einer planen Kontaktfläche zwischen dem Os tibiale und dem Os naviculare. Dann wird das Knöchelchen mitsamt seiner anhängenden Strukturen stabil refixiert. Der Autor bevorzugt hierfür Minischräubchen, andere Fixationstechniken sind selbstverständlich möglich. Unter einem mobilen Röntgengerät wird die Knochen- und Implantatlage überprüft und anschließend die Weichteilschichten und die Haut wieder vernäht.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Es sind keine speziellen Operationsrisiken zu erwähnen. Die häufigste Problematik betrifft vermutlich eine ungenügende Schmerzabnahme wegen einer Instabilität der Tibialis posterior-Sehne oder das Nichtanwachsen des fixierten Os tibiale am Os naviculare.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen. Die Knochenflächen brauchen bei der Arthrodese mindestens 4 Wochen, bis eine Vollbelastung erlaubt werden kann. Der gleiche Zeitraum muss auch für das Anwachsen einer am Knochen refixierten Sehne gerechnet werden. In den ersten 4 Wochen wird je nach Beurteilung des Operateurs eine Ruhigstellung des Fußes mit einem Gips oder einem Spezialstiefel durchgeführt. Dann erfolgt in der Regel eine Röntgenkontrolle zur Beurteilung der Knochenheilung.

Danach kann die **Belastungsphase** eingeleitet werden. Meist kann ab der 5. Woche nach der Operation die Belastung unter Schutz eines Stiefels o.Ä. gesteigert werden. Der genaue Zeitablauf der Belastungssteigerung und die verwendeten Stabilisierungshilfen sind individuell auf den Patienten und die Vorlieben des Fußchirurgen abgestimmt. In den allermeisten Fällen kann ein freies Gehen ca. 8 Wochen nach der Operation erwartet werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monate und 1 Jahr nach der Operation andauern. Der Grund hierfür sind die Gewebsbeschaffenheit des Fußes, die tiefe Lage und die Entfernung zum Herzen, was Rückstauungen begünstigt. Zudem kann der Fuß nicht effizient entlastet

werden. Gerade zu Beginn der Belastungsphase muss ein normales Gangbild wieder erlernt werden. Physiotherapie kann in dieser Phase behilflich sein.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, sofern ein Arbeitseinsatz mit Stöcken und voller Entlastung des operierten Fußes möglich ist, für Arbeiten mit viel Laufarbeit und für handwerkliche Tätigkeiten meist bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 bis 2 Wochen) bewährt. Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

## 3.3 Rückfuß

### 3.3.1 Arthrose des oberen Sprunggelenkes

Das obere Sprunggelenk (OSG) wird gebildet durch das Schienbein (Tibia), das Wadenbein (Fibula) und das Sprungbein (Talus). Es ist das größte Fußgelenk und vor allem für die Biegung und Streckung des Fußes zuständig. Es kann

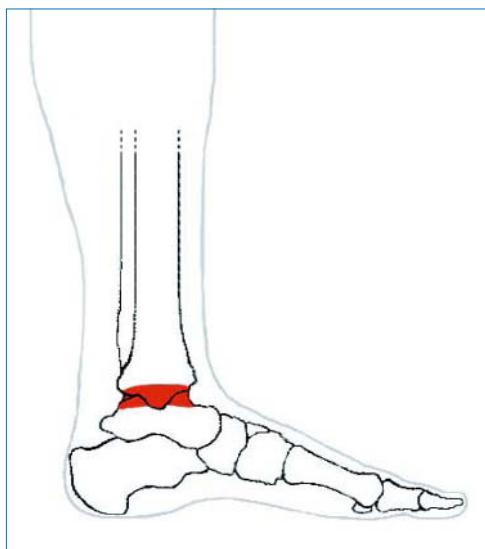


Abb. 22a. Schema Arthrose OSG



Abb. 22b. Rx Arthrose OSG

ein Mehrfaches des Körpergewichtes aufnehmen und auf den Fuß übertragen. Ist der Fuß maximal nach oben gebeugt, ist der Talus formschlüssig in der Knochengabel von Schienbein und Wadenbein verkeilt und damit maximal stabilisiert. Am äußeren und inneren oberen Sprunggelenk schützen Bänder vor einer Verkippung des Talus in der Knochengabel. Je mehr der Fuß plantarflektiert wird, desto mehr ist die Talusstabilität von den Bändern des inneren und äußeren Bandapparates abhängig. In maximaler Plantarflexion ist deshalb der Talus am meisten für eine Verkippung gefährdet.

Angesichts der beträchtlichen Dauerbelastung des oberen Sprunggelenkes sind hier Arthrosen erstaunlich selten, nehmen aber in der Häufigkeit unter allen Fußgelenksarthrosen den ersten Platz ein. Beginnende OSG-Arthrosen sind trotz zum Teil deutlich sichtbaren Abnutzungszeichen auf dem Röntgenbild meist lange symptomarm. Gehäuft treten die OSG-Arthrosen nach jahrelangen intensiven sportlichen Tätigkeiten oder nach Unfällen, typischerweise nach Knöchelbrüchen, auf. Die Verzögerung vom Unfall bis zur Arthroseentwicklung kann Jahre dauern, und nicht jeder Knöchelbruch mündet automatisch in einer Arthroseproblematik.

### Was ist das Problem?

Nutzt sich der Gelenksknorpel ab, spricht man von Arthrose. Am OSG müssen verschiedene Stadien der Arthrose unterschieden werden. Nicht immer bedeutet der Begriff „Arthrose“ das Vollbild der Erkrankung. Im Frühstadium der Arthrose schmerzt oft nicht die Gelenksfläche selbst, sondern die Umgebung des OSG. Mit der Knorpelausdünnung nimmt die Reibung im Gelenk zu. Der Körper versucht, die Reibungszunahme durch eine Einschränkung der Gelenksbeweglichkeit zu kompensieren. Er lagert am Gelenksrand Extraknochen (Osteophyten) an. Diese gelten auf dem Röntgenbild als sicheres Zeichen der beginnenden Arthrose und können neben der Bewegungseinschränkung auch Einklemmphänomene mit der Gelenksschleimhaut provozieren. Diese Einklemmphänomene (Impingement) treten unberechenbar auf und sind meist von stechendem Charakter. Der Impingement-Schmerz wird als deutlich intensiver als der eigentliche Gelenksschmerz im Spätstadium der Arthrose wahrgenommen. Im fortgeschrittenen Stadium der Arthrose nimmt die Knorpeldicke deutlich ab und die Knochenoberfläche infolge der Knochenanlagerung zu. Damit sinkt auch der Bewegungsumfang zusehends, das Gelenk beginnt sich einzustiften. Im Endstadium ist die Gelenksknorpelschicht aufgebraucht, es kommt zum direkten Kontakt der Gelenksknochen. Die Beweglichkeit des OSG ist sehr unterschiedlich ausgeprägt und hängt auch im Endstadium nicht von der Restknorpeldicke ab.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Zur Sicherung der Diagnose „Arthrose“ reichen die Fußuntersuchung und ein

Röntgenbild des OSG. Das Röntgenbild zeigt je nach Stadium eine Verschmälerung des Gelenkspaltes und eine Vermehrung des gelenkumgebenden Knochens (Exostosen). Die manuelle Untersuchung des Fußes zeigt im Frühstadium meist eine Druckdolenz im Bereich des oberen Sprunggelenkspaltes, manchmal Reibephänomene (Crepitatio) der chronisch verdickten Gelenkschleimhaut und eventuell eine im Seitenvergleich spürbare Einschränkung der Beweglichkeit. Im fortgeschrittenen Stadium stehen der eigentliche Gelenksschmerz und die Bewegungseinschränkung im Vordergrund. Auch geht es darum, die effektive Beweglichkeit des OSG von der Mitbewegung der Nachbarsgelenke abzugrenzen. Ist nämlich das OSG zunehmend eingesteift, übernehmen die Nachbarsgelenke des oberen Sprunggelenkes einen Teil der Beugung und Streckung des Rückfußes. Es sind dies vor allem die Gelenke der Fußwurzel. So gewinnt man leicht den Eindruck einer guten residuellen OSG-Beweglichkeit und misst in Tat und Wahrheit die Gesamtbeweglichkeit von verschiedenen Rückfußgelenken. Da die Beurteilung der reinen Beweglichkeit im OSG für die Wahl der Operationstechnik wichtig ist, können im Zweifelsfalle oder zur Dokumentation auch spezielle Röntgenbilder angefertigt werden. Dabei wird der stehende Fuß seitlich in maximal möglicher Beugung und Streckung geröntgt. So kann die Beweglichkeit der einzelnen Gelenke am Rückfuß recht genau bestimmt werden.

Als weitere Abklärung ist die an sich routinemäßig durchgeführte hausärztliche Untersuchung zu nennen. Gerade bei der Planung der OSG-Prothese kommt der breiten Abklärung des Patienten auf Stoffwechselerkrankungen eine Bedeutung zu. Bei unsicheren Durchblutungsverhältnissen der Beine oder anderen Unklarheiten sind unter Umständen weitere spezialärztliche Beurteilungen nötig.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht sehr effektiv. Die Krankheit nimmt in der Regel ihren Lauf. Die nicht-operative Therapie fokussiert meist auf bewegungseinschränkende Maßnahmen wie Schuhe, Stabilbandagen usw. Ab und zu kommen auch schmerzstillende und abschwellende Medikamente oder Injektionen zur Anwendung. All diese Versuche können den Krankheitsverlauf leider nicht nachhaltig beeinflussen und lindern nur die Symptome.

### Weshalb die Operation?

Ist mit den konservativen Maßnahmen keine genügende Schmerzreduktion zu erreichen, kann die Operation diskutiert werden. Der Zeitpunkt für den Operationsentscheid kann individuell gewählt werden. Beginnt sich ein schmerzbedingt asymmetrisches Gehen einzustellen, sollte nicht allzu lange mit dem Operationsentscheid zugewartet werden, um Fehlbelastungen anderer Gelenke zu vermeiden.

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel ist in erster Linie die Schmerzreduktion und damit auch die Verbesserung der Fußfunktion. Bei der Behandlung der OSG-Arthrosen kann ein guter Operationserfolg prognostiziert werden, da die Problemzonen gut lokalisierbar und therapiertbar sind. In Bezug auf die Schmerzreduktion stellt die Arthrodese gegenüber der Prothese eine sicherere Methode dar. Bei ausgesuchter Indikation zur Prothese kann zusätzlich eine gewisse Beweglichkeit erhalten bleiben. Sollte die Prothese nicht die gewünschten Erwartungen erfüllen, kann sie in eine Arthrodese umgewandelt werden.

## Operationsprinzip und Planung

Nach dem momentanen Stand der Dinge können drei Operationsmethoden bei der OSG-Arthrose angeboten werden. Die so genannte **Gelenkstoilette**, die **Versteifung** des Sprunggelenks und die **OSG-Prothese**. Alle drei Methoden vermögen die Knorpeldegeneration aber nicht rückgängig zu machen.

Die **Gelenkstoilette** kommt im Frühstadium der Arthrose zur Anwendung. Es geht dabei darum, die zum Impingement führenden Exostosen zu beseitigen und die vernarbte Schleimhaut im Bereich des vorderen oberen Sprunggelenkspaltes zu entfernen. Neben der Schmerzbefreiung kann so meist auch eine Verbesserung der Gelenksbeweglichkeit erreicht werden.

Die **Arthrodese** hat die Versteifung von zwei Gelenksknochen zum Ziel. Dadurch werden die schmerzhafte Beweglichkeit bei der Arthrose aufgehoben und so die Schmerzen dauerhaft beseitigt. Versteifung ist durchaus nicht gleichbedeutend mit „Nicht-mehr-gehen-Können“, „Entstellung“ oder „Invalidisierung“, wie oft von Patienten angenommen wird. Die Arthrodese wird meist nur bei schweren Arthrosen durchgeführt, d. h. in Fällen, wo die Beweglichkeit des zerstörten OSG schon praktisch aufgehoben ist. Auch Achsenfehlstellungen oder Instabilitäten zusammen mit Arthrosen des OSG sind eine gute Indikation für die Arthrodese. Keine andere Operationsmethode vermag das veränderte OSG derart effektiv zu stabilisieren und die Schmerzen so sicher zu reduzieren wie die Arthrodese. Den durch die Versteifung bedingten Verlust an Beweglichkeit vermögen die dem OSG benachbarten Gelenke zum Teil zu kompensieren (Dies kann sich allerdings nachteilig auf diese auswirken und zu vermehrter Abnutzung und Arthroseentwicklung führen.). Der Rest kann durch kleine Schuhanpassungen korrigiert werden.

Bei der **Prothese** werden die zerstörten Gelenksflächen durch glatte Metallflächen ersetzt, um die Restbeweglichkeit im arthrotisch veränderten Gelenk beizubehalten. Dies entlastet die benachbarten Gelenke und ermöglicht ein natürlicheres Gangbild als die Arthrodese. Die Resultate der letzten Jahre betreffend Schmerzreduktion und Funktionalität der OSG-Prothesen sind ermutigend, sodass eine Prothese bei einer ganz bestimmten Patientenselektion in Frage kommt, nämlich bei guter Restbeweglichkeit im arthrotisch verän-

derten OSG, guter Bandstabilität im OSG, gut erhaltener Knochengabel am OSG, keinen komplizierten Rückfußfehlstellungen, wenig belastender Tätigkeit, keinem Diabetes mellitus, keinen Durchblutungsstörungen der Beine, keinen chronischen Schwellungen der Beine, keiner stattgefundenen Infektion am OSG. Der Nachteil gegenüber der Arthrodese ist die nicht ganz so sichere Schmerzreduktion, die weniger große Belastbarkeit und die unsicherere Lebensdauer der Prothesenkomponenten. Die Nachbehandlungsdauer darf als etwa identisch bezeichnet werden.

#### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Verschiedene **Arthodesetechniken** werden zurzeit angewandt. Als Beispiel sei die vom Autor bevorzugte Methode beschrieben.

Der Hautschnitt wird längs von vorne über dem oberen Sprunggelenk geführt. Unter Schonung der in der Nähe verlaufenden Gefäß- und Nervenbündel wird die Gelenkkapsel dargestellt und eröffnet. Dann kann das vordere Gelenk eingesehen werden. Die Osteophyten werden entfernt und mit einem speziellen Spreizer der Gelenksspalt dargestellt. Der gesamte Restknorpel wird von der horizontalen, gewichtstragenden Gelenksfläche entfernt. Der Gelenksknochen



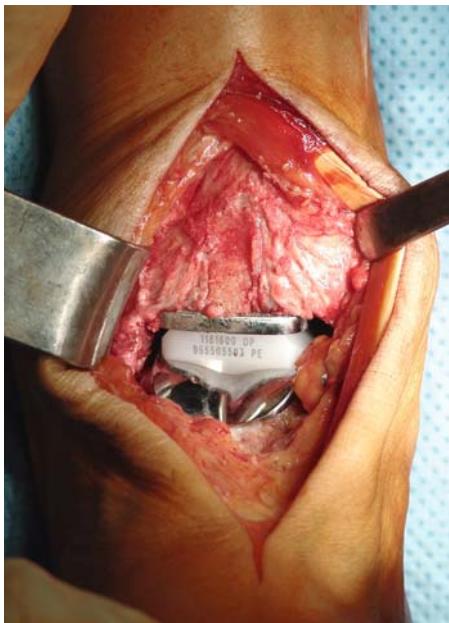
Abb. 23a. Teilfixation Arthrodese OSG von vorne



Abb. 23b. Rx Arthrodese OSG

wird mit scharfen Instrumenten aufgeraut. Dies dient zur Förderung der Knochenüberbrückung. Die Passform der Arthrodeseflächen wird überprüft und die Gelenksposition beurteilt. Ganz wichtig ist die Wahl der richtigen Gelenks- und damit Fußposition. Eine übermäßige Spitzfuß- oder Hakenfußposition muss unbedingt verhindert werden. Bewährt hat sich eine ganz leichte Hakenfußposition (ca. 3 Grad) und eine diskrete Innenverkippung (Valgusstellung) der Ferse um etwa 3 Grad, damit der Patient trotz der Versteifung des OSG in unterschiedlichem Gelände gut abrollen kann. Ist diese Position gefunden, wird sie mit Klammern gesichert. Dann erfolgt eine Lagekontrolle mit einem mobilen Röntgengerät (Bildwandler) und anschließend die definitive Fixation und Kompression der Arthrodese mit Schrauben. Die Schraubenlage und -länge werden wieder mit dem Bildwandler überprüft. Zuletzt werden die Gewebebeschichten schichtweise vernäht.

Für die **Prothese** wird der Hautschnitt längs von vorne über dem oberen Sprunggelenk geführt. Unter Schonung der in der Nähe verlaufenden Gefäß- und Nervenbündel wird die Gelenkkapsel dargestellt und eröffnet. Nun kann das ganze vordere Gelenk eingesehen werden. Die Osteophyten werden entfernt. Mit einer Messlehre wird die Schnittebene an der Tibia bestimmt. So wird der Gelenksspalt sukzessive zur Aufnahme der Prothesenteile für die Tibia, den Talus sowie die Polyäthylenscheibe vorbereitet. Mit Probeteilen wird der Halt der Prothese, die Stabilität und Beweglichkeit des Gelenkes beurteilt. Dann werden die definitiven Elemente der Prothese passgenau auf den Talus und in die Tibia angepresst. Quasi als Knorpelersatz dienen Hartplastik(Polyäthylen)-Scheiben, die zwischen den Metallflächen liegen. Das Prothesengelenk kann so mit wenig Reibung hindernisfrei gleiten. Die modernen Prothesenmodelle zielen drauf hin, möglichst viele körpereigene Strukturen zu erhalten. So werden z.B. alle wichtigen Bänder und Sehnen um das obere Sprunggelenk belassen. Auch muss nur sehr wenig Gelenkknöchen für den Einbau der Prothesenkomponenten geopfert werden. Die Rückseiten der Prothesenflächen sind wie grobes Schmirgelpapier aufgeraut und verzähnen sich mit dem vorpräparierten Knochen. Der Halt der Prothesenelemente ergibt sich also durch das Körpergewicht und die Verzahnung mit dem Gelenkknöchen. Das Polyäthylenteil zwischen den Metallflächen ist bei einigen Modellen frei beweglich oder zeigt eine Passform mit der Talusfläche als Luxationsschutz. Die Kunst der Prothesenimplantation liegt darin, die Teile millimetergenau an den richtigen Ort zu platzieren, die Spannung der OSG-Bänder nicht zu verändern und die Achse des Gelenkes zu erhalten. Nur so kann eine optimale Beweglichkeit der Prothese und eine lange Haltbarkeit erwartet werden. Viele Operationsschritte werden im Detail erst während der Operation anhand der vorliegenden Strukturen entschieden. Jeder Operationsschritt wird durch Messlehren, Testbewegungen oder Röntgenbilder überprüft. Schließlich erfolgt der schichtweise Verschluss der Gewebsstruk-



**Abb. 24a.** Implantierte Prothese OSG von ventral



**Abb. 24b.** Rx Prothese OSG seitlich

turen und die Hautnaht. Nach dem sterilen Verband wird eine stabile Schiene, ein Gips oder ein Stabilstiefel angelegt.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Bei der Arthrodese wie auch der Prothese handelt es sich um große Operationen, die vor allem das Risiko von Wundheilungsstörungen oder anhaltenden postoperativen Schmerzen in sich bergen. Bei der Arthrodese besteht zusätzlich das Risiko des Nichtzusammenheilens der Gelenksknochen, während bei der Prothese das Risiko einer Prothesenlockerung oder eines Protheseninfektes bestehen. Diese Risiken kommen je nach Literaturangabe bei ca. 10% der Fälle vor. Das individuelle Risikoprofil muss mit dem Operateur analysiert werden.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Bei gesicherter Wundheilung, d.h. nach 3 bis 4 Tagen kann dann die definitive Stabilisierungshilfe angepasst werden. Je nach Präferenz des Operateurs wird hier ein Stabilstiefel oder ein Liegegips zur Anwendung kommen. In der Regel wird eine vierwöchige Phase ohne Belastung des operierten Fußes verordnet. Dies bedeutet den Gebrauch von Stöcken für 4 Wochen. Danach wird mittels Kontrollröntgenbild der Heilungsverlauf der Gelenksknochen verfolgt. Zeigt

das Röntgenbild eine beginnende Überbrückung der Gelenksknochen in eine stabile Arthrodese kann das Gewicht auf den Fuß gesteigert werden. Immer noch unter Schutz eines Stiefels können die Stöcke sukzessive weggelassen werden. Nach 8 Wochen dann kann meist mit dem Gehen begonnen werden. Auch dieser Schritt braucht eine mehrwöchige Angewöhnung, sodass etwa 3 Monate nach der Operation ein flüssiges Abrollen möglich sein wird. Jetzt ist auch der Zeitpunkt für eventuelle Schuhanpassungen gekommen.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeiten dauert die Arbeitsunfähigkeit 2 bis 3 Wochen. Ansonsten ist mit einer längeren Arbeitsunfähigkeit zu rechnen, entsprechend der doch längeren Zeit der Fußentlastung. Diese muss individuell mit dem Operateur besprochen werden. Entgegen der allgemeinen Befürchtungen muss mit einer OSG-Arthrodese nicht automatisch auf sportliche Aktivitäten verzichtet werden. Tätigkeiten wie Wandern, Skifahren, Radfahren, Schwimmen usw. sind in den allermeisten Fällen durchaus möglich. Das Ziel der Operation ist die Verbesserung der Lebensqualität im Vergleich zum Zustand vor dem Eingriff. Dieses Ziel wird mit guter Häufigkeit auch für die Sportausübung erreicht.

#### 3.3.2 Arthrose des unteren Sprunggelenkes

Das untere Sprunggelenk (USG) wird gebildet durch das Sprungbein (Talus) und das Fersenbein (Calcaneus). Es ist v.a. für die Einwärtsneigung und Auswärtsneigung (Inversion / Eversion) des Rückfußes zuständig. Es kann je nach Bedarf ein Mehrfaches des Körperegewichtes aufnehmen und auf den Fuß übertragen. Zusammen mit dem oberen Sprunggelenk (OSG) bildet es eine Art Kardangelenk. Diese beiden Gelenke sind hauptsächlich verantwortlich für die Übertragung von Rotationen des Körpers auf den Boden und umgekehrt. Durch Spannung / Entspannung der Fußlängswölbung helfen sie wesentlich beim Beschleunigen und Abbremsen des Körpers. Ein flüssiges Gehen auf unebenem Gelände wäre ohne diese Gelenkskoppelung erschwert. An der Außen- und Innenseite des oberen Sprunggelenkes schützen Bänder vor einer Verkipfung des Talus auf dem Fersenbein. Die Kontrolle der Inversion / Eversion erfolgt über ein fächerförmiges Band (Ligamentum interosseum). Das untere Sprunggelenk beinhaltet drei unterschiedliche Gelenksflächen. Die weitaus größte ist die hintere Gelenksfläche. Zwischen der hinteren und der mittleren Gelenksfläche liegt ein knöcherner Tunnel. In ihm verlaufen neben dem Ligamentum interosseum auch Nerven und Gefäße. Der Sinus tarsi kann bei Instabilität des unteren Sprunggelenkes für chronische Schmerzen verantwortlich sein.

Gehäuft treten die USG-Arthrosen nach jahrelangen intensiven sportlichen Tätigkeiten oder nach Unfällen, typischerweise nach Fersenbeinbrüchen, auf.

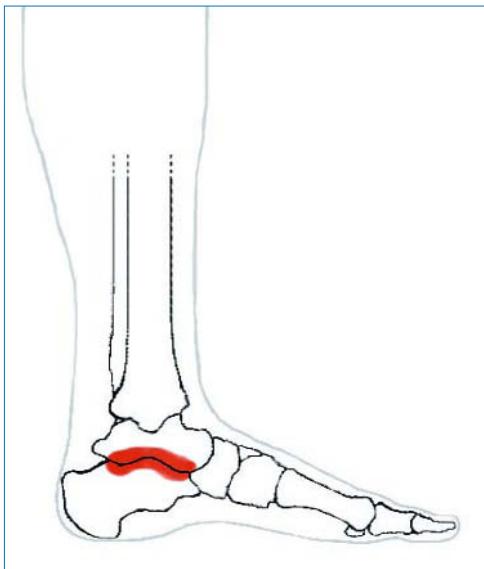


Abb. 25a. Schema Arthrose USG



Abb. 25b. Rx Arthrose USG

Die Verzögerung vom Unfall bis zur Arthroseentwicklung kann Jahre dauern, und nicht jeder Fersenbeinbruch mündet automatisch in eine Arthrosepathologie.

### Was ist das Problem?

Auch am USG müssen verschiedene Stadien der Arthrose unterschieden werden. Nicht immer bedeutet der Begriff „Arthrose“ das Vollbild der Erkrankung. Mit der Knorpelausdünnung nimmt die Reibung im Gelenk zu. Der Körper versucht die Reibungszunahme durch eine Einschränkung der Gelenksbeweglichkeit zu kompensieren. Er lagert am Gelenksrand Extraknochen (Osteophyten) an. Diese sind beim USG weit weniger eindrücklich als am OSG. Am USG ist die Ausdünnung des Gelenkspaltes auf dem Röntgenbild das sicherste Zeichen einer beginnenden Arthrose. Wichtig ist die Unterscheidung eines Schmerzes ausgehend vom Gelenkspalt oder aber ausgehend vom Sinus tarsi. Letzterer tritt häufig unberechenbar auf und ist meist von stechendem Charakter. Der Sinus tarsi-Schmerz wird als deutlich intensiver als der eigentliche Gelenkschmerz im Spätstadium der Arthrose wahrgenommen. Im fortgeschrittenen Stadium der Arthrose nimmt die Knorpeldicke deutlich ab, und damit sinkt auch der Bewegungsumfang zusehends, das Gelenk beginnt sich einzustiften. Im Endstadium ist die Gelenksknorpelschicht aufgebraucht, es kommt zum direkten Kontakt der Gelenksknochen meist mit einer fast vollständigen Einstifung des USG.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Fußuntersuchung und ein seitliches Röntgenbild des Rückfußes reichen zur Sicherung der Diagnose. Die Untersuchung zeigt meist eine schmerzhafte, eingeschränkte Beweglichkeit des Gelenkes. Das Röntgenbild zeigt je nach Stadium eine Verschmälerung des Gelenksspaltes und eine Vermehrung des gelenkumgebenden Knochens (Exostosen).

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht sehr effektiv. Die Krankheit nimmt in der Regel ihren Lauf. Die nicht-operative Therapie fokussiert meist auf bewegungseinschränkende Maßnahmen wie Schuhe, Stabilbandagen usw. Ab und zu kommen auch schmerzstillende und abschwellende Medikamente oder Injektionen zur Anwendung. Alle diese Versuche können den Krankheitsverlauf leider nicht nachhaltig beeinflussen und lindern nur die Symptome.

### Weshalb die Operation?

Ist mit den konservativen Maßnahmen keine genügende Schmerzreduktion zu erreichen, kann die Operation diskutiert werden. Der Zeitpunkt für den Operationsentscheid kann individuell gewählt werden. Beginnt sich ein schmerzbedingt asymmetrisches Gehen einzustellen, sollte nicht allzu lange mit dem Operationsentscheid zugewartet werden, um Fehlbelastungen anderer Gelenke zu vermeiden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel bei der Operation ist in erster Linie die Schmerzreduktion und die Verbesserung der Fußfunktion. Bei der Behandlung der USG-Arthrose kann ein guter Operationserfolg prognostiziert werden, da die Problemzonen gut lokalisierbar und damit auch therapierbar sind.

### Operationsprinzip und Planung

Die effektivste Methode der Schmerzbefreiung bei der schmerzhaften USG-Arthrose ist die Versteifung (Arthrodese) des USG. „Versteifung“ ist durchaus nicht gleichbedeutend mit „Nicht-mehr-gehen-Können“, „Entstellung“ oder „Invalidisierung“. Die Arthrodese wird nur bei schweren Arthrosen durchgeführt, d. h. in Fällen wo die USG-Beweglichkeit schon praktisch aufgehoben ist. Auch Achsenfehlstellungen oder Instabilitäten in Kombination mit Arthrosen des USG sind eine gute Indikation für die Arthrodese. Keine andere Operationsmethode vermag das veränderte USG derart effektiv zu stabilisieren und die Schmerzen so sicher zu reduzieren wie die Arthrodese. Den durch die Versteifung bedingten Verlust an Beweglichkeit vermögen die dem USG benachbarten Gelenke zum Teil zu kompensieren. Der Rest kann durch kleine

Schuhanpassungen korrigiert werden. Diesen positiven Effekten steht der Nachteil gegenüber, dass gerade diese benachbarten Gelenke wegen der Versteifung des USG mehr Bewegungsarbeit verrichten müssen. Sie unterliegen deshalb potentiell einer vermehrten Abnutzung und können seltenerweise ihrerseits eine Arthrose entwickeln. Dieser Kompensationsmechanismus ist weit weniger ausgeprägt als im Falle der OSG-Arthrodese.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Die Arthrodese hat die Versteifung von zwei Gelenksknochen zum Ziel. Verschiedene Operationstechniken werden angewandt. Als Beispiel sei die vom Autor bevorzugte Methode beschrieben.

Der Hautschnitt wird seitlich unter dem Außenknöchel über dem unteren Sprunggelenk geführt. Unter Schonung der in der Nähe verlaufenden Gefäß- und Nervenbündel (Nervus suralis) wird die Gelenkkapsel am Sinus tarsi dargestellt und eröffnet. Dieser wird ausgeräumt, d.h. Bindegewebe sowie Schleimhaut werden entfernt und das Ligamentum interosseum durchtrennt. Dann können die mittlere und hintere Gelenksfläche eingesehen werden. Mit einem speziellen Spreizer kann die hintere große Gelenksfläche dargestellt und fixiert werden. Nun wird der gesamte Restknorpel vom Talus und Calcaneus entfernt. Der Gelenksknochen wird dann mit scharfen Instrumenten auf-



Abb. 26a. Fixation Arthrodese USG



Abb. 26b. Rx Arthrodese USG

geraut. Dies dient zur Förderung der Knochenüberbrückung der Arthrodese. Jetzt wird die Passform der Arthrodeseflächen überprüft und die Gelenkposition beurteilt. Ganz wichtig ist die Wahl der richtigen Gelenks- und damit Fußposition. Damit können auch Fehlbelastungen zum Beispiel auf das Kniegelenk vermieden werden. Bewährt hat sich eine ganz leichte Innenvkipfung (Valgus-Stellung) der Ferse um etwa 3 Grad. Ist diese Position gefunden, wird sie mit Drähten provisorisch gesichert. Dann erfolgt eine Lagekontrolle mit einem mobilen Röntgengerät (Bildwandler) und die definitive Fixation und Kompression der Arthrodese mit einer Schraube. Die Schraubenlage und -länge werden wieder mit dem Bildwandler überprüft. Zuletzt werden die Ge webeschichten schichtweise vernäht.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Bei der Arthrodese des USG handelt es sich um eine mittelgroße Operation. In der Phase nach dem Eingriff müssen deshalb einige Punkte beachtet werden, um Risiken wie Wundheilungsstörungen oder das Nichteinheilen der Gelenksknochen zu vermeiden. Der wichtigste Punkt betrifft die Ruhigstellung des operierten Fußes unmittelbar nach der Operation. Als zusätzliches Risiko sei die Schädigung des in der Nähe des Operationszuganges verlaufenden Nervus suralis zu nennen. Chronische Schmerzen oder Gefühlsstörungen an der Fußaußenseite wären die Folgen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Bei gesicherter Wundheilung, d.h. nach 3 bis 4 Tagen, kann die definitive Stabilisierungshilfe angepasst werden. Je nach Präferenz des Operateurs wird hier ein Stabilstiefel oder ein Liegegips zur Anwendung kommen. In der Regel wird eine vierwöchige Phase ohne Belastung des operierten Fußes verordnet. Dies bedeutet den Gebrauch von Stöcken für 4 Wochen. Danach wird mittels Kontrollröntgenbild der Heilungsverlauf der Gelenksknochen verfolgt. Zeigt das Röntgenbild eine beginnende Überbrückung der Gelenksknochen in eine sich stabilisierende Arthrodese, kann das Gewicht auf den Fuß gesteigert werden. Immer noch unter Schutz eines Stiefels können dann die Stöcke sukzessive weggelassen werden. Nach 8 Wochen kann meist mit dem Gehen begonnen werden. Auch dieser Schritt braucht eine Angewöhnungsphase, sodass etwa 3 Monate nach der Operation ein flüssiges Abrollen möglich sein wird. Erst dann ist der Zeitpunkt für eventuelle Schuhanpassungen gekommen.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeiten dauert die Arbeitsunfähigkeit 2 bis 3 Wochen. Ansonsten ist mit einer längeren Arbeitsunfähigkeit zu rechnen, entsprechend der doch längeren Zeit der Fußentlastung. Diese muss individuell mit

dem Operateur besprochen werden. Entgegen der allgemeinen Befürchtungen muss mit einer USG-Arthrodese nicht automatisch auf sportliche Aktivitäten verzichtet werden. Tätigkeiten wie Wandern, Skifahren, Radfahren, Schwimmen usw. sind in den allermeisten Fällen durchaus möglich.

### 3.3.3 Arthrose Chopard

Als Chopard'sche Gelenkslinie wird die Gelenkslinie zwischen dem Sprungbein (Talus) und Kahnbein (Os naviculare) sowie zwischen dem Fersenbein (Calcaneus) und dem Würfelbein (Os cuboideum) bezeichnet. Insbesondere das Talonavicular-Gelenk ist von klinischer Wichtigkeit, da sich hier die meisten Chopard-Pathologien abspielen. Meist nimmt hier der Knick-Senk-Fuß seinen Anfang, und auch Arthrosen sind in diesem Gelenk recht häufig anzutreffen. Anders als beim OSG sind die Chopard-Arthrosen fast immer symptomatisch. Der runde Kopf des Talus wird vom Os naviculare nicht gänzlich umfasst. An

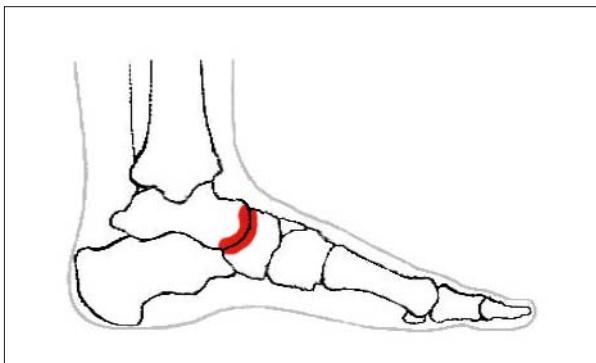


Abb. 27a. Schema Arthrose talonavicular



Abb. 27b. Rx Arthrose talonavicular

der Gelenksinnen- und -unterseite wirkt ein faserknorpelig verstärktes Band (Spring ligament) als Vergrößerung der Gelenkspfanne sowie als Stabilisator. Der Spring-ligament-Komplex ist anatomisch mit dem Deltaband am Innenknöchel verknüpft und bremst die Landephase beim Gehen. Es wirkt zudem dem Einknicken bzw. dem Absinken der Fußlängswölbung entgegen und arbeitet hierbei eng mit der Tibialis posterior-Sehne zusammen. Die Arthrose des Talonavicular-Gelenkes wirkt häufig gelenkstabilisierend. Es kommt somit kaum zu einer Veränderung der Fußlängswölbung, ganz im Unterschied zur rheumatoide Arthritis (siehe unten). Exostosen über dem Fußrücken hingegen sind häufig und können meist durch die Haut hindurch getastet werden. Zu den belastungsabhängigen Gelenksschmerzen kommen somit häufig exostosenbedingte Druckschmerzen in geschlossenem Schuhwerk hinzu. Das calcaneo-cuboidale Gelenk entwickelt eine Arthrose meist nach Unfällen, z.B. nach Calcaneusbrüchen.

### Was ist das Problem?

Nutzt sich der Gelenksknorpel ab, spricht man von Arthrose. Mit der Knorpelausdünnung nimmt die Reibung im Gelenk zu. Der Körper versucht, die Reibungszunahme durch eine Einschränkung der Gelenksbeweglichkeit zu kompensieren. Er lagert am Gelenksrand Extraknochen (Osteophyten) an. Diese gelten auf dem Röntgenbild als sicheres Zeichen der beginnenden Arthrose und können neben der Bewegungseinschränkung auch Einklemmphänomene mit der Gelenksschleimhaut provozieren. Diese Einklemmphänomene (Impingement) treten häufig unberechenbar auf und sind meist von stechendem Charakter. Der Impingement-Schmerz wird als deutlich intensiver als der eigentliche Gelenksschmerz im Spätstadium der Arthrose wahrgenommen. Im fortgeschrittenen Stadium der Arthrose nimmt die Knorpeldicke deutlich ab und die Knochenoberfläche infolge der Knochenanlagerung zu. Damit sinkt auch der Bewegungsumfang zusehends, das Gelenk beginnt sich einzustießen. Im Endstadium ist die Gelenksknorpelschicht aufgebraucht, es kommt zum direkten Kontakt der Gelenksknochen. Das typische Hauptsymptom der Arthrose des Talonavicular-Gelenkes ist der Schmerz im Gelenk unter Belastung. Die Schmerzausbreitung wird oft als hufeisenförmig den Rückfuß umspannend beschrieben.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Fußuntersuchung und ein Röntgenbild der Chopard'schen Linie reichen zur Sicherung der Diagnose. Die Untersuchung zeigt im Frühstadium meist eine Druckdolenz im Bereich des Talonavicular-Gelenkes, manchmal Reibephänomene (Crepitatio) der chronisch verdickten Gelenksschleimhaut und eventuell eine im Seitenvergleich spürbare Einschränkung der Beweglichkeit. Im fortgeschrittenen Stadium stehen der eigentliche Gelenksschmerz und die

Bewegungseinschränkung im Vordergrund. Das Röntgenbild zeigt je nach Stadium eine Verschmälerung des Gelenkspaltes und eine Vermehrung des gelenkumgebenden Knochens (Exostosen). In extremen Fällen kann das Os naviculare in seinem Volumen durch Reibephänomene im Sinne eines Abnutzungsphänomens reduziert sein.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht sehr effektiv. Die Krankheit nimmt in der Regel ihren Lauf. Die nicht-operative Therapie fokussiert meist auf die Chopard'sche Gelenkslinie einschränkende Maßnahmen wie Schuhe, Stabilbandagen usw. Auch stützende Einlagen können hilfreich sein. Ab und zu kommen schmerzstillende und abschwellende Medikamente oder Injektionen zur Anwendung. Alle diese Versuche können den Krankheitsverlauf leider nicht nachhaltig beeinflussen und lindern nur die Symptome.

### Weshalb die Operation?

Ist mit den konservativen Maßnahmen keine genügende Schmerzreduktion zu erreichen, kann die Operation diskutiert werden. Der Zeitpunkt für den Operationsentscheid wird individuell gewählt. Beginnt sich ein schmerzbedingt asymmetrisches Gangbild einzustellen, sollte nicht allzu lange mit dem Operationsentscheid zugewartet werden, um Fehlbelastungen anderer Gelenke zu vermeiden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel bei der Operation ist die Schmerzreduktion und die Verbesserung der Fußfunktion. Bei der Behandlung der Chopard'schen Arthrosen kann ein guter Operationserfolg prognostiziert werden, da die Problemzonen gut lokalisierbar und damit auch therapierbar sind.

### Operationsprinzip und Planung

Die weitaus effizienteste Operation zur Behandlung der Chopard'schen Arthrose ist die Versteifung (Arthrodese). Die Versteifung des talo-navicularen oder des calcaneo-cuboidalen Gelenkes ist nach wie vor eine sehr sichere Art der Schmerzbefreiung bei schmerzhafter, fortgeschrittener Arthrose. Die Versteifung ist gerade im Bereich der Chopard'schen Gelenkslinie durchaus nicht gleichbedeutend mit „Nicht-mehr-gehen-Können“, „Entstellung“ oder „Invalidisierung“, wie oft von den Patienten angenommen wird. Die Arthrodese wird nur bei schweren Arthrosen durchgeführt, d.h. in Fällen, wo die Gelenkbeweglichkeit schon praktisch aufgehoben ist. Für den Patienten ergibt sich daraus keine relevante Änderung der Fußform oder des Abrollmusters nach der Operation. Keine andere Operationsmethode vermag das veränderte talo-

naviculare Gelenk derart effektiv zu stabilisieren und die Schmerzen so sicher zu reduzieren wie die Arthrodese. Diesen positiven Effekten steht der Nachteil gegenüber, dass die der Chopard'schen Linie benachbarten Gelenke wegen der Versteifung mehr Bewegungsarbeit verrichten müssen. Sie unterliegen deshalb potentiell einer vermehrten Abnutzung und können seltenerweise ihrerseits eine Arthrose entwickeln.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Die Arthrodese hat die Versteifung von zwei Gelenksknochen zum Ziel. Dadurch soll die schmerzhafte Beweglichkeit bei der Arthrose aufgehoben und so die Schmerzen beseitigt werden. Da die zerstörten Gelenke schon praktisch keine Beweglichkeit mehr aufweisen, ist für den Betroffenen die Umstellung in die Versteifung nach der Operation nicht groß. Verschiedene Operationstechniken werden angewendet. Als Beispiel sei die vom Autor bevorzugte Methode beschrieben.

Der Hautschnitt wird längs über dem Fußrücken geführt, genau über dem Talonavicular-Gelenk. Unter Schonung der in der Nähe verlaufenden Gefäß- und Nervenbündel wird die Gelenkkapsel dargestellt und eröffnet. Nun kann das ganze, bogenförmige Talonavicular-Gelenk eingesehen werden. Die Osteophyten werden entfernt, und mit einem speziellen Spreizer können die Gelenksknochen dargestellt werden. Der gesamte Restknorpel wird von den Gelenksflächen entfernt. Der Gelenksknochen wird mit scharfen Instrumenten aufgeraut. Dies dient der Förderung der Knochenüberbrückung der Arthrodese. Die Passform der Arthrodeseflächen wird überprüft und die Gelenksposition beurteilt. Durch eine falsche Einstellung der Arthrodeseflächen kann die Fußform und damit die Fußfunktion wesentlich gestört werden. Die beste Position wird provisorisch mit einem Kirschnerdraht fixiert. Dann erfolgt eine Lagekontrolle mit dem mobilen Röntgengerät (Bildwandler) und anschließend die definitive Fixation und Kompression der Arthrodese mit Schrauben oder Klammern. Die Schraubenlage und -länge werden wieder mit dem Bildwandler überprüft. Zuletzt werden die Gewebeschichten schichtweise vernäht.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Bei der Arthrodese des Talonavicular-Gelenkes handelt es sich um eine mittelgroße Operation. In der Phase nach dem Eingriff müssen deshalb einige Punkte beachtet werden, um Risiken wie Wundheilungsstörungen oder das Nichteinheilen der Gelenksknochen zu vermeiden. Der wichtigste Punkt betrifft die Ruhigstellung des operierten Fußes unmittelbar nach der Operation.



Abb. 28a. Fixation Arthrodese talonavicular



Abb. 28b. Rx Arthrodese talonavicular

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Bei gesicherter Wundheilung, d. h. nach 3 bis 4 Tagen, kann die definitive Stabilisierungshilfe angepasst werden. Je nach Präferenz des Operateurs wird ein Stabilstiefel oder ein Liegegips zur Anwendung kommen. In der Regel wird eine vierwöchige Phase ohne Belastung des operierten Fußes verordnet. Dies bedeutet den Gebrauch von Stöcken für 4 Wochen. Danach wird mittels Kontrollröntgenbild der Heilungsverlauf der Gelenksknochen verfolgt. Zeigt das Röntgenbild eine beginnende Überbrückung der Gelenksknochen in eine stabile Arthrodese, kann das Gewicht auf den Fuß gesteigert werden. Immer noch unter Schutz eines Stiefels können dann die Stöcke sukzessive weggelassen werden. Nach 8 Wochen kann meist mit dem Gehen begonnen werden. Auch dieser Schritt braucht eine mehrwöchige Angewöhnung, sodass etwa 3 Monate nach der Operation ein flüssiges Abrollen mög-

lich sein wird. Dann ist auch der Zeitpunkt für eventuelle Schuhanpassungen gekommen.

#### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeiten dauert die Arbeitsunfähigkeit 2 bis 3 Wochen. Ansonsten ist mit einer längeren Arbeitsunfähigkeit zu rechnen, entsprechend der längeren Zeit der Fußentlastung. Diese muss individuell mit dem Operateur besprochen werden. Entgegen allgemeinen Befürchtungen muss mit einer talo-navicularen Arthrodese nicht automatisch auf sportliche Aktivitäten verzichtet werden. Tätigkeiten wie Wandern, Skifahren, Radfahren, Schwimmen usw. sind in den allermeisten Fällen durchaus möglich.

#### 3.3.4 Osteochondrosis dissecans

Bei der Osteochondrosis dissecans handelt es sich um eine Durchblutungsstörung mit Absterben eines meist nur kleinen Areals des Knochens unmittelbar unter der Gelenksknorpelschicht. Am Fuß sind am häufigsten der Sprungbeinknochen (Talus) an seiner inneren Rolle im oberen Sprunggelenk (OSG) und das Großzehengrundgelenk betroffen. In 10% der Fälle sind beide Füße betroffen. Die Erkrankung trifft mehr Männer als Frauen. Als Ursache werden

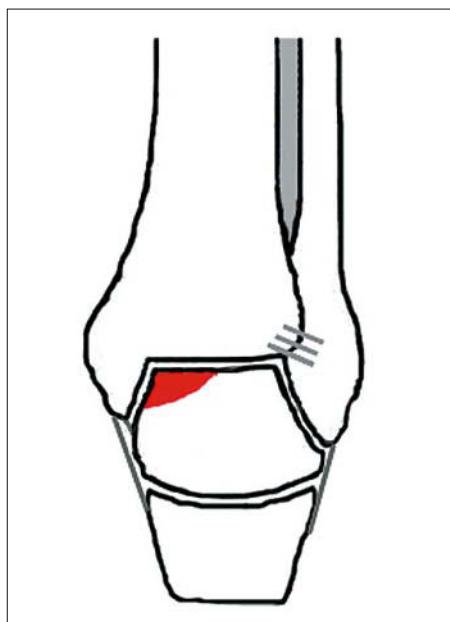


Abb. 29a. Schema Osteochondrosis dissecans OSG



Abb. 29b. MRI Osteochondrosis dissecans OSG

größere Verletzungen dieser Gelenke oder wiederholte kleine Verletzungen vermutet, die sich über die Jahre negativ auf die Knochendurchblutung auswirken. Der Schaden beginnt zunächst an der gelenkseitigen Oberfläche des Knochens unterhalb des Knorpels. In einem späteren Stadium kann es zur vollständigen Ablösung des betroffenen Gebietes kommen, das dann als Knochen-Knorpel-Dissekat (Gelenksmaus) im Gelenk verbleibt. Die Gelenksmaus kann gelockert an ihrem Entstehungsort verbleiben oder als freier Gelenkskörper im Gelenk wandern. Auch sekundäre Verwachsungen der Gelenksmäuse mit der Gelenksschleimhaut werden beobachtet.

### Was ist das Problem?

Bei kleinen Arealen der Knochenerkrankung wird die Tragfähigkeit der Gelenksfläche im OSG nur unwesentlich beeinflusst. Meist sind es die Gelenksmäuse selbst, welche die Schmerzen verursachen. Ist das Dissekat nur gelockert, besteht meist ein Belastungsschmerz. Hat es sich als freier Gelenkskörper bereits vom Mausbett abgesetzt, kommt es zu Bewegungs- und/oder Belastungsschmerzen. Je nach Gelenksbewegung kann die Gelenksmaus zwischen den Gelenksflächen einklemmen. Dies kann teilweise auch bei frei hängendem Fuß durch die Patienten willkürlich provoziert werden. Das Schmerzaufreten bei freien Gelenksmäusen ist typischerweise unberechenbar. Haben sich diese irgendwo in der Gelenksschleimhaut festgesetzt, wird die Schmerzprovokation berechenbarer. Je nach Fußposition bei Schmerzprovokation lassen sich Rückschlüsse auf die Mauslokalisation ziehen.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Konventionelle Röntgenbilder sind meist normal oder zeigen die Art und Größe des Problems nur unzureichend. In den meisten Fällen muss zur exakten Problemanalyse deshalb eine MRI- oder CT-Untersuchung durchgeführt werden. Es geht dabei um die Größe und Lokalisation der Gelenksmaus und die Beurteilung des das Mausbett umgebenden Knochens.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Die Symptome bei Osteochondrosis dissecans sind meist hartnäckig und langdauernd. Da sie teilweise nur sporadisch und unberechenbar auftreten, wird die Erstdiagnose meist spät gestellt, und etliche Therapieversuche sind schon unternommen worden. Die im Gelenk gelegene mechanische Problematik kann durch äußerliche Maßnahmen nicht genügend beeinflusst werden. Die konservativen Therapien stellen daher eine reine Symptombekämpfung dar. Die Schmerzen können spontan verschwinden, wenn sich die frei schwimmende Gelenksmaus in einer die Bewegung nicht störenden Ecke des Gelenkes einnistet. Dieser Verlauf ist leider nur selten zu beobachten.

## Weshalb die Operation?

Die Osteochondrosis dissecans ist keine für die Allgemeinfunktion des Gelenkes gefährliche Erkrankung. Bei hartnäckiger Störung der Lebensqualität sollte die Operation in Erwägung gezogen werden. Nur sie vermag den Kern des Problems anzugehen. Infolge der kleinen Schnitte stellt sie zudem für den Körper keine große Belastung dar. Der Operationsentscheid erfolgt im Rahmen der Beurteilung der Lebensqualität.

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Ziel der Operation ist die Schmerzreduktion. Die Prognose der Operation wird wesentlich durch das Ausmaß der Gelenksmaus und durch den Zustand und die Größe des Mausbettes mitbestimmt. Kann das freie Knochen-Knorpel-Dissekat aus dem Gelenk entfernt werden, verschwindet auch der reine Einklemmschmerz. Für einen durch das Mausbett bedingten Belastungsschmerz ist die Prognose abhängig vom Regenerationspotenzial des Knochens um das Mausbett. Dieses Potenzial ist abhängig von Alter und Gesundheitszustand des Patienten und lässt sich nur abschätzen. Für diese Fälle wird in der Literatur eine Erfolgsrate von 84% angegeben.

## Operationsprinzip und Planung

In aller Regel wird bei der Osteochondrosis dissecans am OSG eine arthroskopische Operationstechnik gewählt. Diese ermöglicht eine gute Gelenksübersicht bei minimalen Schnitten. Eine frei schwimmende Gelenksmaus kann mit den Arthroskopieinstrumenten gefasst und entfernt werden. Das genaue Vorgehen zur Bearbeitung einer losen Maus sowie des Mausbettes wird aufgrund des Befundes während der Operation entschieden. Bei intakter Knorpelfläche und schlechtem subchondralem Knochen wird die minder durchblutete Knochenschicht mit Kirschnerdrähten maschinell angebohrt. Das Ziel hierbei ist, dass Gefäße von den tieferen intakten Knochenschichten durch die Bohrlöcher in die Problemzone vordringen können und diese so regenerieren. Ist der Gelenksknorpel bereits insuffizient, muss er an den betroffenen Stellen entfernt und ebenfalls angebohrt werden. Von der Anbohrung des Knorpels erhofft man sich das Ausbilden einer Ersatzknorpelschicht in der Defektzone. Dieser Ersatzknorpel allerdings ist faserig und nicht mit der Qualität des ursprünglichen hyalinen Gelenksknorpels vergleichbar. Er vermag jedoch meist die Defektzone zu füllen und damit auch den umgebenden gesunden hyalinen Knorpel zu schützen.

In wenigen Fällen kann die Gelenksmaus arthroskopisch festgeschraubt werden. Dies bedingt eine sehr gute Durchblutung des subchondralen Knochens und eine genügende Größe der Gelenksmaus. Eignet sich die Maus nicht zur Refixation und besteht eine große Defektzone, muss unter Umständen sogar eine Knochen-Knorpel-Transplantation aus dem Kniegelenk erwogen werden.

Dabei werden einer oder mehrere Knochen-Knorpel-Zylinder vom gleichseitigen Kniegelenk entnommen und in die Defektzone am Talus transplantiert. Dieser Eingriff wird meist am offenen Gelenk durchgeführt.

Als modernste Methode gilt die autologe Chondrozyten-Transplantation (ACT). Hierbei werden ca. 6 Wochen vor dem Haupteingriff im Rahmen einer ersten Operation kleine Mengen Knorpelzellen des betroffenen Gelenkes gewonnen. Sie werden auf einem Trägermedium gezüchtet und in einer Zweitoperation an die Defektzone angepasst und transplantiert. Diese sehr teure Methode wird momentan in der Kniechirurgie versuchsweise angewandt. Erste Resultate scheinen unter bestimmten Voraussetzungen vielversprechend, fundierte Aussagen lassen sich noch nicht machen. Die Anwendung am Fuß ist zum jetzigen Zeitpunkt rein experimentell.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

In den meisten Fällen wird mittels Arthroskopie vorgegangen. Der Vorteil der Arthroskopie liegt in der kleinen Operationswunde. Der Eingriff wird deshalb in aller Regel von den Patienten gut toleriert, ist aber nicht zu unterschätzen. Es können mit dieser Technik beträchtliche Flächen in den jeweiligen Gelenken bearbeitet werden. Bei engen Platzverhältnissen muss unter Umständen auf eine offene Technik gewechselt werden. Zudem sind große Osteochondrose-Befunde an den Kanten der Talusrollen für eine Knochen-Knorpel-Transplantation nur bedingt tauglich. Der Grund liegt in der unzureichenden Verankerungsmöglichkeit der transplantierten Zylinder in diesem Gelenksbereich.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Das größte Risiko besteht in der nur mangelhaften Schmerzreduktion bei großen Nekrosebefunden des Subchondralknochens. Bei einem offenen Vorgehen muss gelegentlich der innere oder äußere Knöchel gezielt durchtrennt und weggeklappt werden, um die beschädigte Gelenksfläche einzusehen. In der Folge kann es trotz korrekter Refixation zu verzögter Heilung dieser Knochen kommen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Wie bei anderen Fußeingriffen kann die Rehabilitationsphase in zwei Zeitabschnitte eingeteilt werden: Die Entlastungsphase und die Belastungsphase. In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen. Die Knochenflächen brauchen bei der Anbohrung oder bei Knochen-Knorpel-Transplantationen mindestens 4 Wochen, bis eine Vollbelastung erlaubt werden kann. In dieser Zeit wird der Fuß mit einem Gips oder einem Spezialstiefel ruhig gestellt.



Abb. 30a. Arthroskopie OSG

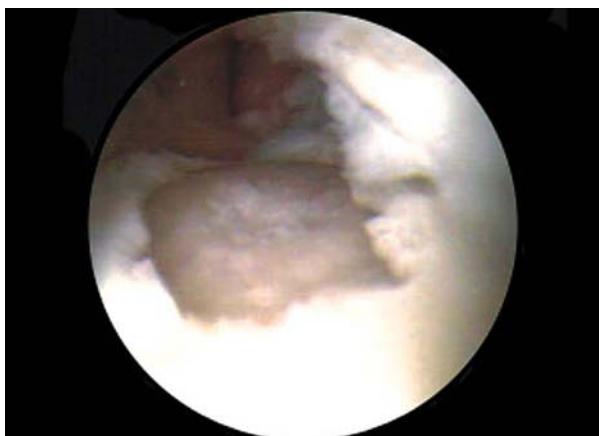


Abb. 30b. Arthroskopisches Bild  
Partielle Knorpelresektion talar

Danach kann die **Belastungsphase** eingeleitet werden. Meist kann ab der 5. Woche die Belastung unter Schutz einer Stabilisierungshilfe gesteigert werden. Der genaue Zeitablauf der Belastungssteigerung und die verwendeten Stabilisierungshilfen sind individuell auf den Patienten und die Beurteilung des Fußchirurgen abgestimmt. In den allermeisten Fällen kann ein freies Gehen ca. 8 Wochen nach der Operation erwartet werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und 1 Jahr nach der Operation andauern. Der Grund hierfür sind die Gewebsbeschaffenheit

des Fußes, die tiefe Lage und die Entfernung zum Herzen, was Rückstauungen begünstigt. Zudem kann der Fuß nicht effizient entlastet werden. Gerade zu Beginn der Belastungsphase muss ein normales Gangbild wieder erlernt werden. Physiotherapie kann in dieser Phase hilfreich sein.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, sofern ein Arbeitseinsatz mit Stöcken und voller Entlastung des operierten Fußes möglich ist, für Arbeiten mit viel Laufarbeit und handwerkliche Tätigkeiten meist bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 bis 2 Wochen) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

### 3.3.5 Coalitio

Eine Coalitio oder Synostose bedeutet, dass sich die Gelenksknochen während der embryonalen Entwicklungsphase nicht vollständig voneinander getrennt haben. Meist bleibt eine knöcherne (Synostose) oder bindegewebige (Syndesmose) Verbindung, welche die Gelenksbeweglichkeit einschränkt. Lange kann diese bereits bei Geburt vorhandene Anomalie unerkannt bleiben. Meist kommt es in der Pubertät oder im frühen Erwachsenenalter zu einer Schmerzentwicklung, ausgelöst durch Bagatellverletzungen, wie z.B. durch das Übertreten des Fußes. Die häufigste Lokalisation betrifft das Gelenk zwischen dem Fersenbein und dem Kahnbein (calcaneo-navicular). Die Coalitio ist nicht selten mit einem Knick-Senk-Fuß vergesellschaftet, da sich der Rückfuß aufgrund der verminderten USG-Beweglichkeit während des Wachstums nicht spontan aufrichten kann. Bei der Untersuchung zeigen sich ein eingesteiftes unteres Sprunggelenk (USG) und eine fehlende Aufrichtung des Fußes im Zehenstand. In einigen Fällen kann diese Entwicklungsstörung beidseitig beobachtet werden.

### Was ist das Problem?

Wird die in der Regel kleinfächige Verbindung der Gelenksknochen verletzt, kommt es zu einer Lockerung derselben und damit zu einer Vermehrung der Relativbewegung der Gelenksknochen. Dies verursacht belastungsabhängige Schmerzen im Bereich des USG. Die meist jugendlichen Patienten berichten über eine Schmerzreduktion beim Tragen von rückfußstabilisierendem Schuhwerk. Bei der Untersuchung richtungweisend ist die verminderte Rückfußbeweglichkeit.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Synostose oder Syndesmose am USG kann in normalen Röntgenbildern meist nicht genau dargestellt werden. Zur endgültigen Abklärung ist eine Computertomographie oder Magnetresonanz-Untersuchung des Rückfußes erforderlich. Es geht dabei um die Lokalisation der Problematik und vor allem um deren Ausdehnung.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Da die Problematik lange unerkannt bleiben kann, sind vorbeugende Maßnahmen nicht möglich. Konservative Maßnahmen sind aufgrund der mechanischen Problematik und der meist sehr hartnäckigen Beschwerden in den allermeisten Fällen nicht sehr effektiv. Rückfußstützende Maßnahmen wie Bandagen oder Schuhe sind am effektivsten, vermögen jedoch längerfristig keine genügende Schmerzreduktion zu vermitteln.

### Weshalb die Operation?

Nur die Operation vermag die mechanische Grundproblematik im USG anzugehen. Bei der Coalitio handelt es sich um eine an sich harmlose Problematik, weshalb die Operationsindikation anhand der Schmerzen gestellt wird. Die Erfahrung zeigt, dass in fast allen Fällen der symptomatischen Coalitio letztendlich die Operation diskutiert werden muss.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel bei der Operation ist die Schmerzreduktion und damit auch die Verbesserung der Fußfunktion. Bei der Behandlung der Coalitio am USG kann ein guter Operationserfolg prognostiziert werden, da die Problemzonen gut lokalisierbar und damit auch therapiierbar sind.

### Operationsprinzip und Planung

Bei der Coalitio am USG kann entweder die Entfernung der knöchern-bindegewebigen Verbindung oder die Versteifung des unteren Sprunggelenkes diskutiert werden. Die Entscheidung für die eine oder andere Option erfolgt aufgrund der Lokalisation und der Größe des Befundes. Die Versteifung hat angesichts des meist jugendlichen Alters der Patienten den Anschein einer aggressiven Therapie mit definitivem Charakter, ist aber die sicherste Variante der Schmerzreduktion und wird deshalb häufiger angewandt. Da vor der Schmerzentwicklung bereits eine eigentliche Versteifung infolge Coalitio bestand, hat sich der jugendliche Fuß an diese Situation angepasst. Die operative Arthrodese des USG stellt somit keinen für den Patienten spürbaren Eingriff in die Funktionalität des Rückfußes dar.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Bei der Entfernung der Coalitio erfolgt der Hautschnitt seitlich unter dem Außenknöchel. Das USG wird dargestellt und am Ort der Verwachsung eröffnet. Unter ständiger Prüfung der Gelenksfunktion wird die Coalitio sukzessiv entfernt, bis eine freie Beweglichkeit erreicht worden ist. Danach werden die Gewebeschichten wieder vernäht.

Die Operationstechnik der USG-Arthrodese kann im Kapitel „Arthrose des unteren Sprunggelenkes“ nachgelesen werden.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Bei der Arthrodese des USG handelt es sich um eine mittelgroße Operation. In der Phase nach dem Eingriff müssen deshalb einige Punkte beachtet werden, um Risiken wie Wundheilungsstörungen oder das Nichteinheilen der Gelenksknochen zu vermeiden. Der wichtigste Punkt betrifft die Ruhigstellung des operierten Fußes. Ein zusätzliches Risiko bedeutet die Schädigung des in der Nähe des Operationszuganges verlaufenden Nervus suralis. Chronische Schmerzen oder Gefühlsstörungen an der Fußaußenseite wären die Folgen. Obwohl die Entfernung der Synostose ein kleinerer Eingriff ist, muss der Rückfuß längere Zeit entlastet werden, um das USG zu schonen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Bei gesicherter Wundheilung, d. h. nach 3 bis 4 Tagen, kann die definitive Stabilisierungshilfe angepasst werden. Je nach Präferenz des Operateurs wird hier ein Stabilstiefel oder ein Liegegips zur Anwendung kommen. In der Regel wird bei der USG-Arthrodese eine vierwöchige Phase ohne Belastung des operierten Fußes verordnet. Dies bedeutet den Gebrauch von Stöcken für 4 Wochen. Danach wird mittels Kontrollröntgenbild der Heilungsverlauf der Gelenksknochen verfolgt. Zeigt das Röntgenbild eine beginnende Überbrückung der Gelenksknochen in eine sich stabilisierende Arthrodese, kann das Gewicht auf den Fuß gesteigert werden. Immer noch unter Schutz eines Stiefels können die Stöcke sukzessive weggelassen werden. Nach 8 Wochen kann mit dem Gehen begonnen werden. Auch dieser Schritt braucht eine An-gewöhnungsphase, sodass etwa 3 Monate nach der Operation ein flüssiges Abrollen möglich sein wird. Dann ist der Zeitpunkt für eventuelle Schuhanpassungen gekommen.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeiten dauert die Arbeitsunfähigkeit 2 bis 3 Wochen. Ansonsten ist mit einer längeren Arbeitsunfähigkeit zu rechnen, entsprechend der längeren Zeit der Fußentlastung. Diese muss individuell mit dem Operateur besprochen werden. Entgegen der allgemeinen Befürchtung muss mit

einer USG-Arthrodese nicht automatisch auf sportliche Aktivitäten verzichtet werden. Tätigkeiten wie Wandern, Skifahren, Radfahren, Schwimmen usw. sind in den allermeisten Fällen möglich.

### 3.3.6 Os trigonum

Das Os trigonum ist ein zusätzlicher (akzessorischer) Knochenkern im hinteren medialen Bereich des oberen Sprunggelenkes (OSG). Er kommt in etwa 5% der Bevölkerung vor und verursacht in den meisten Fällen keine Beschwerden. Schmerzen kann das Os trigonum nach einem Fußtrauma infolge Lockerrung verursachen. Es liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zum hintersten Anteil des Sprungbeines (Processus posterior tali) und der Sehne des langen Zehenbeugers (Musculus flexor hallucis longus).

#### Was ist das Problem?

Durch eine Beugeverletzung am Sprunggelenk (Hyperflexionstrauma) wird die bindegewebige Verankerung des Os trigonum gelockert. Dadurch kommt es zu schmerzhaften Kontaktreibungen oder Einklemmphänomenen (Impingement) der hinteren Talusbegrenzung. Nicht immer ist der hintere OSG-Schmerz auf das Os trigonum zurückzuführen. Die häufigsten Gründe sind eine Absprengung des Processus posterior tali (fälschlicherweise auf dem Röntgenbild als Os trigonum angesehen) oder eine Sehnenscheidenproblematik (z. B. Entzündung, Tendovaginitis) des langen Zehenbeugermuskels, dessen Sehne in einer bindegewebig verstärkten Sehnenscheide unmittelbar auf Höhe des Os trigonum verläuft. Seltenerweise kann der Sehnenscheidenenschmerz mit dem Trigonumschmerz gemeinsam auftreten. Dies kommt am häufigsten bei Tänzern vor. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ursache des hinteren OSG-Schmerzes nicht einfach zu diagnostizieren ist.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Für die Diagnose einer Tendovaginitis ist vor allem eine systematische Untersuchung notwendig. Diese Schmerzen können meist in Zusammenhang mit der Prüfung der Funktion der Großzehe in Verbindung gebracht werden. Bildgebende Verfahren ergeben hier keine zusätzlichen Informationen. Bei knöchernen Schmerzursachen muss ein Os trigonum von einer Absprengung des Processus posterior tali oder anderen Ursachen unterschieden werden. Hierfür eignet sich vor allem die MRI-Untersuchung oder die Szintigraphie (siehe Kap. 5: „Rund um die Operation, präoperative Abklärungen“).

#### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen können nicht genannt werden, da die Symptome

beim Os trigonum meist erst durch eine Verletzung entstehen. Als effiziente Maßnahme zur Schmerzlinderung hat sich neben der temporären Schonung (Verhinderung einer übermäßigen Beugung im OSG) die Infiltrationstherapie bewährt. Dabei wird zur Entzündungshemmung unter Zuhilfenahme eines Röntgengerätes (Bildwandler) ein Cortisonpräparat in den Raum zwischen dem Os trigonum und dem Talus gespritzt. Das positive Ansprechen auf die Infiltration dient gleichzeitig der Diagnosesicherung.

### Weshalb die Operation?

Wie bei der Coalitio kann leider nur in seltenen Fällen auf konservativem Wege eine anhaltende Besserung erwartet werden. Nur die Operation vermag die schmerzhafte Instabilität des Os trigonum effizient zu beseitigen. Die Wahl des Operationszeitpunktes richtet sich nach dem Ausmaß der Schmerzen, da es sich um eine funktionell harmlose Problematik handelt. Ein Hinauszögern des Operationszeitpunktes hat keine negativen Folgen. Ist jedoch das Gangbild schmerzbedingt zunehmend gestört, sollte die Operation geplant werden, um Fehlbelastungen anderer Gelenke zu vermeiden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel ist die Schmerzreduktion und die damit verbundene Verbesserung der Funktionalität des Fußes. Bei richtiger Diagnose darf die Erfolgsrate der Operation als sehr gut bezeichnet werden.

### Operationsprinzip und Planung

Ist das Os trigonum der Grund für die hinteren OSG-Schmerzen, muss es entfernt werden. Dies kann bedenkenlos durchgeführt werden, da dieser Extrasknochen keine eigentliche Funktion am Rückfuß hat und anders als das Os tibiale externum (siehe oben) nicht mit wichtigen Strukturen vernetzt ist.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Diskutiert wird, ob der Operationsschnitt von innen (medial) oder von außen (lateral) am OSG geführt werden soll. Letztendlich ist dies eine Frage der persönlichen Präferenz des Operateurs. Der Autor bevorzugt den Zugang von medial. Obwohl hier das wichtige Gefäß-Nerven-Bündel am Rückfuß gekreuzt wird (Nervus tibialis, Arteria und Vena tibialis posterior), kann erfahrungsgemäß das Os trigonum besser dargestellt werden. Zudem ist eine gleichzeitige Beurteilung der Sehne des Zehenbeugers und dessen Sehnenscheide gut möglich. Das Os trigonum wird dann sorgfältig von seiner bindegewebigen Umgebung gelöst und entfernt. Zuletzt werden die Gewebebeschichten schichtweise verschlossen.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Das Hauptsrisiko des Eingriffes liegt in der Verletzungsgefahr des Gefäß-Nerven-Bündels am medialen Rückfuß. Unerkannte Gefäßverletzungen resultieren in Blutergüssen und Durchblutungsstörungen, während Verletzungen des Nervus tibialis Gefühlsstörungen der gesamten Fußsohle nach sich ziehen können.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Da keine tragenden Strukturen bei der Entfernung des Os trigonum tangiert werden, muss nur die Wundheilung abgewartet werden, bis von der Entlastungsphase in die Vollbelastung übergegangen werden kann. Auf jeden Fall erscheint es wichtig, in der Anfangsphase der Rekuperation eine gute Ausheilung des Operationsgebietes zuzulassen, um nicht eine unnötige narbenbedingte Schmerzverlängerung zu provozieren.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Im Schnitt muss etwa mit einer dreiwöchigen Phase der Schonung gerechnet werden. Die Arbeitsfähigkeit richtet sich nach dem Belastungsprofil. Eine rein sitzende Bürotätigkeit wird wohl nach wenigen Tagen wieder möglich sein. Für anspruchsvolle handwerkliche Tätigkeiten hingegen sollten 3 bis 4 Wochen einberechnet werden.

### 3.3.7 Haglund

Bei der Haglund-Ferse handelt es sich um eine druckschmerzhafte knöcherne Schwellung (Exostose) an der Oberkante des äußeren Fersenbeines (Calcaneus) im Bereich des Ansatzes der Achillessehne. Die Exostose kann in Kombination mit dem Druck der Fersenkappe von Schuhen zu Schmerzen am Achillessehnenansatz führen. Dies kann zu einer Schleimbeutelentzündung (Bursitis) unter der Achillessehne gerade an ihrem Ansatz oder sogar zu einer Druckschädigung der Achillessehne selbst führen. Klinisch zeigt sich eine schmerzhafte Schwellung und Rötung hinten an der Ferse und zuweilen eine lokale, eng umschriebene Druckschmerhaftigkeit.

### Was ist das Problem?

Überall, wo der Knochen erhöhten Druck- und / oder Zugkräften ausgesetzt ist, passt er sich im Sinne einer Verstärkung der Knochendichte und -masse an. Die Achillessehne übt eine Zug- und Druckbelastung auf das Fersenbein aus. Liegt diese Belastung, wie zum Beispiel bei Laufsportlern, konstant über einem gewissen Niveau, schützt sich das Fersenbein mit der Ausbildung einer Exostose, die äußerlich als Fersenhöcker sichtbar ist. Dieser kann von innen auf die Achillessehne drücken und eine Schleimbeutelentzündung provozieren. Im chronischen Fall kann die Achillessehne selbst druckbedingte Schä-



Abb. 31a. Haglund-Ferse



Abb. 31b. Rx Haglund-Exostose

digungen aufweisen. Schuhe mit straffer Fersenkappe drücken zusätzlich von außen, was die Schmerzen noch verstärkt.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Das klinische Bild ist derart typisch, dass die Diagnose in der Regel leicht gestellt werden kann. Die Exostose ist auf einem seitlichen Röntgenbild leicht zu erkennen. Nicht zu sehen ist die eventuell vorhandene Bursitis subachillea zwischen dem Calcaneus und der Achillessehne sowie der Zustand der Sehne im Kontaktgebiet zum Fersenbein. Bei Verdacht auf Abnahme der Sehnenqualität (trophische Störung) kann eine MRI-Untersuchung hilfreich sein. Das Ziel

sind hierbei die Beurteilung des Ausmaßes sowie die Lokalisation der Störung der Achillessehnentrophik.

### **Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?**

Die Haglundscherzen sind meist sehr hartnäckig und schwierig zu behandeln. Eine gute Portion Geduld ist sowohl vom Patienten, Therapeuten wie auch vom behandelnden Arzt gefordert. Der Grund liegt im Wesentlichen darin, dass beim Gehen große Kräfte über die Achillessehne auf das Fersenbein übertragen werden. Der Rückfuß kann im täglichen Leben nur ungenügend geschont werden, und so kann sich eine einmal vorhandene Entzündung kaum selbst regenerieren. Die nicht-operativen Maßnahmen basieren auf zwei Prinzipien: der mechanischen Entlastung von Achillessehne und Ferse und der Entzündungshemmung. Für die mechanische Entlastung geeignet sind Fersenkeile zur Anhebung der Ferse und stützende Einlagen in Kombination mit gutem Schuhwerk. Es geht hier um die möglichst gerade Ausrichtung des Fersenbeines, da Entzündungen der Achillessehne durch seitliches Abkippen des Rückfußes aufrechterhalten werden. Bei der Entzündungshemmung kommen medikamentöse, physikalische und manuelle Methoden zur Anwendung. Medikamente können in Tablettenform oder lokal als Salbe und Pflaster verwendet werden. Bei den physikalischen Mitteln werden Ultraschall, Wechselströme, Stoßwellen usw. angewandt. Manuelle Methoden dienen dem beschleunigten Abtransport von entzündlichen Stoffwechselprodukten.

### **Weshalb die Operation?**

Führen die konservativen Therapieanstrengungen über mehrere Monate nicht zu einer markanten Schmerzreduktion, können operative Maßnahmen diskutiert werden. Nur die Operation kann eine Behandlung der Schmerzursachen bieten.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Eine Schmerzreduktion kann erreicht werden, wenn die auslösenden Ursachen (Druck, Reibung, Gewebsdegeneration, Entzündung) beseitigt werden. Sowohl die konservativen als auch die operative Therapie sind aufwändig und langwierig. Zudem gelten Operationen im Fersenbereich wegen der exponierten Lage, der suboptimalen Gewebsdurchblutung und der geringen Polsterung der Haut durch das Unterhautfettgewebe als heikel. Die Erfolgsaussicht bei den Haglund-Exostosen wird von der Anzahl der Begleitprobleme mitbestimmt. Eine reine Exostose am Calcaneus hat dabei eine bessere Erfolgsaussicht als eine Exostose kombiniert mit einer Störung der Sehnentrophik. Trotzdem zeigt die Operation an der Haglund-Ferse bei Berücksichtigung aller Hauptprobleme eine im Schnitt bessere Erfolgsaussicht als die konservativen Therapien.

### Operationsprinzip und Planung

Die Operationsindikation soll erst nach genauer Analyse der verursachenden Faktoren und der vorhandenen Probleme gestellt werden. Rückfußfehlstellungen oder Kontrakturen der Wadenmuskulatur müssen in der Operationsplanung mitberücksichtigt werden. Neben der Abtragung der Calcaneusexostose wird auch die Bursa zwischen dem Calcaneus und der Sehne entfernt und bei Bedarf die Achillessehne skarifiziert. Dabei entnimmt man den degenerativ veränderten Kernteil der Achillessehne, um die Regenerationsprozesse zu beschleunigen. Der Degenerationskern der Sehne kann im MRI beurteilt werden. Bei einer bereits massiv ausgebildeten Sehnendegeneration muss unter Umständen eine Sehnenrekonstruktion erwogen werden.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt meist außen (lateral) am Vorderrand der Achillessehne im Bereich ihres Ansatzes am Calcaneus. Unter Schonung der Sehnenumhüllung (Peritendineum) wird der Raum zwischen dem Calcaneus und der Sehne dargestellt und das Entzündungsgewebe (Bursitis) entfernt. Die Haglund-Exostose wird freigelegt und mit einem Meißel oder einer oszillierenden Säge entfernt. Der Knochen soll genau bis an den Sehnenansatz reseziert werden, ohne den fächerförmigen Sehnenansatz am Calcaneus zu verletzen. Falls nötig, kann die Sehne selbst angefrischt (skarifiziert) werden. Zuletzt erfolgt der schichtweise Wundverschluss.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Wundheilungsstörungen stellen ein erhöhtes Risiko dar, da die Haut im Achillessehnenbereich schlecht durchblutet und die prominente Lage für Reibungsphänomene prädisponiert ist. Die konsequente Ruhigstellung der operierten Ferse mit einem Stabilstiefel oder sogar einem Gips für einige Tage nach der Operation begünstigt die Erholung des operierten Gewebes und verhindert die Entstehung von chronischen Schmerzen bei zu frühzeitiger Vollbelastung.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Bei gesicherter Wundheilung, d.h. nach 3 bis 4 Tagen kann die definitive Stabilisierungshilfe angepasst werden. Je nach Präferenz des Operateurs wird ein Stabilstiefel oder ein Liegegips zur Anwendung kommen. In der Regel wird nach einer Haglund-Operation eine zweiwöchige Phase ohne Belastung des operierten Fußes verordnet. Dies bedeutet den Gebrauch von Gehstöcken. Immer noch unter Schutz eines Stiefels können die Stöcke sukzessive weg gelassen und nach 4 bis 6 Wochen mit dem Gehen begonnen werden. Auch dieser Schritt braucht eine Angewöhnungsphase, sodass etwa 2 bis 3 Monate nach der Operation ein flüssiges Abrollen möglich sein sollte.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, sofern ein Arbeitseinsatz mit Stöcken und voller Entlastung des operierten Fußes möglich ist, für Arbeiten mit viel Laufarbeit und für handwerkliche Tätigkeiten meist 6 bis 8 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 bis 2 Wochen) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden

## 3.4 Komplexe Fußdeformitäten

Komplexe Fußdeformitäten sind Formvarianten des Fußes bei denen mehrere Fußsegmente betroffen sind. Die Grenzen vom Normalen zum Abnormalen sind fließend und nicht genau definierbar. Fußdeformitäten können zu Funktionseinbußen und/oder Schmerzen führen. Die Behandlung von komplexen Fußdeformitäten ist im Bezug auf Problemanalyse und Therapie anspruchsvoll.

Die in der täglichen Praxis am häufigsten beobachtete komplexe Fußform ist der Spreizfuß. Daraus können der Hallux valgus, Kleinzehenfehlstellungen und die Bunionette-Deformität resultieren. Diese Entitäten werden in eigenen Kapiteln einzeln beschrieben. Die zweithäufigste komplexe Fußform ist der Knick-Senk-Fuß gefolgt vom Hohlfuß. Diese Fußformen werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben. Klumpfüße, Hackenfüße, Sichelfüße und andere im Erwachsenenalter eher seltene Formvarianten werden nicht weiter abgehandelt.

### 3.4.1 Knick-Senk-Fuß

Wie der Name sagt, kommt es beim Knick-Senk-Fuß zu einem Einknicken und Absenken der Fußlängswölbung, wobei diese Veränderungen unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Bekannt sind viele Varianten dieser Fußform. Das Spektrum reicht von leichten Deformitäten im Sinne einer Normvarian- te bis zu schweren invalidisierenden Formen. Je schwerer die Deformität, umso mehr sind Gelenke und damit Kapsel-, Band- und Sehnenstrukturen betroffen. Die Fußlängswölbung wird durch die Anordnung der Fußknochen gebildet. Die Wölbung wird durch Bänder und Muskeln stabilisiert und durch die Plantaraponeurose verspannt. Diese ist eine derbe, flächenhafte Bindegewebsstruktur von segeltuchartiger Konsistenz und gleicht der Sehne eines

Pfeilbogens. Knickt der Knochenbogen ein, entspannt sich die Plantaraponeurose. Das Ausmaß der Erschlaffung ist etwa proportional zur Abknickung. Die Abknickung und die Absenkung der Fußwölbung finden v.a. im Gelenk zwischen dem Sprungbein und dem Kahnbein (talo-navicular) statt. Dieses Gelenk ist wie ein Kugelgelenk konzipiert und deshalb mit seinen runden Flächen für Achsenabweichungen prädestiniert. Absenkungen können auch in den benachbarten Fußgelenken beobachtet werden. Das erste Lisfranc-Gelenk zwischen der Fußwurzel und dem ersten Mittelfußknochen (tarso-metatarsal oder metatarso-cuneiforme I) kann ähnlich dem Talonavicular-Gelenk nach unten und innen verkippen. Neben diesen passiven Strukturen kommt dem hinteren Schienbeinmuskel (Musculus tibialis posterior) eine zentrale Rolle bei der Erhaltung der Fußlängswölbung zu. Dessen Sehne wird um den Innenknöchel an die Innenseite des Os naviculare und die Unterseite der Fußwurzel geführt. Hier fächert sich die Sehne fünffach auf und setzt an verschiedenen Orten der Fußwurzel an. So wirkt dieser Muskel über seine Sehne an der Fußinnenseite wie eine unterstützende Hängematte unter dem talo-navicularen



Abb. 32a. Normaler Fuß

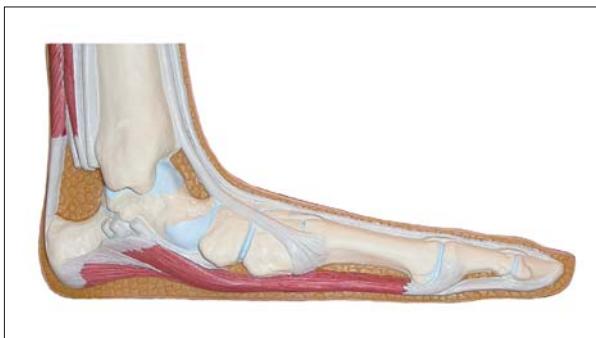


Abb. 32b. Knick-Senk-Fuß

Gelenk. Unter der Fußwurzel, am Übergang zum Mittelfuß, wirkt er als Quer- und Längsverspanner der Längswölbung. Bei Funktionsverlust der Tibialis posterior-Sehne kommt es also unweigerlich zum Absinken und Einknickern der Fußlängswölbung. Offenbar vermögen die Plantaraponeurose, die Gelenke und Bänder die Fußstatik nicht alleine aufrechtzuerhalten.

Während der Fußentwicklung im Kindesalter ist eine passagere Knick-Senk-Füßigkeit normal. Beim Erwachsenen sind die Gründe für dessen Entstehung mannigfaltig: genetische Veranlagung, Insuffizienz der Tibialis posterior-Sehne (wobei Frauen mit Übergewicht um die Menopause häufiger betroffen sind), Unfälle mit Sehnenverletzungen oder Muskelschädigungen, neurologische Erkrankungen mit Funktionseinbuße des Musculus tibialis posterior, rheumatoide Arthritis mit Zerstörung der Gelenke, varische Kniegelenksachsen (O-Beine) mit Wegdrücken des Fußes in eine Valgusstellung, Knochenveränderungen nach Frakturen, Bandinsuffizienzen mit konsekutiven Gelenksinstabilitäten, Verkürzungen der Achillessehne mit Wegdrücken des Fußes nach innen, eine calcaneo-naviculäre Coalitio und vieles mehr.

### Was ist das Problem?

Bei der klassischen Entstehung des Knick-Senk-Fußes sinkt und knickt der Fuß im Talonavicular-Gelenk ein. Die Tibialis posterior-Sehne kann das Gelenk nicht mehr stützen. Der Talus gleitet langsam auf dem Os naviculare nach innen und unten weg. Dadurch wird die Gelenkkapsel und das untere Gelenksband (Spring ligament) überdehnt. Mit dem Talonavicular-Gelenk kippt auch das Fersenbein (Calcaneus) langsam nach außen (Valgus-Stellung), womit die Deformität sichtbar wird. Mit der Absenkung und der Valgus-Stellung des Fersenbeines gleitet der Vorfuß zunehmend von der Mittellinie weg nach außen (Abduktionsstellung). Es resultiert ein abgeflachter, geknickter und abgespreizter Fuß (Pes planus, valgus et abductus). Geht dieser Deformationsprozess weiter, kann die Abknickung auch auf die benachbarten Gelenke übergreifen. Im Endstadium hat das Os naviculare sogar Bodenkontakt.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Neben der Untersuchung und normalen Röntgenbildern sind MRI-Aufnahmen zu empfehlen, wenn es um die Beurteilung der Beschaffenheit der Tibialis posterior-Sehne geht. Die Qualität dieser Sehne kann die Beurteilung des operativen Procederes wesentlich mitbestimmen. CT-Untersuchungen sind nur in Ausnahmefällen angezeigt.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Häufig sind Knick-Senk-Füße nicht schmerhaft. Viele Spitzläufer zeigen eine zumindest leichte Knick-Senk-Füßigkeit und auch Naturvölker weisen

eine erhöhte Rate dieser Fußform auf. Die Grenzen zu krankhaften Formen sind fließend. Als Maßgabe für die Therapiebedürftigkeit gilt der Schmerz. Schmerzfreie Deformitäten dürfen als Normvariante betrachtet werden. Ganz wesentlich für die Wahl der geeigneten Therapie ist die Unterscheidung einer fixierten von einer flexiblen Fehlstellung. Die flexiblen Fehlstellungen können von Hand in die Normalposition zurückgeführt werden und sind meist auch einer nicht-operativen Therapie zugänglich. Diese beinhaltet in der Regel die Einlagenversorgung zur Abstützung und die Anpassung des Schuhwerks. Ab und zu kann bei noch gut erhaltener Funktion der Tibialis posterior-Sehne ein Muskeltraining die Fußform verbessern. Bei den fixierten Fehlstellungen ist meist nur eine Symptombekämpfung, zum Beispiel durch Polsterungen von schmerzhaften Druckstellen, möglich.

### **Weshalb die Operation?**

Bei Versagen der konservativen Therapie kann die Operation diskutiert werden. Sowohl die Problemanalyse, die Auswahl der geeigneten Operationsmethodik als auch die operativ-technische Ausführung sind sehr anspruchsvoll.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

In erster Linie geht es um eine Reduktion der Schmerzen. In zweiter Linie soll versucht werden, den Fuß wieder aufzurichten. Häufig muss trotz der Operation mit einer zusätzlichen Einlagenversorgung gearbeitet werden.

### **Operationsprinzip und Planung**

Das Operationsprinzip richtet sich ganz nach der Problemanalyse. Je nach Ausmaß der Fehlstellung und den involvierten Strukturen muss nach individuellen Gesichtspunkten die optimale Operationstechnik bestimmt werden. Als Faustregel gilt, dass je leichter die Deformität, desto eher kann die Funktion der mitbetroffenen Gelenke erhalten werden. Je schwerer und je fixierter die Deformität, desto eher muss die Fußaufrichtung mittels Korrekturarthrodesen erfolgen. Die Ideallösung ist die Aufrichtung der verkippten Knochen bzw. der Gelenksachsen durch Korrekturosteotomien unter gleichzeitiger Verbesserung der Sehnenzüge und der Bandstabilität. In schwierigen Fällen muss der Fuß durch Ummodellieren der Knochen und durch Versteifungen der von der Abkipfung betroffenen Gelenke stabilisiert und aufgerichtet werden.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Zur Verfügung stehen folgende häufig angewandte Operationstechniken, die beliebig kombiniert werden können: Korrekturosteotomien (korrigieren die

Knochenachsen ohne die Gelenke selbst zu tangieren), Arthrodesen (stabilisieren die Gelenke in einer gewünschten Stellung), Bandnähte und Sehnenverkürzungen (für zusätzliche Stabilität), Sehnenaugmentationsplastiken (unterstützen die Funktion von insuffizienten Sehnen durch Verwendung benachbarter Sehnen), Sehnentransfer (als Augmentation einer insuffizienten Sehne oder als Ersatz für eine verlorene Funktion), Sehnendurchtrennungen.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Die Operationsrisiken sind individuell und richten sich nach der Größe des geplanten Eingriffes. Zu erwähnen sind Wundheilungsstörungen, verzögerte oder fehlende Knochenheilung sowie Gefäß- und Nervenschädigungen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Je nach Operationsverlauf können individuell große Unterschiede in der Nachbehandlung bestehen.

Bei gesicherter Wundheilung, d.h. nach 3 bis 4 Tagen, kann die definitive Stabilisierungshilfe angepasst werden. Je nach Präferenz des Operateurs wird ein Stabilstiefel oder ein Liegegips zur Anwendung kommen. In der Regel wird eine vierwöchige Phase ohne Belastung des operierten Fußes verordnet. Dies bedeutet den Gebrauch von Stöcken für 4 Wochen. Danach wird mittels Kontrollröntgenbild der Heilungsverlauf der operierten Knochen verfolgt. Zeigt das Röntgenbild eine beginnende Heilung der Knochen, kann das Gewicht auf den Fuß gesteigert werden. Immer noch unter Schutz eines Stiefels können dann die Stöcke sukzessive weggelassen werden. Nach 8 Wochen kann meist mit dem Gehen begonnen werden. Auch dieser Schritt braucht eine Angewöhnungsphase, sodass etwa 3 Monate nach der Operation ein flüssiges Abrollen möglich sein wird. Dann ist auch der Zeitpunkt für eventuelle Schuhanpassungen gekommen.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeiten dauert die Arbeitsunfähigkeit 2 bis 3 Wochen; ansonsten ist mit einer längeren Arbeitsunfähigkeit, entsprechend der doch längeren Zeit der Fußentlastung, zu rechnen. Diese muss individuell mit dem Operateur besprochen werden. Entgegen der allgemeinen Befürchtung muss mit Fußarthrodesen nicht automatisch auf sportliche Aktivitäten verzichtet werden. Tätigkeiten wie Wandern, Skifahren, Radfahren, Schwimmen usw. sind in den allermeisten Fällen durchaus möglich.

#### 3.4.2 Hohlfuß

Bei dieser Fußform kommt es zu einer Überhöhung der Fußlängswölbung. Es bildet sich unter der Wölbung ein Hohlraum, der für die Namensgebung verantwortlich ist. Hohlfüße kommen in allen Abstufungen vor. Das Spektrum

reicht von leichten Deformitäten im Sinne der Normvariante bis zu schweren, invalidisierenden Formen. Im Gegensatz zu den meisten anderen schweren, meist angeborenen Fußdeformitäten, ist der Hohlfuß erworben. Familiäre Häufungen sind bekannt. Bei neun von zehn Hohlfüßen werden neurologische Ursachen angenommen. Diese führen über veränderte Muskelzüge und Anpassungsvorgänge an Bodenreaktionskräfte zu den Deformationen.

Die Vorstufe zum eigentlichen Hohlfuß stellt der hohe Rist dar, man spricht auch vom hochgesprengten Fuß. Beim hohen Rist ist, im Gegensatz zum Hohlfuß, die Ferse gerade oder leicht nach innen (Varus-Stellung) geneigt. Es zeigen sich keine Kleinzehendeformationen, das obere Sprunggelenk ist normal beweglich, der Außenknöchel normal positioniert und der Fuß meist beschwerdefrei. Von einem Hohlfuß im eigentlichen Sinne spricht man erst, wenn ein Fußabdruck keine Belastung des Mittelfußes erkennen lässt.

Es werden mehrere Unterformen der Hohlfüße unterschieden, denen verschiedene Entstehungsmechanismen und Krankheitsbilder zugrunde liegen.



Abb. 33a. Normaler Fuß



Abb. 33b. Hohlfuß

Es lassen sich unterscheiden: der Ballenhohlfuß, der Hackenhohlfuß, der Spitzhohlfuß, der Knickhohlfuß und der Klumpfuß. Diese Sonderformen können nicht alle einzeln abgehandelt werden, da die Komplexität den Rahmen dieses Buches sprengen würde. Dem Interessierten sei deshalb die Referenzliteratur empfohlen.

Der Hohlfuß gilt als eine der am schwierigsten zu behandelnden Fußdeformitäten. Je schwerer die Deformität, umso mehr sind Gelenke und damit Kapsel-, Band- und Sehnenstrukturen betroffen. Meist finden sich eine eingeschränkte Beweglichkeit des oberen Sprunggelenkes, eine Varus-Stellung des Calcaneus, Deformationen der Kleinzehen und eine Rückverlagerung des Außenknöchels. Die Plantaraponeurose ist straff gespannt. Das Ausmaß der Spannung ist etwa proportional zur Fußwölbung. Mit der Überhöhung der Fußlängswölbung geht meist eine Kleinzehenveränderung (Hammer- oder Krallenzehen) einher. Die Mittelfußknochen sind übermäßig steil angewinkelt. Der gesamte Fuß kann in einer Spitzfuß-, Hackenfuß- oder Neutralstellung stehen.

### Was ist das Problem?

Die Schmerzen beim Hohlfuß sind abhängig von der Fußform und damit dem Ort der Überlastungsreaktion. Da sehr viele verschiedene Hohlfußkonfigurationen möglich sind, trifft man auf entsprechend viele individuell verschiedene Schmerzverteilungsmuster. Oft finden sich Überlastungsreaktionen am äußeren Fußrand im Rahmen einer Varus-Stellung des Rückfußes, Metatarsalgien infolge des steilen Anstellwinkels der Metatarsaleknochen und der Kleinzehendeformitäten oder Schmerzen am vorderen oberen Sprunggelenk aufgrund des Anschlagens des Sprungbeines (Talus) an der Tibia-Vorderkante.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Für die allgemeine Diagnose sind keine speziellen Abklärungen nötig, da die Fußdeformität offensichtlich ist. Für die genauere Klassifizierung des Hohlfußtyps ist meist eine neurologische Untersuchung nötig, um die Ursachen zu klären. Wichtig ist die genaue Diagnose vor allem für die Wahl der geeigneten Therapie.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Bei den nicht-operativen Möglichkeiten geht es in erster Linie um die Korrektur von Fußachsen und um polsternde Maßnahmen. Die Korrektur von Fußachsen gelingt umso besser, je flexibler die Fehlstellung ist und je weniger Fußstrukturen von der Deformität betroffen sind. Meistens kommen Schuheinlagen zum Einsatz. Wichtig ist ein den Rückfuß stabilisierender Schuh in Ergänzung zu den Einlagen.

### Weshalb die Operation?

Die schuhorthopädischen Maßnahmen sind begrenzt. Bei rigid, ausgeprägten Hohlfüßen vermögen sie unter Umständen nicht mehr zu genügen, sodass die operative Korrektur diskutiert werden muss.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das primäre Behandlungsziel, die Schmerzreduktion, kann nur über eine Verbesserung der Fußmechanik erreicht werden. Die operative Korrektur von Hohlfüßen gehört zu den anspruchsvollsten fußchirurgischen Herausforderungen. Sowohl analytisch wie technisch wird ein großes Maß an Erfahrung gefordert. Die Operationsindikation sollte nur gestellt werden, wenn die Erfolgsaussicht der Operation deutlich besser ist als die Risiken.

### Operationsprinzip und Planung

Ein einheitliches Operationsprinzip kann angesichts der vielen Varianten der Hohlfüßigkeit nicht benannt werden. Es gilt, diverse Techniken für den jeweiligen Fall richtig zu kombinieren. In aller Regel geht es auf Knochenebene um die Korrektur von Achsen durch Osteotomien (Durchtrennung und Verschiebung von Knochen), die Stabilisierung von Gelenken (Arthrodesen) und Abtragung von Überbeinen (Exostosen). Diese Techniken können je nach Bedarf beliebig kombiniert werden. Auf Weichteilebene geht es in erster Linie um die Korrektur von Muskelzügen. Das häufig vorhandene muskuläre Ungleichgewicht muss unter Umständen durch Umleitung von Sehnenzügen kompensiert werden. Knochenkorrekturen und Sehnenzüge müssen dabei aufeinander abgestimmt werden. Für die Planung der Sehnkorrekturen ist wichtig zu wissen, welche Muskeln keine oder eine abgeschwächte Funktion haben. Eine neurologische Standortbestimmung ist deshalb Bestandteil der Operationsplanung.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Es können nur allgemeine Richtlinien vermittelt werden, da jeder Fall individuell analysiert und therapiert werden muss. Meist werden zuerst die Knochenkorrekturen vorgenommen und dann, falls nötig, die Sehnenzüge auf die korrigierten Achsen abgestimmt. Zehenkorrekturen folgen am Schluss des Eingriffes. Die technische Grenze liegt bei großen Deformitäten neben den chirurgischen Fähigkeiten des Operateurs im Ausmaß der zu bearbeitenden Fußfläche. Bei großen Deformitäten müssen häufig alle Fußregionen operativ angegangen werden. Es resultiert unter Umständen ein großes Operationsgebiet. Der Chirurg muss entscheiden, ob die Fußkorrektur eventuell in zwei zeitlich verschobenen Arbeitsgängen vorgenommen werden soll, um Durchblutungsprobleme der Haut zu vermeiden. Auch kann nur für eine begrenzte

Zeit eine Blutsperre am Oberschenkel aufrechterhalten werden. Da komplexe Hohlfußkorrekturen deutlich über zwei Stunden dauern, muss entweder eine Operationspause eingeschaltet oder der Eingriff in zwei separate Arbeitsgänge aufgeteilt werden.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Als spezielle Operationsrisiken sind Wundheilungsstörungen, Gefäß- und Nervenschädigungen und eine verzögerte Knochenheilung zu nennen. Die Fußstatik kann oft nicht vollständig wiederhergestellt werden. Meist sind trotz der Korrekturoperationen Schuheinlagen notwendig.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Bei gesicherter Wundheilung, d.h. nach 3 bis 4 Tagen, kann die definitive Stabilisierungshilfe angepasst werden. Je nach Präferenz des Operateurs wird hier ein Stabilstiefel oder ein Liegegips zur Anwendung kommen. In der Regel wird eine vierwöchige Phase ohne Belastung des operierten Fußes verordnet. Dies bedeutet den Gebrauch von Stöcken für 4 Wochen. Danach wird mittels Kontrollröntgenbild der Heilungsverlauf der operierten Knochen verfolgt. Zeigt das Röntgenbild eine beginnende Heilung der Knochen, kann das Gewicht auf den Fuß gesteigert werden. Immer noch unter Schutz eines Stabilstiefels können die Stöcke sukzessive weggelassen werden. Nach 8 Wochen kann meist mit dem Gehen begonnen werden. Auch dieser Schritt braucht eine Angewöhnungsphase, sodass etwa 3 Monate nach der Operation ein flüssiges Abrollen möglich sein wird. Dann ist auch der Zeitpunkt für eventuelle Schuhanpassungen gekommen. Je nach Problemstellung und dem Operationsverlauf können individuell große Unterschiede in der Nachbehandlung bestehen.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeiten dauert die Arbeitsunfähigkeit 2 bis 3 Wochen. Ansonsten ist mit einer längeren Arbeitsunfähigkeit zu rechnen, entsprechend der längeren Zeit der Fußentlastung. Diese muss individuell mit dem Operateur besprochen werden. Entgegen allgemeinen Befürchtungen muss auch nach komplexen Fußeingriffen nicht automatisch auf sportliche Aktivitäten verzichtet werden. Tätigkeiten wie Wandern, Skifahren, Radfahren, Schwimmen usw. sind in den allermeisten Fällen durchaus möglich. Stützende Hilfen wie Einlagen und/oder Spezialschuhe sind meist auch nach den Korrektur eingriffen nötig.

## 3.5 Generalisierte Krankheiten

### 3.5.1 Rheumatoide Arthritis

Unter dem Begriff Rheuma versteht man im allgemeinen die Rheumatoide Arthritis, obwohl der Begriff Rheuma bzw. Rheumatische Erkrankung als Oberbegriff für eine ganze Reihe von Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises (Rheumatoide Arthritis, juvenile Arthritis, systemischer Lupus erythematoses, progressive systemische Sklerose, Polymyositis, nekrotisierende Vaskulitis und andere Vaskulitiden, Sjögren-Syndrom, Mischkollagenosen und viele weitere Formenkreise) steht.

Der Fuß ist am häufigsten von der Rheumatoiden Arthritis betroffen. Diese kann als meist beide Seiten betreffender Gelenksbefall im Sinne einer Entzündung mit zunehmender Zerstörung der das Gelenk umgebenden und der eigentlichen Gelenksstrukturen definiert werden. Diese recht allgemein formulierte Definition weist daraufhin, dass nicht allzu viel Genaues über die Krankheit und deren Ursache bekannt ist. Eine genetische Disposition, d.h. Veranlagung zu Vererbung konnte für das Auftreten der Erkrankung nachgewiesen werden. Möglicherweise spielen ursächlich auch Umweltfaktoren eine zusätzliche Rolle. Ungefähr ein Prozent der Bevölkerung leidet unter der Rheumatoiden Arthritis (RA). Frauen sind etwa dreimal häufiger betroffen als

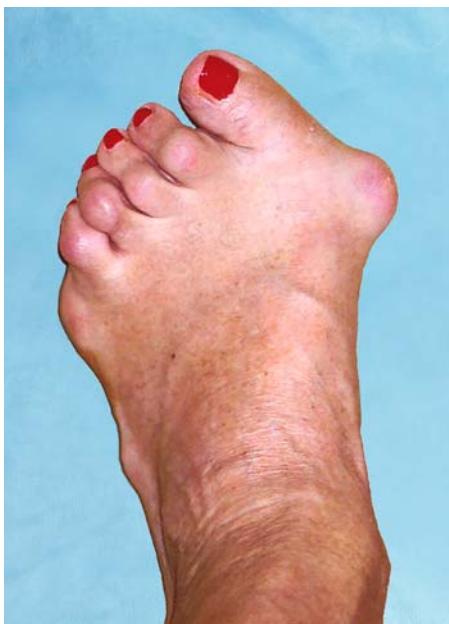


Abb. 34a. Rheumatoide Arthritis Vorfuß



Abb. 34b. Rx Rheumatoide Arthritis Vorfuß

Männer. Die Erkrankung kann in jedem Alter auftreten, gehäuft jedoch zwischen dem 25. und 50. Altersjahr. Die am häufigsten betroffenen Gelenke sind die Fingergelenke und die Fingergrundgelenke der Hand, die Zehengrundgelenke, die Knöchelregion des Fußes und der Ellenbogen.

Die Krankheit beginnt oft schleichend mit Befall von immer mehr Gelenken, kann aber auch abrupt mit gleichzeitiger Entzündung multipler Gelenke einsetzen. In den betroffenen Gelenken nimmt die Schleimhaut an Volumen zu und entwickelt eine den Gelenksinnenraum gewebszerstörende Potenz, wobei körpereigene Abwehrzellen (Leukozyten) eine Rolle spielen. Die Gelenke schwollen an, Bänder verlieren ihre stabilisierende Funktion, der Gelenkknöchen wird außerhalb der Knorpelbeschichtung angegriffen und schließlich kann die normale Gelenksform und -funktion nicht mehr aufrechterhalten werden. Typisch sind auch so genannte Rheumaknoten, die sich meist im Fettgewebe der Unterhaut (Subcutis) an mechanisch exponierten Stellen bilden. Als typisch wird eine Steifheit der Gelenke angesehen, die mehr als 30 Minuten nach dem Aufstehen anhält oder nach längerer Inaktivierung auftritt. Manchmal treten Krankheitsgefühle ähnlich wie bei einer Erkältung auf. Typisch ist die Schmerzempfindlichkeit in den befallenen Gelenken. Gerade an den Händen und Füßen können in fortgeschrittenen Stadien äußerst schwere Deformitäten beobachtet werden. Im Fußbereich kann dies zu invalidisierenden Beschwerden führen.

### Was ist das Problem?

Bei den Füßen sind in der überwiegenden Anzahl der Fälle die Vorfüße am meisten von den Deformationen betroffen. Hier sind meist die Kleinzehengrundgelenke deformiert und die Kleinzehen im Sinne von kontrakten Krallen- oder Hammerzehen verändert. Dies führt ähnlich wie beim Rekrutierungsphänomen (siehe Kap. Kleinzehen) zu einer Verschiebung des Fettgewebe-polsters der vorderen Fußsohle und damit zur Metatarsalgie. Diese ist häufig das Leitsymptom. Im Bereich der Fußwurzel und des Rückfußes zeigen sich meist Gelenksschwellungen mit Ausdünnung des Gelenkknorpels. Im Gegensatz zur Arthrose sind die Gelenkkonturen erhalten. Mechanisch bedingte Knochenverluste wie bei der Arthrose werden weniger beobachtet. Die Rheumaknoten treten erst im späteren Verlauf der Erkrankung auf. Sie können je nach Lokalisation auch für Schmerzen verantwortlich sein. Bei den Füßen treten sie meist im Bereich des Großzehenballens, des Kleinzehenballens, an der Fußsohle und unter den Metatarsaleköpfchen auf.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Diagnose wird meist durch den Hausarzt oder den Rheumatologen gestellt. Wegweisend ist neben den oben beschriebenen Symptomen die Blutuntersuchung. Zusätzlich kann die Gelenksflüssigkeit auf Leukozyten untersucht

werden. Auf den Röntgenbildern ist im Frühstadium der Erkrankung nur eine Weichteilschwellung, im weiteren Verlauf eine Osteoporose, eine Verschmälerung des Gelenkspaltes oder cystische Veränderungen zu sehen. All diese Untersuchungen dienen der Unterscheidung einer rheumatischen Erkrankung von anderen Erkrankungen für die Wahl der geeigneten Therapien.

Für die Diagnose der RA müssen vier der nachfolgenden sieben Kriterien erfüllt sein, wobei (1)–(4) seit mindestens 6 Wochen bestehen müssen:

- (1) Morgensteifigkeit von mindestens 1 Stunde Dauer
- (2) Arthritis von mindestens drei Gelenksarealen
- (3) Arthritis im Bereich der Hände
- (4) Symmetrische Arthritis
- (5) Rheumaknoten
- (6) positive Blutwerte (Rheumafaktoren)
- (7) verminderte Knochendichte oder beginnende Destruktionen auf dem Röntgenbild

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Etwa 75% der Patienten zeigen bei einer konservativen Therapie eine Besserung während des ersten Krankheitsjahres. Leider lässt sich die Krankheit in ihrem Verlauf nur selten aufhalten. Über 10% der Patienten sind schließlich schwer behindert.

Die völlige Bettruhe ist nur bei akuten Rheumaschüben indiziert. In jedem Fall wird empfohlen, auf alle die Gelenke belastenden Tätigkeiten zu verzichten. Schienen zur Ruhigstellung der Gelenke werden oft kombiniert mit Physiotherapie, um die Gelenksbeweglichkeit trotz der Entzündungsreaktion aufrecht zu erhalten. Bei der Ernährung muss nicht auf eine spezielle Diät geachtet werden. Einer ergänzenden Zuführung von Fischöl oder pflanzlichen Ölen mit mehrfach gesättigten Fettsäuren wird eine lindernde Wirkung nachgesagt, da sie die Produktion von gewissen Entzündungsfaktoren (Prostaglandinen) hemmen. Medikamente kommen sehr häufig als Entzündungshemmer und Schmerzmittel zum Einsatz. Sie können die Lebensqualität positiv beeinflussen, leider aber nicht den Krankheitsverlauf. Ein prominenter Vertreter ist die Acetylsalicylsäure (Aspirin usw.). In Ergänzung zu diesen Basismedikamenten können Goldpräparate zum Einsatz kommen, die in der Regel intramuskulär gespritzt werden. Noch stärkere Medikamente sind wohl wirksamer, aber meist auch mit stärkeren Nebenwirkungen verbunden. Die Wahl der geeigneten Medikation und Physiotherapie ist die Domäne der Rheumatologen.

Die Physiotherapie ist für die Erhaltung der Gelenkfunktion von wesentlicher Bedeutung. Die besten Resultate zur Verhinderung von Versteifungen (Kontrakturen) der Sehnen und zur Erhaltung der Muskelkraft kann erreicht

werden, nachdem die Entzündungsreaktion unterdrückt wurde. Dies erfordert eine enge Kooperation des Therapeuten mit dem behandelnden Arzt. In der akuten Entzündungsphase wird sich die Therapie auf passive Bewegungsübungen und Bewegungen unterhalb der Schmerzgrenze beschränken. Die aktiven Übungen zur Verbesserung der Muskelkraft sind für die Zeit nach der akuten Entzündungsphase vorgesehen. Bei den Füßen kommen oft Spezialschuhe mit stützenden Einlagen zur Anwendung.

### **Weshalb die Operation?**

Bei Versagen der konservativen Maßnahmen kann oft mittels Operationen die Gelenks- oder Organfunktion verbessert, und damit die Schmerzen reduziert werden. Bei den großen Gelenken kommen, wie bei der Arthrose, oft Totalprothesen zum Einsatz. Beim Fuß gilt dies v.a. für das obere Sprunggelenk. Für das Großzehengrundgelenk wird diese Möglichkeit als zu unsicher taxiert. Ansonsten sind beim Fuß Versteifungen (Arthrodesen) nach wie vor die gängigste Option zur Reduktion der Schmerzen.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Die Operation des rheumatisch veränderten Fußes stellt einen anspruchsvollen Eingriff dar. Gerade bei den Vorfüßen erfordert die Balancierung der durch die RA veränderten Weichteile viel Erfahrung. Bei der Wahl der geeigneten Operationsmethode muss v.a. die sichere Stabilisierung von Schlüsselgelenken im Auge behalten werden. Beim Vorfuß betrifft dies häufig den ersten Strahl. Ist dieser gut stabilisiert, lassen sich die Kleinzehen meist palisadenartig daran anlehnend ausrichten.

### **Operationsprinzip und Planung**

Ein einheitliches Operationsprinzip kann nicht benannt werden. Es gilt, diverse Techniken für den jeweiligen Fall richtig zu kombinieren. In aller Regel geht es um die Korrektur von Knochenachsen durch Osteotomien (Durchtrennung und Verschiebung von Knochen) und die Stabilisierung von Gelenken (Arthrodesen). Auf Weichteilebene geht es in erster Linie um die Korrektur von Muskelzügen und Beseitigung von entzündetem Gewebe und von Rheumaknoten. Das häufig vorhandene muskuläre Ungleichgewicht muss unter Umständen durch Umleitung von Sehnenzügen kompensiert werden. Knochenkorrekturen und Sehnenzüge müssen dabei aufeinander abgestimmt werden.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Die Operationstechniken sind grundsätzlich die gleichen wie bei Nicht-Rheumatikern. Meist sind jedoch die zu korrigierenden Strukturen zahlreicher und damit die Operationsfläche deutlich größer.



Abb. 35a. Rheuma-Fuß nach Operation



Abb. 35b. Rx Rheuma-Fuß nach Operation

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Im Rahmen der durch die Operation oft beträchtlichen Formveränderungen kommen auch Weichteilstrukturen wie Gefäße und Nerven unter Spannung. Hier liegt eine mögliche Komplikationsquelle. Auch die Haut, Unterhaut und Bindegewebe sind durch die Krankheit selbst und durch die meist über Jahre verabreichten Medikamente ausgedünnt und von weicher Konsistenz, was die Heilung verlängern kann.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der Nachbehandlung gelten die gleichen Regeln wie bei den Nicht-Rheumatischen, die Heilungsdauer ist nicht spürbar verlängert. Ein Unterschied liegt in der etwas erhöhten Kontrollfrequenz des Chirurgen in den ersten 2 bis 3 Wochen nach dem Eingriff. Häufig benötigt die Haut und das Unterhautgewebe spezielle Aufmerksamkeit zur Vermeidung von Komplikationen. Trotz der zum Teil eindrücklichen Deformationen sowie der suboptimalen Knochen- und Gewebsverhältnisse sind die Verläufe sehr oft problemlos. Nicht immer müssen Einlagen nach der Operation weiter getragen werden.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeiten dauert die Arbeitsunfähigkeit 2 bis 3 Wochen.

Ansonsten ist mit einer längeren Arbeitsunfähigkeit zu rechnen, entsprechend der längeren Zeit der Fußentlastung. Diese muss individuell an die unterschiedlichen Operationen angepasst und mit dem Operateur besprochen werden.

## 3.6 Nerven

Der Fuß wird von einer Unzahl motorischer und sensibler Nerven versorgt. Es kann deshalb nicht erstaunen, dass Nervenschmerzen in der Praxis des Fußspezialisten eine wichtige Rolle spielen. Erstaunlicherweise werden im Allgemeinen Nervenschmerzen nur selten bei Fußproblemen als Schmerzverursacher in Betracht gezogen. Ein häufiger Grund für Nervenschmerzen am Fuß sind mechanische Nervenreizungen. Betroffen sind in den meisten Fällen sensible Nerven. Die Reizungen können entweder durch Fußstrukturen selbst, z.B. scharfrandige Bänder und Knochenvorsprünge, oder aber durch äußere Einwirkungen begründet sein, wie z.B. Druckeinwirkung durch Schuhwerk. Nach Operationen können Nerven narbig verwachsen sein und somit ihre Mobilität in den Gewebsschichten verlieren. Bei Fußbewegungen können sie dann nicht mehr mitgleiten, was abnorme Zugkräfte auf die Nerven und somit Schmerzen auslösen kann. Narbengewebe um den Nerv kann aber auch lokal eine Druckempfindlichkeit auslösen, was bei der Untersuchung oft mit einem Klopfschmerz überprüft werden kann (Tinel-Phänomen). Auch Nervenverletzungen können durch äußere Gewalteinwirkungen oder Operationen entstehen. Häufig sind damit eine chronisch gestörte Hautempfindlichkeit, eine lokale Überempfindlichkeit und/oder ein Bewegungsschmerz verbunden. Ab und zu kann nach einer Fußoperation das Gefühl im Operationsgebiet vorübergehend gestört sein. In diesen Fällen sind die im Operationsgebiet verlaufenden Nerven überdehnt worden. In den allermeisten Fällen erholen sich diese Nerven innert weniger Wochen vollständig.

### 3.6.1 Morton-Neurom

Unter einem Morton-Neurom versteht man eine Verdickung der zwischen den Mittelfußknochen laufenden sensiblen Nervenäste auf der Seite der Fußsohle (plantar). Diese sensiblen Plantarnervenäste verzweigen sich auf Höhe der Mittelfußköpfchen und gelangen zu den Zehen. Sie sind für das Gefühl eines Zehenareals verantwortlich. Am Ligamentum metatarsum transversum, etwa auf Höhe ihrer Verzweigung (Bifurkation) zu den Zehen, kommt es durch Abknickung zur mechanischen Überreizung dieser Nervenäste. Typischerweise ist die Bifurkation zwischen der zweiten und dritten und/oder zwischen der dritten und vierten Zehe betroffen. Im Frühstadium schwellen die den Nerv umgebende Hülle und das Gewebe an. Dieser Zustand ist reversibel. Im



Abb. 36a. Innervation der Zehen plantar

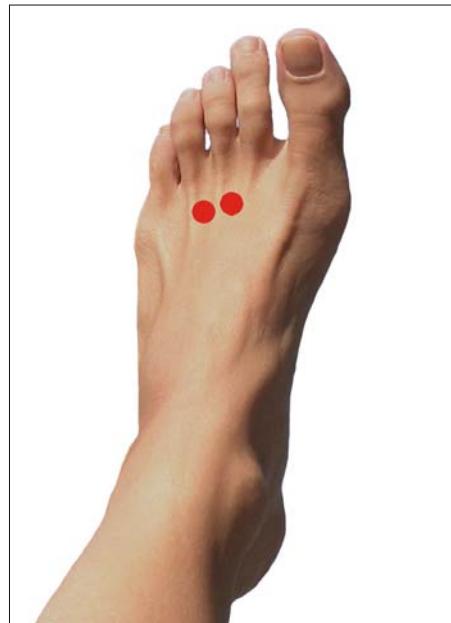


Abb. 36b. Morton-Druckpunkte

Spätstadium umgibt sich der Nerv mit einer narbigen Schutzhülle wie ein Kokon. Dieser Zustand ist irreversibel.

### Was ist das Problem?

Der Mortonschmerz ist in einigen Fällen schwer zu fassen und kann mit anderen mortonähnlichen Schmerzen, z.B. der Neuritis der plantaren Nerven, Metatarsalgien oder dem Morbus Köhler II, verwechselt werden. Die Neuritis tritt oft passager an unterschiedlichen Stellen des Fußes auf und kann durch ein fehlerhaftes Abrollmuster ausgelöst werden. Der Mortonschmerz hingegen tritt im Kleinzehenballenbereich und meist bei Belastungen auf. Geschlossenes Schuhwerk (typischerweise modische Damenschuhe, Wanderschuhe, Skischuhe) und Einlagen verstärken den Schmerz. Manchmal müssen diese Schuhe rasch ausgezogen werden, worauf sich die Symptomatologie bessert, um nach einigen Minuten wieder aufzutreten. Die von den Betroffenen wahrgenommene Schmerzlokalisation variiert stark. Sie kann von den Zehenspitzen bis zum Fußrücken oder dem äußeren Fußrand reichen.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Das Wichtigste ist, an das Morton-Neurom als mögliche Schmerzquelle zu denken. Die Patientenbefragung (Anamnese) ist richtungweisend für einen

ersten Verdacht, untermauert wird die Verdachtsdiagnose durch die Untersuchung. Ein mit zwei Fingern ausgeübter Druck hinter den Mittelfußköpfchen II/III und / oder III/IV löst den Schmerz aus. Spezielle Abklärungen sind nicht nötig. Neurologische Untersuchungen oder MRI-Untersuchungen können das Neurom nicht sicher nachweisen und sind deshalb unnötig.

### **Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?**

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Zur Schmerzbekämpfung und Überprüfung der Verdachtsdiagnose kann ein Präparat zur lokalen Betäubung (Lokalanästhetikum) oder eine Kombination mit einem Kortisonpräparat injiziert werden. Ist der Schmerz nach der Infiltration verschwunden, ist der Verdacht auf ein Morton-Neurom erhärtet und der Ort des Befundes bestätigt. Zeigt die Infiltration keine Wirkung, ist die Infiltrationstechnik nicht korrekt oder die vermutete Lokalisation des Neuromes falsch. Eine erneute Infiltration eventuell an anderer Stelle muss durchgeführt werden. Mit dieser etwas aufwändigen Prozedur kann der Schmerz oft wirksam bekämpft werden. Danach stellt sich die Frage, wie lange die Infiltration eine Wirkung zeigt. Ist der betroffene Nervenast nur geschwollen, wird das Kortison durch seine abschwellende Wirkung eine gute Schmerzreduktion ermöglichen. Ist der Nervenast durch die länger dauernde Reizung bereits vernarbt, ist die Infiltrationswirkung meist von kurzer Dauer. Bei initial gutem Ansprechen kann diese in der Hoffnung auf einen medikamentösen Summationseffekt ein bis zweimal wiederholt werden. Die Erfahrung zeigt, dass der Erfolg umso besser ist, je früher die Diagnose gestellt wird.

### **Weshalb die Operation?**

Wird der Schmerz durch die Infiltrationen (maximal drei- bis viermal) zwar lokalisiert aber nicht beseitigt, kann die Operation diskutiert werden. Das Morton-Neurom kann im Vorfeld der Operation aber nie mit volliger Sicherheit diagnostiziert werden.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Operationsziel ist die Beseitigung des oft invalidisierenden Schmerzes am Vorfuß. Mit der Entfernung des Neuromes und somit eines Nervenstückes wird die Sensibilität der Zehen im Versorgungsgebiet des Nerven aufgehoben. Die Schmerzbefreiung ist aber meist derart wohltuend, dass diese Gefühlsminderung von den Patienten gut toleriert wird. Das Gefühl der restlichen 75% der Zehenareale bleibt erhalten. Die Funktion der Zehen ändert sich in keiner Weise.

## Operationsprinzip und Planung

Verschiedene Operationstechniken sind beschrieben. Diese unterscheiden sich v. a. in der Wahl der Schnittführung. Es sind Schnitte vom Fußrücken (dorsal) her, als auch Schnitte von unten (plantar) via Zehenballen beschrieben. In letzter Zeit scheint sich die Schnittführung von plantar durchzusetzen. Das Morton'sche Neurom liegt plantar, weshalb der Nerv von unten schneller und besser dargestellt und das Band zwischen den Metatarsaleköpfchen geschont werden kann. Bedenken bezüglich übermäßiger Narbenbildung bei der plantaren Schnittführung haben sich nicht bestätigt. Eine elegante Lösung ist der plantare Schnitt in der Hautfalte der beiden betroffenen Zehen. Damit wird die Hauptbelastungszone der Kleinzehenballen nicht tangiert und eine raschere Belastbarkeit des Vorfußes ermöglicht.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Autor zieht die plantare Schnittführung in der Hautfalte der Kleinzehen vor, um die Hauptbelastungszone der Kleinzehenballen zu schonen. Das plantare Fettgewebe wird vorsichtig gespreizt, die Nervenbifurkation aufgesucht, dargestellt und entfernt. Danach wird die Haut wieder verschlossen.

## Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Persistierende Schmerzen aufgrund einer falschen Diagnose, bei übermäßiger Narbenbildung oder bei unvollständiger Neuromentfernung sind möglich. Bei zu rascher Vorfußbelastung sind Wundheilungsstörungen zu nennen. Die aus der Neuromentfernung resultierende Gefühlsstörung im Einzugsgebiet des Nerven ist normal und stellt kein eigentliches Operationsrisiko dar.



Abb. 37a. Morton-Neurom



Abb. 37b. Exzidiertes Neurom

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Nach der Operation geht es darum, das Gewebe für 2 Wochen möglichst zu schonen. Hierfür kann ein den Vorfuß entlastender Spezialschuh gewählt werden, mit welchem die Vollbelastung über die Ferse möglich ist. Als Übergang in die Vollbelastung ohne Spezialschuh kann eine Silikonpolsterung nützlich sein. Je nach Empfehlung des Operateurs kann die Zeit nach der Operation individuell gestaltet werden. Größere Fußbelastungen sind meist ca. 5 Wochen nach dem Eingriff wieder möglich.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Nach 2 Wochen und gesicherter Wundheilung kann der Fuß wieder belastet werden. Meist ist nach einer Angewöhnungszeit von weiteren 2 Wochen die Sportfähigkeit wieder gegeben. Für Spitzenbelastungen wie Fußball o. Ä. müssen insgesamt etwa 6 Wochen einberechnet werden.

### 3.6.2 Tarsaltunnelsyndrom

Als Tarsaltunnel bezeichnet man einen bindegewebigen Kanal an der Fußinnenseite etwa auf Höhe des inneren Knöchels. Der Kanal wird durch ein fächerförmiges Band, das Ligamentum laciniatum, bedeckt und durch den Innenknöchel, den Sprungbeinknochen (Talus) und das Fersenbein (Calcaneus) begrenzt. Der Tarsaltunnel enthält die Sehnen des hinteren Schienbeinmuskels (Musculus tibialis posterior), die Beugesehnen für die Zehenbeuger (Musculus flexor digitorum longus), den langen Großzehenbeuger (Musculus flexor hallucis longus), den Nervus tibialis und die entsprechenden Gefäße. Das Ligamentum laciniatum bildet die Fortsetzung der Unterschenkelfaszie und steht in Verbindung mit der Faszie des Großzehenabspreizers (Musculus abductor hallucis longus). Es dient der Führung der Sehnen unter dem Innenknöchel.

Als Tarsaltunnelsyndrom wird die Kompression des Nervus tibialis im Tarsaltunnel bezeichnet. Die Kompression oder der vermehrte Zug auf den Nerv kann im gesamten Bereich des Tarsaltunnels auftreten. Am häufigsten liegt die Problematik in seinem oberen Bereich, d. h. im Eingangsbereich. Häufig kann keine exakte Ursache für das Tarsaltunnelsyndrom gefunden werden, mögliche Gründe für die Kompression sind direkte Schädigung, Verdrängung oder Fußdeformitäten.

### Was ist das Problem?

Die Kompression des Nervus tibialis führt zu Schmerzen und/oder Gefühlsstörungen entlang seiner Nervenbahn oder in dessen Versorgungsgebiet an der Fußsohle. Der Patient kann die Beschwerden häufig nur schlecht lokalisieren. Die Schmerzen nehmen oft unter Belastung zu und in Ruhe ab. Manchmal werden auch Nachschmerzen angegeben, manchmal können sie

durch die Fußposition provoziert werden. Am häufigsten gelingt dies durch Positionierung des Fußes in Rückfußeverversion (Anheben des Fußaußenrandes), maximaler Dorsalflexion im OSG (Streckung im oberen Sprunggelenk) und Überstreckung der Großzehe.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Es gibt keinen Test, welcher die Diagnose erhärten könnte. Die Elektroneurographie durch den Neurologen hat eine Trefferquote von etwa 90%. Dabei wird die sensorische Nervenleitfähigkeit beurteilt. Ist diese herabgesetzt, kann von einem Kompressionsphänomen ausgegangen werden. Allerdings können auch schon Symptome bestehen, obwohl vom Neurologen eine normale Nervenleitgeschwindigkeit gemessen wird. Von einem Tarsaltunnelsyndrom kann ausgegangen werden, falls folgende Kriterien erfüllt sind: Schmerz und Parästhesie (Gefühlsstörung), positives Tinel-Zeichen (Klopfenschmerz) und eine positive neurologische Untersuchung. Nur ganz selten sind MRI- oder CT-Untersuchungen nötig. Sie dienen dazu, raumfordernde Prozesse zu identifizieren und zu lokalisieren.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Wie immer wird zuerst versucht, mit nicht-operativen Methoden zu einer Beschwerdereduktion zu gelangen. Es wird versucht, den Druck und den Zug um den Nervus tibialis zu reduzieren. Im Falle einer Perineuritis (Entzündung der den Nerv umhüllenden Schleimhaut) können entzündungshemmende Medikamente nützlich sein. Diese werden in Tablettenform eingenommen oder können gespritzt (meist Kortisonpräparate) werden.

Bei Fußdeformitäten wie z.B. der Rückfuß-Valgus-Stellung (die Sohle der Ferse zeigt nach außen) kann eine aufrichtende Einlage zur Entspannung des Nervs beitragen.

### Weshalb die Operation?

Nicht immer vermögen die konservativen Maßnahmen die Beschwerden befriedigend zu reduzieren. In diesen Fällen kann die operative Dekompression in Betracht gezogen werden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Der Erfolg der Operation steht und fällt mit der richtigen Diagnose. Die Prognose ist umso besser, je eher eine raumverdrängende Problematik vorliegt. Bei bereits länger andauernden Symptomen hängt die Prognose von den strukturellen Nervenveränderungen ab. Ist der Nerv durch die Kompression geschädigt, hängt der Heilungsverlauf und die Prognose vom Regenerationspotenzial des Nervengewebes ab. Dies kann aufgrund der Beobachtungen

während der Operation nur grob abgeschätzt werden. In der Literatur werden die Erfolgsraten der Operation unterschiedlich bewertet. Im Schnitt variieren die guten bis sehr guten Resultate zwischen 60 und 90%.

### **Operationsprinzip und Planung**

Der Nervus tibialis und dessen Abgangsäste oberhalb des Tunneleinganges werden dargestellt und bis einige Zentimeter nach dessen Verlassen des Tunnels verfolgt. Alle für die Kompression in Frage kommenden Strukturen werden gelöst und so der Nerv sukzessiv befreit. Spezielles Augenmerk wird auf die tiefe Faszie des Musculus abductor hallucis (Großzehenabspreizer) als häufiger Ort der Nervenreizung gelegt.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Der Hautschnitt wird über dem Nerv unterhalb des Innenknöchels nach vorne geführt. Das Ligamentum laciniatum wird dargestellt und längsge- spalten. Die Sehnen, Gefäße und der Nervus tibialis werden oberhalb des Tarsaltunneleinganges dargestellt und nach distal verfolgt. Der Nerv trennt sich am Tunneleingang in zwei Hauptäste auf, die beide einzeln verfolgt werden. Der innere Ast muss insbesondere an seiner Kreuzungsstelle mit der tiefen Faszie des Musculus abductor hallucis dargestellt und auf eine mögliche mechanische Reizung hin überprüft werden. Anschließend wird das Ligamentum laciniatum locker adaptiert und die Unterhaut und die Haut verschlossen.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Es besteht die Gefahr von Gefäß- und Nervenverletzungen. Die Verletzung von größeren Gefäßen wird nur bei einer allgemeinen Durchblutungsstörung für den Fuß gefährlich. Eine wesentliche Verletzung des Nervus tibialis oder einer seiner beiden Hauptäste führt zu einem partiellen oder totalen Verlust des Gefühls an der Fußsohle. Die unvollständige Lösung von mechanischen Hindernissen oder eine überschießende Narbenbildung können Gründe für Schmerzpersistenz sein. Glücklicherweise sind diese Komplikationen selten. Wundheilungsstörungen treten ebenfalls selten auf.

### **Wie sind die Abläufe nach der Operation?**

Zur Verhinderung von Schwellungen und unerwünschten Narbenbildungen wird der Fuß ruhig gestellt. Zur Anwendung kommt ein Stabilstiefel oder in einigen Fällen sogar eine Gipsschiene. Erst nach gesicherter Wundheilung kann ein langsamer Übergang in die Vollbelastung erlaubt werden. Dies ist in den meisten Fällen nach 2 bis 3 Wochen möglich.



Abb. 38a. Hautschnitt über Tarsaltunnel

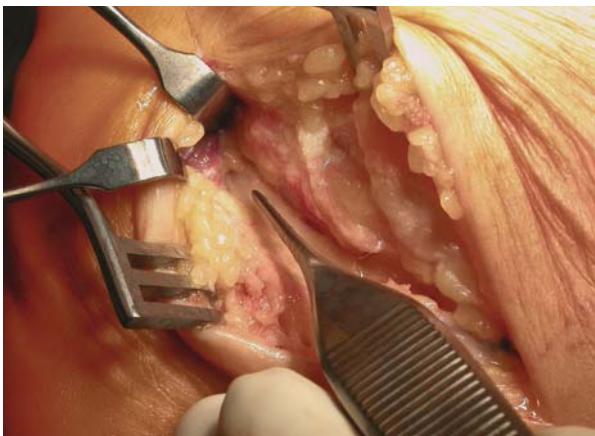


Abb. 38b. Präparierter medialer Ast des Nervus tibialis

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist abhängig von der beruflichen Tätigkeit. Bei rein sitzender Büroarbeit ist die Arbeitsfähigkeit bereits nach einigen Tagen wieder gegeben. Bei handwerklichen Berufen kann der Arbeitsausfall bis zu 4 Wochen betragen. Die Sportfähigkeit ist meist nach etwa 6 Wochen wieder gegeben.

### 3.6.3 Baxter-Nerv und Fersensporn

Der Amerikaner Donald Baxter hat als einer der ersten den Nervus abductor digiti quinti, den Baxter-Nerv, als eine Ursache von Fersenschmerzen erkannt. Es ist ein gemischter motorisch-sensibler Nervenast, der für das Gefühl im Fer-

senbereich und die Aktivierung des Kleinzehenabspreizers verantwortlich ist. Er zeigt einen recht ungewöhnlichen Verlauf. Er ist der erste Abgangsnerv vom äußeren Plantarnervenast (Ramus lateralis des Nervus tibialis) unmittelbar am Tarsaltunneleingang. Von da aus gelangt er um die Ferse an die Fußaußenseite. Er zieht an der inneren Seite der Ferse in die Tiefe, kreuzt die tiefe Faszie (Muskelumhüllung) des Musculus abductor hallucis (Großzehenabspreizer) und nähert sich in seinem weiteren Verlauf dem Ansatz der Plantaraponeurose (fächerförmige Bandstruktur zur Verspannung der Fußlängswölbung) am Fersenbein. Diese Muskelfaszie zeigt einen scharfen und derben Rand und kann zur mechanischen Reizung des Baxter-Nervs führen. Am häufigsten sind Schmerzprojektionen in den Ansatzbereich der Plantaraponeurose.



Abb. 39a. Rx plantarer Fersensporn



Abb. 39b. Baxter-Druckpunkt

Gehäuft tritt der Baxter-Nervenschmerz bei schnell gesteigerten sportlichen Belastungen, bei Fettleibigkeit und bei Rückfußfehlstellungen – und hier v.a. bei der valgischen Verkippung der Fersenbeines (Fersenohle nach außen gerichtet) – auf. Auch bei schmerzbedingtem Schongang anderer Ursache kann der Baxter-Schmerz als Begleiterscheinung auftreten.

### Was ist das Problem?

Fersenschmerzen sind in der Fußpraxis eine oft anzutreffende Problematik, mit häufiger Mitbeteiligung des Baxter-Nerven. Wird er an der Faszie des Musculus abductor hallucis gereizt, kann er aufgrund der Nähe zum Plantaraponeurosenansatz täuschend echte „Fersenspornschorzen“ verursachen. Findet sich im Röntgenbild dann auch noch ein Sporn am Calcaneus, wird dieser irrtümlicherweise für die Schmerzen verantwortlich gemacht. Bei letzterem handelt es sich um eine Entzündung der Plantaraponeurose an deren Ansatz am Calcaneus als Ausdruck einer starken Belastung der Fußlängswölbung (z.B. bei Sportlern). Fersenspornschorzen und Baxter-Schmerz können durch die manuelle Untersuchung unterschieden werden: Der Fersenspornschorz ist rein belastungsabhängig und kann durch forcierte Dorsalflexion der Zehen (Spannungszunahme der Aponeurose) verstärkt werden. Bei einer mechanischen Reizung des Baxter-Nervs führt dieses Manöver zu keiner Schmerzverstärkung. Klassischerweise kann beim Baxter-Nerv eine Druckschmerhaftigkeit an der hinteren inneren Ferse ausgemacht werden, wo der Nerv den Oberrand des Muskelbauches des Großzehenabspreizers kreuzt. Manchmal wird der Schmerz in seinem Zielgebiet an der Fußaußenseite wahrgenommen oder eine Gefühlsstörung der fünften Zehe beschrieben. Auch Schmerzen in Ruhe können – im Gegensatz zum Fersenspornschorz – vorkommen. Einlagen, Weichsohlen, Physiotherapie oder gar Bestrahlungen sind in den allermeisten Fällen nutzlos.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Das Wichtigste ist, an den Baxter-Nerv als Schmerzverursacher zu denken. Die Verdachtsdiagnose wird durch die Befragung (Anamnese) und die Untersuchung gestellt. Eine zusätzliche Diagnosesicherung kann durch gezielte Infiltrationen mit einem Lokalanästhetikum im Bereich der Muskelfaszie erreicht werden. Zeigt die Infiltration keine Wirkung, ist der schmerzauslösende Ort nicht richtig getroffen oder die Verdachtsdiagnose falsch. In diesem Fall muss die Infiltration wiederholt oder nach einer anderen Ursache gesucht werden. Neurologische Untersuchungen haben bei der Baxter-Nerv-Problematik nur bei chronifizierten Verläufen eine gute Aussagekraft, da bei akuten Schmerzen noch keine strukturellen Veränderungen stattgefunden haben. MRI- oder CT-Untersuchungen werden nur zum Ausschluss anderer Schmerzursachen durchgeführt, haben aber in der Diagnosefindung keine große Bedeutung.

## Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Die nicht-operativen Möglichkeiten begrenzen sich in der Regel auf Infiltrationen. Hier kann eine Mischung eines Lokalanästhetikums und eines Kortisonpräparates verwendet werden. Das Kortison führt zu einer Abschwellung des durch die Reibung geschwollenen Gewebes um den Nerv (Perineuralgewebe), kann die Vernarbung aber nicht strukturell beeinflussen. Unter Umständen müssen die Infiltrationen zweimal wiederholt werden. In vielen Fällen kann die Problematik auf diese Weise günstig beeinflusst werden. Bei Valgusfüßen können Einlagen nützlich sein, die den Rückfuß aufrichten.

## Weshalb die Operation?

Führen die Infiltrationen auch nach dreimaliger Applikation nicht zu einer dauerhaft genügenden Schmerzreduktion, muss davon ausgegangen werden, dass das Perineuralgewebe reizbedingt bereits vernarbt ist. In diesen Fällen kann die Operation Abhilfe schaffen.

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel ist die Schmerzreduktion, im Idealfall eine Schmerzfreiheit. Mit gezielten Infiltrationen kann die Diagnose eingegrenzt, aber letztendlich nicht bewiesen werden. Das Ausmaß der Schmerzbefreiung bleibt deshalb unsicher.

## Operationsprinzip und Planung

Bei der Operation geht es darum, den Nerv an seiner Reizstelle zu entlasten. Meist wird der Nerv an der scharfen Kante der tiefen Faszie des Musculus abductor hallucis mechanisch gereizt. Während der Operation wird der Nerv entlang seiner Bahn durch die Gewebebeschichten in die Tiefe verfolgt und alle mechanischen Hindernisse beseitigt. Der Nerv selbst wird dabei möglichst wenig tangiert.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt medial an der Ferse. Unter dem Innenknöchel wird der Nervus tibialis dargestellt, seine Aufzweigung in den medialen und lateralen Ast aufgesucht und die Abzweigung des Baxter-Nervs vom lateralen Ast des Nervus tibialis präpariert. Der Baxter-Nerv geht fast senkrecht vom Nervus tibialis ab und unterkreuzt den Oberrand des Musculus abductor hallucis, den häufigsten Ort der Nervenreizung. Die scharfkantige Faszie dieses Muskels wird eingeschnitten und so eine Entlastung des Nervs erzielt. Er quert die hintere Fußsohle und gelangt über das Areal des Plantaraponeurosenansatzes

an den Fußaußenrand. Er wird möglichst weit in die Tiefe verfolgt. Die technischen Grenzen liegen in der zunehmend schlechten Übersicht je weiter der Nerv in der Gewebetiefe verschwindet. In der Literatur werden etwa drei Orte der möglichen Nervenreizung beschrieben. Nicht alle können jedoch ohne weiteres präparatorisch erreicht werden.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Die Präparation des Baxter-Nervs ist chirurgisch sehr anspruchsvoll. Es besteht das Risiko von Gefäß- und Nervenschädigungen am Tarsaltunnel sowie der Schädigung des Baxter-Nervs selbst. Ein weiteres Risiko ist die Persistenz der Schmerzen trotz regelrechter durchgeführter Operation.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Zur Verhinderung von Schwellungen und unerwünschten Narbenbildungen wird der Fuß ruhig gestellt. Zur Anwendung kommt ein Stabilstiefel oder in einigen Fällen sogar eine Gipsschiene. Erst nach gesicherter Wundheilung kann ein langsamer Übergang in die Vollbelastung erlaubt werden. Dies ist in den meisten Fällen nach 2 bis 3 Wochen möglich.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist abhängig von der beruflichen Tätigkeit. Bei rein sitzender Büroarbeit ist die Arbeitsfähigkeit bereits nach einigen Tagen wieder gegeben. Bei handwerklichen Berufen kann der Arbeitsausfall bis zu 4 Wochen betragen. Die Sportfähigkeit ist meist nach etwa 6 Wochen wieder gegeben.

### 3.6.4 Nervus peronaeus superficialis

Der Nervus peronaeus superficialis ist ein sensibler Nervenast, der für das Gefühlsempfinden am äußeren Fußrücken verantwortlich ist. Das Spezielle am Verlauf dieses Nervs ist sein Durchritt durch die Unterschenkelfaszie etwa zwölf Zentimeter oberhalb des Außenknöchels. Hier kann er an den scharfkantigen Faszienrändern mechanisch gereizt werden (nerve-entrapment) und Schmerzen entlang seiner Ausbreitungsbahn am Unterschenkel oder am Fuß verursachen. Dieses Phänomen kann bei akuten oder chronischen Supinationstraumen am OSG beobachtet werden. Auch bei Menschen mit tief nach distal reichenden Unterschenkelmuskeln kann es nach markanten Muskelbeanspruchungen der unteren Extremität zu Einklemmphänomenen in diesem Bereich kommen.

### Was ist das Problem?

Die Patienten mit Reizungen des Nervus peronaeus superficialis können den Schmerz durch bestimmte Bewegungen oder Belastungen provozieren. Am

häufigsten erfolgt die Schmerzprovokation durch eine Supinationsbewegung. Dabei wird der Nerv gedehnt und damit an der Unterschenkelfaszie geziert. Durch Druck am Nervendurchtrittsort kann der Schmerz ebenfalls meist reproduziert werden. Oft findet sich eine Instabilität des äußeren oberen Sprunggelenkes (OSG) in Kombination mit einem nerve-entrapment des Nervus peronaeus superficialis. Die Instabilität und der Nervenschmerz können sich oft gegenseitig beeinflussen. Knickt der Fuß übermäßig nach außen, wird der Nerv schmerhaft angespannt. Andererseits kann ein durch Bewegung ausgelöster Nervenschmerz reflektorisch zum Übertreten des Rückfußes führen. Nervenschmerzen können im Gegensatz zu den meisten Schmerzen des Bewegungsapparates auch nachts oder in Ruhe auftreten.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Problematik kann durch eine neurologische Untersuchung nur selten objektiviert werden. Durch eine gezielte Befragung und Untersuchung kann ein erster Verdacht erhoben werden. Meist hilft eine zusätzliche diagnostische Infiltration mit einem Lokalanästhetikum, um die Verdachtsdiagnose zu erhärten. Tritt nach der Infiltration eine zumindest temporäre Schmerzbefreiung ein, ist die Diagnose sehr wahrscheinlich.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Die nicht-operativen Therapiemethoden richten sich nach der Ursache. Besteht eine chronische OSG-Instabilität, muss zuerst diese behoben werden. Sind muskuläre Verspannungen und Verdickungen der Wadenmuskeln (Myogelosen) im Spiel, werden diese therapeutisch angegangen. Auch wiederholte Anwendungen von Injektionen mit einem Lokalanästhetikum können angewendet werden, um den Nerv lokal zu beruhigen.

### Weshalb die Operation?

Kann der Nerv und damit der Schmerz nicht günstig beeinflusst werden, muss die Operation diskutiert werden. Der Grund für das Nichtansprechen des Nervs auf konservative Therapien kann in der strukturellen Veränderung des den Nerv umgebenden Gewebes liegen. Wird der Nerv über längere Zeit mechanisch gereizt, wird er seine umgebende Hülle (Perineurium) im Sinne einer Schutzreaktion mittels Narbenbildung verstärken. Dann ist er auch Injektionstherapien nicht mehr gut zugänglich und eine Operation wird bei entsprechendem Leidensdruck unumgänglich.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel ist die Schmerzreduktion, das Ideal die vollständige

Schmerzbefreiung. Bei gesicherter Diagnose kann dieses Ziel meist gut erreicht werden.

### **Operationsprinzip und Planung**

Die Operation zielt nicht auf den Nerv selbst, sondern auf die einengende Unterschenkelfaszie. Die Nervendurchtrittsstelle soll erweitert und damit das Perineurium entlastet werden. Wichtig ist auch, eine vorhandene Rückfußinstabilität zu erfassen und mitzubehandeln, da sich der Nervenschmerz und die Instabilität oft gegenseitig beeinflussen.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Der Hauptschmerzpunkt wird vor der Operation markiert. Die Haut wird längs über eine kurze Strecke eröffnet. Der Nerv liegt unter der Unterhautschicht der Unterschenkelfaszie auf. Er wird nach proximal bis an seinen Durchtrittsort durch die Unterschenkelfaszie verfolgt. Der Nervendurchtrittsort wird längs gespalten und so das Engnis beseitigt. Dann werden die Gewebe schichten sukzessive verschlossen.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Das Hauptsrisiko liegt darin, den Nerv selbst zu verletzen. Dieses Risiko darf bei der guten Darstellungsmöglichkeit des Nervs als gering eingestuft werden.

### **Wie sind die Abläufe nach der Operation?**

Zur Verhinderung von Schwellungen und unerwünschten Narbenbildungen wird der Fuß ruhig gestellt. Zur Anwendung kommt ein Stabilstiefel oder in einigen Fällen sogar eine Gipsschiene. Erst nach gesicherter Wundheilung kann ein langsamer Übergang in die Vollbelastung erlaubt werden. Dies ist in den meisten Fällen nach 2 bis 3 Wochen möglich.

### **Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?**

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist abhängig von der beruflichen Tätigkeit. Bei rein sitzender Büroarbeit ist die Arbeitsfähigkeit bereits nach einigen Tagen wieder gegeben. Bei handwerklichen Berufen kann der Arbeitsausfall bis zu 4 Wochen betragen. Die Sportfähigkeit ist meist nach etwa 6 Wochen wieder gegeben.

### 3.7 Sehnen

Sehnen sind die Überträger der Muskelkraft. Der Fuß wird erst durch das Zusammenspiel dieser Kraftzügel zum eleganten Stütz- und Fortbewegungsorgan. Sehnenverletzungen wirken sich unmittelbar auf die Stabilisierung und die Fortbewegung des Körpers aus. Sehnenprobleme können grob in akute und chronische Geschehen unterteilt werden.

Bei den akuten Sehnenproblemen stehen die Verletzungen im Vordergrund. Aufgrund ihrer Elastizität reißen Sehnen in der Regel später als Bänder. Häufig sind es die Hilfseinrichtungen der Sehnen (Sehnenscheiden, Retinacula), welche zuerst von den Verletzungen betroffen sind. Bei den chronischen Leiden stehen die degenerativen Sehnenveränderungen im Vordergrund. Sehnengewebe ist im Vergleich zu den anderen Stützgeweben des Körpers schlecht durchblutet und besitzt eine dementsprechend schlechte Regenerationsfähigkeit. Mit zunehmendem Lebensalter unterliegt es einem Verlust an Elastizität.

#### 3.7.1 Sehne des *Musculus peronaeus brevis und longus*

Der *Musculus peronaeus longus* hat seinen Ursprung an der lateralen Tibia und an der Fibula. Seine Sehne verläuft um den lateralen Fußrand und setzt an der Fußsohle am medialen Os cuneiforme an. Sie ermöglicht so dem Großzehengrundgelenk einen sicheren Bodenkontakt. Der *Musculus peronaeus brevis* nimmt seinen Ursprung an der unteren Fibula. Seine Sehne gelangt über das Sehnenscheidenfach hinter dem Außenknöchel an die Basis des Metatarsale V-Knochens. Hinter dem Außenknöchel teilen sich die Sehnen beider Muskeln einen gemeinsamen bindegewebigen Führungskanal, die Sehnenscheide. Die Sehnenscheide teilt sich oberhalb und unterhalb des Außenknöchels wieder in zwei separate Kanäle, um wieder einen eigenen Verlauf für jede Sehne zu ermöglichen. Zwei wichtige Strukturen gewährleisten den Halt der Sehnen bei ihrer Umlenkung um den Außenknöchel, das obere und untere Retinaculum. Die Hauptfunktion der Peronealsehnen ist die Eversion des Rückfußes. Sie helfen bei der dynamischen Stabilisierung der Ferse und des ersten Strahles an der inneren Fußwölbung und bei der Plantarflexion des Fußes.

Zwei anatomische Normvarianten können zu Problemen führen. Die eine ist die Peronaeus quartus-Sehne, also die vierte Peronealsehne. Sie kommt in etwa 15% der Menschen vor und nimmt ihren Ursprung am Muskelbauch des *Musculus peronaeus brevis*. Sie kann zu Platznot und damit zu einem Engpassproblem im fibro-ossären Kanal hinter dem Außenknöchel führen. Die andere Variante ist ein ungewöhnlich weit nach distal reichender *Musculus peronaeus brevis*. Der Muskelbauch kann zu einem Engnis am Eingang der gemeinsamen Peronealsehnenscheide führen und so bewegungs- und lageabhängige Schmerzen und sogar Instabilitäten verursachen.

### Was ist das Problem?

**Akute Verletzung**, vor allem traumatische Rupturen der Peronealsehnen sind selten. Häufiger sind Subluxationen oder Dislokationen dieser Sehnen aus dem retromalleolären Gleitlager. Diese Verletzungen können zusammen mit Bandrupturen vorkommen und von den Beschwerden her auch Bandläsionen vortäuschen. Oft werden diese Verletzungen deshalb übersehen. Der Mechanismus der Verletzung ist eine heftige, reflexartige Anspannung der Peronealsehnen und geschieht meist in Dorsalflexion des Fußes. Dies führt zu einem Zerreißen der Retinacula der Sehnen und erlaubt so deren Luxation. Der Patient verspürt häufig einen kleinen Knall und ist nicht mehr in der Lage, belastende körperliche Aktivitäten durchzuführen. Meist gleiten die Sehnen spontan in ihr Sehnenbett zurück, sodass die Diagnosestellung nicht einfach ist. Oft kann der Schmerz oder sogar eine Subluxation durch Eversion und Dorsalflexion gegen Widerstand provoziert werden.

**Chronische Sehnenverletzungen** betreffen häufig die Peronaeus brevis-Sehne. Meist handelt es sich um Längsrisse der Sehne, Instabilitäten oder Sehnenscheidenentzündungen. Anatomische Studien haben gezeigt, dass die Probleme häufig ihren Ursprung in einer Schädigung des oberen Retinaculums haben. Dies führt zu einer vermehrten Mobilität der Sehne und damit zu Reibephänomenen an der Hinterkante der Fibula. Drückt die lange Peronealsehne zusätzlich chronisch auf die Peronaeus brevis-Sehne, so kann es zur Spaltung kommen. Eventuell spielt eine natürliche Zone verminderter Durchblutung ebenfalls eine Rolle. Häufig wird das ganze Ausmaß der degenerativen Sehnenveränderungen erst während der Operation sichtbar. Klinisch ist es schwierig, die genauen Zusammenhänge der chronischen Sehnenveränderungen zu erfassen.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

**Akute Verletzungen** können meist klinisch durch die Befragung und die Untersuchung des Patienten mit genügend großer Sicherheit definiert werden. In Zweifelsfällen kann eine MRI-Untersuchung zur Beurteilung des gesamten Ausmaßes der Verletzung hilfreich sein.

Bei **chronischen Verletzungen** ist die MRI-Untersuchung eine bewährte Methode um die Diagnose zu sichern. Vor allem Längsrisse und Begleitverletzungen können sehr gut dargestellt und damit die operative Therapie besser geplant werden.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen von Verletzungen sind häufig nicht möglich. Eine Behebung vorbestehender Bandläsionen und Rückfußinstabilitäten kann für die Integrität der Peronealsehnen prophylaktischen Charakter haben.

Bei **akuten Verletzungen** haben nicht-operative Therapien nur begrenzte Er-

folgsaussichten. Versucht werden können Kompressionsbandagen oder eine temporäre Gipsruhigstellung. Mit beiden Methoden darf gemäß Literatur nicht mit einer Erfolgsquote von über 50% gerechnet werden. Diese Therapien sind nur für Patienten mit sehr niedrigen funktionellen Ansprüchen oder solchen, wo eine Operation nicht möglich ist, geeignet.

Bei den **chronischen Verletzungen** haben konservative Therapieversuche etwas bessere Erfolgsaussichten. Medikamente kombiniert mit Physiotherapie und temporärer Ruhigstellung sind hier die Mittel der Wahl.

### **Weshalb die Operation?**

Bei den akuten Verletzungen ermöglicht sehr häufig nur die Operation ein gutes funktionelles Resultat. Bei den chronischen Formen wird sie nach Versagen der konservativen Therapien diskutiert.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Ziel ist die Schmerzreduktion durch Verbesserung der Funktion. Die Prognose der Operation darf als gut angesehen werden.

### **Operationsprinzip und Planung**

Für die vielen möglichen Problemstellungen sind viele verschiedene Operationstechniken beschrieben. Der Autor bevorzugt bei akuten oder chronischen Instabilitäten der Peronealsehnen die Vertiefung des Knochenkanals hinter der Fibula zusammen mit der Rekonstruktion des Sehnenscheidenkanals. Bei Spaltung sollten die Sehnen soweit möglich rekonstruiert werden. Ist dies nicht mehr möglich, kann die schlechtere Sehne mit der besseren vernäht werden (Tenodese). Wichtig ist es, Rückfußinstabilitäten oder Achsenabweichungen der Ferse gleichzeitig mitzukorrigieren, um die Rezidivrate zu reduzieren.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Der Schnitt wird so gewählt, dass bei Bedarf auch Begleitprobleme gelöst werden können. In aller Regel erfolgt er hinter der Fibula. Die Peronealsehnenloge wird eröffnet und die Sehnen dargestellt. Je nach Befund erfolgen die Revision des Sehnenscheidenfaches und die Reparatur der Sehnen selbst. Muss der knöcherne Anteil des Sehnenkanals vertieft werden, wird die Fibula an ihrer Hinterkante gespalten und vertieft. Dies verhindert ein Herausspringen der Sehnen und dient als Verankerung des bindegewebigen Anteils der Sehnenscheide. Die technischen Grenzen sind durch den Zustand der Sehnen und des Bindegewebes gegeben.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Es besteht das Risiko für Rezidive der Sehnenluxation. Wundheilungsstörungen

gen sind zwar selten, müssen jedoch durch sorgfältige Handhabung der Weichteile hinter der Fibula möglichst vermieden werden.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein Gips angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Bei sehr sportlichen, zuverlässigen Patienten kann alternativ auch mit Bandagen und frühfunktioneller Physiotherapie gearbeitet werden. Der Behandlungsplan ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation, kann das Peronealsehnenfach zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der Sehnenscheide und der operierten Bänder derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Dieser Zeitablauf gilt auch für den knöchernen Anteil der Sehnenführung hinter der Fibula. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### 3.7.2 Sehne des *Musculus tibialis anterior*

Der Tibialis anterior-Muskel nimmt seinen Ursprung an der vorderen Tibia. Er ist der wichtigste Dorsiflektor des oberen Sprunggelenkes. Seine Funktion ist wichtig für das Anheben des Fußes in der Schwungphase des Gehens. Beim Anfersen ist diese Muskelaktivität wichtig, um den Fuß kontrolliert auf den Boden zu setzen.

Die Sehne des Muskels verläuft unter dem oberen Retinaculum, manchmal in einem eigenen Tunnel. Nach der Passage des vorderen oberen Sprunggelenkes unterquert sie das untere Retinaculum und inseriert schließlich an der Innenseite der Fußlängswölbung am medialen Os cuneiforme und an der Basis des Os metatarsale I.

### Was ist das Problem?

**Akute Verletzungen** der Tibialis anterior-Sehne haben drei verschiedene Ursachen: offene Verletzungen, geschlossene Kontusionen oder geschlossene Rupturen. Geschlossene Rupturen werden in zwei Gruppen eingeteilt, die atraumatische Ruptur (Spontanruptur) bei älteren Leuten und die traumatische Ruptur bedingt durch ein adäquates Hochenergietauma. Die Spontanrupturen können durch chronische mechanische Reizungen, lokale Injektionen von kortisonhaltigen Präparaten oder durch Allgemeinerkrankungen wie Diabetes mellitus und entzündliche Gelenkerkrankungen provoziert werden. Bei den traumatischen Rupturen sind häufig ältere, sportlich aktive Patienten betroffen. Das Symptom ist meist ein vorderer Schmerz auf Höhe des oberen Sprunggelenkes oder am Fußrücken. Interessanterweise ist der Schmerz oft nur vorübergehend und wird von einer Störung des Bewegungsablaufes abgelöst. Manchmal kann das rupturierte Sehnenende als schmerzhafte, derbe Schwellung vor dem oberen Sprunggelenk getastet werden. Bei der Untersuchung fehlt die normale Sehnenkontur bei Anspannung des Fußes gegen Widerstand in Dorsalflexion. Die Kraft für die Dorsalflexion des Fußes ist deutlich abgeschwächt. Ganz typisch ist der so genannte „Steppergang“. Beim Anfersen kann der Patient den Fuß nicht sanft abbremsen und auf den Boden legen. Es kommt zu einem akustisch hörbaren Klatschen des Fußes auf den Boden, ähnlich einem Steppschritt. Durch die kompensatorisch vermehrte Anspannung der Zehenstretcher mit übermäßigem Verkrallen der Kleinzehen wird der Fuß in Eversion gehalten. Die akute Verletzung der Tibialis anterior-Sehne wird häufig übersehen, da die Dorsalflexion durch die Zehenstretcherfunktion immer noch möglich ist und die Schmerzen oft nur sehr gering sind. Bei älteren Menschen ist zudem die Gangabnormalität nicht immer einfach zu erkennen. Hat sich der proximale Sehnenstumpf unter das Retinaculum retrahiert, kann er nicht mehr sicher getastet werden.

Oft geht der **chronischen Verletzung** eine chronische Tendinitis oder eine systemische Erkrankung voraus. Im Zusammenhang mit Reibephänomenen durch das Retinaculum kann es zu einer mechanischen Schädigung der Sehne kommen, da unmittelbar oberhalb des OSG eine Zone verminderter Durchblutung der Sehne existiert.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Zur Sicherung der Diagnose reicht in den meisten Fällen die klinische Untersuchung. Bei chronischen Rupturen kann ein MRI zur Beurteilung der Sehnenqualität und damit zur Bestimmung des genauen Therapiekonzeptes sowie zum Ausschluss von Begleitverletzungen hilfreich sein.

## Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Wie bei vielen Unfällen kann eine effiziente Vorbeugung bei **akuten** Sehnenverletzungen nicht empfohlen werden. Ist die Sehne noch intakt, kann eine Gips- oder Stiefelimmobilisation für einige Wochen empfohlen werden.

Die **chronischen** Verletzungen gehen oft mit chronischen Schmerzen einher. Hier kann je nach statischen Verhältnissen versucht werden, mit Einlagen die Fußstellung zu verbessern und mittels Physiotherapie und/oder Medikamenten die Entzündungsreaktion zu vermindern. Bei wenig aktiven Patienten kann eine Stützbandage oder Orthese helfen.

## Weshalb die Operation?

Die Operation wird in Betracht gezogen, wenn das Funktionsdefizit zu Problemen des Fußes oder der großen benachbarten Gelenke führt (Kniegelenk, Hüfte, Kreuzgegend). Nur in wenigen Fällen muss aufgrund der Schmerzen eine Operationsindikation gestellt werden.

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Ziel ist die Verbesserung der Funktionalität des Fußes für das Abrollen und damit auch die Verhinderung von Fehlbelastungen für die gesamte untere Extremität. Die Behandlung von Sehnenproblemen ist oftmals eine länger dauernde Angelegenheit. Die Sehnen sind relativ schlecht durchblutete Gewebe und gleichzeitig großen Belastungen ausgesetzt. Vielfach sind deshalb längere Entlastungsphasen notwendig.

## Operationsprinzip und Planung

Das Operationsprinzip richtet sich nach der vorhandenen Problematik. Ist die Sehnenqualität bei einer akuten Ruptur noch intakt, kann eine Sehnennaht in Betracht gezogen werden. Bei schlechter Sehnenqualität hingegen muss oft eine Sehnenaugmentationsplastik durchgeführt werden. Hier wird die qualitativ schlechte Sehne unter Zuhilfenahme einer benachbarten intakten Sehne verstärkt. Viele Operationstechniken sind beschrieben und die meisten berücksichtigen die Sehne des *Musculus extensor hallucis longus*.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt über dem Areal der Sehnenruptur. Diese wird dargestellt und die Sehnenstümpfe aufgesucht. Dann erfolgt die Beurteilung der Sehnenqualität und damit auch des genauen weiteren Operationsprocederes. Kann die Sehne nicht direkt vernäht werden, muss die Augmentationsplastik durchgeführt werden. Der Autor bevorzugt die Verwendung der langen Groß-

zehenstreckersehne. Diese ist stark ausgebildet und verläuft in unmittelbarer Nachbarschaft zur Tibialis anterior-Sehne. Je nach Befund muss diese Hilfsehne mit dem noch bestehenden Stumpf vernäht oder sogar durch das Os cuneiforme I durchgezogen werden. Der Stumpf der langen Großzehensehne wird anschließend mit der kurzen Großzehenstreckersehne vernäht. Damit ist die Streckung der Großzehe zwar geschwächt, aber immer noch gut möglich. In einigen Fällen muss eine Arthrodese des Großzehenzwischengelenkes durchgeführt werden, um eine störende Abknickung des Großzehenendgliedes zu vermeiden. Dies kann aus dem reduzierten Zug des langen Streckers resultieren. Die technischen Grenzen ergeben sich durch die zur Verfügung stehende Gewebsqualität und durch die Fähigkeiten des Operateurs. Die Beurteilung der Gewebsqualität (Sehnen und Muskeln) vor der Operation ist wesentlich für die Einschätzung des zu erwartenden Operationsresultates. Das Ziel ist die Funktionsverbesserung. Eine vollständige Fußfunktion kann auch mit der Operation in aller Regel nicht erreicht werden. Diese Zusammenhänge müssen mit dem Patienten für eine realistische Einschätzung des zu erwartenden Operationseffektes im Detail besprochen werden.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Ein Risiko ist die Wundheilungsstörung. Meist sind gerade bei chronischen Leiden nicht nur die Sehne sondern auch die Haut und ihre Strukturen geschwächt. Gefäß- und Nervenschädigungen sind eher selten. Auch eine Fehleinschätzung des zu erwartenden Operationsresultates kann vorkommen, da vor allem die Trainierbarkeit der betroffenen Muskeln für die Phase nach der Operation gerade bei chronischen Leiden nur schwierig einzuschätzen ist.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein gespaltener Gips angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Der gespaltene Gips erlaubt eine individuelle Passform und die Möglichkeit der Wundkontrolle, der Hygiene und der Fadenentfernung. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab. In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation, kann der Fuß zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der Sehnenscheide und operierten Bänder derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### 3.7.3 Sehne des *Musculus tibialis posterior*

Der Tibialis posterior-Muskel nimmt seinen Ursprung von der Hinterfläche der Tibia, der Fibula und der Membrana interossea. Seine Sehne verläuft hinter dem Malleolus medialis. Sie teilt sich weiter unten in drei Anteile auf. Der größte Anteil setzt an der Innenseite des Kahnbeines an. Die anderen Teile verzweigen sich weiter und setzen mit etwa fünf Enden unter dem Fuß auf Höhe der Lisfranc'schen Gelenkslinie an. Tentakelgleich ziehen sie die Fußwölbung zusammen und stabilisieren diese. Eine Zone verminderter Durchblutung besteht unmittelbar distal des Innenknöchels. Die Hauptfunktion des Muskels ist die Plantarflexion und die Inversion. Bedingt durch die Morphologie des USG und der Fußwurzelgelenke kommt es zu einer Stabilisierung des Fußskeletts durch die Inversion der Ferse und damit zur Stabilisierung der Fußlängswölbung durch Verzahnung der Fußwurzelknochen. Dieser Mechanismus spielt in der Abstoßphase des Gehens eine wichtige Rolle und wird durch den *Musculus tibialis posterior* wesentlich unterstützt. Auch von der Standphase des Gehens bis zur Abstoßphase ist der *Tibialis posterior*-Muskel aktiv. Er stützt, einer Hängematte gleich, das talo-naviculare Gelenk und stabilisiert aktiv die Fußlängswölbung bevor der Verzahnungsmechanismus in der Abstoßphase zum Tragen kommt. Die Insuffizienz der *Tibialis posterior*-Sehne hat enorme Konsequenzen für die Fußform und damit die Funktionalität des Fußes. Der Fuß vermag mit seinen passiven Strukturen (Bändern und Gelenken) die Fußlängswölbung nicht aufrecht zu erhalten und gleitet unweigerlich in eine Knick-Senk-Füßigkeit ab.

### Was ist das Problem?

Bei den **akuten Verletzungen** können akute Rupturen von Rupturen infolge Tenosynovitis unterschieden werden. Verschiedene Ursachen wie Unfälle (meist Verdrehung des Rückfußes), mechanische Faktoren, Degenerationszonen oder Allgemeinerkrankungen sind für akute Rupturen verantwortlich.

Rupturen kommen bei der jüngeren Generation selten vor. Meist geht der Ruptur eine chronische Schmerhaftigkeit voraus, bis eine kurzzeitige Überlastung zum Sehnenriss führt. Die häufigste Ursache sind chronische Synovitiden. Bei

Läufern sind bis zu 5% aller Verletzungen in Zusammenhang mit chronischen Sehnenscheidenentzündungen zu sehen. Akute Sehnenscheidenentzündungen treten gehäuft bei Fußdeformitäten, einem Os tibiale externum, übermäßiger Valgus-Stellung des Rückfußes oder Varus-Stellung des Vorfußes auf.

Bei der älteren Bevölkerung sind **chronische Verletzungen** wie die chronische Tenosynovitis und die chronischen Rupturen gehäuft anzutreffen. Wie bei der Verletzung der Tibialis anterior-Sehnen können Stoffwechselkrankheiten einen Einfluss auf die Entstehung dieser Leiden haben. Auch das Unterspritzen der Sehnen mit kortisonhaltigen Medikamenten kann die Sehne schädigen. Typischerweise sind die chronischen Insuffizienzen der Tibialis posterior-Sehnen bei übergewichtigen Frauen um die Menopause zu beobachten. Von einer chronischen Synovitis spricht man, wenn die Symptome einen Zeitraum von 12 Monaten überdauern. Oftmals ist dann die Sehnenscheidenentzündung mit degenerativen Veränderungen der Sehne selbst assoziiert. Die weitere Stufe der Erkrankung stellt die chronische Sehnenruptur mit verlängerter und ausgedünnter Sehne dar. Meist wird die Diagnose initial verpasst und erst bei Abgleiten des Fußes in eine Knick-Senk-Füßigkeit entdeckt.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Ist die Diagnose oder der qualitative Zustand der Tibialis posterior-Sehne unklar, kann eine MRI-Untersuchung Klarheit schaffen. Manchmal ist diese Information für die Wahl der geeigneten Therapie oder für die Planung der Operation wichtig. Auf konventionellen Röntgenbildern kann das Ausmaß der Absenkung der Fußwölbung gut dokumentiert werden.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Wie bei vielen Unfällen ist eine effiziente Vorbeugung bei **akuten** Sehnenverletzungen nicht möglich. Ist die Sehne noch intakt, kann eine Gips- oder Stiefelimmobilisation für einige Wochen empfohlen werden.

Die **chronischen** Verletzungen gehen oft mit chronischen Schmerzen einher. Hier kann je nach statischen Verhältnissen versucht werden, mit Einlagen die Fußstellung zu verbessern und mittels Physiotherapie und/oder Medikamenten die Entzündungsreaktion zu vermindern. Bei wenig aktiven Patienten kann eine Stützbandage oder Orthese helfen.

### Weshalb die Operation?

Die Operation wird in Betracht gezogen, wenn das Funktionsdefizit zu Problemen des Fußes oder der großen benachbarten Gelenke führt (Kniegelenk, Hüfte, Kreuzgegend). Nur in wenigen Fällen muss aufgrund der Schmerzen eine Operationsindikation gestellt werden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Ziel ist die Verbesserung der Funktionalität des Fußes für das Abrollen und damit auch die Verhinderung von Fehlbelastungen für die gesamte untere Extremität. Die Behandlung von Sehnenproblemen ist oftmals eine länger dauernde Angelegenheit. Die Sehnen sind relativ schlecht durchblutete Gewebe und gleichzeitig großen Belastungen ausgesetzt. Vielfach sind deshalb längere Entlastungsphasen notwendig.

### Operationsprinzip und Planung

Das Operationsprinzip richtet sich nach der vorhandenen Problematik. Ist die Sehnenqualität bei einer akuten Ruptur noch intakt, kann eine Sehnennaht erfolgen. Bei schlechter Sehnenqualität hingegen muss oft eine Sehnenaugmentationsplastik durchgeführt werden. Hier wird die qualitativ schlechte Sehne unter Zuhilfenahme einer benachbarten intakten Sehne verstärkt. Viele Operationstechniken sind beschrieben und die meisten berücksichtigen die Sehne des Musculus flexor digitorum longus.

Meist sind bereits ein leichter Rückfußvalgus oder ein beginnendes Abkippen des Rückfußes nach innen vorhanden. Im Unterschied zur Tibialis anterior-Sehne ist die Rückfußposition bei der Operationsplanung zu berücksichtigen. Hier stehen je nach Problemstellung Verschiebeosteotomien des Fersenbeines und aufrichtende Arthrodesen zur Verfügung. So genannte flexible Fehlstellungen werden meist mit Korrekturosteotomien versorgt. Die Korrekturosteotomie verschiebt den hinteren Fersenanteil gegen innen, um den Auflagepunkt der Ferse unter die Längsachse des Beines zu positionieren. Bei einer fixierten Abkippung des Rückfußes ist die Fehlstellung nicht mehr korrigierbar. Hier muss durch Gelenksoperationen eine Aufrichtung des Fußes angestrebt werden. Meist wird dies mit der Versteifung von einzelnen Gelenken kombiniert, um den späteren Halt der Korrekturstellung zu gewährleisten. Da bei einer fixierten Fehlstellung bereits eine spontane Einstieffung von Teilen des Fußes besteht, wird die Funktionalität durch die korrigierende chirurgische Versteifung einzelner Gelenke besser. Das OSG ist in der überwiegenden Mehrheit der Fälle von der Aufrichtung bzw. Versteifung nicht betroffen, sodass in den allermeisten Fällen ein flüssiges Abrollen möglich bleibt.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt über dem Areal der Sehnenruptur. Diese wird dargestellt und die Sehnenstümpfe aufgesucht. Dann erfolgt die Beurteilung der Sehnenqualität und damit auch des genauen weiteren Operationsprocederes. Kann die Sehne nicht direkt vernäht werden, muss die Augmentationsplastik durchgeführt werden. Der Autor bevorzugt die Verwendung der langen Kleinzehenbeugersehne (Musculus flexor digitorum longus). Diese ist stark

ausgebildet und verläuft in unmittelbarer Nachbarschaft zur Tibialis posterior-Sehne. Je nach Befund muss diese Hilfssehne mit dem noch bestehenden Stumpf vernäht oder sogar durch das Os naviculare durchgezogen werden. Die Beugefähigkeit der Kleinzehen wird nicht wesentlich geschwächt. Die technischen Grenzen ergeben sich durch die zur Verfügung stehende Gewebsqualität und durch das technische Geschick des Operateurs. Die Beurteilung der Gewebsqualität (Sehnen und Muskeln) vor der Operation ist wesentlich für die Einschätzung des zu erwartenden Operationsresultates. Die Steifigkeit und das Ausmaß der knöchernen Fehlstellung sind für das zu erwartende Resultat ebenfalls von Bedeutung. Das Ziel ist die Funktionsverbesserung. Eine vollständige Wiederherstellung der Fußfunktion kann auch mit der Operation in aller Regel nicht erreicht werden. Diese Zusammenhänge müssen mit dem Patienten für eine realistische Einschätzung des zu erwartenden Operationsresultates im Detail besprochen werden.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Ein Risiko ist die Wundheilungsstörung. Meist sind gerade bei chronischen Leiden nicht nur die Sehne sondern auch die Haut und ihre Strukturen geschwächt. Gefäß- und Nervenschädigungen sind eher selten. Auch eine Fehleinschätzung des zu erwartenden Operationsresultates kann vorkommen, da vor allem die Trainierbarkeit der betroffenen Muskeln für die Phase nach der Operation gerade bei chronischen Leiden nur schwierig einzuschätzen ist.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein gespaltener Gips angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Der gespaltene Gips erlaubt eine individuelle Passform und die Möglichkeit der Wundkontrolle, der Hygiene und der Fadenentfernung. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation, kann der Fuß zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der Sehnenscheide und operierten Bänder derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätig-

keiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z. B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### 3.7.4 Die Achillessehne

Die prominenteste, stärkste und größte Sehne am Fuß ist die Achillessehne. Ihr wird bereits in der Mythologie ein Platz eingeräumt, was deren Wichtigkeit für den gesamten Bewegungsapparat, aber auch deren Anfälligkeit untermauert. Drei Wadenmuskeln übertragen ihre Kraft über die Achillessehne auf den Fuß, die Gastrocnemius-Gruppe und der Musculus soleus. Die Hauptfunktion der Achillessehne ist die Plantarflexion, eine Nebenfunktion ist die Inversion des Fußes. Die Sehne kann sich bei Belastungen bis zu 10% ihrer Länge strecken. Der Widerstand gegen Zugkräfte kann einen Wert um 70% der Knochen erreichen.

Die Sehne selbst ist spiraling verdreht und setzt fächerförmig am Unterrand des Fersenbeines an. Die oberflächliche Schicht geht über in die Plantaraponeurose und bildet mit ihr eine funktionelle Einheit. Zwischen dem Oberrand des Calcaneus und der Sehne liegt ein Schleimbeutel, welcher die Achillessehne gegenüber dem Knochen polstert. Im Unterschied zu anderen Sehnen ist die Achillessehne nicht von einer schleimhäutigen Sehnenscheide, sondern von einer derben Hülle, dem Paratenon, umgeben. Das Paratenon ist flexibel und kann bei Fußbewegungen bis zu 3 cm mitgleiten. Neben der Exposition für beträchtliche Kräfte spielen die speziellen Durchblutungsverhältnisse der Achillessehne eine wichtige Rolle in der Entstehung von akuten und chronischen Leiden. Die Sehne wird von proximal durch Muskelgefäße und von distal durch Knochengefäße des Calcaneus gut durchblutet. Zwischen diesen beiden Versorgungsgebieten liegt eine Zone von etwa 4 cm mit verminderter Durchblutung. Sie liegt zwischen 3 und 7 cm oberhalb des Fersenbeinansatzes und entspricht dem klassischen Ort von chronischen Achillessehnenbeschwerden und ist die häufigste Lokalisation von Rissen.

Ihre exponierte Lage und die enormen Belastungen im Laufe des Lebens machen die Achillessehne für akute und chronische Verletzungen und Erkrankungen anfällig. Beim Springen können die Belastungen Werte bis zum 10fachen Körpergewicht erreichen. Wegen ihrer breiten und asymmetrischen Insertionsfläche am Fersenbein wird die Sehne beim Gehen oder Laufen ungleichen Kräften ausgesetzt, was Überlastungsprobleme zusätzlich begünstigt.

Folgende Formen von Achillessehnenproblemen sind häufig: Die **Paratenonitis**, die **Tendinosis**, die **Insertionstendinopathie**, die **akute** und die **chronische Ruptur**.

### a) Paratenonitis

#### Was ist das Problem?

Eine eigentliche Tendinitis kann bei der Achillessehne nicht vorkommen, da sie zu spärlich durchblutet ist und die synoviale Membran, die bei der Tendinitis typischerweise entzündet ist, fehlt. Die „Tendinitis“ der Achillessehne ist vielmehr eine Entzündung der besser durchbluteten Gewebsschichten um die Achillessehne herum. Daher erscheint der Ausdruck Paratenonitis treffender. Das Problem ist in direktem Zusammenhang mit Überlastungen der Sehne zu sehen und fast obligatorisch bei Sportlern. Es werden brennende Schmerzen und Schwellungen nach Aktivität beschrieben. Bei der Untersuchung findet sich eine lokale Schwellung, Überwärmung, lokale Druckdolenz und Schmerzen bei Beugung und Streckung des Fußes. In chronischen Fällen kann eine lokale Krepitation getastet werden. Diese verschiebt sich nicht beim Beugen und Strecken des Fußes, wie es bei Sehnenveränderungen der Fall ist.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Diagnose wird klinisch durch die Untersuchung gestellt.

#### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vermeidung von raschen Belastungssteigerungen und Korrektur von Rückfußfehlstellungen sind Mittel zur Verhinderung von Achillessehnenentzündungen.

Die Paratenonitis wird normalerweise konservativ behandelt. Die Reduktion der Belastungsintensität und -häufigkeit ist ein erster wichtiger Schritt. Zusätzlich hilfreich sind die Anwendung von antientzündlichen Medikamenten in Kombination mit Stretching, Modifikation von Schuhwerk und ein temporärer Fersenkeil. Wird nach drei Monaten keine Schmerzfreiheit erreicht, muss aggressiver behandelt werden: Physiotherapie, Ultraschallanwendung und andere physikalische Methoden zur Entzündungshemmung. Diese Anstrengungen sollten kombiniert werden mit einer Modifikation der Belastungsart. Manchmal kann eine temporäre Ruhigstellung zum Beispiel in einem leichten Gips eine deutliche Schmerzreduktion ergeben.

Eine chronifizierte Paratenonitis führt zur Verdickung der Achillessehne mit Verklebungen. Eine Injektion mit Lokalanästheticum kann durch den Flüssigkeitsdruck die Verklebungen zwischen den Weichteilen lösen. Die Anwendung von Kortison ist nicht zu empfehlen, da lokale Medikamentendepots kleine

Sehnennekrosen provozieren können. Dadurch steigt die Gefahr von Achillessehnenrissen deutlich.

### **Weshalb die Operation?**

Versagen alle konservativen Therapieversuche, kann die Operation diskutiert werden.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Ziel ist die Beseitigung von Verwachsungen, da die Sehne selbst nicht verändert ist. Dies kann mit der Operation gut erreicht werden. Die Erfolgsrate wird in der Literatur mit 70–100% beschrieben.

### **Operationsprinzip und Planung**

Das chronisch verdickte Paratenon wird reseziert, ohne die ventralen Anteile der Sehne zu tangieren, da von dort die eh schon marginale Durchblutung herkommt. Sehnenverletzungen und degenerative Veränderungen werden beurteilt.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Der Hautschnitt erfolgt lateral oder medial über dem Problemareal. Das verdickte Gewebe wird sorgfältig entfernt. Die Sehne selbst wird auf degenerative Veränderungen und Verletzungen untersucht und bei Bedarf genäht. Dann erfolgt der schichtweise Verschluss der Gewebeschichten.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Aufgrund der verminderten Durchblutungsverhältnisse und der exponierten Lage können Wundheilungsstörungen vorkommen.

### **Wie sind die Abläufe nach der Operation?**

Wichtig ist die möglichst baldige Bewegungstherapie zur Vermeidung von Verwachsungen. Dies kann frühestens nach gesicherter Wundheilung, d. h. etwa 1 Woche nach dem Eingriff erfolgen.

### **Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?**

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat post-

operativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### b) Tendinosis

#### Was ist das Problem?

Die Tendinose der Achillessehne ist eine degenerative Veränderung und wird meist durch die Reizung des Paratenons ausgelöst. Patienten mit einer Tendinose sind meist älter als die Patienten mit einer Paratenonitis. Die Symptome reichen von schmerzloser Steifigkeit bis zur belastungsabhängigen Schmerzhaftigkeit. Die Schmerzen bewirken eine Kraftreduktion und Einschränkung der Beweglichkeit im OSG. Eine Reduktion der Muskelkraft an der Wade kann ebenfalls als Folge der Schmerzen auftreten.

Meist kann eine verdickte schmerzhafte Zone durch die Haut hindurch getastet werden. Typischerweise liegt diese Zone im Bereich der Minderdurchblutung der Sehne, etwa 6 cm oberhalb des Fersenbeinansatzes. In fortgeschrittenen Fällen kann die Sehne am Ort der Degeneration überdehnt sein. Beim entspannten Patienten wird dies durch den verminderten Widerstand der Sehne gegen das Hochdrücken des Fußes in die Dorsalflexion ersichtlich.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Diagnose wird klinisch durch die Untersuchung gestellt. Für die Beurteilung des Ausmaßes der Läsion kann das MRI wertvolle Hinweise für die Beurteilung der Therapieoptionen und der Planung einer Operation liefern.

#### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Ist die Tendinose einmal etabliert, können keine vorbeugenden Maßnahmen ergriffen werden. Die Behandlungsmodalitäten sind ähnlich wie bei der Paratenonitis. Sind größere Sehnenanteile von der Tendinose betroffen, sollte zur Entlastung der Achillessehne möglichst rasch mit effizienten Stabilisierungs- und Immobilisierungsmaßnahmen begonnen werden. Hier stehen je nach Situation Stabilschuhe, Sohlenerhöhung an der Ferse, Gipse usw. zur Verfügung.

#### Weshalb die Operation?

Persistieren die Symptome mehr als 3 bis 6 Monate trotz intensiver konservativer Therapie, kann die chirurgische Therapie diskutiert werden.

#### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Operationsziel ist die verbesserte Funktionalität des Fußes durch Schmerzreduktion. Die Erfolgsaussichten schwanken je nach Literaturanga-

ben zwischen 50 und 70%. Ohne Operation ist die Selbstheilungstendenz der Tendinose jedoch deutlich schlechter. Nicht immer ist klar, wie gut sich die Wadenmuskulatur nach der Operation trainieren lässt, da diese oft über mehrere Monate schmerzbedingt nicht richtig belastet werden konnte.

### Operationsprinzip und Planung

Bei kleinflächigen Befunden kann die Scarifizierung der Achillessehne angewendet werden. Bei dieser Methode wird der meist zentral gelegene, degenerativ veränderte Sehnenanteil entfernt. Durch die Operation wird für die Sehne ein maximaler Reiz für Reparaturprozesse gesetzt. Die Sehne kann sich so selbst regenerieren, gewinnt an Kraft und ist nicht mehr schmerhaft. Bei größeren Defektzonen kann aufgrund des Befundes erst während der Operation das am besten geeignete Verfahren gewählt werden. Als Faustregel gilt, dass eine Sehnenaugmentation ins Auge gefasst werden muss, falls der Defekt mehr als 50% des Sehnenvolumens ausmacht. Die Augmentation kann durch einen Umkehrlappen des Gastrocnemius-Sehnenspiegels oder durch Verwendung der Sehne des Musculus flexor hallucis longus erfolgen. Bei allen Methoden wird die defekte Achillessehne wenn möglich zentral verstärkt.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Schnitt erfolgt lateral oder medial parallel zur Achillessehne. Die Defektzone wird dargestellt, indem die Achillessehne längs gespalten wird. Der Degenerationskern der Sehne wird dargestellt und entfernt. Bei der Scarifizierung wird die Sehne mit resorbierbarem Faden durch Einzelknöpfe verschlossen. Danach werden das Peritoneum und die Hautschichten vernäht. Ist eine Augmentationsplastik nötig, wird zunächst das zu verwendende Hilfssehnenmaterial vorbereitet und mit der noch vorhandenen Achillessehne vernäht. Dieser Schritt kann technisch anspruchsvoll und zeitintensiv sein. Das Ziel ist die Formung einer möglichst starken Sehne mit glatten Oberflächen. Ganz wichtig ist die Deckung der rekonstruierten Sehne mit dem Peritoneum, um Verwachsungen der Sehne mit der Umgebung zu vermeiden.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Wundheilungsstörungen stehen an erster Stelle. Bei Augmentationsplastiken ist die zu erwartende Funktion oft nicht genau vorherzusagen. Wird die Sehne des Musculus flexor hallucis longus verwendet, besteht erhöhte Gefahr von Gefäß- und Nervenverletzungen (Nervus tibialis, Arteria und Vena tibialis posterior).

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und



Abb. 40a. Hautschnitt für Scarifizierung

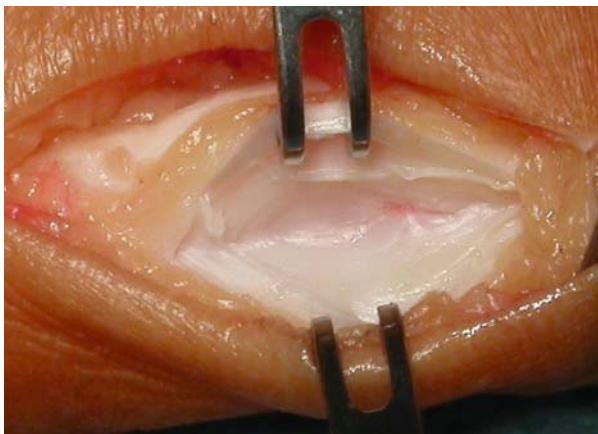


Abb. 40b. Degenerierter Sehnenkern

verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein gespaltener Gips angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Der gespaltene Gips erlaubt eine individuelle Passform und die Möglichkeit der Wundkontrolle, der Hygiene und der Fadenentfernung. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation, kann der Fuß zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der Achillessehne derart, dass die Belastung ohne Stabili-

sierungshilfen freigegeben werden kann. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### c) Insertionstendinopathie

#### Was ist das Problem?

Insertionstendinopathie bedeutet Sehnenansatzentzündung und ist eine isolierte Komponente der Achillessehnentendinopathie. Es handelt sich um eine degenerative Erkrankung der Achillessehneninsertion. Sie ist meist bedingt durch Überlastung und deshalb häufig bei Sportlern zu finden. Oft berichten die Patienten über Schmerzzunahme nach sportlicher Belastung oder über einen Anlaufschmerz, der nach dem Aufwärmen verschwindet. Ein reproduzierbares Zeichen der Insertionstendinopathie ist der lokale Schmerz am Sehnenansatz am Fersenbein. Die Problematik kann isoliert oder in Kombination mit anderen Symptomen in der Fersenregion auftreten (z.B. einer Haglund-Exostose). Sie ist klinisch nicht zu verwechseln mit einer Bursitis subachillea, d.h. einer Schleimbeutelentzündung zwischen dem Fersenbein und der Achillessehne.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Diagnose wird klinisch durch die Untersuchung gestellt. Röntgenbilder sind für die Ermittlung der Diagnose nicht notwendig, jedoch nützlich zur Evaluation eventuell vorhandener Verkalkungsherde am Sehnenansatz. Diese können bei bis zu 60% der Patienten gefunden werden. Durch die MRI-Untersuchung können das Ausmaß der Schädigung sowie Begleitverletzungen beurteilt werden.

#### Welche vorbeugende Maßnahmen und nicht-operative Therapiemöglichkeiten bestehen?

Bei Sportlern kann eine Prophylaxe durch Vermeidung von schnellen Belastungssteigerungen und die individuelle Korrektur von Rückfußfehlstellungen

zum Beispiel mit Einlagen und der Wahl von geeignetem Schuhwerk erfolgreich sein. Konservative Therapiemaßnahmen sind meist erfolgreich, wenn die Diagnose vor Eintreten von degenerativen Veränderungen gestellt wurde. Als erstes werden die Gabe von antientzündlichen Medikamenten, Stretching der Wadenmuskulatur, Fersenkeile und Schuhmodifikationen empfohlen. Sollten diese nicht helfen, werden Orthesen, Nachtschienen, temporäre Immobilisationen (z.B. im Gips) und Physiotherapie durchgeführt. Die lokale Applikation von kortisonhaltigen Medikamenten sollte vermieden werden.

### **Weshalb die Operation?**

Die Operation kann diskutiert werden, wenn die Symptome der Insertionstendinopathie trotz intensiver Therapie nach 6 bis 12 Monaten nicht sistieren.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Das Behandlungsziel ist die Schmerzreduktion. Die Erfolgsquote hängt vom Zustand der Sehne vor der Operation ab.

### **Operationsprinzip und Planung**

Das Operationsziel ist die Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung. Dies wird erreicht durch Débridement der defizienten Insertion der Achillessehne und Beseitigung knöcherner Hindernisse und entzündlichen Gewebes. Falls nötig kann eine chronische Verkürzung des Gastrocnemius-Soleus-Komplexes angegangen werden. Die Verankerung der Sehne am Fersenbein wird evaluiert und bei Bedarf verstärkt.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Der Schnitt erfolgt lateral oder medial an der Ferse parallel zum Verlauf der Achillessehne. Die Problemzone wird aufgesucht und die detaillierte Operationstechnik festgelegt. Unter Umständen müssen diverse Operationsschritte wie Scarifizierung, Bursektomie, Reinsertion der Sehne und Exostosenabtragung kombiniert werden. In Ausnahmefällen muss eventuell eine Augmentationsplastik zur Verstärkung des Achillessehnenansatzes durchgeführt werden.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

An erster Stelle muss die Gefahr von Wundheilungsstörungen genannt werden. Die Schmerzen können trotz Operation weiter bestehen oder sportliche Spitzenbelastungen nicht mehr möglich sein. Dies gilt v.a. dann, wenn der Sehnenansatz reinseriert werden muss. Oft dauert es auch bei problemlosem Verlauf bis zu 1 Jahr, bis die volle Belastbarkeit des Sehnenansatzes wieder erlangt ist.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein gespaltener Gips angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Der gespaltene Gips erlaubt eine individuelle Passform und die Möglichkeit der Wundkontrolle, der Hygiene und der Fadenentfernung. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt ab von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation, kann der Fuß zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der Achillessehne derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. frühestens ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Die Erlangung der Vollbelastung kann gerade bei Sportlern mit hohen Ansprüchen an die Belastbarkeit der Sehne und bei älteren Patienten bis zu 1 Jahr dauern. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### d) Akute Rupturen

#### Was ist das Problem?

Akute Risse der Achillessehne sind häufig und treten typischerweise unter sportlichen Aktivitäten auf. Die überwiegende Mehrheit der Patienten sind Männer zwischen 30 und 40 Jahren. Meist sind Hobbysportler betroffen, die sich einer kurzzeitigen übermäßigen sportlichen Belastung aussetzen. Nur etwa 15% der Betroffenen berichten über Prodromalschmerzen vor dem Riss. Der hauptsächliche Verletzungsmechanismus ist das forcierte Abstoßen oder die Landung auf dem gestreckten Fuß. Es wird eine unmittelbare massive Kraftabschwächung für die Flexion bzw. das Abstoßen beim Gehen beschrieben. Meist wird ein hörbarer Knall ähnlich einem Geißelschlag wahrgenommen, starke Schmerzen sind nicht obligat.

Ursache der Rissbildung ist der mit der Zeit fortschreitende Elastizitätsverlust

der Sehne. Die Rissbildung liegt meist im Bereich einer minderdurchbluteten Zone, typischerweise 4 bis 6 cm oberhalb des Fersenbeinansatzes. Vermutet werden repetitive Mikrotraumen über einen längeren Zeitraum, die zu einer lokalen Sehnenschwäche führen. Allgemeinerkrankungen wie Diabetes mellitus, rheumatoide Arthritis oder Krankheiten, welche zu chronischer Einnahme von Kortisonpräparaten zwingen, können die Gefahr für den Achillessehnenriss erhöhen. Auch bestimmte Antibiotika wie Fluoroquinolone können die Sehne schwächen.

Die Patienten zeigen eine Schwäche der Plantarflexion und einen verminderten Widerstand gegen die passive Dorsalflexion des Fußes. Der Einbeinstand ist ohne Zuhilfenahme der Arme nicht mehr möglich und die Patienten hinken. Der Ort des Risses kann oft gut palpiert werden, ist aber durch die Gewebsschwellung nicht klar definierbar. Ein gut verlässlicher Test ist der so genannte Thompson-Griff. Hierbei wird die Wade durch den Untersucher bei gebeugtem Kniegelenk gedrückt. Zeigt sich nicht automatisch eine Plantarflexion, gilt der Test als positiv. Bei vorhandener Sehne des Musculus plantaris longus kann eine schwache aktive Plantarflexion noch ausgeführt werden. Dies ist einer der Gründe, warum gemäß Literatur die Diagnose in doch 25% der Fälle initial übersehen wird.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die Diagnose wird klinisch gestellt. Weitergehende Abklärungen sind nur notwendig, wenn der Verdacht einer degenerativen Sehnenerkrankung besteht oder die Diagnose bezweifelt wird, zum Beispiel bei Rissen an atypischer Stelle (Sehnen-Muskel-Übergang). In diesen Fällen leistet das MRI hervorragende Dienste.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Aufgrund des meist unberechenbaren Auftretens von Sehnenrissen sind vorbeugende Maßnahmen nur selten möglich. Bestehen chronische Prodromalschmerzen, sollten diese prophylaktisch abgeklärt werden. Die Behandlung von Achillessehnenrissen wird kontrovers diskutiert. Die Vertreter der konservativen Behandlung weisen auf das Vermeiden von Komplikationen wie Infektionen, Wundheilungsstörungen und Nervenläsionen (Nervus suralis) hin. Sicher muss in vielen Fällen der Versuch der nicht-operativen Behandlung besprochen werden. Gerade bei älteren Patienten mit geringeren Ansprüchen, bei multiplen Begleiterkrankungen und bei Dauermedikation mit kortisonhaltigen Medikamenten muss der Nutzen einer Operation besonders sorgfältig abgewogen werden. Bei der konservativen Behandlung wird typischerweise ein Spezialstiefel oder Gips in Plantarflexion appliziert. Die Fußstellung wird dann sukzessive gegen die Normalstellung über einen

Zeitraum von 8 bis 10 Wochen redressiert. Eine Fersenerhöhung in Schuhen wird nach dieser Phase über einen Zeitraum von weiteren 3 bis 6 Monaten beibehalten.

### Weshalb die Operation?

Die Verfechter der Operation bei Sehnenrissen führen Studien ins Feld, die zeigen, dass bei Operationen der frühe Kraftgewinn der Sehne besser ist (10-20%) und dass dies sowohl für die Sehne selbst als auch für die Wadenmuskulatur von Vorteil ist. Zudem wurde gezeigt, dass die Rerupturrate bei Sehnennähten geringer und die Rückkehr zu sportlichen Aktivitäten beschleunigt ist.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Die Heilungserfolge bei Achillessehnenrissen sind bei operativen und konservativen Therapien gut. Als Faustregel gilt, dass je jünger der Patient, desto besser die Erfolgsaussicht für eine Heilung. Probleme ergeben sich, wenn ein beträchtlicher degenerativer Sehnenanteil vorhanden ist und die gewählte Operationstechnik nicht an diese Situation angepasst wird. Verspätet operierte Rupturen ohne adäquate konservative Vorbehandlung können zur bleibenden Schwächung der Wadenmuskeln führen. Zudem ist die Heilungsrate der zurückgezogenen Sehnenstümpfe schlechter und die Rerupturrate erhöht.

### Operationsprinzip und Planung

Die Muskel-Sehneneinheit soll unter Aufbau der Spannung wiederhergestellt werden. Die Operation sollte optimalerweise innerhalb der 1. Woche stattfinden. Später ist die Reparatur unter operativem Mehraufwand möglich, da erste Verwachsungen um die gerissenen Sehnenstümpfe gelöst werden müssen. Je länger zugewartet wird, desto mehr nimmt die Muskelkraft der Wade ab. Gemäß Literatur sollte deshalb die Achillessehne nicht später als 3 Monate nach dem Unfall rekonstruiert werden.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Unzählige Operationstechniken sind beschrieben. Art, Ort und Zeitpunkt des Risses sowie die Qualität des Sehnenmaterials beeinflussen die zu wählende Technik wesentlich. Bei jungen Patienten kann bei einfachen Rissen eine Technik mit Minischnitten angewendet werden. So kann die Traumatisierung des Gewebes minimalisiert werden. Je größer das gerissene Areal ist und je mehr auch degenerative Anteile der Achillessehne vorhanden sind, desto größer wird der Hautschnitt ausfallen. Bei allen Techniken geht es darum, die Sehnenstümpfe so miteinander zu vernähen, dass eine gute Sehnendicke erreicht werden kann. Hierfür müssen die Sehnenenden oft überlappend verknüpft

werden. In den allermeisten Fällen resultiert daraus eine Spitzfußstellung, welche in den ersten Wochen nach der Operation sukzessive korrigiert wird. Zeigt sich während der Operation eine schlechte Sehnenqualität, muss die Sehnenrekonstruktion eventuell mit einer Augmentationsplastik kombiniert werden. Hierfür reicht meist die Verwendung von ortständigem Material, z.B. in Form einer so genannten Umkehrplastik der Gastrocnemiusaponeurose. Hierbei wird ein Teil der flächigen Sehne der Gastrocnemius-Muskeln türflügelartig ausgeschnitten und umgeklappt. Mit diesem Umkehrlappen kann die Sehne verstärkt werden, um die Reißfestigkeit zu verbessern.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

An erster Stelle muss die Gefahr von Wundheilungsstörungen genannt werden. Bei minimal invasiven Methoden verläuft der Nervus suralis in unmittelbarer Nachbarschaft zum Operationsfeld und ist einer erhöhten Verletzungsgefahr ausgesetzt. Außerdem besteht die Gefahr einer Reruptur.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein Spezialstiefel, ein gespaltener Gips o.Ä. angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Der gespaltene Gips erlaubt eine individuelle Passform und die Möglichkeit der Wundkontrolle, der Hygiene, der Fadenentfernung und der frühfunktionellen Physiotherapie. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation, kann der Fuß zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der Achillessehne derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht. Die Erlangung der Vollbelastung kann gerade bei Sportlern mit hohen Ansprüchen an die Belastbarkeit der Sehne und bei älteren Patienten bis zu 1 Jahr dauern.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. frühestens ab dem

4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### e) Chronische Rupturen

#### Was ist das Problem?

Chronische Rupturen sind Achillessehnenrisse, welche nicht im Sinne eines akuten Risses behandelt wurden. Es ist bekannt, dass die Sehnen- und Muskelqualität an der Wade ohne Therapie rund 3 Monate nach dem Trauma abnimmt. Wird nach diesem Zeitraum operiert oder eine konservative Therapie initialisiert, ist die Rerupturrate der Sehne erhöht und die Trainierbarkeit der Muskulatur reduziert. Klinisch sind die Befunde vergleichbar mit denen von frischen Rupturen. Bei der manuellen Untersuchung kann aber der Ort des Risses nicht mehr genau identifiziert werden, da die Rupturlücke mit Narben-gewebe gefüllt ist. Im Vergleich zur gesunden Gegenseite kann beim entspannten Patienten der Fuß leichter in die Extension gedrückt werden. Die Sehne ist dicker als auf der gesunden Seite und die Wadenmuskulatur dünner. Die Kraftverminderung zeigt sich beim Zehenspitzenstand auf einem Bein. Meist ist der Thompson-Griff positiv.

#### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Bei chronischen Achillessehnenrupturen empfiehlt sich eine MRI-Untersu-chung zur Beurteilung der Lokalisation und des Ausmaßes der Sehnenschädi-gung und zur Evaluation von degenerativen Veränderungen des Muskel-Seh-nen-Komplexes der Wade. Diese Faktoren sind von großer Wichtigkeit für die Abschätzung des Ist-Zustandes und zur Planung der weiteren Therapien.

#### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Ein Sehnenriss sollte noch im akuten Stadium behandelt und der Übergang in die chronische Phase vermieden werden, da dann nicht-operative Therapieformen eine schlechtere Erfolgsaussicht haben. Die narbige Überbrückung der Risszone bewirkt eine verminderte Widerstandsfähigkeit und Verlänge-rung der Achillessehne, und damit die Abschwächung der Muskelkraft. Die konservative Therapie kann allenfalls die Koordination des Gehens und die vorhandene Muskelkraft konservieren. Sie ist somit eher für Patienten mit erhöhtem Operationsrisiko oder niedrigen Ansprüchen an die Mobilität ge-eignet.

#### Weshalb die Operation?

Oft kann nur die Operation eine gute Sehnenspannung wiederherstellen. Die-se ist für die Kraftentwicklung der Wadenmuskeln von großer Wichtigkeit.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Verspätet operierte Rupturen ohne adäquate konservative Vorbehandlung können zur bleibenden Schwächung der Wadenmuskeln führen. Zudem ist die Heilungsrate der zurückgezogenen Sehnenstümpfe schlechter und die Rerupturrate erhöht.

### Operationsprinzip und Planung

Die Korrektur von chronischen Achillessehnenrissen erfordert eine großzügige Schnittführung aufgrund der notwendigen Lösung von Verwachsungen und der häufig notwendigen Augmentationsplastiken. Die Achillessehne wird im gesamten Bereich der Verwachsungen dargestellt und von der Umgebung gelöst. Dann erfolgt die Beurteilung der Risszone und der Qualität aller Sehnenabschnitte. Die den Riss überbrückende Narbe wird reseziert und die Methode der Reparatur definiert. Eine direkte Naht ist zwar technisch meist möglich, wird aber als alleinige Technik aufgrund der reduzierten Gewebsqualität der Sehnenstümpfe nicht empfohlen. Die Restdurchblutung dieser Zonen ist meist zu schlecht und damit die Gefahr für Rerupturen erhöht. In den meisten Fällen wird deshalb die Verstärkung der Rupturstelle mit körpereigenem Sehnenmaterial empfohlen. Viele Methoden werden in der Literatur beschrieben. Der Autor verwendet die Umkehrplastik des Gastrocnemiuspiegels und / oder eine Augmentationsplastik mit der Sehne des Musculus flexor hallucis longus. Auf diese Weise kann die kritische Zone mit gutem Sehnenmaterial zusätzlich überbrückt und damit verstärkt werden.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Mit einem großzügigen Längsschnitt an der Wade wird der gesamte Bereich der Achillessehne dargestellt und die Verwachsungen gelöst. Wenn immer möglich wird der ventrale Anteil der Sehne geschont, da von hier die Hauptdurchblutung kommt. Der Nervus suralis wird dargestellt und weggehalten. Dann wird das Narbengewebe auf Höhe des Risses reseziert. Je nach Beurteilung der Situation wird eine Augmentation der Rupturstelle durchgeführt. Dabei soll das Verstärkungsmaterial wenn möglich zentral durch die Sehnenstümpfe geführt werden, um einen konzentrischen Zug auf die Sehne zu erhalten. Die Sehnenstümpfe werden aneinander geführt und vernäht. In fast allen Fällen zwingt die Reparatur den betroffenen Fuß in eine Plantarfexion, es resultiert eine temporärer Spitzfuß. Das Rekonstrukt wird durch das Peritenon gedeckt, was infolge der Vernarbungen nicht immer vollständig möglich ist. Dann werden die Unterhaut und Haut schonend schichtweise verschlossen.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Wundheilungsstörungen stehen an erster Stelle. Bei Patienten mit chronischem Nikotinabusus, bekannter Neigung für Wundheilungsstörungen, Gefäßerkrankungen oder Diabetes mellitus ist diese Gefahr deutlich erhöht. Für diese Gruppen müssen die Operationsrisiken speziell sorgfältig abgeschätzt werden.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein Spezialstiefel, ein gespaltener Gips o.Ä. angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Der gespaltene Gips erlaubt eine individuelle Passform und die Möglichkeit der Wundkontrolle, der Hygiene, der Fadenentfernung und der frühfunktionellen Physiotherapie. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab. Meist zeigt der Spitzfuß nach der Operation eine Plantarflexionsstellung von etwa 20°. Der Spitzfuß wird pro Woche um 10° reduziert, bis die Neutralstellung (Rechtwinkelstellung) erreicht ist. Ein Stiefel mit Gelenk muss deshalb jede Woche verstellt, Gipshülsen umgegipst werden.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation, kann der Fuß zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der Achillessehne derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. frühestens ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Die Erlangung der Vollbelastung kann gerade bei Sportlern mit hohen Ansprüchen an die Belastbarkeit und bei älteren Patienten bis zu 1 Jahr dauern. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

# 4 TRAUMATOLOGIE

C. Sommer



Unter Traumatologie versteht man die Lehre der Verletzungen am Bewegungsapparat. Der Fuß ist als Bindeglied zwischen Körper und Boden speziell exponiert und dementsprechend häufig bei Verletzungen des Bewegungsapparates mitbetroffen. Unterschieden werden Knochenbrüche (Frakturen), Bandverletzungen, Sehnenverletzungen, Knorpelverletzungen und Nervenverletzungen. Die Behandlung von Fußverletzungen ist v.a. in der Rekuperationsphase aufwändig, da häufig der Gebrauch von Gehstöcken über mehrere Wochen notwendig ist.

## 4.1 Frakturen

Die **Frakturen** am Fuß werden in **intraartikuläre** (das Gelenk betreffend) und **extraartikuläre** (außerhalb des Gelenkes) Brüche eingeteilt.

Die **intraartikulären** Frakturen sind ein häufiger Grund für operative Revisionen, da die Gelenksanatomie möglichst genau wiederhergestellt werden muss, um Spätschäden zu verhindern. Der Gelenksknorpel kann bei Frakturen einen Schaden erleiden, wobei der Zeitpunkt des Auftretens und das Ausmaß der Folgeschäden schwierig vorhersehbar sind. **Extraartikuläre** Frakturen können auch konservativ ohne Operation behandelt werden. Dabei sollen Form, Länge, Achsen und Rotation wiederhergestellt werden.

Frakturen können auch nach deren Ursachen eingeteilt werden. Wir unterscheiden **direkte/indirekte Frakturen**, **Spontanfrakturen** und **Ermüdungsfrakturen**.

Direkte und indirekte Frakturen entstehen durch Gewalteinwirkung von außen auf den Knochen. Ein Beispiel der **direkten** Fraktur ist der Fersenbeinbruch beim Sturz aus großer Höhe. Ein Unterschenkelbruch beim Skifahren durch Verdrehen des Fußes wird als **indirekte** Fraktur bezeichnet. Beim kranken und veränderten Knochen kann schon eine kleine Krafteinwirkung (inadäquates Trauma) zum Bruch führen. Man spricht dann von einer **Spontanfraktur** oder auch **pathologischen** (krankhaften) **Fraktur**. Bei wiederholter mechanischer Überlastung, d.h. bei einem lang dauernden Missverhältnis zwischen Belastung und Anpassungsfähigkeit des Knochens, kann es zur **Ermüdungsfraktur** kommen. Typisches Beispiel am Fuß sind die Marschfrakturen im Bereich der Metatarsaleknochen.

Wir unterscheiden folgende Frakturtypen: Biegungsfrakturen, Dreh- oder Torsionsfrakturen, Abrissfrakturen, Abscherfrakturen, Kompressions- oder Stauchungsfrakturen, Trümmerfrakturen, Luxationsfrakturen und unvollständige Frakturen. Der Frakturtyp hängt von der Art und dem Umfang der Gewalteinwirkung, der Knochenform und der Knochenresistenz ab.

Die **Biegungsfraktur** entsteht durch einen direkten Stoß auf den Knochen.

Der Knochen biegt sich unter der Krafteinwirkung und bricht. Beispiel: die Tibiafraktur durch direkten Schlag beim Fußball.

Die **Dreh- oder Torsionsfraktur** entsteht durch indirekte Gewalteinwirkung. Es wirken Drehkräfte auf den Knochen, der spiralförmig bricht. Beispiel: die Tibiafraktur beim Skifahren. Der Ski dreht weg und verdreht das Schienbein. Bei der **Abrissfraktur** wirken Zugkräfte über ein Band oder eine Sehne auf den Knochen. Dieser bricht samt Ansatz des Bandes oder der Sehne ab. Beispiel: die Fraktur der Fibulaspitze bei einem Supinationstrauma.

Bei der **Abscherfraktur** wirken neben Kompressions- oder Zugkräften auch Abscherkräfte. Dies führt zu seitlichen Knochenverschiebungen. Beispiel: die Fibulafraktur auf Höhe des oberen Sprunggelenksspaltes.

**Kompressionsfrakturen** entstehen durch eine Stauchung der Knochen. Am Fuß kann das Fersenbein als häufiger Ort einer Kompressionsfraktur angeführt werden.

Bei **Trümmerfrakturen** wirken immer heftige Gewalteinwirkungen, der Knochen wird regelrecht zertrümmert. Beispiel: Verkehrsunfälle.

Bei **Luxationsfrakturen** besteht neben der gelenksnahen Fraktur auch eine Gelenksluxation. Typisches Beispiel am Fuß ist die Sprunggelenks-Luxationsfraktur.

Frakturen werden je nach Typus und Begleitverletzungen unterschiedlich behandelt. Sie können konservativ, d.h. ohne Operation mit Ruhigstellung oder operativ versorgt werden. Der Heilungsprozess wird in beiden Fällen durch eine Ruhigstellung des betroffenen Gliedes eingeleitet.

Unter einer **Osteosynthese** versteht man die operative Verbindung von Knochen mittels Implantaten. Meist wird mit den Implantaten eine Kompression und Sicherung der Knochenpartner erzielt. Der Vorteil der Osteosynthese liegt in der Möglichkeit, frakturierte Knochen möglichst getreu der Anatomie wieder zu rekonstruieren und bis zur gesicherten Konsolidation in der gewünschten Position zu fixieren. Gerade bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung kann dies ein wichtiger Faktor zur Verhinderung von Spätarthrosen sein. Zudem ist eine so genannte frühfunktionelle Nachbehandlung möglich, um eine möglichst optimale Funktionalität zu schaffen. Die Knochenheilung dauert im Schnitt 4 bis 8 Wochen. Danach ist das Implantatmaterial meist überflüssig, wird aber aus Gründen der Einfachheit in den allermeisten Fällen im Körper belassen. Falls es stört, kann es durch eine zweite Operation entfernt werden.

Bei den Implantaten handelt es sich um Metallverbindungen in Form von Schrauben, Platten, Nägeln, Drähten. Am gebräuchlichsten sind Stahllegierungen oder Titanverbindungen. In wenigen Fällen kommen auch Fadenmaterialien zur Anwendung. Je nach Art und Ort der Fraktur wählt der Operateur das geeignete Implantatmaterial.

Der Nachteil von Osteosynthesen liegt in den Operationsrisiken wie Wundheilungsstörungen, Infektionen, Gefäß- oder Nervenschädigungen.

#### 4.1.1 Großzehengrundglied

Das Großzehengrundglied und das angrenzende Großzehengrundgelenk sind v.a. in der Abstoßphase des Gehens maximalen Belastungen ausgesetzt. Von allen Zehenfrakturen spielt diese Region für die Funktion des Fußes die wichtigste Rolle.

##### Was ist das Problem?

Grundgliedfrakturen liegen meist im Schaftbereich und sind nur selten wesentlich verschoben.

Intraartikuläre Frakturen am Großzehengrundgelenk liegen fast immer auf der Seite des Grundgliedes. Zeigt sich nur eine Fissurlinie (haarfeine Bruchlinie) ohne Dislokation, kann konservativ vorgegangen werden. Bei Stufenbildung der Gelenkslinie oder anderen Knochenverschiebungen sollten diese möglichst anatomisch wiederhergestellt werden, um Schmerzen, Funktioneinbußen und verfrühter Arthrose vorzubeugen.

##### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Es reicht ein normales Röntgenbild, um die Fraktur darzustellen und zu klassifizieren.

##### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Unfälle und Verletzungen lassen sich nicht immer vermeiden. Die nicht-operativen Therapien haben sich in den letzten Jahren verfeinert, wobei das Prinzip der Ruhigstellung geblieben ist. Pflasterverbände (Taping) und Gipsverbände sind die effektivsten Methoden, wobei der Gips durch leichtere und besser verformbare synthetische Materialien verdrängt wird. Stimmt die Grundgliedrotation oder ist nur eine feine Bruchlinie ohne Dislokation vorhanden, so kann meist ohne Operation mit Gips, Tape (Pflasterverband) o.Ä. behandelt werden. Geringe Abweichungen in der Länge des Grundgliedes können toleriert werden.

##### Weshalb die Operation?

Ist die Funktion des Großzehengrundgelenkes oder die Stellung der Großzehe gefährdet, muss die ursprüngliche Anatomie operativ möglichst exakt wiederhergestellt werden. Andernfalls drohen Schmerz und Funktionseinbuße vor allem in der Abstoßphase des Gehens.

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Ziel ist die Wiederherstellung der Gelenks- und Zehnfunktion mit möglichst genauer anatomischer Rekonstruktion. Bei den Schaftfrakturen ist auf eine korrekte Rotation und Achsenausrichtung des Grundgliedes zu achten. Längenfehler werden gut toleriert. In den meisten Fällen darf bei Frakturen des Großzehengrundgliedes eine gute Operationsprognose erwartet werden. Bei den intraartikulären Frakturen schwankt die Prognose je nach Komplexität der Fraktur. Die Tendenz zur Arthroseentwicklung zu einem späteren Zeitpunkt ist aber unberechenbar.

## Operationsprinzip und Planung

Das Operationsprinzip richtet sich nach dem Frakturtyp. In aller Regel kommt eine so genannte Schraubenosteosynthese (Richten und Fixieren des gebrochenen Knochens mittels Schräubchen) in Frage. Der gebrochene Knochen wird dargestellt und die Frakturfragmente wieder aneinandergepasst. Anschließend erfolgt die Stabilisation und Kompression der Frakturstücke zueinander. Nach 4 Wochen sind die meisten Frakturtypen belastungssstabil.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Schnitt erfolgt meist an der medialen Seite des Großzehengrundgelenkes bzw. der Großzehenbasis. Anschließend wird das Gelenk eröffnet und / oder der frakturierte Knochen dargestellt. Der Frakturspalt wird gereinigt und die Knochenstücke möglichst formgetreu aufeinander gepasst. Mittels Schräubchen wird die Fraktur komprimiert und in der richtigen Position fixiert.

## Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Die üblichen Operationsrisiken wie Wundheilungsstörungen, Infektionen oder Nichtverheilen von Knochen bestehen auch für die Osteosynthesen. Nach Knochenbrüchen muss der Haut und den Weichteilen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, um Wundheilungsstörungen zu vermeiden. Als Faustregel gilt, dass innerhalb der ersten 6 Stunden nach Ereignis operiert oder sonst die Abschwellung der Weichteile abgewartet werden sollte.

## Wie sind die Abläufe nach der Operation?

Nach der Operation wird die operierte Region ruhig gestellt und die Wundheilung beobachtet. Ist diese gesichert, kann ein Gips, Stabilstiefel oder Spezialverband angelegt werden. Die Form und Dauer der Immobilisation richtet sich nach dem Frakturtyp und der Präferenz des Operateurs. Die Knochenheilung benötigt mindestens 4 Wochen und wird mittels Röntgenkontrollbildern beobachtet. Zeigt der operierte Knochen eine beginnende Konsolidation, kann mit der Vollbelastung begonnen werden.

## Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, sofern ein Arbeitseinsatz mit Stöcken und voller Entlastung des operierten Fußes möglich ist. Für Arbeiten mit viel Laufarbeit und für handwerkliche Tätigkeiten müssen 6 bis 8 Wochen eingerechnet werden. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 bis 2 Wochen) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

### 4.1.2 Metatarsalia

Die Mittelfußköpfchen nehmen in der Standphase das Gewicht am Vorfuß auf. Der Druck wird in der Abstoßphase gleichmäßig über alle Metatarsaleköpfchen verteilt. Erst beim Abstoß verlagert sich das Hauptgewicht auf die Großzehe. Aufgrund der unterschiedlichen Verankerung der Metatarsale-Knochen an der Fußwurzel (Lisfranc'sche Gelenkslinie) sind die Mittelfußköpfchen unterschiedlich mobil. Am stabilsten verankert ist der zweite Mittelfußknochen und ist deshalb häufiger Ort von Brüchen und Überlastungsscheinungen, wie zum Beispiel den Marschfrakturen.

### Was ist das Problem?

Isolierte Frakturen der Metatarsalia entstehen oft nach einem Inversionstrauma, einem direkten Schlag oder durch wiederholten Stress.

Eine isolierte Fraktur des fünften Metatarsaleknochens entsteht, wenn der Rückfuß eine Inversionsbewegung macht und der Vorfuß fixiert bleibt. Man nennt diese Art von Verletzung „Tänzer-Fraktur“. Eine spezielle Form der Frakturen am fünften Mittelfußknochen ist die Jones-Fraktur, eine stressbedingte quere Fraktur der Basis, die durch eine große vertikale und seitliche Fußbelastung zustande kommt. Das Problem der Jones-Fraktur ist die von Natur aus schlechte Durchblutung des Knochens an dieser Stelle, was eine verzögerte Heilung nach sich zieht und eine Osteosynthese nötig machen kann. Eine weitere Spezialform von Frakturen an der Basis des fünften Metatarsaleknochens ist die Ausrißfraktur. Die Sehne des Peronaeus brevis-Muskels setzt an dieser Stelle an und kann bei übermäßiger Zugbelastung, wie z.B. einem forcierten Übertreten des Fußes, zu einem knöchernen Ausriß führen. Die anderen Metatarsaleknochen brechen unter diesem Mechanismus nur selten, häufiger ist eine direkte Kompression der Frakturauslöser.

Bei komplizierten, mehrere Mittelfußknochen betreffenden Frakturen kann es in seltenen Fällen zu einem so genannten Kompartiment-Syndrom kommen.

Durch die Frakturen tritt Blut in das umgebende Weichteilgewebe und in die Muskellogen aus. Es kommt zur Druckerhöhung im Gewebe und damit zur Kompression der Arterien. Die lokale arterielle Versorgung der Fußmuskulatur wird unterbrochen und kann zum Absterben des Muskelareals führen. Kompartiment- oder Logensyndrome sind Notfallsituationen, die einer chirurgischen Therapie bedürfen. Die Muskellogen werden dabei gespalten und eröffnet, was eine Druckreduktion bewirkt und die Blutzufuhr wiederherstellt.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Die meisten Mittelfußfrakturen können mit konventionellen Röntgenbildern dargestellt werden. Komplexe Frakturen in der Nähe oder unter Mitbeteiligung der Lisfranc'schen Gelenkslinie bedürfen zur genaueren Analyse des Frakturverlaufes meist einer CT-Untersuchung.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugen kann man Unfällen nur selten. Stressfrakturen entstehen durch kurzeitige repetitive Belastungsspitzen, Übermüdungsfrakturen durch chronische, immer wiederkehrende Belastungen. Marschfrakturen (Metatarsale II oder III) können mit Entlastungseinlagen bei beginnenden Mittelfußschmerzen manchmal verhindert werden. Auch bei bereits vorhandener Marschfraktur kann mit Einlagen eine Schmerzreduktion in der Ausheilungsphase erreicht werden. (Auch Stressfrakturen des Os naviculare oder der Tibia können oft konservativ mit Entlastungsmaßnahmen zur Abheilung gebracht werden.) Bei vielen Mittelfußfrakturen, die nicht disloziert (verschoben) sind, kann eine konservative Therapie durchgeführt werden. Bei leichten Verschiebungen gilt die Regel, dass eine Abwinkelung der gebrochenen Knochenstücke von weniger als 10° und eine Verschiebung von weniger als 3 mm gut toleriert und ohne bleibenden Nachteil mit einem Gips behandelt werden. Auch Frakturen in Nachbarschaft der Metatarsaleköpfchen (subcapitale Frakturen) können ohne Operation behandelt werden, falls sich die Köpfchen gut in eine annähernd normale Position reponieren lassen. Der erste Metatarsaleknochen muss speziell beurteilt werden, da er einer größeren Gewichtsbelastung ausgesetzt ist und Längen- sowie Rotationsfehler hier weit größere Auswirkungen auf die Mechanik des Vorfußes haben. Ausrissfrakturen an der Basis des fünften Metatarsaleknochens sind meist nicht wesentlich disloziert und können mit einem Gehgips behandelt werden.

### Weshalb die Operation?

Falls die 10°/3 mm Regel überschritten ist, muss die Operation in Betracht gezogen werden. Es geht hier um die Korrektur der Knochenrichtung und -länge mittels Implantaten, um Vorfußform und Funktion zu erhalten. Drähte

(Kirschnerdrähte) und / oder Schräubchen und Plättchen können zur Anwendung kommen.

Gelegentlich kommt es aufgrund der stärkeren Muskelzüge an der Fußsohle bei konservativ behandelten Frakturen der Metatarsaleköpfchen zu einem Abknicken derselben nach unten. Dann muss eine operative Korrektur vorgenommen werden, um Form und Funktion wiederherzustellen. Auch die Bildung einer Pseudarthrose bedarf einer Osteosynthese.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Die Erhaltung der Vorfußfunktion ist das wichtigste Ziel der Operation. Dieses Ziel kann in aller Regel gut erreicht werden. Bei Frakturen um oder unter Mitbeteiligung der Lisfranc'schen Gelenkslinie kann es unter Umständen zu Spätfolgen wie Arthrose oder Instabilität kommen.

### **Operationsprinzip und Planung**

Die Anatomie soll möglichst exakt wiederhergestellt werden, um Fußform und Funktion zu erhalten und damit Folgeschäden zu vermeiden. Je nach Frakturtyp und Vorlieben des Operateurs kommen verschiedene Fixationstechniken zur Anwendung.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Bei Knochenbrüchen ist die Wahl des geeigneten Operationszugangs zur Bruchstelle wichtig, um das verletzungsbedingt vorgeschädigten Gewebe zu schonen und die Wundheilung nicht zu gefährden. Im Falle der Mittelfußfrakturen ist die Wahl der Schnittführung vorgegeben, und zwar direkt über dem betroffenen Areal. Unter Schonung von Gefäßen und Nerven wird der Bruch dargestellt. Die gebrochenen Knochenenden werden gereinigt und möglichst passgenau reponiert. Anschließend erfolgen die Fixation durch Osteosynthesematerial und der schichtweise Wundverschluss.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Es bestehen die üblichen Operationsrisiken wie Wundheilungsstörungen, Infektionen oder Nichtverheilen von Knochen.

### **Wie sind die Abläufe nach der Operation?**

Nach der Operation wird der Fuß ruhig gestellt und die Wundheilung beobachtet. Ist diese gesichert, kann ein Gips, Stabilstiefel oder Spezialverband angelegt werden. Die Form und Dauer der Immobilisation richtet sich nach dem Frakturtyp und der Präferenz des Operateurs. Die Knochenheilung benötigt mindestens vier Wochen und wird mittels Röntgenkontrollbildern beobachtet. Zeigt der operierte Knochen eine beginnende Konsolidation, kann mit der Vollbelastung begonnen werden.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, sofern ein Arbeitseinsatz mit Stöcken und voller Entlastung des operierten Fußes möglich ist. Für Arbeiten mit viel Laufarbeit und für handwerkliche Tätigkeiten müssen 6 bis 8 Wochen eingerechnet werden. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 bis 2 Wochen) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können etwa ab dem 4. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

#### 4.1.3 Lisfranc'sche Luxationsfraktur

Als Lisfranc'sche Gelenkslinie wird die Gesamtheit der fünf Gelenke zwischen den Mittelfußknochen und der Fußwurzel bezeichnet (Tarsometatarsal = TMT-Gelenke). Diese Gelenkslinie ist Teil der Fußlängswölbung und somit beträchtlichen Belastungen ausgesetzt. Die ersten drei Gelenke, von der Fußinnenseite aus gesehen, sind am stabilsten mit dem Mittelfuß verankert. Das vierte und fünfte Gelenk hingegen sind recht mobil und können dementsprechend unter Belastungen nachgeben. Daraus folgt, dass bei Abnutzungerscheinungen vorwiegend die ersten drei Gelenke betroffen sind. Auch bei Frakturen in dieser Region sind oft die Gelenke eins bis drei involviert. Speziell zu erwähnen ist das zweite Lisfranc'sche Gelenk. Es wird aufgrund seiner rückversetzten Lage innerhalb der Gelenkslinie von drei Seiten stabilisiert. Ihm kommt eine zentrale Rolle für die Stabilisierung des Mittelfußes zu. Lisfranc'sche Frakturen gelten als schwere Fußverletzungen. Sie werden oftmals übersehen oder unterschätzt. Häufig sind mehrere Gelenke mit oder ohne Luxation von einzelnen Anteilen betroffen. Seltenerweise kann eine Lisfranc-Verletzung ohne wesentliche Fraktur ablaufen. In diesen Fällen ist das Lisfranc'sche Ligament gerissen. Es zieht dorsalseitig vom Os cuneiforme I zur Basis des Os metatarsale II und stabilisiert sie zusätzlich. Es wird auch als das Tor zum Lisfranc-Gelenk bezeichnet. Typischerweise zeigt sich dieser Verletzungstyp im Röntgenbild in Form einer Diastase an der Basis zwischen dem ersten und zweiten Metatarsaleknochen. Die Toleranz liegt hier bei maximal 2 mm. Ein größerer Abstand wird als Hinweis für diesen Verletzungstyp betrachtet.

#### Was ist das Problem?

Lisfranc'sche Frakturen sind selten (0,2% aller Frakturen am Körper), ziehen aber wichtige Konsequenzen für die Integrität der Fußfunktion nach sich. Die Belastbarkeit der Fußlängswölbung kann beeinträchtigt und der Verzahnungsmechanismus der Fußwurzel in der Abstoßphase gestört sein. Daraus re-

sultiert bei nicht behandelten Lisfranc'schen Verletzungen oftmals eine chronische belastungsabhängige Schmerhaftigkeit. Die meisten Lisfranc'schen Verletzungen entstehen durch ein massives Kompressionstrauma des Fußes in der Sagittalebene, wie sie bei Verkehrs- oder Reitunfällen entstehen, oder durch Verdrehung. Meist ist auch das umgebende Weichteilgewebe massiv in Mitleidenschaft gezogen. Das so genannte Kompartmentsyndrom, eine lokale Durchblutungsstörung infolge Gewebsüberdruck durch Einblutung, kann vorkommen. Immer berichten die Patienten über starke Mittelfußschmerzen und können den Fuß nicht belasten.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Das ganze Ausmaß der Knochenverletzung ist im konventionellen Röntgenbild meist nicht genau abzuschätzen. Auch die Knochen um die Lisfranc'schen Linie bis hin zum Os cuboideum können je nach Verletzungsmuster mitbetroffen sein. Hier kann eine CT-Untersuchung helfen, die Verletzung zu analysieren und die geeigneten Therapieschritte einzuleiten. Manchmal liegt das Hauptproblem im Riss der wichtigen Bänder der Lisfranc'schen Gelenkslinie. Diese sind auf den normalen Röntgenbildern nicht sichtbar. Nur der vermehrte Abstand zwischen der Basis des ersten und zweiten Metatarsaleknochens weist auf ein solches Verletzungsmuster hin. Auch hier kann die CT- oder MRI-Untersuchung sehr hilfreich sein.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugen kann man den Lisfranc-Verletzungen nicht. Falls nach einer Lisfranc-Verletzung keine Belastungsschmerzen bestehen, kann eine nicht-operative Therapie versucht werden. Alle Therapieansätze beinhalten die temporäre Entlastung der Fußlängswölbung.

### Weshalb die Operation?

Die Operation ist häufig unumgänglich. Es geht v.a. um die Reposition der Basis des zweiten Mittelfußknochens in die Nische zum Os cuneiforme II. Ist dieses „Tor zum Lisfranc-Gelenk“ korrekt reponiert, stimmt meist auch die Geometrie der übrigen Mittelfußknochen. Die Funktionalität der Fußlängswölbung hängt also ganz wesentlich von dieser Struktur ab.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Kommt es zur Verletzung der Lisfranc'schen Gelenkslinie sind meist beträchtliche Kräfte im Spiel. Die Prognose dieser Verletzungen hängt ab vom Ausmaß der beteiligten Knochen und Gelenke sowie von der Weichteilsituation. Bei korrekter Behandlung darf eine Wiederherstellung der Fußfunktion erwartet werden. Langzeitstudien zeigen jedoch, dass es in 58% der Fälle zu schmerz-

haften degenerativen Veränderungen kommen kann. Meist sind hier weitere Operationen nötig.

### **Operationsprinzip und Planung**

Vieles wird in der Traumatologie aufgrund des Befundes definitiv erst während der Operation entschieden. Im Prinzip geht es um eine Reposition der verschobenen und gebrochenen Knochenanteile mit anschließender stabiler Fixation. Bei verletzten oder zerstörten Gelenksflächen muss eine Versteifung dieser Gelenke in Betracht gezogen werden.

### **Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?**

Die operative Versorgung kann geschlossen oder offen erfolgen. Bei der geschlossenen Technik wird die Fraktur manuell durch äußeren Druck reponiert und dann durch die Haut hindurch (perkutan) mittels Kirschnerdrähten fixiert. Dadurch wird das umgebende Weichteilgewebe geschont. Bei der offenen Technik wird die Haut über dem Fußrücken eröffnet. Unter Schonung von Gefäß- und Nervenbündeln wird der Ort der Fraktur dargestellt. Wie bei einem Puzzle müssen nun die Einzelteile an ihren ursprünglichen Ort zurückgeführt werden. Dann erfolgt eine provisorische Fixation mit Kontrolle der Fußform. Die definitive Fixation erfolgt dann mit Implantaten der Wahl (Schräubchen, Plättchen usw.). Der Vorteil der offenen Technik liegt in der genaueren Wiederherstellung der Anatomie.

### **Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?**

Es bestehen die üblichen Operationsrisiken wie Wundheilungsstörungen, Infektionen oder Nichtverheilen von Knochen. Eine Schmerzpersistenz oder eine spätere Arthrosenbildung können auftreten. Eine weitere Gefahr besteht darin, das genaue Ausmaß der Verletzung nicht zu erkennen und daraus die falschen Schlüsse für die Operation zu ziehen.

### **Wie sind die Abläufe nach der Operation?**

In der Entlastungsphase soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die knöcherne Verfestigung der Osteosynthese oder der Arthrodesen benötigt im Minimum 4 Wochen. Dies wird mit einem Röntgenbild 4 Wochen nach der Operation kontrolliert. Darauf basierend entscheidet der Operateur, wie der weitere Belastungsaufbau zu erfolgen hat.

Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und 1 Jahr nach der Operation andauern. Nach gesicherter Wundheilung wird in der Entlastungsphase meist ein Gips angepasst. Nach Fußfrakturen dauert die Entlastungsphase meist zwischen 4 und 8 Wochen.

In der Belastungsphase können meist Schuhe mit flachen Sohlen getragen werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 8 bis 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 10 bis 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 5. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist. Modische Damenschuhe können meist ab dem 5. Monat nach der Operation wieder getragen werden.

#### 4.1.4 Malleolen

Als Malleolarfrakturen werden Brüche des Wadenbeines (Fibula) und des Schienbeines (Tibia) um das obere Sprunggelenk bezeichnet. Sie gehören zu den häufigsten Verletzungen überhaupt und weisen verschiedene Besonderheiten auf. Die mit den im Röntgenbild sichtbaren Frakturen sind fast immer mit Bandschäden verbunden. Die Behandlung von Malleolarfrakturen beschränkt sich deshalb nicht nur auf den Knochen, sondern muss ebenso sehr die Bänder um das obere Sprunggelenk (OSG) miteinbeziehen. Das OSG gehört zu den am meisten belasteten Gelenken. Die Gefahr von Folgearthrosen in diesem Gelenk bei knöchernen Stufenbildungen nach Brüchen ist deshalb besonders groß. Am häufigsten ist hier die Arthrose mit Abkipfung des OSG in ein Valgusstellung (Fersensohle nach außen gerichtet). Gelenksmechanisch ist die korrekte Form der Fibula am wichtigsten. Beim Auftreten fängt die Fibula große Scherkräfte auf. Sie ist zusätzlich wichtig für die Formschlüssigkeit des Talus in der Malleolengabel. Jede Verschiebung der Fibula führt zu einer Dislokation des Talus in der Knöchelgabel und stört somit die Gelenksmechanik nachhaltig. Als Auffanglager und Leitstab für die Talusrolle kann der äußere Knöchel seine normale gelenkmechanische Aufgabe nur dann erfüllen, wenn gleichzeitig auch die vordere Syndesmose (Ligamentum tibiofibulare anterius) intakt ist. Der äußere Knöchel und die tibio-fibulären Bandverbindungen bilden eine anatomisch-funktionelle Einheit. Um die nach lateral wirkenden Scherkräfte beim Gehen aufzufangen, spielt die Syndesmose eine zentrale Rolle. Die das Sprunggelenk umgebenden Muskeln sind dabei nur von untergeordneter Bedeutung.

Zahlreich sind die Einteilungen und Typisierungen der Malleolarfrakturen. In der Praxis bewährt sich immer noch die Einteilung nach Weber am besten. Mit der Weber'schen Einteilung lassen sich Rückschlüsse auf die Begleitverletzungen der Bänder ziehen. Je nach Höhe der Fibulafraktur lassen sich die Knöchelbrüche in drei Grundtypen einteilen. Als Referenz dient die vordere Syndesmose.

- Typ A: Fibulafraktur distal der Syndesmose
- Typ B: Fibulafraktur auf Höhe der Syndesmose
- Typ C: Fibulafraktur proximal der Syndesmose

Je nach Frakturtyp gibt es auch verschiedene Verletzungsmechanismen. Die **Typ-A-Fraktur** entsteht durch Supination und Adduktion des Vorfußes. Dieser Frakturtyp kann auch als Abrissfraktur der lateralen OSG-Bänder angesehen werden. Die Bänder und die vordere Syndesmose bleiben intakt. In seltenen Fällen kann der mediale Malleolus mit frakturiert sein.

Die **Typ-B-Fraktur** entsteht vorwiegend durch Außenrotation des Fußes. Je nach Schweregrad entstehen verschiedene Begleitverletzungen. Neben der eigentlichen Fibulafraktur kann auch der Innenknöchel oder die Hinterkante der Tibia mitbetroffen sein. Die Fraktur der hinteren Tibiakante wird als Volkmann-Dreieck bezeichnet und kann als Ruptur der hinteren Syndesmose gedeutet werden. Die vordere Syndesmose ist bei den Weber-B-Frakturen

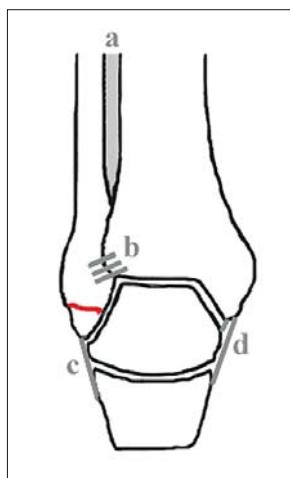


Abb. 41a. Schema Typ A

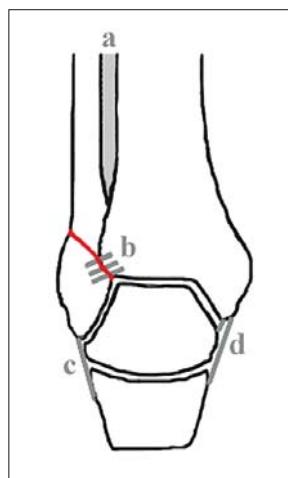


Abb. 41b. Schema Typ B

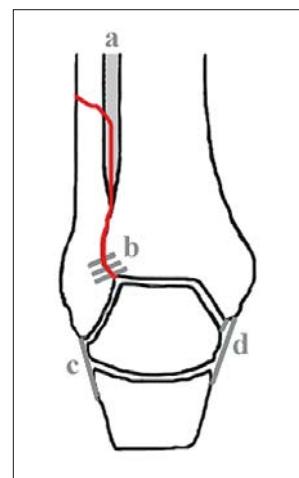


Abb. 41c. Schema Typ C

**Abb. 41a–c.** (a) Membrana interossea, (b) vordere Syndesmose, (c) Lig. Fibulo-calcaneum, (d) Lig. deltoideum

intakt oder partiell gerissen. Die flächige Bandverbindung zwischen der Tibia und der Fibula (Membrana interossea) ist intakt.

Die **Typ-C-Fraktur** entsteht durch eine Pronation und Außenrotation des Fußes. Charakteristisch ist eine Fibulafraktur oberhalb der Syndesmose. Sie ist nur möglich bei Ruptur der Membrana interossea bis auf Höhe der Fraktur und Unterbrechung der vorderen und hinteren Syndesmose. Wenn die Fraktur in der Nähe des Kniegelenkes liegt, spricht man von einer Maisonneuve-Fraktur. Unter Umständen kann die Ruptur der Syndesmose zusätzliche Begleitverletzungen auf Höhe des OSG verursachen. Typisch sind Ausrißfragmente an der vorderen (Tubercule de Chapput) und hinteren Tibia (Volkmann-Dreieck).

Unabhängig vom Frakturtyp, aber gehäuft bei Typ-B- und Typ-C-Frakturen können Knorpelverletzungen im OSG vorkommen. Diese können sich dann als freie Gelenkkörper unangenehm manifestieren. Den Hautverhältnissen im Frakturbereich ist besonders Beachtung zu schenken.

### Was ist das Problem?

Der Verdacht für eine Malleolarfraktur stellt sich klinisch bei Schwellungen und Schmerzen im OSG-Bereich. Luxationsstellungen sind praktisch beweisend für eine Malleolarfraktur. Die Unterscheidung zu reinen Bandverletzungen ist nicht immer einfach. Richtungweisend für die Diagnose sind Röntgenbilder des OSG. Fehlbeurteilungen können bei Maisonneuve-Verletzungen vorkommen, da der Frakturbereich außerhalb des Routineröntgenbildes am oberen Sprunggelenk ist. Wird diese Verletzung übersehen, bleibt eine dauernde Instabilität der Knochengabel. Schmerzen und eine Valgus-Verkipfung des Talus in der Gabel können die Folge sein.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Neben dem konventionellen Röntgenbild auch des gesamten Unterschenkels (Maisonneuve!) ist eine weiterführende Diagnostik meist nicht notwendig.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Vorbeugende Maßnahmen sind nicht bekannt. Nicht-operative Behandlungen sind möglich bei nicht dislozierten Knöchelbrüchen. Falls die unblutige Reposition einer Malleolarfraktur anatomisch exakt gelingt, kann ebenfalls eine Gipsbehandlung in Betracht gezogen werden. Am besten gelingt dies bei Typ-A-Frakturen. Bei Typ-B- und -C-Frakturen gelingt dies nur selten. Es ergeben sich häufig Repositionsschwierigkeiten und oft besteht die Gefahr eines sekundären Abgleitens der Reposition. Meist ist eine Verkürzung der Fibula und die Entwicklung einer Valgusarthrose die Folge.

## Weshalb die Operation?

Der Vorteil der Operation liegt in der exakten anatomischen Reposition der Fraktur, der Behandlung von Begleitverletzungen und dem Verhindern von sekundärem Abgleiten der Frakturstücke. Zudem kann durch die Osteosynthese eine frühfunktionelle Therapie begonnen werden.

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel ist die Wiederherstellung der Anatomie und damit der Funktion des OSG. Nur so können Früharthrose, Schmerzen und verminderte Belastbarkeit des oberen Sprunggelenkes vermieden werden. Mit den modernen Osteosynthesetechniken lassen sich diese Ziele gut erreichen. Die Ausbildung einer Spätarthrose ist unberechenbar und lässt sich nicht beeinflussen.

## Operationsprinzip und Planung

Die Operation hat zum Prinzip, die Anatomie der Knöchelgabel wiederherzustellen, stufenlose Gelenksflächen zu rekonstruieren, Bänder zu stabilisieren und somit die Rückfußachsen wiederherzustellen.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt von lateral. Zuerst wird unter Schonung des in der Nähe verlaufenden sensiblen Nervenastes des Nervus peronaeus superficialis die Fibula präpariert. Dann wird auf die Fraktur eingegangen, die einzelnen Frakturelemente zusammengepasst und mit Platte und Schrauben fixiert. Dann wird die vordere Syndesmose und das Gelenk eingesehen. Die Syndesmose wird bei Bedarf genäht und eventuelle abgesprengte Knochen-Knorpelstücke aus dem OSG entfernt. Bei Volkmann-Frakturen muss die tibiale Gelenksfläche möglichst anatomisch wiederhergestellt werden. Bei Bedarf erfolgt der Wechsel auf den inneren Knöchel, der ebenfalls reponiert und osteosynthetisiert wird.

## Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Am günstigsten ist die Osteosynthese innerhalb der ersten Stunden. Hautstörungen bilden eine Kontraindikation, weil daraus resultierende Hautnekrosen zur Wundinfektion führen können. Im Zweifelsfall lohnt es sich, die Abschwellung der Weichteile abzuwarten. Die Operation kann ohne weiteres innerhalb der ersten 12 Tage nach Unfall ohne Nachteile für das Operationsresultat durchgeführt werden. Neben Hautproblemen sind Nervenschädigungen durch die Operation möglich. Dies kann trotz tadelloser Operationstechnik und guter Knochenheilung zu Schmerzen führen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die knöcherne Verfestigung der Osteosynthese benötigt im Minimum 4 Wochen. Dies wird mit einem Röntgenbild 4 Wochen nach der Operation kontrolliert. Darauf basierend entscheidet der Operateur, wie der weitere Belastungsaufbau zu erfolgen hat.

Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und 1 Jahr nach der Operation andauern. Nach gesicherter Wundheilung wird in der Entlastungsphase meist ein Gips angepasst. Nach Knöchelbrüchen dauert die Entlastungsphase meist zwischen 4 und 8 Wochen.

In der **Belastungsphase** können meist Schuhe mit flachen Sohlen getragen werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 8 bis 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 10 bis 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 5. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist.

#### 4.1.5 Calcaneus

Frakturen des Fersenbeins (Calcaneus) sind schwere Verletzungen. Der Calcaneus ist der am häufigsten frakturierte Fußwurzelknochen. 75% Prozent der Calcaneusfrakturen betreffen auch ein Gelenk und münden häufig in eine Einschränkung der Gelenksfunktion. Zwei Hauptmechanismen sind bekannt: axiale Kompression und Abscherkräfte. Frakturen, welche durch axiale Kräfte bedingt sind, erfolgen häufiger und sind typischerweise die Folge von Stürzen aus großer Höhe oder Verkehrsunfällen. Begleitverletzungen des übrigen Bewegungsapparates sind häufig, wie z.B. Verletzungen der lumbalen Wirbelsäule.

#### Was ist das Problem?

Die auf den Calcaneus wirkenden äußeren Kräfte sind enorm und führen im Fersenbereich zu einer beträchtlichen Weichteilverletzung. Weichteilschwell-

lungen sind praktisch immer vorhanden, offene Frakturen jedoch erstaunlich selten. Das Problem der Calcaneusfrakturen stellt nicht die eigentliche Knochenheilung dar, sondern die Spätfolgen. Die häufigen Begleitverletzungen von Gelenken, v.a. des unteren Sprunggelenkes, können die Entwicklung von Arthrosen nach sich ziehen.

### **Welche speziellen Abklärungen sind nötig?**

Anhand von konventionellen Röntgenbildern kann eine Fersenbeinfraktur in aller Regel gut diagnostiziert werden. Für eine genauere Frakturanalyse zur Operationsplanung kann eine CT-Untersuchung sehr hilfreich sein.

### **Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen**

#### **Therapiemöglichkeiten bestehen?**

Unfälle kann man nur selten vermeiden. Die nicht-operative Therapie führt fast immer über eine entlastende Gipsbehandlung. Dabei ist die Art und die Dauer der Gipsapplikation je nach Literaturangabe recht verschieden und richtet sich im Wesentlichen nach dem Frakturtyp, den Weichteilverhältnissen und den Vorlieben des behandelnden Arztes. Nicht dislozierte (verschobene) Frakturen werden konservativ behandelt. Einige Chirurgen verzichten auch bei komplizierten Brüchen auf eine Operation, da in vielen Fällen unabhängig von der Therapieform mit Spätproblemen (Arthroseschmerzen, Weichteilschmerzen, Morgensteifigkeit) gerechnet werden muss.

### **Weshalb die Operation?**

Mit Einführung der Computertomographie können die Calcaneusfrakturen besser erfasst und die Operationsresultate verlässlicher analysiert werden. Schwere Frakturen können einen Einfluss auf die Einstellung des Rückfußes haben, falls der Calcaneus in einer groben Fehlstellung verheilt. In diesen Fällen kann die aufrichtende, achsenkorrigierende Operation eine spätere Fehlbelastung der gesamten unteren Extremität vermeiden helfen. Meist ist jedoch trotz Operation eine spätere Arthrosenentwicklung im unteren Sprunggelenk nicht zu vermeiden. Einige wenige Studien vergleichen die Resultate nach konservativer und operativer Therapie bei Calcaneusfrakturen. Langzeitresultate vermögen nicht klar die eine oder andere Therapieform zu favorisieren.

### **Behandlungsziel – Ideal und Realität**

Eine Knochenheilung kann in den allermeisten Fällen erreicht werden. Die Patienten müssen jedoch informiert werden, dass unabhängig von der Knochenheilung Weichteilschmerzen und Morgensteifigkeit mit Anlaufschmerzen persistieren können. Tritt eine unfallbedingte Arthrose des unteren Sprunggelenkes auf, muss unter Umständen eine Arthrodese desselben durchgeführt werden.

## Operationsprinzip und Planung

Das Prinzip der Operation besteht in der möglichst vollständigen Rekonstruktion des frakturierten Knochens und einer Fixation dieser Stellung mit Implantaten. Dies ist jedoch gerade bei komplizierten Fersenbeinbrüchen eine sehr anspruchsvolle Aufgabe. Minimalziel sollte die achsengerechte Einstellung und Aufrichtung des Fersenbeines sein. Nicht immer können die Gelenksflächen zum unteren Sprunggelenk anatomisch genau wiederhergestellt werden. Im Rahmen der großen Kräfte, welche zur Fraktur führen, sind oft ganze Teile des Fersenbeines zertrümmert. In solchen Fällen kann die Unterfütterung von einzelnen Fersenbeinarealen mit Eigenknochen zur Formerhaltung nützlich sein. Nicht zu unterschätzen ist die Wahl des Zeitpunktes für den Eingriff. Die Operation sollte erst durchgeführt werden, wenn die Weichteile um das Fersenbein genügend abgeschwollen sind, um Wundheilungskomplikationen zu vermeiden.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Meist wird der Hautschnitt an der Fersenaußenseite geführt. Der Nervus suralis muss dabei unbedingt geschont werden, um Gefühlsstörungen an der Fußaußenseite zu vermeiden. Die Frakturelemente werden dargestellt und die Rekonstruktion schrittweise vorgenommen. Die Wiederherstellung der Form und das Aufrichten des Rückfußes ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Häufig wird mit dicken Drähten versucht, die einzelnen Frakturelemente anzubohren, um sie dann über die Drähte in die gewünschte Richtung und Lage zu manövrieren. Mittels Platten- und / oder Schraubenosteosynthese wird die Rekonstruktion gesichert und die Haut wieder verschlossen. Mit Röntgenkontrollen kann während der Operation die schrittweise Wiederherstellung der Calcaneusform überwacht werden. Die technischen Grenzen werden durch die Weichteilsituation (Durchblutung, Hautverhältnisse), den Frakturtyp, die Knochenqualität und die Erfahrung des Operateurs geprägt.

## Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Es ist auch bei fehlenden Schmerzen mit einer 50%igen Einschränkung der Beweglichkeit und häufiger Arthrose im unteren Sprunggelenk zu rechnen. Die gefährlichsten Komplikationen jedoch sind die Wundheilungsstörungen. Diese werden im internationalen Schnitt in etwa 10% der Fälle gesehen. Glücklicherweise sind die meisten Probleme oberflächlicher Natur, welche mit geeigneten Maßnahmen beherrschbar sind. Nur selten kommt es zu schweren Wundheilungsstörungen oder Infektionen. Implantatmaterialien können zu Wetterföhligkeit oder lokalen Druckschmerzen führen. In diesen Fällen muss das Material entfernt werden.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Bei gesicherter Wundheilung wird meist ein Gips zur Ruhigstellung angepasst. Die knöcherne Verfestigung der Osteosynthese oder der Arthrodesen benötigt im Minimum 4 Wochen. Dies wird mit einem Röntgenbild 4 Wochen nach der Operation kontrolliert. Darauf basierend entscheidet der Operateur, wie der weitere Belastungsaufbau zu erfolgen hat. Nach Fußfrakturen dauert die Entlastungsphase meist zwischen 4 und 8 Wochen. Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monaten und 1 Jahr nach der Operation andauern.

In der **Belastungsphase** können meist Schuhe mit flachen Sohlen getragen werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z. B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 4. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 6. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist.

## 4.2 Pseudarthrosen

Bei einer Störung der Knochenheilung kann es zu einer **verzögerten Heilung** oder einer **Pseudarthrose** kommen. Eine gestörte Knochenheilung kann sowohl bei operativer als auch konservativer Behandlung auftreten. Von einer **verzögerten Knochenheilung** spricht man, wenn innerhalb der ersten 6 Monate keine Knochenheilung eintritt. Nach dieser Frist spricht man von einer **Pseudarthrose**. Dies entspricht einem Pseudogelenk, d. h. einer Beweglichkeit, wo eigentlich keine vorhanden sein sollte. Der Knochen kann lokal keine genügende Heilreaktion für eine knöcherne Überbrückung des Frakturpaltes aufbauen. Zwei Faktoren begünstigen die Entstehung einer Pseudarthrose: eine mechanische Unruhe im Frakturgebiet und / oder eine ungenügende Blutversorgung der Knochenfragmente im Frakturgebiet (avitale Pseudarthrose).

Seltenerweise können auch Infektionen die Knochenheilung stören. Die mechanische Unruhe kann durch ungeeignete Fixations(Gips)- oder Osteosynthesetechnik oder durch eine Überlastung der sich in Heilung befindlichen Fraktur bedingt sein. In diesen Fällen zeigt sich auf dem Röntgenbild eine Kallusbildung (Knochenschwellung um den Frakturspalt). Bei den seltenen avitalen Pseudarthrosen zeigt sich keinerlei Kallusbildung.

### Was ist das Problem?

Klinisch muss eine Pseudarthrose vermutet werden, wenn ein Belastungsschmerz über die übliche Heilungsphase hinaus andauert. In den meisten Fällen projizieren sich die Schmerzen genau auf die Pseudarthrose.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Normalerweise wird die Knochenheilung nach Frakturen mittels Röntgenbildern verfolgt. Bei Pseudarthrose findet sich in 90% der Fälle eine Kallusbildung als Versuch des Körpers, die Knochenheilung durch vermehrten Knochenanbau doch noch zu stabilisieren. Im Falle einer schlechten lokalen Durchblutung kann die Kallusreaktion ungenügend sein oder ganz fehlen. In unklaren Fällen kann eine CT-Untersuchung die Pseudarthrose nachweisen und typisieren helfen. Wird eine Knocheninfektion als Grund für die Pseudarthrose vermutet, kann eine Szintigraphie durchgeführt werden (Antigranulocyten-Szintigraphie).

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Die beste Prophylaxe für Pseudarthrosen sind eine schonende Operations-technik, eine gute Stabilisierung der Frakturen durch äußere (Gips) oder innere Methoden (Osteosynthese). Auch die korrekte Entlastung der konser-vativ oder operativ stabilisierten Extremität in der Heilungsphase ist wichtig.

### Weshalb die Operation?

Kann der frakturierte Knochen nicht selbst heilen, muss die Operation der Pseudarthrose in Betracht gezogen werden. Bei Pseudarthrosen mit guter Kallusbildung genügt in den meisten Fällen eine Verbesserung der Stabilität. Dies kann mit einer temporären Gipsfixation oder mit einer Osteosynthese (oder Reosteosynthese in voroperierten Fällen) erfolgen. Sogar nach jahrelan-gem Bestehen einer Pseudarthrose kann eine Stabilisierung die notwendige Gefäßeinsprössung und damit die knöcherne Überbrückung der Pseudarthrose ermöglichen. Im Falle einer avaskulären Nekrose muss unter Umständen zusätzlich zur Osteosynthese körpereigener Knochen um die Pseudarthrose angelagert werden (Spongiosoplastik).

## Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel ist die Schmerzreduktion oder Schmerzfreiheit durch Frakturheilung. Ist der Knochen stabil und belastbar, verschwinden in der Regel auch die Schmerzen. Gut vaskularisierte Pseudarthrosen lassen sich in den allermeisten Fällen problemlos zur Abheilung bringen.

## Operationsprinzip und Planung

Als erstes muss die Pseudarthrose bezüglich ihrer Vitalität beurteilt werden. Bei vitalen Pseudarthrosen zielt die Operation auf die Kompression und Fixation der beteiligten Knochenfragmente ab. Rotationsfehlstellungen oder Achsenabweichungen können gleichzeitig mitkorrigiert werden. Bei avitalen Pseudarthrosen muss eventuell ein Teil des Knochens im Frakturbereich bis in den gut durchbluteten Anteil reseziert werden. Oft wird mit körpereigenem Knochen (Spongiosa) ein zusätzlicher Knochenheilungsreiz gesetzt. Auch hier ist die Kompression und Fixation wichtig.

## Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Bei Pseudarthrosen nach Voroperationen wird meist der bereits vorhandene Hautschnitt wieder verwendet. Immer wird versucht, den zu operierenden Knochen so wenig wie möglich darzustellen, um seine Durchblutung aus dem Umgebungsgewebe möglichst nicht zu kompromittieren. Letztendlich ist der Erfolg der Operation nebst der korrekten Operationstechnik von der Heilungspotenz des Gewebes um die Pseudarthrose abhängig. Solange das Knochen- und Weichteilgewebe gut durchblutet ist und keine Infektion vorliegt, sind außer in Ausnahmefällen aus technischer Sicht viele Lösungsansätze möglich.

## Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Es gelten die gleichen Risiken wie bei den Osteosynthesen. Gefäß- und Nervenschädigungen, Infektionen oder ein Nichtverheilen der Pseudarthrose sind zu nennen.

## Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Bei gesicherter Wundheilung wird meist ein Gips zur Ruhigstellung angepasst. Die knöcherne Verfestigung der Osteosynthesen oder der Arthrodesen benötigt im Minimum 4 Wochen. Dies wird mit einem Röntgenbild 4 Wochen nach der Operation kontrolliert. Darauf basierend entscheidet der Operateur, wie der weitere Belastungsaufbau zu erfolgen hat. Nach Fußfrakturen dauert die Entlastungsphase meist zwischen 4 und 8 Wochen.

Schwellungen am Fuß sind häufig und in der Regel länger anhaltend. Sie können zwischen 3 Monate und 1 Jahr nach der Operation andauern.

In der **Belastungsphase** können meist Schuhe mit flachen Sohlen getragen werden. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagspensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 4. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 6. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe nahezu vollständig abgeschwollen ist.

## 4.3 Bänder

Bänder verstärken Gelenke, stabilisieren und übertragen Kräfte. Sie sind im Vergleich zu den Sehnen nicht elastisch und können somit bei übermäßiger Belastung nicht nachgeben. Wird die Belastbarkeit der Bänder überschritten, werden sie überdehnt und reißen schließlich. Experimentelle Untersuchungen zeigen, dass die Verletzungsform der Bänder von der Deformationsgeschwindigkeit abhängt. Bei langsamer Krafteinwirkung verlängert sich das Band auf etwa das Doppelte, bevor es reißt. Bei schneller Deformierung hingegen kommt es zum Bänderriss ohne wesentliche Bandverlängerung. Gerade am Fuß mit seinen beträchtlichen Gewichts- und Beschleunigungskräften sind Bandverletzungen häufig. Am oberen Sprunggelenk zählen sie zu den häufigsten Sportverletzungen überhaupt.

Noch in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden Bandverletzungen v.a. am Sprunggelenk häufig operiert. Heutzutage werden reine Bandverletzungen mit gutem Erfolg nicht-operativ behandelt. Dies gilt v.a. für das obere Sprunggelenk ohne knöcherne Begleitverletzungen. Erst falls trotz korrekter Therapie eine chronische Instabilität mit Schmerzen andauert, wird die Operation vorgeschlagen.

Nebst den „gutmütigen“ Bändern des äußeren oberen Sprunggelenkes gibt es jedoch noch eine Reihe von anderen, seltener verletzten Rückfußbändern. Diese können unter Umständen bei ungenügender Ruhigstellung in den ersten

Wochen nach Unfall zu hartnäckigen Schmerzen führen und müssen in der Folge meist operativ angegangen werden.

#### 4.3.1 Bänder des äußeren oberen Sprunggelenkes

Die Bewegungen des Talus in der Knochengabel des Knöchels werden durch seine Form bestimmt. Neben Beugung und Streckung sind auch Rotationen möglich. Bänder stabilisieren den Talus und helfen bei der Bewegungsübertragung zwischen Unterschenkel und Fuß. Die Bandansätze der Außenbänder liegen genau in der Rotationsachse des OSG. Auf der Fußinnenseite ist der Talus durch den Innenknöchel und das sehr starke Deltaband geschützt (siehe unten). An der Fußaußenseite sind drei Bänder für die seitliche Stabilisierung des Talus angebracht. Im Vergleich zum Innenknöchel ist die Bandstabilisierung am Außenknöchel weniger ausgeprägt und der äußere Rückfuß nur schlecht durch Muskelkräfte vor seitlicher Verkipfung geschützt. Zusammen bewirken die Bänder am OSG, dass der Talus in jeder Fußposition durch mindestens einen Bandanteil innen und außen stabilisiert ist. In maximal möglicher Dorsalflexion ist der Talus formschlüssig in der Malleolengabel verkeilt und damit durch die Knöchel maximal stabilisiert, die Bänder spielen keine Rolle für die Stabilisierung. Je weiter der Fuß aber plantarflektiert wird, desto instabiler die knöcherne Führung des Talus gegenüber seitlichem Verkippen und desto schlechter die Muskelstabilisierung.

Die drei äußeren OSG-Bänder sind von vorne nach hinten: das Ligamentum talofibulare anterius (TFA), das Ligamentum calcaneofibulare (CF) und das Ligamentum talofibulare posterius (TFP). Das TFA wird straffer, je mehr der Fuß in Plantarflexion gebracht wird. Es stabilisiert die Inversion, die Supination und in Neutralposition die Innenrotation und das Gleiten des Talus in der Gabel nach vorne. Das CF reicht von der Fibulaspitze nach hinten unten an das Fersenbein. Es verläuft unter den Peronealsehnen. Das Band spannt sich gegen die Dorsalflexion des Fußes hin an. Das CF stabilisiert nicht nur das seitliche OSG, sondern verläuft auch über das untere Sprunggelenk (USG) und spielt für dessen Stabilität eine wichtige Rolle. Das TFP ist ein starkes Band und nur ganz selten verletzt.

Die Position des OSG beim Unfall spielt eine wichtige Rolle für den Ort der Verletzung. Bei maximal plantarflektiertem Fuß und einer gleichzeitigen Inversion wird das TFA isoliert reißen.

Bei Inversion und dorsalflektiertem Fuß hingegen werden das CF und das TFP verletzt. Isolierte Rupturen des CF ergeben sich durch Rückfußinversion beim stehenden Fuß in neutraler Stellung, d.h. im Gerastrahl. Bei einem klassischen Supinationstrauma reißt zuerst das TFA mit der Gelenkkapsel, dann das CF und ganz selten das TFP. Dabei dürfen Verletzungen des vorderen Anteils des Deltabandes nicht übersehen werden, da es sich oft um Kombinationsverletzungen handelt.

### Was ist das Problem?

Viele Patienten mit bandbedingter Rückfußinstabilität sind symptomfrei, weil die Peronealmuskeln für das normale Gehen genügend Stabilität vermitteln. Bestimmend für das Ausmaß der Beschwerden sind der Grad der Instabilität, die Rückfußachse, der Aktivitätsgrad, das Gangbild und der Trainingszustand. Viele Tests sind beschrieben, um eine Rückfußinstabilität zu objektivieren. Letztendlich sind es aber die Symptome und das subjektive Empfinden des Patienten, welche wegweisend für die Wahl der Therapieoptionen sind. Die Patienten klagen selten über Schmerzen am Ort der Bandinsuffizienz, sondern vor allem auf Höhe des unteren Sprunggelenkes (Sinus tarsi) und / oder des Peronealsehnenfaches. Manchmal können auch Nervenschmerzen vorhanden sein. Meist ist es die Insuffizienz des CF-Bandes, welche diese Symptome verursacht. Isolierte Verletzungen des ATF sind häufig symptomarm. Absolutwerte bei Instabilitätsprüfungen sind in der Praxis als Basis für Therapieentscheidungen meist ungenügend.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Eine Routine-Röntgenuntersuchung zum Ausschluss einer Fraktur ist empfehlenswert. Bei Verdacht auf Begleitverletzungen nebst den äußeren Bändern des OSG kann bei Unklarheiten eine MRI-Untersuchung für die Wahl der geeigneten Therapie hilfreich sein.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Sportler mit erhöhtem Risiko für Bandverletzungen schützen sich am besten vor Bandverletzungen durch einen guten Trainingszustand der Bein- und Wadenmuskulatur. Prophylaktisch können bei zu erwartenden hohen Belastungen auch knöchelstabilisierende Bandagen verwendet werden.

Vielfach heilen Bandverletzungen auch ohne Operation vollständig aus. Wichtig sind die Beurteilung des Schweregrades der Verletzung und der Ort der Bandverletzung. Die Behandlung kann von der einfachen Stützbandage bis zur mehrwöchigen Gipsbehandlung reichen. Unterstützende Physiotherapie verhindert übermäßigen Muskelschwund an der Wade und fördert eine möglichst frühzeitige Wiedererlangung der koordinativen Fähigkeiten. Die konservative Therapie muss aufgrund des Verletzungsortes und des Verletzungsgrades mit dem Physiotherapeuten abgestimmt werden.

### Weshalb die Operation?

Bei der Behandlung von Bandverletzungen am Fuß hat sich in den letzten Jahren ein eigentlicher Sinneswandel abgezeichnet. Die Operationsindikation wird heute zurückhaltender gestellt. Es gibt dennoch klare Indikationen für die Bandoperation. Im akuten Stadium, d.h. kurz nach dem Unfall sind dies

die knöchernen Bandausrisse am Außenknöchel. Sie hinterlassen oft eine Instabilität und/oder Einklemmphänomene durch Knochenfragmente. Das Knochenstück kann meist gut an seinen Ursprungsort refixiert werden, ohne dass das Band selbst rekonstruiert werden muss. Ist eine chronische, schmerzhafte Rückfußinstabilität durch konservative Maßnahmen nicht zu beheben, stellt die operative Rückfußstabilisierung eine gute Therapieoption dar.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Ziel der Bandoperation ist die Wiedererlangung der Rückfußstabilität und damit die Schmerzreduktion. Bei Stabilisierung aller an der Instabilität beteiligten Bänder zeigt die Operation am Außenknöchel eine gute Prognose.

### Operationsprinzip und Planung

Bei den frischen Bandverletzungen wird mehrheitlich nur der knöcherne Bandausriss operativ versorgt. Hier geht es um die passgenaue Reposition des Knochenfragmentes. Dadurch wird das zu operierende Band automatisch gespannt und muss meist nicht zusätzlich noch verstärkt werden.

Bei den chronischen Bandinsuffizienzen müssen die noch vorhandenen Bandstrukturen intraoperativ beurteilt und das weitere Procedere bestimmt werden. Im Idealfall kann mit dem ortsständig vorhandenen Material eine Bandrekonstruktion durchgeführt werden. Manchmal reicht die Restqualität des gerissenen Bandes nicht aus, um eine Rekonstruktion durchzuführen. In diesen Fällen muss auf körpereigenes Gewebe, z.B. Teile von Sehnen, zurückgegriffen werden. Bei der Auswahl kommt die Vorliebe des Operateurs zum Tragen. Sehr viele verschiedene Techniken sind in der Literatur beschrieben. Der Autor empfiehlt auf die Verwendung von Teilen der Peronealsehnen zu verzichten, um die wichtige muskuläre seitliche Rückfußstabilisierung nicht zu schwächen. Wichtig ist die intraoperative Beurteilung von Begleitverletzungen. Das Peronealsehnenfach muss inspiziert werden, je nach Klinik auch der Gelenksspalt des lateralen OSG, um Knochen-/Knorpelläsionen nicht zu verpassen.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Schnitt zum Rückfuß erfolgt vor oder hinter dem höchsten Punkt des Außenknöchels, um diese delikate Zone (Schuhkontakt) nicht zu tangieren. Bei der frischen Ausrissfraktur werden die Ausrisszone und das Ausrissfragment dargestellt. Es erfolgt die passgenaue Reposition und Fixation. Die Fixationstechnik richtet sich nach dem Ort und der Größe des Ausrissfragmentes. Chronischen Bandinsuffizienzen sind für die Rekonstruktion meist technisch anspruchsvoller. In einem ersten Schritt wird das gerissene, zurückgezogene und vernarbte Band dargestellt und von der Umgebung gelöst, ohne es

zusätzlich zu schwächen. Es muss entschieden werden, ob das ortständige Material für eine genügende Stabilisierung ausreicht. Ansonsten muss auch das Verstärkungsgewebe (Sehnen) gewonnen werden. Anschließend erfolgt die Augmentation des noch vorhandenen Bandes. Eine große Zahl von Operationstechniken ist beschrieben. Das genaue technische Vorgehen muss in jedem Fall situativ beurteilt werden. Eine allgemein gültige Beschreibung der Operationstechnik ist nicht möglich. Grenzen sind durch die Haut- und Knochenbeschaffenheit, die Durchblutung im Knöchelbereich und die technischen Möglichkeiten des Operateurs gegeben.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Zu straffes oder zu laxes Anspannen der Bänder oder die suboptimale Platzierung von Verstärkungssehnen kann die Mechanik des oberen Sprunggelenkes negativ beeinflussen. Die in der Nähe des Schnittes verlaufenden sensiblen Nervenäste können verletzt werden und neurogene Schmerzen nach der Operation verursachen. Da die Knöchelregion nicht gut mit Unterhautfettgewebe gepolstert und durch seine Lage exponiert ist, können Wundheilungsstörungen gerade bei älteren Menschen mit prekären Haut- und Durchblutungsverhältnissen vorkommen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die Ausheilung der Sprunggelenksbänder benötigt im Minimum 4 Wochen. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein Gips angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Bei sehr sportlichen, zuverlässigen Patienten kann alternativ auch mit Bandagen und frühfunktioneller Physiotherapie gearbeitet werden. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab.

In der **Belastungsphase**, d. h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation können das OSG und damit die Bänder zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der operierten Bänder derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich

eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z. B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u. Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

#### 4.3.2 Ligamentum deltoideum

Das Deltaband an der Knöchelinnenseite ist das größte Band am OSG und eines der stärksten Bänder des menschlichen Körpers. Genau genommen ist es kein einzelnes Band, sondern ein zweischichtiger Bandkomplex. Die einzelnen Bandanteile verbinden den Innenknöchel mit dem Sprungbein, dem Kahnbein und dem Fersenbein. Funktionell wird das vom Innenknöchel weit entfernte Pfannenband (Ligamentum calcaneonavicularare) des talo-navicular Gelenkes ebenfalls von Teilen des Deltabandes mitstabilisiert.

Das Ligamentum calcaneonavicularare wird auch als Spring ligament bezeichnet. Seinen populären Namen im englischen Sprachraum verdankt es seiner Vorspannung unter Belastung. Es stabilisiert das talo-navicularare Gelenk nach unten und innen und verhindert ein mediales Weggleiten des Talus auf der runden navicularen Gelenksfläche. Es wird vom Teilansatz der Tibialis posterior-Sehne am Os naviculare verdeckt und ist dem Untersucher so nur schlecht zugänglich. Chronische belastungsabhängige Schmerzen in diesem Bereich sollten an das Spring ligament als Schmerzursache denken lassen.

Die Hauptfunktionen des Deltabandes liegen in der Stabilisierung des inneren Rückfußes während der Lande- und Standphase des Gehens sowie in der Übertragung von Rotationskräften in der gesamten Belastungsphase. Die Rotationsachse des oberen Sprunggelenkes verläuft auf der Außenseite konzentrisch genau über die Spitze der Fibula. Auf der Knöchelinnenseite liegt der Ansatz der Bänder des Deltakomplexes am Innenknöchel jedoch höher als die OSG-Achse. Dies bewirkt, dass die einzelnen Anteile des Deltabandes noch stärker als die Außenbänder bei Beugung und Streckung des Fußes gespannt und entspannt werden. Bei Plantarflexion des Fußes spannt sich somit der vordere Anteil des Deltabandkomplexes an, der hintere erschlafft und umgekehrt. Da die Plantarflexion eine Teilbewegung beim klassischen Supinationstrauma ist, können Anteile des Deltabandes bei diesem Verletzungsmechanismus nebst den äußeren OSG-Bändern mitverletzt werden.

#### Was ist das Problem?

Bei schweren Eversionsverletzungen muss immer mit einer Verletzung eines Teils des Deltabandes gerechnet werden. Hier lohnt sich im Rahmen der operativen Revision eine Inspektion dieses Bandkomplexes. Schwieriger ist es, bei chronischen Rückfußinstabilitäten oder Schmerzen an der Fußinnen-

wölbung eine Verletzung des Deltabandes zu erkennen. Arthroskopische Untersuchungen bestätigen eine Mitbeteiligung des Deltabandkomplexes bei chronischen Rückfußinstabilitäten in bis zu 40% der Fälle. Die klinische Untersuchung kann oft nur einen Verdacht für die Verletzung des Deltabandes ergeben, aber nicht schlüssig beweisen. Die meisten Patienten haben bei Rückfußverletzungen ein Supinationstrauma erinnerlich und beschreiben bei der Frage nach dem Unfallhergang nicht ein klassisches Eversions- oder Pronationstrauma. Es passiert somit leicht, das Deltaband als Problemzone zu missachten. Ab und zu sind Kombinationsverletzungen des Deltabandes zu finden. Aus Erfahrung des Autors ist das anteriore Faserbündel am häufigsten verletzt. Kombinationen mit Verletzungen des Talo-calcanearen Faseranteiles oder dem Spring ligament-Komplex können vorkommen. Letzteres kann eine Läsion des navicularen Ansatzes der Tibialis posterior-Sehne oder eine Symptomatologie wie bei einem Os tibiale externum vortäuschen.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Kann aufgrund der Befragung und der Untersuchung der Verdacht auf eine Verletzung des Deltabandes erhärtet werden, ist eine MRI-Untersuchung für die Lokalisierung und Typisierung der Verletzung sehr nützlich. Im Zweifelsfall kann auch mit gezielten diagnostischen Infiltrationen mit einem Lokalanästhetikum versucht werden, das Deltaband als Problemzone zu identifizieren.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Sportler mit erhöhtem Risiko für Bandverletzungen schützen sich am besten vor Bandverletzungen durch einen guten Trainingszustand der Bein- und Wadenmuskulatur. Prophylaktisch können bei zu erwartenden hohen Belastungen auch knöchelstabilisierende Bandagen verwendet werden.

### Weshalb die Operation?

Die Operation wird diskutiert, wenn die konservativen Maßnahmen zu keiner Schmerzreduktion führen. Vor der Operation müssen die Problemzonen definiert werden, da es sich häufig um Kombinationsverletzungen handelt. Im Unterschied zu den äußeren Sprunggelenksbändern heilt das Deltaband nach Verletzungen meist mit einer Restinstabilität aus, unabhängig davon, ob es sich dabei um einen knöchernen Ausriss handelt. Aus Sicht des Autors sollte deshalb bei klar definierter Problemstellung die Operationsindikation großzügig gestellt werden, um chronische Schmerzen und sekundäre Fehlbelastungen von Fuß und Unterschenkel zu vermeiden.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Behandlungsziel ist klar die Schmerzreduktion durch Rückgewinnung der

Fußstabilität. Das Hauptproblem dürfte in der vollständigen Erfassung der Bandinstabilitäten liegen. Nicht immer ist die Problematik nur auf den Ansatz der ventralen Faserbündel am Innenknöchel begrenzt. Bei korrekter Problem-analyse ist mit einer sehr guten Erfolgsaussicht zu rechnen.

### Operationsprinzip und Planung

Die Problemzone wird dargestellt und erst intraoperativ die genaue Fixations-technik bestimmt. An der Knöchelinnenseite gelingt es fast immer, mit dem ortsständigen Material eine Rekonstruktion durchzuführen. Falls sich der lä-dierte Bandanteil zu stark zurückgezogen hat, kann auch hier in Analogie zur Knöchelaußenseite eine Sehnenaugmentationsplastik durchgeführt werden. Gut ausgebildete Knochenhaut kann unter Umständen ebenfalls zur Verstär-kung mitverwendet werden (Periostlappen).

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Hautschnitt erfolgt in der Regel über der Hauptproblemzone. Der insuf-fiziente Bandabschnitt wird dargestellt und entweder vernäht oder mittels Verstärkungsgewebe stabilisiert. Kann Periost verwendet werden, wird es türflügelartig vom Innenknöchel präpariert, umgeklappt und das Band so verstärkt.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Zu straffes oder zu laxes Anspannen der Bänder oder die suboptimale Platzie- rung von Verstärkungssehnen kann die Mechanik des oberen Sprunggelenkes negativ beeinflussen. Da die Knöchelregion nicht gut mit Unterhautfettgewebe gepolstert und durch seine Lage exponiert ist, können Wundheilungsstörun- gen gerade bei älteren Menschen mit prekären Haut- und Durchblutungsver-hältnissen vorkommen.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die Ausheilung der Sprunggelenksbänder benötigt im Mini-mum 4 Wochen. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein Gips ange-passt, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Bei sehr sportlichen, zuverlässigen Patienten kann alternativ auch mit Bandagen und frühfunktioneller Physiotherapie gearbeitet werden. Der Behandlungs-plan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation können das OSG und damit die Bänder zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen

nach der Operation ist die Belastbarkeit der operierten Bänder derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich oft eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagspensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

### 4.3.3 Ligamentum bifurcatum

Das Ligamentum bifurcatum (BC) setzt an der Fußaußenseite am Processus anterior des Calcaneus an und spielt eine wichtige Rolle bei der Stabilisierung der Chopart'schen Gelenkslinie. Es wird auch als Tor zur Chopard'schen Gelenkslinie bezeichnet. Diese wird gebildet durch das talo-naviculare und das calcaneo-cuboidale Gelenk. Das Ligamentum bifurcatum ist, wie der Name sagt, zweizipflig aufgeteilt: das Ligamentum calcaneonaviculare und das Ligamentum calcaneocuboideum.

Klinisch hat das BC seine Bedeutung bei Verdreh- oder Supinationsverletzungen des Rückfußes. Bei Supinationstraumen kann es durch sehr starke Krafteinwirkung neben den äußeren und inneren Knöchelbändern mitverletzt werden. Isolierte Verletzungen ereignen sich bei Abscherung des Vorfußes nach innen (Adduktionstrauma) bei fixiertem Fersenbein. Am Calcaneus kann es je nach Verletzungsmechanismus zu einer Ausriss- oder Stauchungsfraktur kommen und damit das Chopard'schen Gelenk destabilisieren.

### Was ist das Problem?

Das Erkennen der Läsion am BC ist von wesentlicher Bedeutung. Bei Supinationstraumen lohnt es sich, mit einem Kontrollgriff diese Region abzutasten, um eine Verletzung dieser Region nicht zu verpassen. Verpasste Verletzungen des BC führen häufig zu einer chronischen schmerhaften Instabilität des Rückfußes.

### Welche speziellen Abklärungen sind nötig?

Wegen der wichtigen Funktion dieses Bandes und der aus einer Verletzung

resultierenden Konsequenz für die Behandlungsform kann in unklaren Situationen eine MRI- oder CT-Untersuchung wichtige Hinweise liefern.

### Welche vorbeugenden Maßnahmen und nicht-operativen Therapiemöglichkeiten bestehen?

Wie bei anderen Unfällen kann keine effiziente Vorbeugung genannt werden. Nicht-operative Therapien zielen auf eine möglichst effiziente Ruhigstellung. Hier steht die Versorgung mit Gips oder synthetischen Materialien im Vordergrund.

### Weshalb die Operation?

Bei störender Instabilität und Schmerzen muss die Operation diskutiert werden. Die Erfolgsquote bei konservativen Behandlungen ist beim BC nicht so hoch wie bei den lateralen OSG-Bändern.

### Behandlungsziel – Ideal und Realität

Das Ziel der Operation ist die Wiederherstellung der Rückfußstabilität und damit die Schmerzbefreiung. Der Eingriff wird nicht so häufig durchgeführt wie die Stabilisierung des OSG. Entsprechend lassen sich auch in der Literatur keine genauen Angaben über die Erfolgsquote finden. Bei entsprechendem Leidensdruck lohnt sich der Versuch einer operativen Revision, da nur durch die Operation mit einer verbesserten Rückfußstabilität gerechnet werden kann.

### Operationsprinzip und Planung

Die Problemzone wird dargestellt und erst intraoperativ die genaue Fixationstechnik bestimmt. Ein Knochenfragment des Calcaneus kann refixiert werden. Bei einer reinen Bandruptur eignet sich das noch vorhandene Band oftmals nicht für eine stabile Rekonstruktion. Falls sich der lädierte Bandanteil zu stark zurückgezogen hat, kann eine Sehnenaugmentationsplastik durchgeführt werden. Gut ausgebildete Knochenhaut kann unter Umständen zur Verstärkung mitverwendet werden (Periostlappen). Falls die verschiedenen Techniken nicht durchgeführt werden können, muss die Stabilisierung des calcaneo-cuboidalen Gelenkes mittels Arthrodese diskutiert werden.

### Welche Operationstechnik wird angewandt und welche technischen Grenzen bestehen?

Der Schnitt wird direkt über der Bandläsion geführt. Das Band wird rekonstruiert oder das Ossikel refixiert. Die Augmentationsplastik mit einem Stück Sehne kann sich schwierig gestalten, da deren Verankerung am Os cuboideum und am Calcaneus nicht einfach ist. Im Extremfall wird die Arthrodese durchgeführt.

### Welche speziellen Operationsrisiken bestehen?

Zu straffes oder zu laxes Anspannen der Bänder oder die suboptimale Platzierung von Verstärkungssehnen kann die Mechanik des Sprunggelenkes negativ beeinflussen. Da die Knöchelregion nicht gut mit Unterhautfettgewebe gepolstert und durch seine Lage exponiert ist, können Wundheilungsstörungen gerade bei älteren Menschen mit prekären Haut- und Durchblutungsverhältnissen vorkommen. Auch kann der Nervus suralis verletzt werden, da er in unmittelbarer Nachbarschaft zum Operationszugang verläuft.

### Wie sind die Abläufe nach der Operation?

In der **Entlastungsphase** soll sich das Gewebe von der Operation erholen und verheilen. Die Haut selbst braucht hierfür etwa 2 Wochen, dann werden die Fäden entfernt. Die Ausheilung des BC benötigt im Minimum 4 Wochen. Nach gesicherter Wundheilung wird meist ein Gips angepasst, um die operierten Strukturen in dieser kritischen Phase zu schützen. Bei sehr sportlichen, zuverlässigen Patienten kann alternativ auch mit Bandagen und frühfunktioneller Physiotherapie gearbeitet werden. Der Behandlungsplan in dieser Phase ist sehr individuell und hängt von der Operationstechnik und vielen persönlichen Faktoren von Seiten des Patienten ab.

In der **Belastungsphase**, d.h. etwa ab der 5. Woche nach der Operation kann das calcaneo-cuboidale Gelenk und damit das BC zunehmend belastet werden. Etwa 8 Wochen nach der Operation ist die Belastbarkeit der operierten Bänder derart, dass die Belastung ohne Stabilisierungshilfen freigegeben werden kann. Dieser Zeitablauf gilt auch für Arthrodesen des calcaneo-cuboidalen Gelenkes. Aufgrund der noch vorhandenen leichten Schwellung wird von den meisten Patienten offenes oder halboffenes Schuhwerk bevorzugt. Im Allgemeinen wird ein normales Gangbild etwa 12 Wochen nach der Operation erreicht.

### Wie lange dauert die Arbeits- bzw. Sportunfähigkeit?

Für reine Bürotätigkeit ist ein Ausfall von 1 bis 2 Wochen einzurechnen, für Arbeiten mit viel Laufarbeit etwa 8 Wochen und für handwerkliche Tätigkeiten meist 12 Wochen. Vor dem Übergang ins volle Arbeitspensum hat sich eine Periode mit Teilzeitarbeit im Sinne der Angewöhnung (z.B. Halbtagespensum für 1 Woche) bewährt.

Die Sportunfähigkeit dauert in der Regel länger als die Arbeitsunfähigkeit. Wanderungen sind etwa ab dem 3. Monat, Joggen u.Ä. ab dem 4. Monat postoperativ möglich. Wie bei allen Fußeingriffen dauert es lange, bis das Gewebe vollständig abgeschwollen ist.

# 5 RUND UM DIE OPERATION

C. Sommer  
T. Dietsche  
M. Sommer  
Ph. Müller



## 5.1 Allgemeine Operationsrisiken (C. Sommer)

Es gibt keine Operation ohne Risiko. Sie bedeutet in jedem Fall eine momentane Störung der natürlichen Integrität und Funktion, die der Körper durch eigene Heilungsmechanismen wiederherstellen muss. Faktoren von Seiten des Patienten und technische Faktoren spielen für das Operationsrisiko ebenfalls eine Rolle, können aber nur abgeschätzt werden. Jeder einzelne Heilungsverlauf ist individuell verschieden.

Die natürlichen, von Seiten des Patienten vorgegebenen Risiken hängen von vielen Faktoren wie Alter, Allgemeinerkrankungen, Voroperationen etc. ab. Je gesünder ein Patient vor der Operation ist, desto weniger Risiken sind für den Eingriff zu erwarten.

Die technischen Risiken sind bedingt durch die gewählte Operationstechnik und deren Ausführung. Einerseits gibt es je nach mechanischem Grundproblem verschiedene Schwierigkeitsgrade der Operation und andererseits spielt die technische Ausführung seitens des Operateurs eine wichtige Rolle. Folgende Risiken sind konkret mit dem Fußchirurgen zu besprechen: Wundheilungsstörungen, Infektionen, verzögerte Knochenheilung, Gefäß- und Nervenschädigungen, wiederkehrende Schmerzen, wiederkehrende Fehlstellung, störendes Implantatmaterial.

### 5.1.1 Wundheilungsstörungen

Wundheilungsstörungen treten je nach Literaturangabe in ca. 1% der Fälle nach Operationen auf. Normalerweise ist die Wundheilung nach 10 bis 14 Tagen so weit fortgeschritten, dass die Hautfäden oder Hautklammern entfernt werden können. Heilt die Haut und das Unterhautfettgewebe nicht in dieser Zeitspanne ab, spricht man von einer **verzögerten Wundheilung**. Wundheilungsstörungen betreffen meist die Unterhaut und die Haut, selten tiefere Gewebsschichten. Meist ist eine lokale Durchblutungsstörung, eine zu große äußere mechanische Reizung oder eine vermehrte Spannung des Gewebes um die Operationsnarbe der Grund für die verzögerte Wundheilung. Gerade bei Rückfußoperationen kann es trotz feiner Operationstechnik zu kleinen Blutergüssen kommen. Diese führen zu einer erhöhten lokalen Druckentwicklung und Spannung im Gewebe. Dadurch kann die Spannung an den Hausträndern des Operationsschnittes derart erhöht sein, dass die lokale Durchblutung gestört ist. Die Folge ist ein Nichtverheilen der Haut und Unterhaut. Die Therapiestrategien richten sich nach dem Grundproblem. Solange keine bakterielle Infektion besteht, heilen bei gesunden Patienten praktisch alle Wundheilungsstörungen ohne Folgen ab. Nur selten muss der Heilungsprozess chirurgisch unterstützt werden. In diesen Fällen wird abgestorbenes Zellmaterial entfernt und der Wundgrund gereinigt. Bei offenen Wunden wird in aller Regel die spontane Regeneration der Wunde abgewartet. Der

Arzt beschränkt sich dann auf regelmäßiges Wechseln der Verbände und Reinigungen des Wundgrundes. Der Wundgrund füllt sich selbst spontan bis zum Hautniveau. Das Füllgewebe wird als Granulationsgewebe bezeichnet. In der kritischen Phase der Wundgrundgranulation wird auf eine Ruhigstellung des Fußes geachtet, um die Heilung nicht durch mechanische Unruhe zu gefährden.

### 5.1.2 Infektionen

Unter Infektionen versteht man den Befall von Organen mit ortsfremden Bakterien, Viren oder Pilzen, die eine Abwehreaktion des Körpers provozieren. Am häufigsten sind bakterielle Infekte. Typische Zeichen einer bakteriellen Infektion sind Rötung, Überwärmung, Schwellung, Druckempfindlichkeit und Eiterbildung. Infektionen können die Weichteile (Haut, Unterhaut, Schleimbeutel, Sehnenscheiden), ganze Organe, Gelenke oder Knochen betreffen.

Infektionen sind eine glücklicherweise seltene aber gefürchtete Komplikation in der Orthopädie. Sie entstehen lokal infolge gestörter Hautschranke oder hämatogen, d.h. die Infektionserreger gelangen über die Blutbahn von einem entfernten Ort in den betroffenen Körperteil. Sie können mit oder ohne Operationen auftreten.

Der Fuß zeigt nach Operationen als exponiertes Organ an der Körperperipherie eine etwas erhöhte Infektrate. Gerade bei Systemerkrankungen wie zum Beispiel dem Diabetes mellitus oder Durchblutungsstörungen können an den Füßen einfache Infekte zu Problemfällen mutieren. Grob können folgende Infektionen am Fuß unterscheiden werden: die **Cellulitis**, der **oberflächliche Abszess**, der **tiefe Abszess**, die **Osteomyelitis**, der **diabetische Infekt** und die **Pilzerkrankung**.

Die **Cellulitis** ist die Infektion der Haut und des Unterhautgewebes. Typische Zeichen sind Schmerz, Schwellung und Rötung. Meist tritt sie akut auf und wird durch eine Hautläsion verursacht, wodurch Hautkeime unter die Haut einwandern. Die Problematik bleibt meist lokal begrenzt. Falls ein fluktuierender Befund vorliegt, muss an die Möglichkeit eines **oberflächlichen Abszesses**, also einer lokalen Eiteransammlung, gedacht werden.

Gegen Hautkeime werden normalerweise Antibiotika eingesetzt. Bakterien können sich aber an Antibiotika gewöhnen und damit resistent gegen deren Wirkung werden. Es ist wichtig zu wissen, um welche Bakterien es sich handelt und ob mit dem geplanten Antibiotikum diese zerstört werden können. Am häufigsten handelt es sich um Bakterien des Typs *Staphylococcus aureus* oder um Streptokokken. In unklaren Situationen kann zur Bestimmung der Bakterien und deren Empfindlichkeit auf verschiedene Antibiotika eine Eiterprobe entnommen werden. Danach kann das geeignete Medikament aus-

gewählt werden. Man spricht vom Erstellen eines Antibiogrammes und einer resistenzgerechten Antibiose.

Bei großen Abszessen muss eventuell durch Inzision des Abszesses der Eiter entleert werden. Hier geht es um die Reduktion der Eitermenge und um lokale Druckentlastung, damit der Körper den Befund mit den körpereigenen Abwehrmaßnahmen zur Abheilung bringen kann. Neben der lokalen Therapie ist bei allen Infekten die temporäre Ruhigstellung des betroffenen Körperteiles wichtig. Lokale Reibephänomene sollen vermieden werden, was die Verteilung der Bakterien im umliegenden Gewebe zu verhindern hilft.

Reicht der Infekt tiefer als die Subcutis, spricht man von einem **tiefen Abszess**. Oft ist hierbei die Faszie durchbrochen und in schweren Fällen auch ein Gelenksraum betroffen. Solche Infektionen können nach Unfällen vorkommen, bei Diabetes mellitus oder bei Patienten mit immunsupprimierenden Medikamenten. Der Fuß zeigt in diesen Fällen die typischen Infektzeichen mit Rötung, Schwellung, Überwärmung und Druckempfindlichkeit. Bei einer Gelenksmitbeteiligung kommen bewegungsabhängige Schmerzen dazu. Im Gegensatz zu den oberflächlichen Infektionen kommt es oft zu Fieber und einem veränderten Blutbild. Neben den Hautkeimen sind vor allem Bakterien gefürchtet, welche ohne Sauerstoff überleben können. Man spricht bei diesen Keimen von Anaerobiern, den Auslösern von Wund- oder Gasbrand. Bei tiefen Abszessen muss möglichst rasch eine tiefe Wundinzision durchgeführt und Gewebsproben für die Erstellung eines Antibiogrammes entnommen werden. Danach kann eine resistenzgerechte Antibiose begonnen werden. Auch bei tiefen Abszessen ist eine Ruhigstellung des betroffenen Fußes sehr wichtig, um dem Körper die Infektbekämpfung zu erleichtern.

Unter der **Osteomyelitis** versteht man eine akute oder chronische Knocheninfektion, wobei die chronische Form schwieriger zu erfassen ist. Die Osteomyelitis kann direkt durch Eindringen von Keimen in den Knochen (z.B. Unfall) oder hämatogen entstehen. Beim hämatogenen Mechanismus werden die Infektkeime, meist Bakterien, über die Blutbahn von einem so genannten Primärherd aus im Körper verteilt und auch in den Knochen transportiert (Ein typischer Primärherd ist eine chronische Zahninfektion.). Beim Fuß ist diese Art der Entstehung einer Osteomyelitis eher selten. Am häufigsten kommt sie bei Protheseninfekten z.B. am Knie oder an der Hüfte vor. Die Osteomyelitis ist eine komplizierte Form der Infektion, welche der Therapie nicht so einfach wie ein Abszess zugänglich ist. Zur Sicherung der Diagnose kann das MRI hilfreich sein. Röntgenbilder sind für die Erstellung der Diagnose zu unsicher. Eine so genannte Dreiphasen-Skelett-Szintigraphie kann bei der Infektlokalisation (Suche nach Primärherd und Knochenbefall) behilflich sein. Für die

Bestimmung des Bakterientyps und damit des Antibiogrammes ist meist eine Knochenprobe notwendig.

Bei der Osteomyelitis muss in den meisten Fällen eine intravenöse Antibiose über 4 bis 6 Wochen durchgeführt werden. Die Antibiotika werden so direkt via Blutbahn zum Infektherd gebracht. Dies ermöglicht eine schnellere und höher dosierte Antibiotikakonzentration am Ort des Infektes. Manchmal muss die Antibiose mit einer chirurgischen Intervention kombiniert werden, um einen Abszess oder abgestorbenes Gewebe zu entfernen. Bei chronischen Formen muss unter Umständen sogar die Entfernung des infektiös veränderten Knochens in Betracht gezogen werden, um eine weitere Infektausbreitung zu verhindern. Für den Fuß bedeutet dies eine Teilamputation. Der Schweregrad der Infektion wird mitbestimmt durch die Tiefe der betroffenen Gewebschichten.

**Diabetische Infektionen** stellen eine schwerwiegende Komplikation dar. Auch anfänglich harmlose Hautwunden mit kleinen Infektherden können zu einem schwer beherrschbaren Problem mutieren und einen stationären Krankenhausaufenthalt notwendig machen. Die bei langjährigen Diabetikern oftmals vorhandene Gefühlsminderung, Durchblutungsstörungen und Reduktion der Infektabwehr unterstützen die Entwicklung von Ulzerationen. Meist findet sich bei Diabetikern mehr als ein Keim, man spricht von Mischkeimen. Auch hier sind die Anaerobier als Auslöser von Wundbrand sehr gefürchtet. Die Schwere von diabetischen Infektionen widerspiegelt sich in der 40-mal höheren Amputationshäufigkeit im Vergleich zur Normalbevölkerung. Schweren Infekten mit Beteiligung von tiefen Gewebsschichten und Zerstörung von Gewebsstrukturen können sogar lebensbedrohlich werden. Glücklicherweise sind diese Komplikationen selten. Diabetische Infektionen sind am besten in Zusammenarbeit verschiedener Spezialisten zu meistern.

## 5.2 Anästhesie (C. Sommer)

Eine sehr wichtige Rolle bei chirurgischen Eingriffen spielt die Anästhesie. Sie soll einen schmerzfreien Eingriff am Körper ermöglichen, der sonst nicht durchführbar wäre. Haben die Chirurgen noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Anästhesie am Patienten selbst vorgenommen, hat sich die Anästhesie zwischenzeitlich zu einer medizinischen Spezialdisziplin entwickelt. Der Begriff Anästhesie stammt aus dem Griechischen und bedeutet „Empfindungs-lähmung“. Unter einer Anästhesie versteht man die Aufhebung peripherer Sinnesqualitäten wie Berührungs-, Tast-, Schmerz- und Temperaturempfindung. Grundsätzlich werden zwei mögliche Arten der Anästhesie unterschieden: die klassische Narkose und die Regionalanästhesie.

### 5.2.1 Narkose

Sie beinhaltet die Anästhesie des gesamten Körpers unter Ausschaltung oder Einschränkung des Bewusstseins. In der Umgangssprache hat sich der Begriff der Vollnarkose für dieses Verfahren eingebürgert. Die Medikamente werden über die Venen (intravenös, iv) oder über die Atemwege via Lunge (inhalativ) verabreicht und gelangen über die Blutbahnen zum Zentralnervensystem. Durch Wahl und Dosierung der Narkosemedikamente kann der Anästhesist verschiedene Grade der Wachheit steuern. Die Vorstufe der Narkose ist die Sedierung. Diese entspricht einer Art Schlaf, bei dem der Patient aber ansprechbar bzw. weckbar bleibt. Während der Sedierung ist der angstbezogene Schmerzanteil ausgeschaltet. Der Schmerz wird als weniger schlimm taxiert. Die nächste Stufe ist die Hypnose. Hier geht die Weckbarkeit verloren, das Schmerzempfinden ist unterdrückt, die Schmerzabwehr ist jedoch noch vorhanden. Für die Zeit des Bewusstseinsverlustes (Hypnose) besteht in der Regel eine komplette Erinnerungslosigkeit (Amnesie). Erst bei der letzten Stufe, der Narkose, sind auch diese Reflexe aufgehoben. Da bei der Narkose regelmäßig die Atemtätigkeit ausgeschaltet wird, sind künstliche atmungsunterstützende Systeme erforderlich.

### 5.2.2 Regionalanästhesie

Der Anästhesieeffekt kann auf bestimmte Körperareale begrenzt werden. Man unterscheidet rückenmarksnahe Regionalanästhesien und periphere Nervenblockaden. Von den rückenmarksnahen Verfahren werden die Spinalanästhesie und Epiduralanästhesie am häufigsten angewendet. Es resultiert eine Aufhebung von Schmerz, Gefühl und Bewegung der unteren Extremitäten und des Rumpfes bis zu einer bestimmten Höhe. Die Atmung und das Bewusstsein bleiben erhalten. Bei den peripheren Nervenblockaden werden Lokalanästhetika in unmittelbare Nähe der Nerven gespritzt, um dort die Nervenleitung auszuschalten. Dies ergibt eine lokale Unempfindlichkeit auf Schmerzreize. Die Narkose kann mit einer Methode der Regionalanästhesie kombiniert werden. Man spricht dementsprechend von einer Kombinationsanästhesie.

### 5.2.3 Welches Anästhesieverfahren soll gewählt werden?

Der Anästhesist wird aufgrund eigener oder hausärztlicher Voruntersuchungen und der medizinischen Vorgesichte die Gesundheit des Patienten und das Anästhesierisiko einschätzen. Fußoperationen sind für den Organismus meist nicht sehr belastend und werden in aller Regel von den Patienten gut toleriert. Die Empfehlung für die zu wählende Anästhesiemethode richtet sich auch nach der Art, Lokalisation, Dauer und Dringlichkeit des Eingriffes sowie der Präferenz des Anästhesisten. Wünsche des Patienten werden soweit als möglich berücksichtigt. Keine Methode hat sich als überlegen erwiesen, sodass im Einzelfall entschieden wird.

### 5.2.4 Prämedikation

Unter diesem Begriff versteht man die medikamentöse Vorbereitung des Patienten auf die Operation. Im Vordergrund steht hier die Stressreduktion und Angstvermeidung. Eine gute Stressbekämpfung vor der Operation hat erwiesenermaßen Einfluss auf das Herz-Kreislauf-System während der Operation sowie auf den Bedarf an Schmerzmitteln nach dem Eingriff. Als Medikamente werden häufig Schlafmittel (z. B. Benzodiazepine) eingesetzt.

### 5.2.5 Nahrungs- und Trinkverhalten vor Operationen

Bei geplanten Eingriffen und Notfalloperationen ohne Lebensgefahr sollte eine Nahrungskarenz von mindestens sechs Stunden vor der Operation eingehalten werden. Bis spätestens zwei Stunden vor dem Eingriff sollte auch auf klare Flüssigkeiten verzichtet werden. Die Gefahr des Einatmens von Mageninhalt in die Atemwege unter der Anästhesie soll vermieden werden.

### 5.2.6 Maßnahmen zur Schmerzbekämpfung

Fußoperationen haftet der Ruf an, speziell schmerhaft zu sein. Dies röhrt zum Teil daher, dass der Fuß sehr engmaschig mit sensiblen Nerven überzogen ist. Zudem ist gerade der Vorfuß wenig mit Subcutis gepolstert und mit straffen Gewebsschichten überzogen. Dies führt dazu, dass auch schon kleine Volumenänderungen (Schwellungen, kleine Ergüsse) zu massiven Schmerzen führen können. Mit einer subtilen Operationstechnik und einigen Tricks können die Schmerzen nach einer Operation jedoch sehr gut kontrolliert werden. Wir spritzen nach der Operation meist ein langwirkames Lokalanästheticum in den Bereich des Operationszuganges. Damit kann der Schmerz für einige Stunden nach der Operation deutlich reduziert werden. Auch die Anpassung einer dorsalen Schiene zur Ruhigstellung des Fußes hat sich sehr bewährt. Diese dient als Schwellungsprophylaxe und damit der Schmerzreduktion. Für die erste Nacht nach der Operation wird Bettruhe verordnet. Zusammen mit den Schmerzmedikamenten des Anästhesisten bietet dieses Maßnahmenpaket die Gewähr für einen sehr gut tolerierbaren Schmerzpegel auch nach größeren Eingriffen.

## 5.3 Präoperative Abklärungen (C. Sommer)

Vor einer Operation müssen einige medizinische und organisatorische Fragen geklärt werden. Hierfür sind am Ende dieses Buches zwei Hilfsmittel vorgesehen: die „[Checkliste Fußchirurgie](#)“ und der „[persönliche Behandlungsplan](#)“. Die Checkliste soll als Gedankenstütze helfen, die durch den Patienten zu organisierenden Belange vor und nach der Operation zu planen. Der persönliche Behandlungsplan soll als Besprechungsgrundlage für den individuellen

Fahrplan vor und nach der Operation dienen und die medizinisch wichtigen Belange festhalten.

Für den Fußchirurgen sind aktuelle Röntgenbilder der Füße wichtig; eventuell kann er die bereits vom Hausarzt angefertigten Bilder übernehmen. Oft wird er zwecks genauer Operationsplanung spezielle Röntgenbilder anfertigen, um die für die Operation notwendigen Zusatzinformationen zu erhalten. In einigen Fällen sind Kernspintomographie (MRI), Computertomographie (CT) oder andere Untersuchungen notwendig.

Der Hausarzt wird um aktuelle Informationen zum allgemeinen Gesundheitszustand anfragt werden. Falls nötig, kann ein weiterer Spezialist zugezogen werden, um das Operationsrisiko abzuschätzen bzw. die Phase vor, während und nach der Operation auf die individuellen Bedürfnisse anzupassen.

Der Narkosearzt nimmt vor der Operation mit dem Patienten Kontakt auf, damit die Wahl für das geeignete Narkoseverfahren getroffen werden kann. Mit seinem Team nimmt er den Patienten unmittelbar vor der Operation in Empfang und überwacht und begleitet ihn während des Eingriffes konstant. Meist ist er auch in den ersten Stunden nach der Operation für die Wahl der Schmerzmittel verantwortlich. Alle Bemühungen zielen darauf ab, den Patienten möglichst schonungsvoll und unter Wahrung der größtmöglichen Sicherheit durch die Fußoperation zu geleiten.

## 5.4 Abläufe im Krankenhaus (C. Sommer)

### 5.4.1 Präoperativ

Da es für die meisten Wahleingriffe am Fuß aus anästhesiologischer Sicht keine größeren Vorabklärungen braucht, reicht es meist, wenn der Patient am Operationstag selbst in die Klinik eintritt. Bei Eintritt ins Krankenhaus werden zuerst die Eintrittsformalitäten erledigt. Auf der Station erfolgt das Gespräch mit dem Narkosearzt. Nach Verabreichung der Prämedikation wird der Patient mit dem Bett an die Umbettschleuse gebracht. Sie bildet die Grenze zum OP-Trakt. Hier wird der Patient vom Narkoseteam in Empfang genommen, auf den OP-Tisch gelegt und in den Vorbereitungsraum gefahren. Dort werden alle Vorbereitungsarbeiten (Infusion, Anlegen von EKG-Elektroden etc.) für die Anästhesie und die Lagerung getätig. Der Narkosearzt leitet die besprochene Anästhesieform ein, bei Fußeingriffen ist dies meist die Regionalanästhesie. Danach wird der Patient in den Operationssaal gebracht. Die OP-Schwester oder der OP-Pfleger sind bereits steril angezogen und haben alle Instrumente und Maschinen vorbereitet. Sie sind für die Sterilität des Instrumentariums und des Operationsgebietes zuständig. Das Operationsgebiet wird dafür mehrmals mit Desinfektion behandelt und mit sterilen Tüchern abgedeckt.

### 5.4.2 Perioperativ

Der Hautschnitt markiert den Beginn der Operation. Unter Koagulation kleiner Blutgefäße und größtmöglicher Blutfreiheit wird schichtweise bis ins Zielgebiet der Operation in die Tiefe präpariert. Gefäße und Nerven werden möglichst geschont. Die Präparation hat so zu erfolgen, dass der Verschluss der Gewebsschichten am Ende der Operation spannungsfrei möglich ist. Nachdem der Haupteingriff beendet ist, erfolgt der schichtweise Wundverschluss und anschließend die Hautnaht oder Klammerung. Bei Fußeingriffen wird nur selten eine Drainage eingelegt. Der Fuß wird mit Verbandsmaterial zuerst steril abgedeckt und dann eingewickelt. In einigen Fällen erfolgt eine Ruhigstellung des Fußes mit einer Schiene. Je nach Operation wird während oder am Schluss der Operation eine Röntgenkontrolle zur Beurteilung von Knochenstellungen, Implantatlage und -länge durchgeführt werden. Schließlich wird der Patient wieder in die Umbettschleuse und ins eigene Bett gebracht. Patienten mit Vollnarkose werden im Aufwachraum noch so lange überwacht, bis die Kreislaufverhältnisse so stabil sind, dass sie auf die Bettenabteilung verlegt werden können. Das Narkoseteam übergibt den Patienten mit einem Rapport an die Stationsschwester. Mit diesem Übergaberapport werden dem Stationsteam der Operationsverlauf und die Verordnungen für die ersten Stunden nach der Operation übermittelt.

### 5.4.3 Postoperativ

In den meisten Krankenhäusern sind die Anästhesisten für die Medikamente und Laborverordnungen in den ersten Stunden nach dem Eingriff verantwortlich. Am Tag der Operation kommen der Operateur und der Narkosearzt auf Visite. Der Operateur berichtet über den Operationsverlauf und das geplante Procedere. Der Narkosearzt überprüft die Analgesie und Körperfunktionen und erklärt das Verhalten im Falle von Schmerzen, Übelkeit usw.

Der Schmerzbekämpfung kommt in den ersten Stunden nach der Operation die größte Bedeutung zu. Je nach Operation erfolgt meist am ersten Tag nach der Operation der erste Verbandwechsel mit Mobilisation des Patienten außerhalb des Bettes, ev. unter physiotherapeutischer Anleitung. Sobald es der Heilungsverlauf erlaubt und die Schmerzen medikamentös beherrschbar sind, kann der Patient nach Hause entlassen werden.

Im Allgemeinen werden Fußeingriffe gut toleriert, da sie einerseits praktisch ohne Blutverlust durchgeführt werden können und andererseits nur eine kleine Körperfläche miteinbezogen ist.

## 5.5 Operationssaal (T. Dietsche)

### 5.5.1 Operationsvorbereitungen

Aus hygienischen Gründen, d.h. zur Reduzierung der Hautkeime, sollte am Morgen der Operation eine gründliche Ganzkörperreinigung vorgenommen werden. Ebenfalls ist darauf zu achten, dass die Zehennägel kurz geschnitten und frei von Nagellack sind, um ein Abblättern des Lacks in das Operationsgebiet zu vermeiden.

Haare gelten generell als potenziell keimbesiedelt, deshalb werden sie aus Gründen der Minimierung einer möglichen Wundinfektion unmittelbar vor dem operativen Eingriff rund um das Operationsgebiet entfernt.

### 5.5.2 Die Operationsabteilung

In den Operationssälen gilt das Prinzip der Keimfreiheit, weil die Operationswunde eine Eintrittsmöglichkeit für Krankheitserreger darstellt. Dieses Prinzip umfasst alle Maßnahmen, die zum Ziel haben, Infektionsgefahren beim Setzen einer Operationswunde auszuschalten. Ein hygienisch korrektes Verhalten ist die Grundvoraussetzung zur Vermeidung von Infektionen.

Die **Operationsschleuse** trennt die „Außenwelt“ vor der „Innenwelt“ oder anders gesagt sie dient als Barriere vor unerwünschten Keimen in der Operationsabteilung. Alle Personen, die im Operationssaal arbeiten, müssen durch eine **Personalschleuse** und unterliegen einigen hygienischen Anforderungen, wie z.B. Händedesinfektion, Wechsel auf Operationskleidung, Ablegen von Schmuckstücken und Armbanduhren.

Was für das Personal gilt, gilt auch für die Patienten. In der Klinik erhält der Patient auf der Abteilung ein frisches Spitalhemd und wird auf Abruf mit dem Bett in die **Patientenschleuse** gefahren. Dort wird er von einem Anästhesiepfleger in Empfang genommen und wechselt auf den fahrbaren Operationstisch. Aus Gründen der Hygiene wird das Spitalhemd abgelegt und gegen warme Tücher ausgetauscht. Die Kopfhaare werden mit einer Op-Haube bedeckt.

Die Anforderungen an den **Operationssaal** müssen einem breiten Spektrum an hohen Ansprüchen gerecht werden. Zuoberst steht die Sterilität.

Durch eine spezielle raumluftechnische Anlage wird sichergestellt, dass optimale klimatische Bedingungen für eine Operation herrschen. Durch feinste Filter werden Luftverunreinigungen wie z.B. Staub und Mikroorganismen eliminiert. Um das Operationsgebiet herum wird keim- und staubfreie Luft zugeführt und mittels Überdruck in die angrenzenden Bereiche und Räume abgeführt. Mit einer konstant niedrigen Temperatur von ca. 19 Grad wird eine Keimvermehrung verhindert, da Mikroorganismen zum Wachstum eine wärmere Temperatur bevorzugen.

Ein Hightech an Geräten, Anschlüssen und Materialien sind in einem Operationssaal vorhanden.

Aus einem Wandanschluss wird Luft mit ca. 6 bar in den Druckluftschlauch gepresst, was dem Antrieb der Bohrmaschinen und Sägen während der Operation dient. Die verbrauchte Luft wird in dem gleichen Schlauchsystem durch den Wandanschluss auch wieder ausgeleitet, um Keimverschleppung durch Turbulenzen der austretenden Luft zu vermeiden. Andere Wandanschlüsse dienen Absaugsystemen für Blut, Sekret und andere Flüssigkeiten. Das Hochfrequenzgerät nimmt einen besonders wichtigen Platz in der Chirurgie ein und wird in einem späteren Thema ausführlich erläutert.

Zwei große Operationslampen gewähren dem Operateur eine gute Sicht auf das Operationsfeld. Mittels eines sterilen Handgriffes kann er während der Operation die Lampe selbst optimal positionieren.

Während einer Operation bietet ein elektrisch verstellbarer Operationstisch dem Operateur sehr gute Möglichkeiten, die Lagerung und Position des Patienten zu verändern. Deshalb ist es auch wichtig, den Patienten zu Beginn einer Operation mit einem Gurt auf dem Tisch zu fixieren, damit er bei Positionsänderungen gut gesichert ist.

Auf Seiten der Anästhesie ist das Narkosegerät das Herzstück eines Operationssaales. Mit ihm überwachen sie den Patienten auf seine Funktionen, versorgen ihn mit Sauerstoff und steuern die Narkose.

Material, das häufig für eine Operation benötigt wird, ist im Operationssaal in Wandschränken oder rollbaren Wägen verstaut, wie z. B. Handschuhe, Fäden, Verbandsmaterial. In angrenzenden Lagerräumen sind Instrumentensiebe, Abdeckungsmaterial und sonstige Reservematerialien verstaut. Diese Räume müssen genau wie der Operationssaal Anforderungen wie konstanter Temperatur und speziellen Raumluftfilter gerecht werden.

### Narkosevorbereitungsraum

Im Einheitsraum werden alle Vorbereitungen für die Operation getroffen. Der Anästhesist verabreicht die vorbesprochene Narkoseart, der Anästhesiepfleger und der Lagerungspfleger sind für die Überwachung, die Lagerung und das Wohlbefinden des Patienten zuständig. Ein wichtiges Augenmerk gilt der korrekten Lagerung des Patienten. Es ist darauf zu achten, dass exponierte, gefährdete Stellen besonders weich und spannungsfrei gelagert sind, um Folgeschäden zu vermeiden. Auch das Warmhalten des Patienten ist von entscheidender Bedeutung. Unterkühlung wirkt sich negativ auf den Grundumsatz und die Durchblutung der Gewebe aus und leistet der Entstehung von Druckgeschwüren und postoperativen Wundheilungsstörungen Vorschub.

## Operationsteam

Für eine Operation braucht es neben dem Operateur und seiner Assistenz noch eine Vielzahl an qualifizierten Mitarbeitern, die ihn bei der Operation unterstützen. Am Kopf des Patienten schauen der Narkosearzt und der Anästhesiepfleger auf die Vitalzeichen und das Wohlbefinden des Patienten. Der Lagerungspfleger ist für eine sichere und bequeme Lagerung des Patienten zuständig. Während der Narkoseeinleitung bereitet die instrumentierende Op-Schwester mit Unterstützung des „Springers“ die Instrumente und alle für den Eingriff erforderlichen Materialien vor. Sie reicht dem Operateur während dem Eingriff die benötigten Instrumente und ist am Schluss auch für eine korrekte Entsorgung des Materials zuständig.

### 5.5.3 Sterilisation und Desinfektion

Bei der **Sterilisation** erreicht man eine völlige Keimfreiheit, da alle Mikroorganismen abgetötet werden. Alle Instrumente und Materialien, die mit dem Patienten während einer Operation in Kontakt kommen, durchlaufen im Vorfeld ein strenges Sterilisationsverfahren. Sie werden in spezielle Container eingepackt und mittels eines Dampf-Sterilisations-Verfahrens meist in der Klinik selbst sterilisiert. Einwegartikel (Abdeckungsmaterial, Fadenmaterial, Verbandsmaterial usw.) kommen meist Gamma-sterilisiert ins Spital und können direkt für eine Operation genutzt werden.

Zu einem kompletten **Sterilisationsverfahren** gehören die Anheizzeit inkl. Vorvakuum, die Ausgleichszeit (die Zeit, die zum Erreichen der erforderlichen Temperatur an allen Stellen des Sterilgutes erforderlich ist), die Sterilisationszeit selbst und das Nachvakuum inkl. Belüftung. Alles in allem benötigt eine komplette Sterilisation ca. 70 Minuten und erreicht zum Teil eine Höchsttemperatur von 135 Grad Celsius. Anschließend wird das Sterilgut zur Weiterbenutzung in den Operationssaal geschickt. Dort kann sich die Operationsschwester durch den Sicherheitsverschluss am Container und die chemischen Indikatoren darin von der Sterilität der Instrumente überzeugen.

Ziel der **chirurgischen Händedesinfektion** ist es, möglichst alle auf der Haut befindlichen Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze) unschädlich zu machen. Früher hat man versucht, durch minutenlanges intensives Bürsten die Keime „herauszuwaschen“. Allerdings wurde nachgewiesen, dass die Bürsten der Bürste die Haut beschädigen und damit ein Überleben oder sogar die Vermehrung der Keime begünstigen. Heutzutage wäscht man die Hände zunächst ca. eine Minute mit einer Waschsubstanz und trocknet sie danach sorgfältig mit einem Einmaltuch ab. Anschließend wird ein alkoholisches Händedesinfektionsmittel 3 bis 5 Minuten lang eingerieben. Dabei muss beachtet werden, dass die Hände den ganzen Zeitraum über mit Desinfektionsmittel feucht gehalten werden. Das entsprechende Präparat wird dabei großflächig

an Händen und Unterarmen angewandt, um die gewünschte Wirkung gegen die Bakterien zu erzielen.

Bei der **Hautdesinfektion des Patienten** gelten grundsätzlich ähnliche Kriterien. Zusätzlich ist darauf zu achten, dass spätestens in der Vorbereitung der Anästhesie der zu operierende Körperteil rasiert ist. Die Umgebung des Op-Gebietes sollte vor der Hautdesinfektion mit feuchtigkeitssaugenden Tüchern abgedeckt sein, um Flüssigkeitsansammlungen unter dem Patienten zu verhindern. Ansonsten besteht eine enorme Erhöhung der Verbrennungsgefahr bei intraoperativ angewandtem Hochfrequenzstrom. Bei der Hautdesinfektion ist darauf zu achten, dass dreimal von der Schnittzone aus zur Peripherie hin desinfiziert und dafür jeweils immer neue Tupfer genommen werden. Wann immer möglich, sollten die Zehen mit einem Handschuh zugedeckt werden, da die Nägel als am schmutzigsten angesehen werden. Ein besonderes Augenmerk gilt der Einwirkzeit. Die auf dem Desinfektionsmittel angegebene Einwirkzeit ist unbedingt einzuhalten.

Es stehen auf dem Markt Unmengen von Desinfektionslösungen zur Verfügung. Zwei Hauptgruppen sind für die Fußchirurgie am bedeutungsvollsten. Die auf Jod und die auf Alkohol basierenden Desinfektionsmittel. Welches von beiden genommen wird, ist zum größten Teil abhängig von der Verträglichkeit des Präparates. Hat ein Patient eine bekannte Jodallergie, sollte dies dem Arzt in der Vorbesprechung unbedingt mitgeteilt werden. Außerdem sollten alkoholische Mittel nicht für offene Wunden genommen werden.

Die **Patientenabdeckung** ist eine weitere Barriere für die Keimeindringung während einer Operation. Sie bietet einen optimalen Schutz vor der Durchdringung von Keimen und Nässe, schützt den Patienten vor Unterkühlung und ist atmungsaktiv. Das Einweg-Fuß-Set besteht aus einem Instrumentiertischbezug, Op-Mänteln, einem Patientenunterlegetuch, und einem großen Lochtuch, das auch als Sichtschutzvorhang oder Abgrenzung zur Anästhesie dient.

#### 5.5.4 Instrumente und Hilfsmaterial

Der **Hochfrequenzstrom** ermöglicht dem Arzt eine blutarme Operation, eine gute Sicht im Wundgebiet und führt zu keiner Keimverschleppung aufgrund der hohen Arbeitstemperaturen. Zur Anwendung kommen Wechselströme mit sehr hoher Frequenz. Diese hohen Frequenzen vermeiden neuromuskuläre Kontraktionen.

Da Körpergewebe einen höheren elektrischen Widerstand hat als die metallene Schneideelektrode, wird nur das umliegende Gewebe aufgeheizt. Dies nutzt die Hochfrequenz-Chirurgie, um kleinere Gefäße zu verschließen, Gewebe zu durchtrennen und gleichzeitig zu koagulieren und um Oberflächen zu fulgurieren (verkohlen).

Dabei sind einige Sicherheitsrichtlinien zu beachten:

- Die Neutralektroden-Platte sollte ganz auf der trockenen Haut aufkleben und keine Flüssigkeit darunter laufen.
- Die Platte sollte möglichst in der Nähe des OP-Feldes angebracht werden, um unnötige Belastungen des Körpers durch Stromrückfluss zu vermeiden.
- Der Patient sollte keinen Kontakt mit Metall, wie z.B. einem Infusionsständer, haben.
- Die Unterlage, auf welcher der Patient liegt, muss trocken sein.
- Haut-auf-Haut-Kontakte bei Patienten sollten (z.B. mit Tüchern) vermieden werden: Schweiß leitet Strom und führt so zu Verbrennungen.

Die **Blutleere** und **Blutsperre** ermöglichen dem Operateur eine ausreichende Übersicht im Operationsfeld, um feine Strukturen wie Nerven, Gefäße und Sehnen exakt zu präparieren. Dabei wird zuerst das venöse Blut der Extremität mittels einer **Esmarch'schen Gummibinde** ausgewickelt, was zu einer **Blutleere** führt. Bei der Blutsperre wird die Blutzufuhr durch zirkuläres Abdrücken der Gefäße einer Extremität mit einer **Blutsperrmanschette** unterbrochen. Die Höhe des Druckes wird nach ärztlicher Ansage je nach Umfang der Extremität (zwischen 250 und 400 mmHg am Bein) von der Anästhesie eingestellt und überwacht. Die Blutsperre sollte nicht länger als zwei Stunden dauern. Bei längeren Operationen muss die Manschette zwischenzeitlich für 20–30 Minuten gelockert werden, damit die Extremität wieder mit Blut versorgt werden kann.

Für eine Fußoperation werden sehr viele verschiedene **Instrumente** benötigt. Die Grundinstrumentarien für Fußoperationen bestehen aus einem Fuß-Weichteilsieb und einem Fuß-Knochensieb. Diese Instrumente werden zur Präparation und Darstellung benötigt. Sie bestehen aus einem hochwertigen Chirurgenstahl, sind zum Teil zusätzlich mit Härtelegierungen versehen und entsprechen somit den hohen Anforderungen während einer Operation und der immer wiederkehrenden Aufbereitung durch die Sterilisation. Bei Operationen mit Osteosynthesen wird zusätzlich eine Antriebsmaschine zum Fräsen und Bohren verwendet. Es existieren Systeme mit einer Akku-Batterie für ein freieres Handling oder Systeme mit Druckluftschlauch.

Die korrekte Lage der Schrauben und die Stellung der Knochenfragmente kann während der Operation unter Zuhilfenahme eines fahrbaren Röntgenapparates, dem sogenannten **Bildwandler** kontrolliert werden. Bei den heutigen modernen Röntgenapparaten ist die Strahlendosis sehr gering.

## 5.6 Implantate (T. Dietsche)

Das Prinzip der Osteosynthese hat eine interfragmentäre Kompression zum Ziel. Dies wird mittels einer so genannten Zugschraube am einfachsten erreicht. Die Zugschraube gleitet durch die schraubenkopfnahe Kortikalis (im Gleitloch). Das Gewinde der Schraube fasst nur das gegenüberliegende Fragment (im Gewindeloch). Es entsteht ein Zug vom Gleitloch auf das Gewindeloch, was zu einer Kompression der beiden Fragmente führt. Diese interfragmentäre Kompression kann mittels Schrauben, Platten und Cerclagen erreicht werden.

Die Auswahl der in der Fußchirurgie verwendeten Implantate ist sehr groß. Hauptsächlich ist sie abhängig vom Ort der Operation, der Operationstechnik sowie von den Vorlieben des Operateurs.

Im Vorfuß- und im Mittelfußbereich kommen vor allem **Titanplättchen** und **-schrauben** des Mini- oder Kleinfragmentes sowie Kirschnerdrähte zum Einsatz. Die Schrauben haben einen Durchmesser von 1,5 und 2,0 Millimeter. Die Titanschräubchen haben gegenüber den Stahlschrauben des Mini- oder Kleinfragmentes den Vorteil, dass sie selbstschneidend sind, einen sehr flachen Kopf besitzen und fast in einer Ebene mit dem Knochen abschließen. Somit sind sie für den Patienten kaum spürbar und nicht störend, und müssen deshalb auch nicht wieder entfernt werden, was eine weitere Operation unnötig macht. Titan hat gegenüber Stahl den Vorteil, sehr gut gewebeverträglich zu sein, was allergische Reaktionen auf das Implantat minimiert.

**Kirschnerdrähte** werden vor allem zur temporären Fixierung von Knochenfragmenten und Schienung bei Hammerzehen eingesetzt. Durch ihre spezielle Oberflächenlegierung ist ein Verwachsen mit dem Knochen innerhalb der

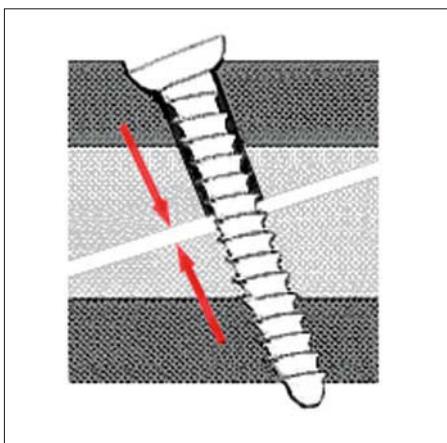


Abb. 42. Schema Zugschraube

kurzen Liegezeit nicht möglich, was ein leichteres Ziehen des Drahtes ermöglicht.

Osteosynthesen des Rückfußes können mit Knochenklammern, Großfragment-schrauben oder auch durchbohrten Schrauben der Größe 6,5 und 7,3 Milli-meter versorgt werden.

**Durchbohrte (kanülierte) Schrauben** eignen sich sehr gut für Arthrodesen der Sprunggelenke. Sie sind aus einer besonderen Titanlegierung und sind selbstschneidend. Der Vorteil dieser Hohlschrauben besteht darin, dass man vor dem Bohren einen temporären Kirschnerdraht zur exakten Positionierung einbringen kann. Anschließend wird nach dem Überbohren des Drahtes die definitive Schraube eingedreht und der Kirschnerdraht wieder entfernt.



Abb. 43a. Implantate für Vor- und Mittelfuß

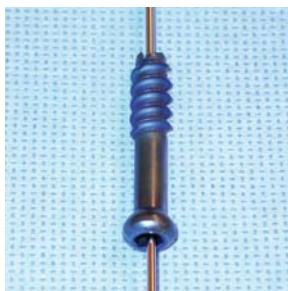


Abb. 43b. Kanülierte Schraube mit Kirschner-draht



Abb. 43c. Klammer mit Setzinstrument



Abb. 43d. Beispiel OSG-Prothese

Die U-förmigen **Knochenklammern** sind aus Titan. Sie werden mit einem speziellen Setzgerät in die zu komprimierenden Knochenfragmente getrieben.

In der Prothesentechnik am Fuß ist v.a. die **OSG-Prothese** nennenswert. Andere Gelenkprothesen haben sich nach den heutigen Kenntnissen noch nicht durchgesetzt. Diverse Prothesenmodelle werden von verschiedenen Firmen angeboten, bestehen aber grundsätzlich aus denselben Bausteinen: zwei Metallteile als Gelenksflächenersatz mit einem dazwischen liegenden Inlay aus Polyaethylens als Knorpelersatz.

## 5.7 Nahttechnik und Wundbehandlung (M. Sommer)

### 5.7.1 Prinzipien der Naht

Operationen nach heutigem Muster sind erst seit der Einführung der Asepsis, der modernen Narkoseverfahren und dem heutigen Nahtmaterial möglich. Erst der sichere Verschluss der Gewebebeschichten macht größere Operationen möglich.

Beim schichtweisen Wundverschluss werden von der Tiefe zur Hautoberfläche hin die zuvor präparierten Gewebsschichten wieder möglichst schonend und anatomisch korrekt verschlossen. Die Art und Stärke des jeweiligen Fadens wird vom Chirurgen aufgrund der Gewebsdicke, -elastizität und -spannung gewählt. Je dicker und gespannter die Gewebebeschicht, desto stärker wird auch das verwendete Fadenmaterial sein.

Für tiefere Schichten werden meist resorbierbare Fäden verwendet, für den Verschluss der Haut meist nicht resorbierbare Fäden. Nicht resorbierbare Fäden zeigen eine bessere Reißfestigkeit und bieten deshalb einen besseren Schutz der Naht. Dies ist gerade bei der oft erhöhten mechanischen Beanspruchung der Haut des Fußes in der Phase nach der Operation ein Vorteil. Sie müssen nach ca. 2 Wochen entfernt werden.

Alternativ können auch Hautklammern verwendet werden. Diese haben den Vorteil, dass sie einen schnelleren Wundverschluss erlauben und meist einfacher zu entfernen sind. Sie können jedoch nur bei genügendem subkutanem Polster verwendet werden. Beim Fuß sind sie vor allem für die Fußwurzel und den Rückfuß geeignet. Kosmetisch ergeben sich mit Fäden und Klammern vergleichbare Resultate.

### 5.7.2 Knotentechnik

Das Nähen und das Knüpfen von Knoten ist zwar nur ein kleiner, aber wichtiger Teil der Chirurgie. Es gibt gewisse allgemeine Grundsätze, die für das Knüpfen von Knoten gültig sind und bei allen Arten von Nahtmaterialien berücksichtigt werden.

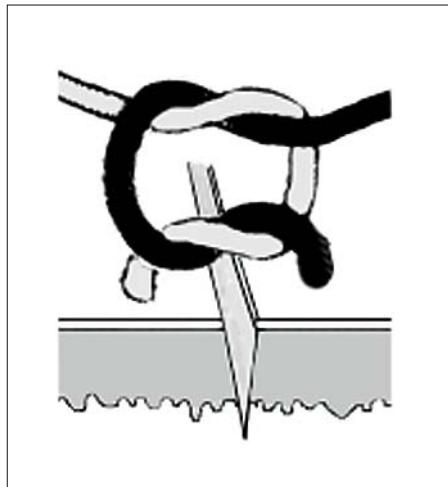


Abb. 44a. Überkreuzter Knoten

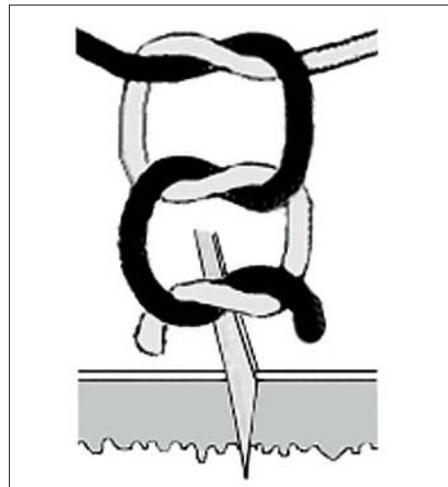
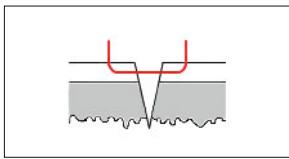


Abb. 44b. Doppelt überkreuzter Knoten

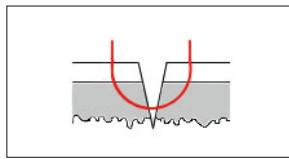
- (1) Der fertige Knoten muss fest sein und so geknüpft, dass ein Aufgehen unwahrscheinlich ist.
- (2) Knoten, welche in der Tiefe des Gewebes gesetzt werden, sollten möglichst klein sein, um eine Gewebsreaktion (Rötung, Schwellung) bei Verwendung von resorbierbarem Nahtmaterial zu reduzieren und um eine Fremdkörperreaktion (Granulombildung) bei Verwendung von nichtresorbierbaren Fäden zu vermindern. Wichtig ist zudem, die Fadenenden möglichst kurz zu schneiden. Dies gilt nicht bei Hautfäden.
- (3) Die Knoten dürfen nicht zu straff sein, um das Gewebe möglichst zu schonen.
- (4) Die durch die Naht entstehende Gewebsspannung sollte keinen übermäßigen Zug auf benachbarte Gefäß- und Nervenstrukturen ausüben.
- (5) Die am häufigsten verwendeten Knoten sind der überkreuzte Knoten bzw. der doppelt überkreuzte Knoten.

### 5.7.3 Nahttechnik

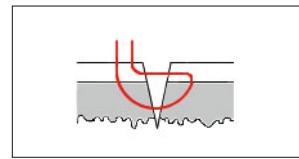
Einzelne Knoten einer Gewebsschicht bilden die Naht. Je nach Anzahl der Gewebeeschichten können verschiedene Nähte übereinander liegen. Innerhalb einer Naht kann die Knotentechnik variieren, je nach Gewebequalität und Gewebsspannung. Grundsätzlich können Knoten einzeln geknüpft oder verbunden werden. Man spricht von einer Einzelknopfnaht oder von einer fortlaufenden Naht. Fortlaufende Nähte zeigen eine bessere Druckverteilung auf das Gewebe, während einzelne Nähte eine lose Adaptation der Nahtränder und so ein Entweichen übermäßiger Gewebsflüssigkeiten erlauben.



**Abb. 45a. Einfache Naht Cutis**



**Abb. 45b. Einfache Naht Subcutis**



**Abb. 45c. Rückstichnaht**

Die einfachste Naht ist die fortlaufende Naht oder Umwendelungsnaht. Hier wird der Faden nach dem Prinzip der einfachen Naht fortlaufend spiralförmig in und aus der Haut (Cutis) geführt. Diese Naht eignet sich gut für Orte ohne dicke Subcutis, zum Beispiel am Vorfuß.

Rückstichnähte können einzeln oder fortlaufend ausgeführt werden. Der Einstich erfolgt durch die Cutis in die Subcutis, dann via Subcutis und Cutis auf der Gegenseite zurück in die Cutis der Einstichseite. So kann auch dickes Gewebe großflächig schön adaptiert werden.

Von allen Nahttechniken sind viele Variationen bekannt, können hier aus Kapazitätsgründen aber nicht im Detail besprochen werden.

#### 5.7.4 Fadenmaterial

Ziel des Nahtmaterials ist es, die genähten Strukturen in der Phase der Wundheilung ausreichend vor einwirkenden Kräften zu schützen. Entscheidend ist, ob der Faden resorbiert wird, oder ob er im Gewebe verbleiben soll.

Die meisten Fäden werden heute synthetisch hergestellt. **Resorbierbare Fäden** können sich innert einer gewissen Zeit durch Hydrolyse im Gewebe auflösen. Bei diesem Prozess wird das Material in Milchsäure, Wasser, Glukose und Kohlendioxid gespalten und vom Körper abgebaut. Je nach gewünschter Funktionsdauer können Fäden mit verschiedenen Resorptionszeiten gewählt werden. **Nicht resorbierbare Fäden** lösen sich nicht auf. Sie finden ihre Verwendung an mechanisch beanspruchten Orten oder aber beim Hautverschluss, wo sie nach abgeschlossener Wundheilung entfernt werden.

Neben den Eigenschaften des Nahtmaterials unterscheidet man verschiedene Formen des Fadenaufbaus.

**Monofil** Fäden zeichnen sich durch eine glatte Oberfläche aus, besitzen einen hervorragenden Gewebedurchzug. Die glatte Oberfläche verschlechtert allerdings die Knotensitzfähigkeit, die durch eine höhere Knotenanzahl wieder ausgeglichen werden muss und stellt sich in der Regel sperriger dar. Diese Nachteile reduzieren sich hingegen erheblich, je dünner der Faden wird.

**Polyfile** Fäden sind mehrere ineinander geflochtene Filamente. Ihr Handling ist sehr geschmeidig und durch die raue Oberfläche besitzen sie einen guten Knotensitz. Allerdings ist ihr Gewebedurchzugsverhalten dadurch auch traumatischer (Sägewirkung).

Nachstehend eine Auflistung der von uns häufig verwendeten Fäden für Fußoperationen:

Monocryl	synthetisch, monofil,	Resorption ca. 90 Tage	Sehnen, Faszien, Subcutis
PDS	synthetisch, monofil,	Resorption ca. 120 Tage	Sehnen
Prolene	synthetisch, monofil,	nicht resorbierbar	Haut
Synthofil	synthetisch, polyfil,	nicht resorbierbar	Bänder, Knochen
Vicryl	synthetisch, polyfil,	Resorption ca. 70 Tage	Subcutis, Bänder, Sehnen, Faszien
Vicryl rapid	synthetisch, polyfil,	Resorption ca. 40 Tage	Haut

### 5.7.5 Fadenentfernung, Klammerentfernung

Bei komplikationslosem Verlauf können die Fäden oder Klammern am Fuß zwischen der 2. und 3. Woche nach der Operation entfernt werden. Die Haut ist nun soweit verheilt, dass sie diese Stabilisationshilfen nicht mehr benötigt. Mit dem Entfernen der Fäden wird das Duschen ohne Schutz wieder freigegeben. Mit ausgiebigen Bädern hingegen sollte noch bis zur vollständigen Wundheilung zugewartet werden, um ein unnötiges Aufweichen der Wundränder und somit eine mögliche Keimbesiedlung zu vermindern.

### 5.7.6 Narbenpflege

Die Narbenbildung ist weitgehend genetisch festgelegt. Zahlreiche andere Faktoren können einen ungünstigen Einfluss auf die Narbenqualität haben: jugendliches Alter, Allgemeinerkrankungen wie Diabetes mellitus oder Durchblutungsstörungen, chronische Einnahme von Kortison oder Migränemedikamenten, Nikotin, Verbrennungen, Entzündungen, Lokalisation über beanspruchten Regionen wie Gelenken.

Was kann der Patient selbst beachten? Während jeder Wundheilung kommt es zu einer entzündlichen Phase mit Schwellung, Rötung, Austrocknung und Juckreiz. Nach 6 Wochen erreicht die Entzündung ihr Maximum und schwächt sich danach wieder ab. Resorbierbares Fadenmaterial kann diese Symptome verstärken, da die Auflösung der Fäden ebenfalls ein Entzündungsprozess ist. Während der Entzündungsphase lindern fettende Salben die Symptome. UV-Blocker verhindern die bleibende Dunkelpigmentierung der Narbe.

### 5.7.7 Keloidprophylaxe

Unter einem Keloid versteht man eine überschießende, wulstartige Narbenbildung der Haut nach Verletzungen oder Operationen. Einige Menschen neigen natürlicherweise dazu, insbesondere dunkelhäutige Rassen. Keloide können sich aber auch bilden, wenn der Hautschnitt in seiner Heilungsphase (ca. 3 Mo-

nate) übermäßigen Zug-, Reibe- und Druckkräften oder zuviel UV-Strahlung (Sonnenlicht, Solarium) ausgesetzt ist. Zur Vermeidung von mechanischer Reizung verwenden wir eine Kompressions-/Polsterbandage aus Silikon. Damit wird lokaler Druck verteilt und Abschwellung begünstigt. Silikonpolster, die direkt der Haut aufliegen, enthalten ein Mineralöl medizinischer Qualität, das die Haut mit Feuchtigkeit versorgt und im Fall von Narbenbildung zur Rückbildung des Narbengewebes beiträgt.

Zusätzlich kann eine Keloidsalbe durch kräftigen Druck mehrmals täglich einmassiert werden.

Die Behandlung eines schon ausgebildeten Keloids kann sich über Monate, manchmal bis zu einem Jahr erstrecken. Frühe chirurgische Narbenkorrekturen sind deshalb nicht sinnvoll.

## 5.8 Verbände, Gipse, Schuhe (Ph. Müller, C. Sommer)

Verbände, Bandagen und Stabilisierungshilfen sind seit Jahrhunderten Mittel zur Behandlung von Verletzungen oder Überlastungerscheinungen am Bewegungsapparat. Verbände und Bandagen dienen auch als Medium zur Verabreichung von Essenzen und Medikamenten. Aufgrund von prähistorischen Knochenfunden wird angenommen, dass bereits Höhlenbewohner Knochenbrüche mittels Hölzern stabilisiert haben. Diese alten Prinzipien der Bandagierung und Stabilisierung gelten heute immer noch. Durch neue Materialien und zunehmendes Detailwissen wurden das Anwendungsspektrum und die Effizienz dieser Behandlungen aber wesentlich gesteigert.

Dank moderner Bandage- und Fixationstechniken können Operationen oft vermieden oder aber die Mobilität der Patienten nach Operationen wesentlich beschleunigt und verbessert werden. Eine verbesserte Mobilität kann Problemen einer langen Ruhigstellung (Schwellungen, übermäßiger Muskel- und Knochenschwund, Thrombose, Gelenkeinstieffungen usw.) vorbeugen und eine raschere Wiedereingliederung in den Arbeitsprozess ermöglichen. Der volkswirtschaftliche Nutzen ist beträchtlich und kann im Rahmen der Diskussion um die Kosten-Nutzen-Rechnung dieser Therapiemittel nicht genug betont werden.

Bei der Behandlung von Fußleiden kann der nicht-operative vom operativen Behandlungsbereich unterschieden werden. Für beide Bereiche können dieselben Prinzipien und Materialien angewendet werden. Mit dem kaum überschaubaren Angebot an Produkten steht eine große Zahl von Anwendungsmöglichkeiten zur Verfügung, um den erwünschten Effekt zu erreichen. Der Anwender muss sich dabei immer folgende Fragen stellen:

- (1) Muss das Zielorgan ruhig gestellt werden? Falls nein, wie viel Restmobilität ist erlaubt?
- (2) Welche Belastung kann erlaubt werden? Entlastung, Teilbelastung, Vollbelastung?
- (3) Muss der Verband / Gips eine spätere Belastungssteigerung tolerieren?
- (4) Darf der Verband / Gips zirkulär sein?
- (5) Muss der Verband / Gips abnehmbar sein?
- (6) Muss die Haut / Wunde speziell geschont werden?
- (7) Wie lange muss der aktuelle Verband / Gips halten?
- (8) Sind Verbands- / Gipskontrollen notwendig?
- (9) Ist der Patient über das Prinzip und das Procedere informiert?
- (10) Ist der Hausarzt / Physiotherapeut über das Prinzip und das Procedere informiert?
- (11) Ist eine Thromboseprophylaxe notwendig?

Im Folgenden werden die verschiedenen Materialien, Verbands- und Gipstechniken, Hilfsmittel, spezielle Schuhe und ein Behandlungsschema vorgestellt, die sich für uns in der praktischen Anwendung bewährt haben. Die Ausführungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Allgemeingültigkeit.

### 5.8.1 Gipstypen

**Weißgips** wird seit Jahrzehnten als Baumaterial verwendet. Sein Vorteil ist, dass er modellierbar ist und recht schnell aushärtet. Damit eignet er sich für die Ruhigstellung von Teilen des Bewegungsapparates und hier v.a. in der Behandlung von Knochenbrüchen.

Die allgemeine Weiterentwicklung von Materialien hat auch in der Gipsanwendung nicht Halt gemacht. Die Tragzeiten haben sich vermindert und das Gewicht verringert. Durch moderne Polstermaterialien sind ein höherer Tragekomfort und eine bessere Stabilität gewährleistet.

Heute wird der Weißgips weitgehend vom **Kunststoffgips** verdrängt. Der Kunststoffgips besteht aus einem Glasfasergitter, auf das ein Kunstharz aufgezogen wird. In Verbindung mit Luft und Wasser wird der Kunststoffgips rasch fest. Die Aushärtungszeit kann durch die Wassertemperatur beeinflusst werden. Je wärmer das Wasser, desto schneller die Aushärtung. Es ist ein Merkmal der modernen Gipsmaterialien, dass Verstärkungen und Änderungen jederzeit möglich sind.

Kombiniert man verschiedene Kunststoffe miteinander, erhält man einen so

genannten **kombinierten Gips**, den Kombi-Cast. Dieser wird v.a. für umfassende, d.h. zirkuläre Gipse angewendet. Dabei wird ein harter Kunststoff mit einem weicheren kombiniert, der Fachmann spricht von einer semirigiden Technik. Diese Technik erlaubt eine exakte punktuelle Stützung durch die harten Stützlonguetten und einen hohen Tragkomfort durch die relativ weichen Binden, mit welchen die Longuetten um den Fuß bzw. Unterschenkel fixiert werden. Mit dem semirigiden Verfahren erhält die Fuß- und Wadenmuskulatur im Vergleich zum Weißgips oder zu rigiden Kunststoffverfahren einen Rest an Mobilität. Dies vermindert Druckstellen, den übermäßigen Abbau von Muskelvolumen und das Risiko für eine Thrombose. In der Nachbehandlung wird das Muskelvolumen wesentlich schneller wiederhergestellt, was einen früheren Übergang in die Vollbelastung ermöglicht.

### 5.8.2 Die konservative Frakturbehandlung

Vor der Einführung der modernen Osteosynthesetechniken in der Mitte des letzten Jahrhunderts war die konservative Frakturbehandlung das Mittel der Wahl. Hierbei spielte die Gipsbehandlung eine wesentliche Rolle. Mit den Fortschritten in den Operationstechniken und den modernen Materialien und Instrumenten kann heutzutage gewebeschonender operiert werden. Operationsindikationen werden großzügiger gestellt, die Gipsbehandlungen haben an Bedeutung verloren. Mit den modernen Materialien und Techniken hat nun aber auch die konservative Frakturbehandlung einen Schritt vorwärts getan und man besinnt sich wieder mehr auf die Vorteile der Gipsapplikation.

Im Fußbereich hat der **Gips** immer einen festen Platz im Schema der konservativen Frakturbehandlung halten können, wobei hier die Prinzipien der Gipstechnik bei der konservativen oder der postoperativen Gipsbehandlung grundsätzlich gleich sind. Gerade bei den Fußfrakturen und den Bandverletzungen am Fuß finden sich einige Lokalisationen, die sich mit einem Gips hervorragend behandeln lassen. Einige klassische Beispiele sind: Kleinzehensfrakturen, Übermüdungsfrakturen der Metatarsalia, subcapitale Metatarsale-Frakturen, Ausrißfrakturen der Metatarsale V-Basis, Jones-Frakturen, nicht dislozierte Frakturen der Fußwurzelknochen, einfache Calcaneusfrakturen, nicht dislozierte Malleolarfrakturen ohne Gelenkbeteiligung, Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk und am Rückfuß.

Beim Fuß gilt, dass unmittelbar nach dem Unfall im Rahmen der zu erwartenden Schwellung zuerst eine Gipsschiene angepasst werden sollte. Erst nach gesicherter Abschwellung kann der zirkuläre Gips appliziert werden. Eine elegante Lösung stellt der gespaltene Gips dar. Ihn kann man je nach den Umständen bereits mit noch vorhandener Restschwellung anpassen, um eine möglichst baldige optimale Ruhigstellung der betroffenen Fußregion zu erreichen. Bei Bedarf kann der gespaltene Gips geschlossen werden. Im Folgenden

werden noch zwei spezielle Möglichkeiten der konservativen Frakturbehandlung am Fuß besprochen, der Geisha-Schuh und das Taping.

Der **Geisha-Schuh** ist ein Spezialgips für Vorfußfrakturen. Der Vorfuß soll geschützt und die Fußlängswölbung entlastet werden. Ein weicher Kunststoffgips wird mit einem rigiden Anteil zur Sohlenversteifung kombiniert. Der Fuß steht auf einer harten Platte, sodass die Zehen beim Abrollen nicht dorsalflektiert werden können. Die Plantaraponeurose kann sich somit nicht maximal anspannen, die Fußlängswölbung wird entlastet. Vorfußfrakturen können auf diese Weise oft ohne Operation in guter Stellung ausheilen.

Klassische Indikationen sind die subcapitalen Metatarsale-Frakturen, Marschfrakturen oder Frakturen des fünften Mittelfußknochens. Der Vorteil des Geisha-Schuhs liegt in seiner Eleganz. Er reicht nicht über die Knöchel, kann oft mit Alltagsschuhen kombiniert werden und wird somit hervorragend von den Patienten toleriert. Der Schuh wird meist gespalten und mit Klettverschlüssen versehen. Somit kann die Körperpflege vorgenommen oder bei Bedarf eine Therapie durchgeführt werden. Meist kann die Vollbelastung unmittelbar nach dem Aushärten des Gipses erlaubt werden, was eine Thromboseprophylaxe in der Regel überflüssig macht.

Das **Taping** ist dem Englischen entliehen und bedeutet das Anlegen eines Pflasterverbandes. Taping-Pflaster sind wenig elastisch und können bei korrekter Anwendung eine gipsähnliche Stabilität vermitteln. Der Vorteil des Tapings ist seine hohe Effizienz bei minimalem Platzbedarf. Ein Tapeverband trägt nicht auf und kann problemlos in Alltagsschuhen getragen werden. Er



Abb. 46a. Zirkulärer Unterschenkelgips



Abb. 46b. Geisha-Schuh

sollte wöchentlich gewechselt werden. Die Nachteile des Taping sind eventuelle Hautunverträglichkeiten und seine relativ hohen Kosten durch repetitives Wechseln bei Behandlungszeiträumen von üblicherweise 4 bis 6 Wochen. Das Taping eignet sich am Fuß für die Ruhigstellung der Zehen bei Frakturen oder Verstauchungen, Rückfußinstabilitäten und Muskelrissen an der Wade. Hier ist der Gips oft zu wenig effektiv oder es muss für einen ähnlichen Effekt



a



b



c



d

**Abb. 47.** Taping des Rückfußes: (a) Grundtour, (b) Steigbügel, (c) Achterschlaufe, (d) Abschlusstour

eine verhältnismässig zu große Fußregion ruhiggestellt werden. Bei Kleinzeichenfrakturen können als zusätzliche Stabilisierungshilfe nicht verletzte Kleinzeichen in den Tapeverband mit integriert werden. Am häufigsten werden Tapeverbände im Sport bei der Behandlung oder Prophylaxe von Bandverletzungen am Rückfuß eingesetzt.

Die Technik des Taping kann gut am Beispiel des Rückfußes erläutert werden. Zuerst sollte die Haut entfettet werden, zum Beispiel mit Wundbenzin. Dies ermöglicht einen optimalen Halt des Pflasters auf der Haut. Idealerweise wird bei allen Tapeverbänden eine so genannte Grundtour angelegt. An ihr werden dann die dachziegelartig angelegten Touren fixiert. Abschließend wird der Dachziegelverband nochmals von einer Grundtour gesichert.

Beim Abziehen des Tapeverbandes muss unbedingt darauf geachtet werden, dass nicht zuviel Zug auf die Haut ausgeübt wird, ansonsten Schmerzen oder Durchblutungsstörungen provoziert werden können.

### 5.8.3 Anwendungen

#### a) Postoperative Lagerungsschienen

Wir verwenden nach fast allen Operationen am Fuß eine postoperative Lagerungsschiene. Diese wird unmittelbar im Anschluss an die Operation angepasst. Sie soll den operierten Fuß in der ersten Phase nach der Operation möglichst ruhig stellen und dient der effizienten Abschwellung, dem Schutz der Weichteile und der effizienten Analgesie. Dadurch konnte in unserem Kollektiv die Menge an Schmerzmedikamenten v.a. in den ersten 2 Tagen nach der Operation deutlich gesenkt werden. Wir benützen einen rigiden Kunststoff, welcher individuell an den Fuß angepasst werden kann und ihn gut stabilisiert. Mit einigen rigiden Kunststoffen kann auch ohne spezielle Verstärkung eine Winkelstabilität erzielt werden.

Es können auch vorgefertigte Lagerungsschienen aus Kork, Aluminium oder Kunststoff verwendet werden. Da die Form dabei meist vorgegeben ist, sollte man besonders auf die genaue Anpassung bzw. die Passform achten. Druckstellen und eine Spitzfußstellung in der Schiene sind zu vermeiden. Der Vorteil der vorgefertigten Schiene ist die kürzere Anpassungszeit, da die Zeit für die Aushärtung des Kunststoffes entfällt.

Die Lagerungsschiene wird bei unseren Vorfußeingriffen für die Dauer von etwa 1 Woche nach der Operation als Nachtschiene mit nach Hause gegeben. Ist ein zirkulärer Gips geplant, wird die Schiene bis zur gesicherten Wundheilung bzw. Abschwellung getragen. Die Entscheidung, ob überhaupt eine Schiene benötigt wird und aus welchem Material diese zu sein hat, entscheidet letztendlich der Operateur gemäß seinen Prinzipien und Vorlieben.

Für das Anlegen von Lagerungsschienen müssen einige Dinge beachtet werden. Der gesamte Unterschenkel sollte gut mit einem Frotteestrumpf und ev.

zusätzlicher Watte gepolstert werden, da eine postoperative Schwellung zu erwarten ist. In den allermeisten Fällen sollte der Fuß in einer Rechtwinkelstellung positioniert werden. Die Fixierung erfolgt mit elastischen Binden, die locker gewickelt werden sollten. Es empfiehlt sich, die Schiene distal bis über das Niveau der Zehenspitzen zu ziehen, um nach Vorfußkorrekturen einen ausreichenden Schutz der Zehen zu gewährleisten.

### b) Geschlossener Unterschenkelgips

Soll der Fuß und / oder der Unterschenkel möglichst stabil fixiert werden, wird ein geschlossener, d.h. zirkulärer Gips angepasst. Durch das Zirkularisieren des Gipses nimmt seine Stabilität beträchtlich zu. Dabei spielt die Rigidität oder Dicke des Materials selbst keine Rolle. Diese Tatsache macht man sich bei der Verwendung von weichen (soft) oder semirigiden Materialien zu Nutze. Die Vorstellung, dass nur ein schwerer Gips auch stabil ist, ist somit überholt.

Unterschieden wird der **Liegegips** vom **Gehgips**, wobei beim Gehgips die erlaubte Belastung variieren kann. Sollen zudem speziell die Zehen vor einem Abrollstress geschützt werden, kann eine rigide Zehenplatte angepasst werden. Bevor ein zirkulärer Gips angepasst werden kann, muss die Operationsnarbe trocken, geschlossen und die Schwellung weitgehend zurückgegangen sein. Nur so können unliebsame Überraschungen wie Wundheilungsstörungen oder Druckstellen vermieden werden. Um Hautreizungen zu vermeiden, entfernen wir Hautklammern oder Fäden meist vor Anpassung des zirkulären Gipses. Wichtig sind die regelmäßige Gipskontrolle und die genaue Verhaltensinstruktion des Patienten. Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass kein Wasser während des Duschens in den Gips gelangt, da die innere Polsterung nicht mehr trocknen kann. Feuchtigkeit kann die Haut oder die gegebenenfalls vorhandenen Operationsnarben aufweichen und mazerieren. Insbesondere muss der Patient aufgefordert werden, sich bei Schmerzen, Druckstellen o.Ä. unverzüglich zu melden. Probleme müssen bei geschlossenen Gipsen immer ernst genommen und eine Beurteilung durchgeführt werden.

Im Folgenden werden das von uns verwendete Material und die Technik zur Herstellung eines geschlossenen Unterschenkelgipses beschrieben (eine von vielen möglichen Varianten):

Material	Tricot- oder Frotteestrumpf Microfoampolster <sup>TM</sup> oder Kunststoffwatte Krepppapier bei Polsterung mit Watte 2 Soft-Cast <sup>TM</sup> Binden 7,6 cm 1 Scotchcast-Longuette <sup>TM</sup> 7,5 x 70 cm oder 10 x 90 cm 1 feuchte elastische Binde
----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Polsterung	Tricotstrumpf in der passenden Größe überziehen. Minimalpolsterung der gesamten Tibiakante, punktuelle Polsterung der Malleolen und der gegebenenfalls vorhandenen Operationsnarbe mit Schaumstoffpolster. Alternativ kann der gesamte Unterschenkel mit Kunststoffwatte gepolstert werden; diese muss jedoch mit einer Schicht Krepppapier überdeckt werden.
Technik	<p>Der Fuß wird durch einen Helfer in einem rechten Winkel zum Unterschenkel gehalten. Das Kniegelenk ist gebeugt. Als optische Referenz beim Blick von der Seite dient der Fußaußenrand zur Tibiavorderkante. Die Rotationsstellung muss im Auge behalten werden, d.h. eine Außen- oder Innenrotationsstellung soll vermieden werden. Die Soft-Cast-Binde wird ohne Zug von distal nach proximal, d.h. von den Zehengrundgelenken bis 2 Querfinger unterhalb des Fibulaköpfchens (N. peronaeus!) gewickelt. Anpassen der U-Longuette und Abschlusstour mit der Soft-Cast-Binde. Einwickeln des Gipses mit einer feuchten elastischen Binde zur Aktivierung der Aushärtung. Der Gips sollte nun bis zur Aushärtung in dieser Stellung gehalten und die Fußwölbung ausmodelliert werden. Anschließend wird die elastische Binde wieder entfernt.</p> <p>Beim Gehgips wird die Sohle zusätzlich mit einer Scotchcast-Longuette verstärkt und ein stabiler Gipsschuh angepasst. Ein Gehgips sollte mindestens 30 min und ohne Belastung aushärten!</p> <p>Bei Bedarf ist es möglich eine Zehenplatte als lange Sohle über das Zehenniveau anzupassen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Platte circa 1 cm länger als die Zehen ist.</p>

### c) Gespaltener Unterschenkelgips

Der gespaltene Kunststoffgips dürfte im Moment die Idealform des geschlossenen Gipses darstellen. Der geübte Gipsfleger kann einen zirkulär konzipierten Gips spalten, ohne dass die Gesamtstabilität wesentlich leidet. Das Prinzip der Spaltung ermöglicht es, den Gips den sich veränderten Weichteilverhältnissen anzupassen. Eine frühzeitige Gipsversorgung wird möglich, auch wenn dies im Rahmen der Weichteilschwellung für einen herkömmlichen zirkulären Gips als noch zu früh erscheint. Gipswechsel können vermieden und so Kosten gespart werden.

Der gespaltene Gips erlaubt eine perfekte Passform, sehr guten Tragkomfort, optimale Stabilität, die Möglichkeit zur Hautkontrolle oder einer frühfunktionelle Physiotherapie. Zudem kann er bequem unter normalen Hosen und sogar in Alltagsschuhen getragen werden. Angesichts all dieser Vorteile er-

scheint er uns deshalb vorgefertigten Stabilstiefeln gegenüber als überlegen. Sein Nachteil ist, dass für die Anpassung (inkl. Aushärtung) mindestens 30 Minuten eingerechnet werden müssen.

Der gespaltene Unterschenkelgips besteht eigentlich aus zwei separaten Gipsen, die einzeln versetzt gespalten werden. Dies verhindert einerseits das Einklemmen der Haut in der Spaltstelle und erlaubt andererseits durch die Überlappung einen korrekten Formschluss. In Kombination mit großflächig angelegten Klettverschlüssen ist trotz der Spaltung eine genügende Gipsstabilität gewährleistet.

Wie bei allen Gipsapplikationen ist es von großer Wichtigkeit, den Patienten genau über das Prinzip der Gipsbehandlung und das geplante Procedere zu informieren. Die Verhaltensregeln für das Duschen, Schlafen und das Ausziehen des Gipses müssen dem Patienten klar sein.

Im Folgenden werden das von uns verwendete Material und die Technik zur Herstellung eines gespaltenen Unterschenkelgipses beschrieben:

Material	Tricot- oder Frotteestrumpf Microfoampolster™ oder Kunststoffwatte Krepppapier bei Polsterung mit Watte 2 Soft-Cast™-Binden 7,6 cm 1 Scotchcast-Longuette™ 7,5 x 70 cm oder 10 x 90 cm 1 feuchte elastische Binde 2,5 cm Tricotstrumpf oder schmaler Mullschlauch Haken- und Flauschband für die Klettverschlüsse
Polsterung	Tricotstrumpf in der passenden Größe überziehen. Minimalpolsterung der gesamten Tibiakante, punktuelle Polsterung der Malleolen und der gegebenenfalls vorhandenen Operationsnarbe mit Schaumstoffpolster. Alternativ kann der gesamte Unterschenkel mit Kunststoffwatte gepolstert werden; diese muss jedoch mit einer Schicht Krepppapier überdeckt werden.
Technik	Wie geschlossener Unterschenkelgips. Für die versetzte Spaltung wird vor der Abschlusstour mit der zweiten Softcastbinde ein schmaler Schlauch lateral der Tibiakante als Platzhalterung eingelegt. Nach dem Aushärten wird die erste Schicht des Gipses entlang des Mullschlauches mit der Schere aufgeschnitten und die untere Schicht circa 1 cm lateral versetzt gespalten. Beim Anbringen der Hakenbänder empfiehlt es sich, diese je seitlich an den Gips anzukleben, damit man mit dem Flauschband einen guten Zug auf den Spalt geben kann. Außerdem ist darauf zu achten, dass

über den Rist ein Band läuft, damit die Ferse gut im Gips gehalten wird.

**Besonderes** Es ist wichtig den Gips vor der Spaltung gut aushärten zu lassen, da sich sonst die Longuette und der Gips noch verziehen können. Die Spaltung sollte möglichst lateral der Tibiakante und auf keinem Fall direkt über dem Rist laufen, da sonst die Gefahr der Hauteinklemmung besteht.



Abb. 48a. Schaumstoffpolster



Abb. 48b. U-Longuette und Platzhalter



Abb. 48c. Abschlusstour



Abb. 48d. Seitliche Klettbänder



Abb. 48e. Gips gespalten



Abb. 48f. Gespaltener Gips geschlossen



Abb. 48g. Gipspaltung Detail

#### 5.8.4 Komplikationen

Ein gewisses Risiko für Komplikationen besteht immer. Wird schnell und sachgemäß reagiert, sind sie gut und ohne bleibenden Schaden zu beheben. Der Patientenaufklärung eine große Bedeutung zu. Gerade in den ersten Stunden nach Anpassen eines Gipses oder eines Tape muss dem Patient ein Ansprechpartner bei Problemen bekannt sein, der reagieren kann. Regelmäßige Gipskontrollen und eine gute Kommunikation von Seiten des Patienten sind wichtig. Der Gipspfleger wird bei Problemen zusammen mit dem Chirurgen entscheiden, ob nur kleinere Gipsanpassungen oder ob gar ein Gipswechsel notwendig ist.

Ein **zu enger Gips** oder eine **zu enge Bandage** stellen die häufigste Komplikation in der Gipsbehandlung und Bandagenanwendung dar. Der Gips wird millimetergenau angepasst, um eine optimale Passform und Stabilität zu erreichen. Nicht immer kann die Reaktion der Weichteile genau vorausberechnet werden, sodass es im Gips zu schwellungsbedingten Druckstellen kommen kann. Dies betrifft vor allem die ersten Tage nach dem Unfall oder der Operation, wenn der Fuß erstmals für längere Zeit gegen den Boden gehalten werden darf. In dieser Zeit ist ein konsequentes Hochlagern des betroffenen Fußes in den Ruhepausen notwendig. Bei den Bandagen stehen die Tapeverbände als Problemverursacher an oberster Stelle.

Auch die entlastungsbedingte Abnahme der Muskelmasse kann zu einer **reduzierten Passform** im Gips führen. Dies wiederum bedingt eine mechanische Reizung der Haut durch zuviel Reibung.

**Übermäßige Feuchtigkeit** kann durch Wundsekret, kleine Nachblutungen oder unsachgemäße Körperhygiene (Duschwasser) provoziert werden. Kleine Flüssigkeitsmengen können durch die unter dem Gips liegenden Polstermaterialien kompensiert werden, bei größeren Mengen bleibt der Gips feucht. In diesen Fällen sind die Haut und die Operationsnarbe in Gefahr.

Eine übermäßige Feuchtigkeitsansammlung kann durch Anpassung des Gipses nach gesicherter Wundheilung und der korrekten Anwendung der Körperhygiene vermieden werden. Duschsäcke zum Beispiel ermöglichen einen recht sicheren Schutz gegen Duschwasser. Alternativ kann mit einfachen Plastiksäcken und einem dicken Klebestreifen mit wenig Aufwand ein Duschschutz hergestellt werden. Kommt es trotzdem zu einer Komplikation, sollte unbedingt der Gipser informiert werden. Er entscheidet, ob das Problem allenfalls mit dem Föhn oder mit einem Gipswechsel behoben werden muss.

Eine weitere Komplikation stellt die **ungünstige Fußstellung** dar. In den meisten Fällen wird der Fuß in einer Rechtwinkelstellung zum Unterschenkel eingegipst. Dies verhindert, dass asymmetrische Zugkräfte auf Bänder, Sehnen und Muskeln entstehen. Zudem erlaubt der rechtwinklig eingegipste Fuß ein flüssiges Abrollen.

Die am häufigsten gesehene Fehlstellung im Gips ist die **Spitzfußigkeit**. Sie entsteht bei unsachgemäßem Halten des Fußes während des Gipsens und/oder beim Gipsen mit gestrecktem Kniegelenk. Bei gestrecktem Kniegelenk ist der Musculus gastrocnemius angespannt und zieht den Fuß über die Achillessehne in eine Spitzfußstellung. Es ist deshalb von Vorteil, den Fuß bei gebeugtem Kniegelenk zu gipsen und die Fußstellung vor der Aushärtungsphase nochmals genau zu kontrollieren. Eine in unseren Augen vorteilhafte Methode ist das Gipsen des Fußes in Bauchlage. Der Patient liegt entspannt auf dem Bauch, muss das Bein bei gebeugtem Kniegelenk nicht übermäßig stabilisieren und der Gipser kann die Longuetten bequemer anpassen. Spitzfußstellungen sollten nicht toleriert werden. Ein Gipswechsel ist in diesen Fällen praktisch immer notwendig.

Bei den heutigen Materialien kommt der **Juckkreis** nur noch selten vor. Manchmal kann eine Reizung der Operationsnarbe oder übermäßiges Schwitzen zu Juckkreis führen. Manipulationen mit Stricknadeln, Linealen u. Ä. sollten unterlassen werden. Dadurch wird die äußerste Hautschicht aufgekratzt und kann unter dem Gips infolge der reduzierten Luftzirkulation nicht mehr trocknen. Wird dies intensiv oder über einen längeren Zeitraum praktiziert, können größere Hautdefekte mit der Gefahr von Hautinfektionen entstehen. Bei persistierendem Juckkreis sollte mit dem Gipser Kontakt aufgenommen werden.

**Hautklammern** sollten wenn immer möglich vor der Gipsanpassung entfernt werden, da sie sonst die Haut unter dem Gips mechanisch reizen könnten. Ist

die Narbe zum Zeitpunkt der Klammerentfernung noch nicht belastungssstabil, kann diese mit Wundpflaster gesichert werden. Hautfäden können im Gegensatz zu den Klammern problemlos unter dem Gips auch über die übliche Zweiwochengrenze hinaus belassen werden.

### 5.8.5 Vorgefertigte Lagerungsschienen, Bandagen und Orthesen

Eine unüberschaubare Anzahl von vorgefertigten Schienen, Bandagen und Orthesen stehen zur Verfügung. Der Vorteil dieser Hilfsmittel liegt in der Einfachheit der Anwendung. Der Nachteil liegt darin, dass die Passform nicht individuell und damit die Wirksamkeit in den meisten Fällen nicht ganz mit einer gut angepassten Kunststoffschiene zu vergleichen ist. Aber nicht in allen Fällen ist ein Gips notwendig, und es gilt bei der Wahl der geeigneten Mittel in jedem Fall eine Kosten-Nutzen-Rechnung anzustellen. Hier spielt die persönliche Präferenz des behandelnden Arztes wohl eine Rolle. Im Folgenden werden stellvertretend für das große Angebot die zwei am häufigsten gebrauchten Hilfsmittel vorgestellt.

Eine gute **Sprunggelenksbandage** sollte die Knöchel fest umfassen und einen ausreichenden Schutz gegen die Inversion/Eversion sowie gegen die Pro-/Supination des Fußes bieten. Idealerweise sollten auswechselbare Verstärkungshilfen vorhanden sein, um eine stufenweise Rücknahme des Stabilisierungseffektes in der Heilungsphase zu ermöglichen. Die Bandage sollte aus wasserabstoßendem Material und problemlos in normalen Schuhen anwendbar sein.



Abb. 49a. Sprunggelenksbandage



Abb. 49b. Unterschenkelorthese

Wir benutzen diese Bandagen in der Prophylaxe oder nach Rückfußverletzungen, die konservativ behandelt werden. Auch bei Fußfehlstellungen oder bei Überlastungserscheinungen können sie gute Dienste leisten. In der postoperativen Rehabilitation verwenden wir sie gelegentlich in der Phase beim Übergang in die Vollbelastung als Ersatz für den Gips.

Die **Unterschenkelorthese** oder der so genannte **Walker** dienen als Gipsersatz. Ihr Einsatzspektrum entspricht dem des Gipses. Der Walker ist einfach in der Handhabung und ist wieder verwendbar. Wir benutzen den Walker als Ergänzung der Gipsbehandlung in Fällen, wo die exakte Passform und eine maximale Stabilisierung nicht vordringlich sind. Gute Walker verfügen über eine steife Sohle mit einer Abrollrampe als Gehhilfe. Das Innenfutter ist waschbar und mehrere Verschlüsse erlauben eine sichere Fixation am Unterschenkel. Varianten mit veränderbaren Luftkammern verbessern die Passform.

### 5.8.6 Schuhe

In der Phase nach der Operation kommen verschiedene Spezialschuhe zur Anwendung. Das Ziel dieser Schuhe ist es, den Behandlungsablauf zu optimieren und die Rehabilitationzeit möglichst zu verkürzen. Ihre typische Anwendungperiode sind die ersten 4 bis 6 Wochen nach der Operation. Wir unterscheiden Entlastungs- und Verbandsschuhe.

**Entlastungsschuhe** sind ein regelmäßig verwendetes Hilfsmittel nach Vorfußoperationen. Klassischerweise werden sie nach Hallux- und / oder Kleinzehen-eingriffen eingesetzt. Sie ermöglichen die Vollbelastung ab dem ersten postoperativen Tag. Dies ermöglicht eine schnelle Aktivierung der Waden- und Fußmuskeln und macht in den meisten Fällen eine Blutverdünnung überflüssig. Erfahrungsgemäß erlauben diese Schuhe auch einen verzugsfreien Übergang in die Vollbelastung mit normalem Schuhwerk ab der 5. postoperativen Woche. Für viele Patienten ist dank diesen Schuhen eine baldige Wiederaufnahme der Arbeit nach der Operation möglich.

Der Schuh funktioniert über eine Entlastung des operierten Vorfußes. Das Hauptgewicht wird über den Rück- und Mittelfuß aufgenommen. Beim Abstoßen fehlen Spitzenbelastungen auf die Zehenballen. So wird der operierte Bereich geschont. Die vom Schuh aufgezwungene leichte Hackenfußstellung ermöglicht eine Vorfußentlastung von etwa 80%. Das Gehen mit den Spezialschuhen ist am Anfang gewöhnungsbedürftig, wird aber in den meisten Fällen nach einer kurzen Übungsphase gut toleriert. Bei unsicheren Patienten hat sich eine physiotherapeutische Begleitung bewährt. Der Schuh wird bis zur gesicherten Knochenheilung getragen, im Schnitt also 4 Wochen nach dem Eingriff. Um die Überhöhung des Entlastungsschuhs zu kompensieren, wird



**Abb. 50a.** Entlastungsschuh (links) und Gegenschuh (rechts)



**Abb. 50b.** Verbandsschuh

häufig ein Gegenschuh verwendet. Der Höhenausgleich verhindert einen Beckenschiefstand und beugt so Rückenschmerzen vor.

Unter **Verbandsschuhen** versteht man einfache Schuhe, mit denen trotz Verbänden oder Gipsen ein guter Bodenkontakt gegeben ist. Sie sind ähnlich wie Sandalen konzipiert und verfügen meist über eine Sohlenversteifung. Sie können dem Volumen von Verbänden oder Gipsen angepasst werden.

### 5.8.7 Verbände

Der **erste Verband** nach der Operation soll das Wundgebiet mechanisch schützen und das Eindringen von Keimen verhindern. Zudem soll er überflüssige Flüssigkeit absorbieren. Er wird unmittelbar im Anschluss an die Operation im Operationssaal angelegt und sollte idealerweise am 1. oder 2. Tag nach der Operation gewechselt werden, da die untersten Lagen meist etwas einhärten. Dadurch können sie mechanisch die Wunde stören oder für den Patienten unangenehm werden. Die postoperativen Verbände sollten genügend dick, jedoch nicht zu satt angelegt sein, da der Patient oft unter dem Einfluss der Narkose keine Angaben über die Spannung des Verbandes machen kann. Trotz feiner und schonungsvoller Operationstechnik kann es zu kleineren Nachblutungen kommen. Um ein Verkleben des Verbandes mit der Hautnaht zu verhindern, können mit Paraffin beschichtete Fettgazzen verwendet werden. So lässt sich der Verband problemlos entfernen.

Auch beim **ersten Verbandwechsel** können Paraffingazzen nochmals verwendet werden, da es auch noch im Rahmen der Mobilisation zu leichten Blutungen unter dem Verband kommen kann. Darüber wird nur noch eine dünne Lage steriler Kompressen gelegt und mit einer selbsthaftenden Binde fixiert.

Diese Binden haben sich sehr bewährt und vereinfachen die Verbandstechnik wesentlich. Sie lassen sich sehr gut an die Oberfläche des Fußes anpassen. Es muss darauf geachtet werden, dass wegen des erhöhten Abrollwiderstandes der Binde keine Einengung des Fußes provoziert wird. Bei Verwendung von konventionellen elastischen Binden sollten diese mit Klebestreifen verstärkt werden, um ein Verrutschen zu verhindern.

Bei **Verbänden am Vorfuß** achten wir darauf, dass Kirschnerdrahtenden nach Kleinzehenkorrekturen bedeckt sind, um ein Einhängen oder unbeabsichtigtes Versenken der Drähte in den Zehen zu verhindern. Die Großzehe wird nach Korrekturoperationen größtenteils frei gelassen, um sie der Physiotherapie zugänglich zu machen.

Bei **Verbänden im Mittel- und Rückfußbereich** werden entweder selbsthaftende Verbände oder elastische Verbände in Dachziegeltechnik verwendet. Meist wird zur sicheren Stabilisierung des Verbandes das OSG in den Verband miteinbezogen. Nach Achillessehnen-Operationen sollte der gesamte Unterschenkel eingebunden werden, um eine Randödembildung zu verhindern.

Bei **Verbänden unter dem Gips** sind zirkuläre Verbände sowie Klebeflaster zu vermeiden, da es bei Schwellung der Weichteile zu einer Einengung kommen kann. Die Operationsnarbe wird vorzugsweise mit einer nicht klebenden Komresse bedeckt. Falls nötig kann diese mit einem Pflasterspray zusätzlich fixiert werden.

### 5.8.8 Hilfsmittel

Füße neigen nach Verletzungen und Operationen zu Schwellungen, die gewöhnlich über mehrere Wochen andauern. Neben Physiotherapie, Lymphdrainage und Stützstrümpfen hat sich die frühzeitige Anwendung von Silikonbandagen nach Vorfußoperationen in unserem Kollektiv sehr bewährt. Ihre Wirkung basiert auf drei Ebenen: Abschwellung durch Kompression, Polsterung und Narbenmassage durch das Silikon. Als Beispiel seien folgende von uns häufig verwendeten Bandagen erwähnt: die Hallux-Bandage, das Metapolster, die Zehenkompressionsbandage und der Zehenplatzhalter.

Die **Hallux-Bandage** wird direkt nach der Fadenentfernung bei gesicherter Wundheilung, d.h. etwa 2 Wochen nach Hallux-Operation angepasst. Das Silikonpolster liegt direkt über der Hallux-Narbe medial über dem Großzehengrundgelenk. Durch das Silikonpolster wird einerseits Reibung im Spezialschuh vermindert und andererseits die Narbe geschmeidig erhalten, was die Keloidbildung reduziert. Der abschwellende Kompressionseffekt auf den Vorfuß wird von den Patienten als sehr angenehm empfunden. Die maxima-

le Tragdauer von 12 Stunden sollte nicht überschritten werden, ansonsten können Mazerierungen der Haut oder Wundheilungsprobleme provoziert werden.

Das **Metapolster** polstert die Fußsohle auf Höhe der Zehenballen. Es kann bei metatarsalgiformen Schmerzen eingesetzt werden und hilft oft besser als Einlagen. Nach Operationen an der Fußsohle, z.B. beim Morton-Neurom oder nach Kleinzehenkorrekturen, kann das Polster als Übergangshilfe in die Vollbelastung eingesetzt werden. Es wirkt schmerzlindernd und abschwellend durch Kompression. Das Silikon ist bei dieser Bandage eingewoben und hat keinen direkten Hautkontakt. Ein direkter Effekt auf die Narbe kann somit



Abb. 51a. Hallux-Bandage



Abb. 51b. Metapolster



Abb. 51c. Zehenkompressionsbandage



Abb. 51d. Zehenplatzhalter



Abb. 51e. Toe alignment splint

nicht erwartet werden. Die maximale Tragdauer von 12 Stunden sollte nicht überschritten werden.

Die **Zehenkompressionsbandage** hat eine Innenbeschichtung mit Silikon, komprimiert und polstert die nach einer Operation lange geschwollenen Kleinzehen. Wir applizieren die Bandage nach gesicherter Wundheilung bei guter Verträglichkeit für einige Wochen. Die maximale Tragdauer von 12 Stunden sollte nicht überschritten werden.

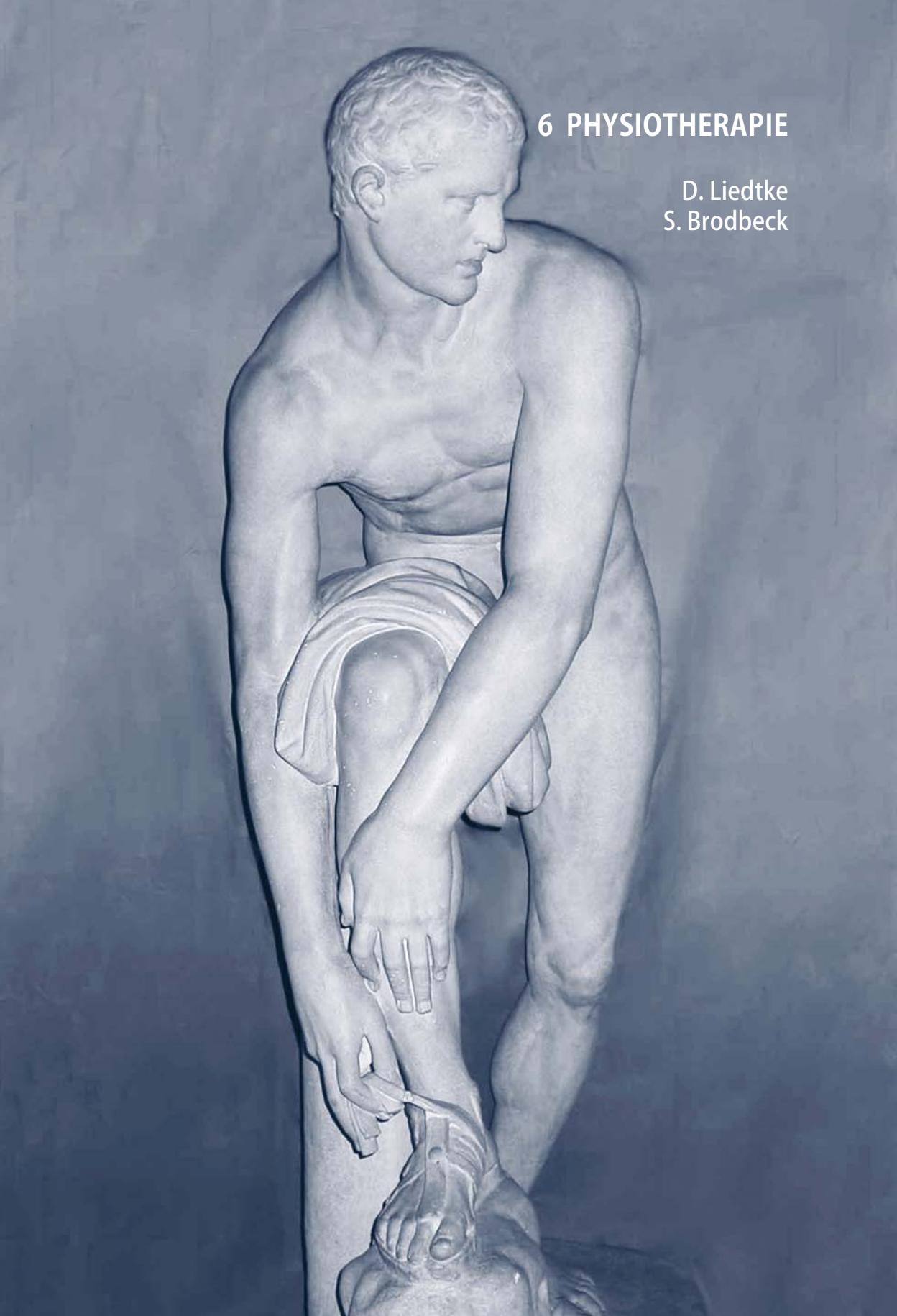
Der **Zehnplatzhalter** wird in einigen Fällen verwendet, um die Zehenposition nach deren Korrektur in den ersten 4 Wochen zu halten. Dies ist nötig in Fällen, wo die Kapsel-Bandstrukturen des Großzehengrundgelenkes keine genügende Spannung und Stabilität aufweisen, um die operativ erreichte Korrekturstellung zu halten. Diese Situation findet sich in einigen Fällen nach aufwändigen Korrekturen der Großzehe z.B. im Rahmen einer chronischen Polyarthritis. Hier dient das Interponat dann der Stabilisierung und Ausrichtung der Großzehe und zur Polsterung gegenüber der zweiten Zehe. Auch bei Druckstellen zwischen den Zehen sind die Zehnplatzhalter beliebt.

Der **Toe alignment splint** ist eine Zehenredressionsbandage. Er kommt zur Anwendung, falls die Zehen einen übermäßigen Zug in eine unerwünschte Richtung entwickeln. Der Splint funktioniert nach dem Prinzip der Dehnung. Durch konstanten Zug kann das Narbengewebe in den ersten Wochen nach der Operation aufgedehnt und ungünstige asymmetrische Spannungen abgebaut werden. Dieser Effekt ist viel effizienter als das manuelle Dehnen der Zehen. Ohne Operation oder später als 3 Monate postoperativ kann auf diese Weise in aller Regel kein Korrektureffekt auf die Kleinzehen erreicht werden. Die Fehlstellung ist dann fixiert. Das Gleiche gilt auch für die so genannte Hallux-Nachtschiene. Eine fixierte Fehlstellung der Großzehe lässt sich durch einfaches Dehnen mit der Schiene nicht beheben. Wie empfehlen die Anwendung des Toe alignment splint für 2 bis 3 Monate nachts, um das Tragen von Alltagsschuhen zu ermöglichen.

### 5.8.9 Postoperative Entlastungshilfen

Vollständige Entlastung, Teilbelastungen und Vollbelastung werden durch unterschiedliche Entlastungshilfen unterstützt. Die nachstehende Tabelle gibt einen groben Überblick über die gängigsten postoperativen Entlastungsphasen. Individuelle Schwankungen von Seiten des Patienten und des behandelnden Arztes sind möglich.

Operation	Phase 1 1. Nacht postop	Phase 2 1.–4. Woche	Phase 3 4.–8. Woche
Kleine Vorfußeingriffe Hammerzehen Metallentfernung	Druckverband	Vollbelastung mit Verbandschuh bis zur gesicherten Wundheilung	Vollbelastung ohne Hilfsmittel
Vorfußeingriffe: Hallux valgus Morton-Neurom Zehenarthrodese	Lagerungsschiene aus Kork oder Kunststoffgips	Vollbelastung mit Vorfußentlastungs- und Ausgleichsschuh	Vollbelastung in normalem Schuhwerk
Mittel- und Rückfußeingriffe: Fußwurzelarthrodese OSG-Arthrodese OSG-Prothese USG-Arthrodese Achillessehnenoperationen	Lagerungsschiene aus Kunststoffgips	Teilbelastung Gespaltener US-Kunststoffgips oder US-Orthese	Vollbelastung mit US-Orthese, ev. gespaltener Gips



## 6 PHYSIOTHERAPIE

D. Liedtke  
S. Brodbeck

Aus einer biologischen Betrachtungsweise schrieb bereits Hippokrates 400 v. Chr.: „Alle Teile des Körpers, die eine Funktion haben, werden gesund, wohlentwickelt und altern langsamer, sofern sie mit Maß gebraucht und in Arbeiten geübt werden. Wenn sie aber nicht benutzt werden und träge sind, neigen sie zur Krankheit, wachsen fehlerhaft und altern schnell.“

Die Physiotherapie erbringt Leistungen an Personen, um eine größtmögliche Bewegungs- und Funktionsfähigkeit des Menschen über die gesamte Dauer des Lebens hinweg zu entwickeln, zu erhalten und wiederherzustellen. Die Physiotherapie wird dabei auch in Situationen eingesetzt, in denen die Bewegungs- und Funktionsfähigkeit des Menschen durch den Alterungsprozess oder durch Krankheit, Unfall oder Verhaltensfehler bedroht ist. Insbesondere behandelt sie Störungen des Bewegungssystems, hier vor allem Trainingsdefizite, Bewegungseinschränkungen und Schmerzzustände. Eingesetzt werden dabei passive Maßnahmen (manuelle Gelenktechniken, Dehntechniken, Weichteiltechniken, Thermo-Hydrotherapie etc.) und aktive Maßnahmen (Korrektur von muskulären Ungleichgewichten, medizinische Trainingstherapie etc.).

In zunehmendem Masse wird der physikalischen Therapie am Fuß mehr Bedeutung beigemessen, sei es in der konservativen Behandlung, der Prävention oder in der Phase nach einer Fußoperation. Die konservative Fußtherapie ermöglicht vor allem bei flexiblen Fußdeformitäten vielfältige Therapieansätze. Fixierte Deformitäten (wie zum Beispiel ein fixierter Hallux valgus) können mittels physiotherapeutischen Techniken nicht behoben werden. Dies gelingt nur durch die operative Korrektur. Hingegen können muskuläre Defizite und teilweise auch Bewegungseinschränkungen nach einer operativen Versorgung bestehen bleiben und sind meist nur mit physiotherapeutischen Techniken positiv beeinflussbar.

Im Anschluss an eine chirurgische Fußbehandlung hat die Physiotherapie die Aufgabe, Patientinnen und Patienten bei der raschen Wiedererlangung der vollständigen und möglichst uneingeschränkten Bewegungsfunktionen zu unterstützen. Die gegenseitigen positiven wie negativen Einflüsse zwischen Form/Struktur, Funktion/Belastung und Schmerz sind bei der Fußbehandlung besonders zu berücksichtigen. Genügende Belastbarkeit, Beweglichkeit, Kraft und insbesondere Koordination sind Voraussetzung für den ökonomischen Gang. Physiotherapeutisch ist das adäquate Entlasten und Belasten der verletzten bzw. chirurgisch versorgten Strukturen von großer Bedeutung. Therapeutische Orientierungshilfe bietet dabei das Stufenkonzept und die Wundheilungsphasen der Gewebe.

Das Stufenkonzept gibt vor, dass sich jede Bewegungstherapie aus einem spezifisch-problembezogenen und einem allgemeinen Anteil zusammensetzt. Es beinhaltet Einzelphysiotherapie, Work-Conditioning, Medizinische Trainings-

therapie und Prävention. Der spezifisch-problembezogene Anteil führt das zu behandelnde Problem auf bestimmte betroffene Strukturen bzw. Funktionselemente zurück. Der allgemeine Anteil fördert die Funktionskapazität des gesunden Restes bzw. des Gesamtkörpers.

## 6.1 Lokaler läsionsorientierter Zugang

Die spezifisch-problembezogene Therapie konzentriert das zu behandelnde Problem auf die betroffenen Strukturen bzw. Funktionselemente und orientiert sich grundsätzlich an den Wundheilungsphasen der betroffenen Gewebe nach der Operation.

In der **Entzündungsphase** (Tag 0–5) ist die vollständige Immobilisation wann immer möglich zu vermeiden, weil sie diametrale Effekte wie z.B. Bildung von Narbengewebe oder Verlust von Tiefensensibilität verursacht. Physiotherapeutische Maßnahmen in der Entzündungsphase sind passive, schmerz- und spannungsfreie Mobilisationen der betroffenen Gewebe, z.B. Grad I-II nach Maitland, und Förderung der koordinativen Fähigkeiten.

Während der **Proliferationsphase** (Tag 5–21) vergrößert sich die spannungsfreie Zone der betroffenen Gewebe. Die therapeutisch und passiv ausgeführten Mobilisationsamplituden können vergrößert werden, dosierte isometrische Anspannungstechniken sind erlaubt und der Belastungsaufbau kann in Angriff genommen werden.

Therapeutischer Hauptpfeiler der **Konsolidierungsphase** (Tag 21–60) sind aktive und passive Automobilisation und sensomotorisches Training.

In der **Umbauphase** (Tag 60–360) werden Kraftausdauertraining, sensomotorisches Belastungstraining und endgradige Mobilisationstechniken angewandt.

## 6.2 Ganzkörpertraining

Die allgemeine Therapie fördert die Funktionskapazität des gesunden Restes bzw. des Gesamtkörpers. Das Gesamtkörpertraining ist ein Instrument der medizinischen Trainingstherapie. Es besitzt immer einen sportlichen Charakter. Beweglichkeit, Kraft, Ausdauer, Geschicklichkeit und Schnelligkeit werden unter physiotherapeutischer und medizinischer Kontrolle gezielt trainiert.

Ziele des Gesamtkörpertrainings sind:

- Verbesserung der allgemeinen Kondition
- Abnahme der Schmerzempfindlichkeit
- Reduktion der Möglichkeit zur Entwicklung von sekundären Beschwerden
- Motivation zu sportlicher Aktivität auch nach der Rehabilitationsphase

Aufbauend wird der Patient zur Eigenverantwortung, d.h. zur Selbsttherapie unter Supervision motiviert. Nach den einleitenden Einzeltherapien erfolgt die sukzessive Überführung in Trainingstherapien im sogenannten Work Conditioning. Er wird durch gezielten Aufbau und fachkundige Instruktion dazu befähigt, Trainingsübungen später auch allein außerhalb der Klinik durchzuführen. Motto: Hilfe zur Selbsthilfe ist der beste Weg zurück in die Selbstständigkeit.

### 6.3 Therapeutische Maßnahmen und Methoden

Unzählige wertvolle Therapiemethoden und Maßnahmen wie manuelle Mobilisationstechniken der Physiotherapie, Chiropraktik und Osteopathie, Thermo-Hydrotherapie, Elektrotherapie, Eigentherapie, Spiraldynamik, Fußreflextherapie, Akupunktur und Akupressur, Feldenkrais, diverse aktive Therapieformen wie Funktionelle Bewegungstherapie, Medizinische Trainingstherapie (MTT), spezifische Fußgymnastik etc. stehen der postoperativen und konservativen Fußbehandlung zur Verfügung. Mit Ausnahme der Eigentherapie, welche später vorgestellt wird, bedingen die erwähnten Therapiemethoden eine intensive Betreuung durch den geschulten Therapeuten. Ohne Zweifel ist die professionelle Ausführung der einzelnen therapeutischen Maßnahme eine Voraussetzung. Dies beinhaltet die differenzierte Analyse von Behandlungsort, Behandlungsart und Behandlungsdosierung. Neben der fachgerecht ausgeführten Maßnahme, ist die ergebnisorientierte Kombination und Abfolge der Therapieelemente jedoch entscheidend. Kosten-Wirksamkeitsstudien zeigen, dass Letzteres maßgeblich den Therapieerfolg bestimmt. Dazu wurden in diversen Fachgebieten so genannte Behandlungslandkarten (Clinical guidelines) entwickelt.

## 6.4 Der Behandlungspfad

Interdisziplinäre Behandlungspfade legen die optimale Abfolge und Zielgrößen der wichtigsten Interventionen fest. Sie sind das entscheidende therapeutische Werkzeug. Die festgelegten Therapieelemente gelten für alle involvierten Disziplinen. Interdisziplinäre Behandlungspfade sind in der Lage, das Spannungsverhältnis aus Qualität, Zeit und Kosten zu Gunsten einer adäquaten Patientenbehandlung zu beeinflussen. Auch haben Studien gezeigt, dass Behandlungspfade die Qualität erhöhen und die Kosten senken. Die vorgestellten Therapietechniken sind lediglich eine Auswahl der aus Sicht der Autoren wirksamen Therapieelemente. Nachfolgend werden die Behandlungspfade für drei ausgewählte Fußeingriffe vorgestellt.

### Legende zu den folgenden doppelseitigen Tabellen:

MTP Metatarsophalangeal-Gelenk

PIP Proximales Interphalangeal-Gelenk

VAS Visuelle Analog Skala

Flex Flexion

Ext Extension

Abd Abduktion

Add Adduktion

Rot Rotation

EPT Einzelphysiotherapie (Schwerpunkt hands-on Therapie)

WK Work conditioning (EPT inkl. Aufbautraining und Instruktion Eigentherapie)

MTT Kontrollierte Medizinische Trainingstherapie

## Behandlungspfad Hallux valgus

	1. Woche	2. Woche	3. Woche	4. Woche
Hilfsmittel	Entlastungsschuh am 1. Tag postoperativ			nicht einengende Schuhe
Therapieziel Funktion/ Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Physiolog. Gangbild, Stöcke wenn nötig</li> <li>– Abschwellende Maßnahmen</li> <li>– Passive Mobilisation MTP 1</li> <li>– Aktivieren Zehenflektoren/-extensoren</li> <li>– Aktivieren Fußwölbung</li> <li>– Verhindern von Narbengewebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beginn passive Mobilisation MTP der beteiligten Kleinzehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abrollen mit normalem Schuh</li> <li>– Verbessern der aktiven und passiven Beweglichkeit MTP 1 und beteiligter Kleinzehen</li> </ul>	
Maßnahmen Einzelphysio- therapie (EPT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mobilisation MTP 1 im Matrix-bereich</li> <li>– glide dorsal, ventral, lateral und Rotation</li> <li>– Aktives Bewegen MTP (v.a. Flexion)</li> <li>– Abschwellende Maßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mobilisation MTP 1 und beteiligter Kleinzehen passiv</li> <li>– Sensomotorik im Sitzen (Fußwölbung)</li> <li>– Fußpflege</li> <li>– Gehschule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instruktion Automobilisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abbau Entlastungsschuh</li> <li>– Passive Mobilisation MTP 1 und beteiligter Kleinzehen endgradig</li> <li>– Training Fußwölbung im Stand</li> <li>– Flexorenaktivität gegen Widerstand</li> </ul>
Instruktion Eigentherapie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aktivieren Zehenflektoren</li> <li>– Training Fußwölbung</li> <li>– Fußgymnastik zur Schwellungs-reduktion</li> <li>– Hochlagern</li> <li>– Ganzkörper-training</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Weichteiltechniken</li> <li>– Sensomotorik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automobilisation MTP 1 in Flex Add, Rot</li> <li>– MTP Kleinzehen in Flex, Abd, Add falls nötig</li> <li>– Abrollen im Sitzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automobilisation endgradig MTP 1 und beteiligter Kleinzehen</li> <li>– Flexorenaktivität mit Theraband</li> <li>– Abdiktorenaktivität</li> <li>– Einbeinstand</li> <li>– Sensomotorik</li> </ul>
Verlaufs- beurteilung	– VAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– VAS</li> <li>– Beweglichkeit aktiv und passiv MTP 1 in Flex, Ext, Abd, Add</li> <li>– Kleinzehen Bodenkontakt</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zehenkrallen im Stand</li> </ul>
Ziel Patient Alltag				
Therapie- frequenz	1 x pro Woche EPT			

5. Woche	6. Woche	7. Woche	8. Woche	6. Monat
Normale Schuhe				
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abrollen barfuß</li> <li>– Einbeinstand</li> <li>– Gehstrecke 30 Min.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sensomotorik</li> <li>– Labile Unterlagen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schmerzfreier Gang</li> <li>– Symmetrischer Zehenstand</li> <li>– Gehstrecke 60 Min.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schmerzfreier ökonomischer Gang</li> <li>– Einseitiger Zehenstand</li> <li>– Gehstrecke ohne Limit</li> </ul>
– Passive Mobilisation endgradig	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instruktion/Kontrolle Eigen-therapie</li> <li>– Passive Mobilisation end-gradig</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abschluss</li> <li>– Instruktion weiteres Training</li> <li>– Exzentrische Aktivität Wadenmuskulatur</li> <li>– Gehtraining, Walking, Sprünge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instruktion: Beweglichkeit, Kraft, Sensomotorik</li> <li>– Schuhberatung falls nötig</li> </ul>
– wie 4. Woche	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einbeinstand</li> <li>– Labile Unterlagen</li> <li>– Pedi-Fit</li> <li>– Blindes Gehen</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– VAS</li> <li>– Gehstrecke in Minuten</li> <li>– Einbeinstand in Sekunden</li> <li>– Abrollen barfuß</li> <li>– Beweglichkeit endgradig</li> <li>– MTP aktiv und passiv</li> <li>– Zehenkrallen im Stand</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– VAS</li> <li>– Zufriedenheit</li> <li>– Gangbild</li> <li>– Gehstrecke in Min.</li> <li>– Einbeinstand in Sek.</li> <li>– Zehenstand beidseits</li> <li>– Beweglichkeit end-gradig</li> <li>– MTP 1 aktiv und passiv</li> <li>– Krallen Kleinzehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wie 8. Woche</li> <li>– Zehenstand einseitig</li> </ul>	
Normale Schuhe Gehtraining 1 x pro Woche EPT	Arbeitstätigkeit sitzend		Arbeitstätigkeit stehend	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wandern, Joggen, Tanzen, Tennis etc.</li> </ul>
				Therapievisite

## Behandlungspfad Laterale Bandnaht OSG

	1. Woche	2. Woche	3. Woche	4. Woche	5. Woche	6. Woche
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dorsale Schiene bis Abschwellung</li> <li>- Gespaltener Gips am 5. postoperativen Tag</li> <li>- Entlastung an Stöcken, Abrollen erlaubt</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Walker</li> <li>- ev. Sprunggelenksbandage</li> <li>- Übergang zu Vollbelastung</li> </ul>	
Therapieziel Funktion / Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduktion Schwellung</li> <li>- Thromboseprophylaxe</li> <li>- Förderung Stoffwechsel</li> <li>- Verbesserung Beweglichkeit Fußgelenke</li> <li>- Aktivieren Fußmuskulatur</li> <li>- Förderung Koordination</li> <li>- Ganzkörpertraining</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gangschule ohne Walker / Sprunggelenksbandage in Therapie</li> <li>- Mobilisation Fußgelenke, v. a. OSG, USG in Flex, Ext, Pron</li> <li>- Aktivieren Peronealmuskulatur</li> <li>- Aktivieren Fußwölbung</li> <li>- Sensomotorik</li> <li>- Ganzkörpertraining</li> </ul>	
Maßnahmen Einzelphysio- therapie (EPT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lymphdrainage und Hochlagern</li> <li>- Aktivieren Fußmuskulatur entlastet</li> <li>- Isometrische Spannungsübungen mit Walker</li> <li>- Koordinative Übungen entlastet</li> <li>- Training Fußwölbung auf Keil</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weichteilbehandlung Wade, Narbenbehandlung</li> <li>- Mobilisation OSG, USG</li> <li>- Aktivieren Plantarflexoren / Peronaeen mit leichtem Widerstand von Theraband</li> <li>- Zehenstand im Sitzen</li> <li>- Training Fußwölbung im Stand</li> <li>- Beinachsentraining</li> <li>- Sensomotorik statisch im Stand</li> <li>- Sensomotorik mit labilen Unterlagen (Balanco)</li> </ul>	
Kriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Physiologisches Gangbild mit Stöcken</li> <li>- Erlaubte Beweglichkeit bei aktiver und passiver Mobilisation beachten</li> <li>- keine Inversion bis Woche 8</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symmetrischer Stand ohne Schuh</li> <li>- Plantarflexion bis 20 Grad</li> </ul>	
Verlaufs- beurteilung	3 Ergebnismessungen / Behandlungen bei spezialisierter Visitentherapeutin					
Work- Conditioning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maßnahmen wie EPT</li> <li>- Instruktion Eigentherapie</li> <li>- Beinachsentraining</li> <li>- Ganzkörpertraining: Fahrradergometer</li> </ul>					
Ziel Patient Alltag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symmetrischer Stand ohne Schuh</li> <li>- Einbeinstand mit Schuh</li> </ul>					
Therapie- frequenz	2 x pro Woche EPT					

7. Woche	8. Woche	9. Woche	10.+11. Woche	12. Woche	13.–16. Woche	5.–6. Monat
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Walker</li> <li>– ev. Sprunggelenksbandage</li> <li>– Übergang in Vollbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sprunggelenksbandage, Taping bei Sport</li> <li>– Geschlossene Schuhe mit guter Fersenkappe</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normale Schuhe geschlossen</li> <li>– Protektion bei Sportlern weiter</li> </ul>		Offene Schuhe
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wie 5. und 6. Woche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ökonomischer Gang, Abrollen</li> <li>– Endgradige Mobilisation aller Fußgelenke</li> <li>– Sensomotorik auf labiler Unterlage</li> <li>– Optimale Länge Wadenmuskulatur</li> <li>– Kräftigung Peronealmuskulatur</li> <li>– Training Fußwölbung</li> <li>– Sensomotorik im Einbeinstand, labile Unterlagen</li> <li>– Kräftigung Wadenmuskulatur: kontrollierter dynamischer Zehenstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beidseitig in Knieexten-</li> <li>einseitig in Knieexten-</li> <li>in Knieflexion</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sportspezifisches Training</li> <li>– Lauftraining</li> <li>– Freigabe Spitztenbelastungen sobald Lauftraining auf unebenem Gelände möglich</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wie 5. und 6. Woche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beinachsentraining mit Gewicht</li> <li>– Squats, Lunges</li> <li>– Kräftigung Peronealmuskulatur seitlich über Tritt</li> <li>– Sensomotorik auf labilen Unterlagen: Matte, Kreisel</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lauf-ABC</li> <li>– Sprungtraining</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wie 5. und 6. Woche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zu Hause barfuß</li> <li>– Draußen feste geschlossene Schuhe</li> <li>– Endgradige Inversion erlaubt</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normale Schuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Frei</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– VAS</li> <li>– Beweglichkeit OSG</li> <li>– Länge Wadenmuskulatur</li> <li>– Symmetrischer Stand</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>– VAS</li> <li>– Gangbild</li> <li>– Zehenstand einseitig</li> <li>– Einbeinstand labile Unterlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– VAS</li> <li>– Zufriedenheit</li> <li>– Gangbild</li> <li>– Zehenstand einseitig</li> <li>– Sprünge</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fahrradergometer</li> <li>– Ganzkörpertraining</li> <li>– Beinachsentraining</li> <li>– Sensomotorik belastet, labile Unterlagen</li> <li>– Wadentraining</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lauf-ABC</li> <li>– Sprungtraining</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wie 5. und 6. Woche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Walking</li> <li>– Zehenstand beidseitig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– leichtes Joggen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tennis</li> <li>– Tanzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sprünge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kontaktsport ab 6. Monat</li> </ul>
1 x pro Woche EPT + 1 x pro Woche WK				MTT		

## Behandlungspfad Achillessehnennaht

	1. Woche	2. Woche	3. Woche	4. Woche	5. Woche	6. Woche			
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dorsale Schiene 4 Tage</li> <li>- Gespaltener Gips in Flex. Stellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gips gespalten</li> <li>- Redression der Flexions-Stellung um 10 Grad/Woche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gips gespalten</li> <li>- ev. Gips-wechsel zur Redression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gips gespalten in 0 Grad-Stellung</li> <li>- 1/2 Körpergewicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gips gespalten in 0 Grad-Stellung</li> <li>- 1/2 Körpergewicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gips gespalten in 0 Grad-Stellung</li> <li>- Ganzes Körpergewicht</li> <li>- Gips nachts weglassen</li> </ul>			
Therapieziel Funktion/Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduktion Schwellung</li> <li>- Thromboseprophylaxe</li> <li>- Förderung Stoffwechsel</li> <li>- Verbesserung Beweglichkeit Fußgelenke</li> <li>- Förderung Koordination</li> <li>- Ganzkörpertraining</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilisation zur Verbesserung der Beweglichkeit</li> <li>- Aktivieren Plantarflexion/Fußmuskulatur</li> <li>- Sensomotorik</li> </ul>						
Maßnahmen Einzelphysiotherapie (EPT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weichteilbehandlung Wade, Narbenbehandlung</li> <li>- Lymphdrainage und Hochlagern</li> <li>- Aktivieren Fußmuskulatur entlastet</li> <li>- Isometrische Spannungsumübungen mit Walker</li> <li>- Koordinative Übungen entlastet</li> <li>- Training Fußwölbung auf Keil</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivieren Plantarflexoren/Fußmuskulatur mit leichtem Widerstand von Theraband</li> <li>- Zehenstand im Sitzen)</li> <li>- Training Fußwölbung im Sitzen</li> <li>- Sensomotorik mit labilen Unterlagen (im Sitzen)</li> </ul>					
Kriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Physiologisches Gangbild mit 15 kg Teilbelastung (Abrollen)</li> <li>- Walker ausziehen nur für Therapie und Körperpflege</li> <li>- Erlaubte Beweglichkeit bei aktiver und passiver Mobilisation beachten</li> <li>- Belastung (ab 7. Woche) nur steigern, falls nicht vermehrte Schmerzen oder Steifigkeit am nächsten Morgen auftreten</li> <li>- Keine klassische passive Wadendehnung bis 5. Monat</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symmetrischer Stand</li> </ul>				
Verlaufsbeurteilung	<p>3 Ergebnismessungen/Behandlungen bei spezialisierter Visitentherapeutin</p>					<ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS</li> <li>- Beweglichkeit OSG</li> <li>- Länge Wadenmuskulatur</li> <li>- Symmetrischer Stand</li> </ul>			
Work-Conditioning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maßnahmen wie EPT</li> <li>- Instruktion Eigentherapie</li> <li>- Beinachsentraining</li> <li>- Ganzkörpertraining, Fahrradergometer mit Walker</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instruktion Eigentherapie</li> <li>- Beinachsentraining</li> <li>- Ganzkörpertraining, Fahrradergometer mit Walker</li> <li>- Sensomotorik im Sitzen</li> </ul>					
Ziel Patient Alltag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehen mit Stöcken</li> </ul>								
Therapiefrequenz	<p>1 x pro Woche EPT + 1 x pro Woche WK</p>								

7. Woche	8. Woche	9. Woche	10.+11. Woche	12. Woche	13.–16. Woche	5.–6. Monat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gips gespalten in 0 Grad-Stellung</li> <li>- Ganzes Körpergewicht</li> <li>- Gips nachts weglassen</li> </ul>	Langsamer Abbau Gips	Festes Schuhwerk		Normale Schuhe geschlossen		Offene Schuhe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökonomischer Gang, Abrollen</li> <li>- Optimale Beweglichkeit aller Fußgelenke (v.a. OSG, USG)</li> <li>- Optimale Länge Wadenmuskulatur</li> <li>- Training Fußwölbung belastet</li> <li>- Sensomotorik im Stand</li> <li>- Kräftigung Wadenmuskulatur:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symmetrischer Gang</li> <li>- Endgradige Mobilisation aller Fußgelenke</li> <li>- Sensomotorik auf labiler Unterlage</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kräftigung Wadenmuskulatur aus Vordehnung</li> <li>- Steigerung der Belastung mit zusätzlichem Gewicht (Rucksack oder MTT-Gerät)</li> <li>- Laufschule</li> </ul>			
Vorfußbelastung statisch beidseits in Knieextension	Vorfußbelastung statisch einseitig in Knieextension	Zehen-stand dynamisch beidseits in Knieextension	Zehenstand dy-namisch einseitig in Knieextension	Steigerung mit zunehmender Knieflexion		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weichteilbehandlung</li> <li>- Mobilisation OSG, USG wenn nötig</li> <li>- Wadentraining</li> <li>- Training Fußwölbung</li> <li>- Sensomotorik im Stand auf labilen Unterlagen</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weichteilbehandlung Wade</li> <li>- Instruktion Wadentraining</li> <li>- Steigerung der Belastung mit zusätzlichem Gewicht</li> <li>- Lauf-ABC</li> <li>- Sprungtraining</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbeinstand mit Walker</li> <li>- Stockabbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zu Hause stundenweise feste geschlossene Schuhe im Wechsel mit Walker</li> <li>- Draußen Walker</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zu Hause barfuß</li> <li>- Draußen feste Schuhe</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normale geschlossene Schuhe</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS</li> <li>- Symmetrischer Stand</li> <li>- Beweglichkeit OSG</li> <li>- Länge Wadenmuskulatur</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS</li> <li>- Gangbild</li> <li>- Länge Wadenmuskulatur</li> <li>- Zehenstand einseitig</li> <li>- Zehengang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VAS</li> <li>- Zufriedenheit</li> <li>- Gangbild</li> <li>- Zehenstand einseitig</li> <li>- Sprünge</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instruktion Eigentherapie</li> <li>- Beinachsentraining</li> <li>- Wadentraining</li> <li>- Sensomotorik belastet, labile Unterlagen</li> <li>- Ganzkörpertraining</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lauf-ABC</li> <li>- Sprungtraining</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stockabbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normaler Gang</li> <li>- Symmetrischer Stand</li> <li>- Einbeinstand</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Walking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zehen-gang</li> <li>- Zehen-stand einseitig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Joggen</li> <li>- Tanzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- KontaktSport ab 6. Monat</li> </ul>

1 x pro Woche EPT + 1 x pro Woche WK

MTT

## 6.5 Die Eigentherapie – der Patient als Therapeut

Nur Belastungen, die täglich häufig und immer wieder in aufbauender Dosierung durchgeführt werden, differenzieren die betroffenen Fußstrukturen in Richtung adäquater Form und Belastbarkeit aus. Innerhalb einer derartigen täglichen Selbsttherapie wird der Patient zu seinem eigenen Therapeuten. Für die spezifisch-problembezogene Therapie bedarf es der gekonnten Vermittlung erlernbarer Selbstbehandlungstechniken durch den auf diesem Gebiet speziell geschulten Physiotherapeuten. Die Abgabe eines schriftlich fixierten Behandlungsprogrammes und die Anzahl der Selbstbehandlungstechniken spielen eine wesentliche Rolle für den Erfolg. Mit einer geringeren Anzahl Übungen ist eine bessere Patientencompliance zu erwarten. Auch muss der Patient konkret und verstehbar über sein funktionelles Defizit und dessen Behandlungsmöglichkeit aufgeklärt werden.

Schonend und v. a. biomechanisch-funktionell effektiv sind die direkt am gestörten Gelenk ansetzenden Automobilisationstechniken der Manuellen Therapie bzw. der parietalen Osteopathie. Aber auch gezielte Weichteiltechniken wie z.B. die Deep friction oder Muskeldehnungen können mit den eigenen Händen durchgeführt werden. Mit solchen Techniken werden die Gewebsregeneration sowie -anpassungen gefördert und Verklebungen gelöst, um direkt oder indirekt allgemeine Schmerzzustände zu dämpfen. Im Folgenden wird eine Auswahl an möglichen Eigentherapiemaßnahmen vorgestellt. Dabei wurden Behandlungstechniken verschiedenster Therapiekonzepte wie z.B. Spiraldynamik, Osteopathie und Physiotherapie modifiziert berücksichtigt. Die Selbstbehandlungstechniken sind integrierter Bestandteil der vorgängig vorgestellten Behandlungspfade.

Gemäß den aufgeführten Behandlungspfaden werden im Folgenden Übungen zur Eigentherapie für die postoperative Rehabilitation nach Hallux valgus-Operation, OSG-Bandnaht und Achillessehnennaht vorgestellt. Die präsentierten Übungen sind eine mögliche Auswahl und sollten immer auf den individuellen Patienten abgestimmt werden. Ziel ist es, möglichst effizient allen Konditionsfaktoren (Beweglichkeit, Kraft, Sensomotorik, Ausdauer und Schnelligkeit) gerecht zu werden. Die Eigentherapie soll während des Alltags zusätzlich zur Physiotherapie durchgeführt werden.

Wichtig ist die konsequente, regelmäßige und objektive Überprüfung des Therapiefortschrittes. Das beste Resultat wird erzielt, wenn die Aufgaben kurz, dafür aber mehrmals täglich durchgeführt werden.



**Abb. 52a. Übung 1: Zehenkrallen**

Sitzend: alle Zehen um eine Kante beugen und krallen.



**Abb. 52b. Übung 2: Zehenkrallen**

Sitzend: mit den Zehen eine Tuchfalte bilden.



**Abb. 52c. Übung 3: Fußwölbung aktivieren**

Sitzend: Aktivieren der Fußwölbung mit gleichmäßiger Belastung von Fersenaußenseite und Großzehengrundgelenk.

Achtung: Korrektur Großzehe, kein Krallen der Kleinzehen.



**Abb. 52d. Übung 4: Vorfuß aktivieren**

Sitzend: aktiv den Vorfuß „verschmälern“. Zur Selbstkontrolle kann der Fußrand auf einem Blatt Papier nachgezeichnet werden.



**Abb. 52e.** Übung 5: Fußwölbung verschrauben

Sitzend: Ferse von hinten, Vorfuß von oben greifen und alternierend gegeneinander „verschrauben“.



**Abb. 52f.** Übung 6: Mobilisation Großzehengrundgelenk in Beugung

Sitzend: eine Hand fixiert den Fuß mit dem Daumen am Großzehenballen, die andere Hand beugt die Großzehe im Grundgelenk.



**Abb. 52g.** Übung 7: Abspreizung Großzehe

Sitzend: eine Hand fixiert den Fuß mit dem Daumen am Großzehenballen, die andere Hand bewegt die Großzehe von der zweiten Zehe weg.



**Abb. 52h.** Übung 8: Massage mit Igelball

Sitzend: Fuß über den Igelball rollen.



**Abb. 52i.** Übung 9: Fußwölbung aktivieren

Stehend: Theraband um den Vorfußschlingen und den Fuß auf die Außenkante stellen. Den Großzehenballen gegen den Widerstand des Therabandes zum Boden bewegen.



**Abb. 52j.** Übung 10: Fußwölbung aktivieren

Theraband vom Fußaußenrand der Ferse diagonal über die Fußsohle zum Großzehenballen legen. Bodenkontakt halten, sodass das Theraband nicht wegrutschen kann.



**Abb. 52k.** Übung 11: Beinachsentraining

Stehend: Fußwölbung aktivieren, dann Knie leicht nach außen und innen gegen den Widerstand des Therabandes bewegen. Ganzer Fuß behält Bodenkontakt.



**Abb. 52l.** Übung 12: Beugeaktivität Großzehe gegen Widerstand

Sitzend: Zehenkrallen gegen den Widerstand des Therabandes, wenn nötig Korrektur der Großzehe mit dem Theraband.



**Abb. 52m.** Übung 13: Zehenstand beidseitig



**Abb. 52n.** Übung 14: Abrollaktivität  
Durch Gewichtsverlagerung auf den Tritt über den ganzen Fuß abrollen.



**Abb. 52o.** Übung 15: Fußwölbung aktiv  
Mit dem Vorfuß einen Flaschendeckel aufheben.



**Abb. 52p.** Übung 16: Gleichgewicht  
Einbeinstand auf labilen Unterlagen mit spezieller Berücksichtigung der Fußwölbung und der korrekten Beinachsenstellung.



**Abb. 52q.** Übung 17: Fuß- und Wadenmuskulatraining mit Theraband

Sitzend am Boden: Fußaktivität gegen den Widerstand des Therabandes. Variante: Fußaußenrand hochziehen.



**Abb. 52r.** Übung 18: Koordination unbelastet

Sitzend: Fuß auf Kreisel. Aktivieren der Fußwölbung mit gleichmäßiger Belastung der Fersenaußenseite und des Großzehengrundgelenkes.

Achtung: Korrektur Großzehe, kein Krallen der Kleinzehen.



**Abb. 52s.** Übung 22: Kräftigung seitliche Beinmuskulatur

Keil seitlich hoch balancieren, mit Tempo.



**Abb. 52t.** Übung 23: Fußwölbung auf Keil

Sitzend: Fuß auf einen Keil stellen, Aktivieren der Fußwölbung mit gleichmäßiger Belastung der Fersenaußenseite und des Großzehengrundgelenkes.



**Abb. 52u.** Übung 19: Kniebeugen mit Gewicht

Auf einen virtuellen Stuhl absitzen.  
Achtung: korrekte Beinachsen und Fußwölbung.



**Abb. 52v.** Übung 20: Aufbau Zehenstand gestreckt

Zuerst beidseitiger, dann Steigerung in einseitigen Zehenstand mit gestrecktem Knie.



**Abb. 52w.** Übung 21: Aufbau Zehenstand gebeugt

Zuerst beidseitiger, dann Steigerung in einseitigen Zehenstand mit leicht gebeugtem Knie.



**Abb. 52x.** Übung 24: Zehenstand aus Vorderdehnung

Aufbau des Zehenstandes aus einer Vorderdehnung über einer Trittkante.



**Abb. 52y.** Übung 25: Zehenstand mit Gewicht

Zehenstand mit zusätzlichem Gewicht im Rucksack, damit die Hände zur Stabilisierung frei sind.



**Abb. 52z.** Übung 26: Koordination Zick-Zack-Drill

Koordination, Schnelligkeit, Richtungswechsel, Lauf-ABC.

## Eigentherapie Hallux Valgus

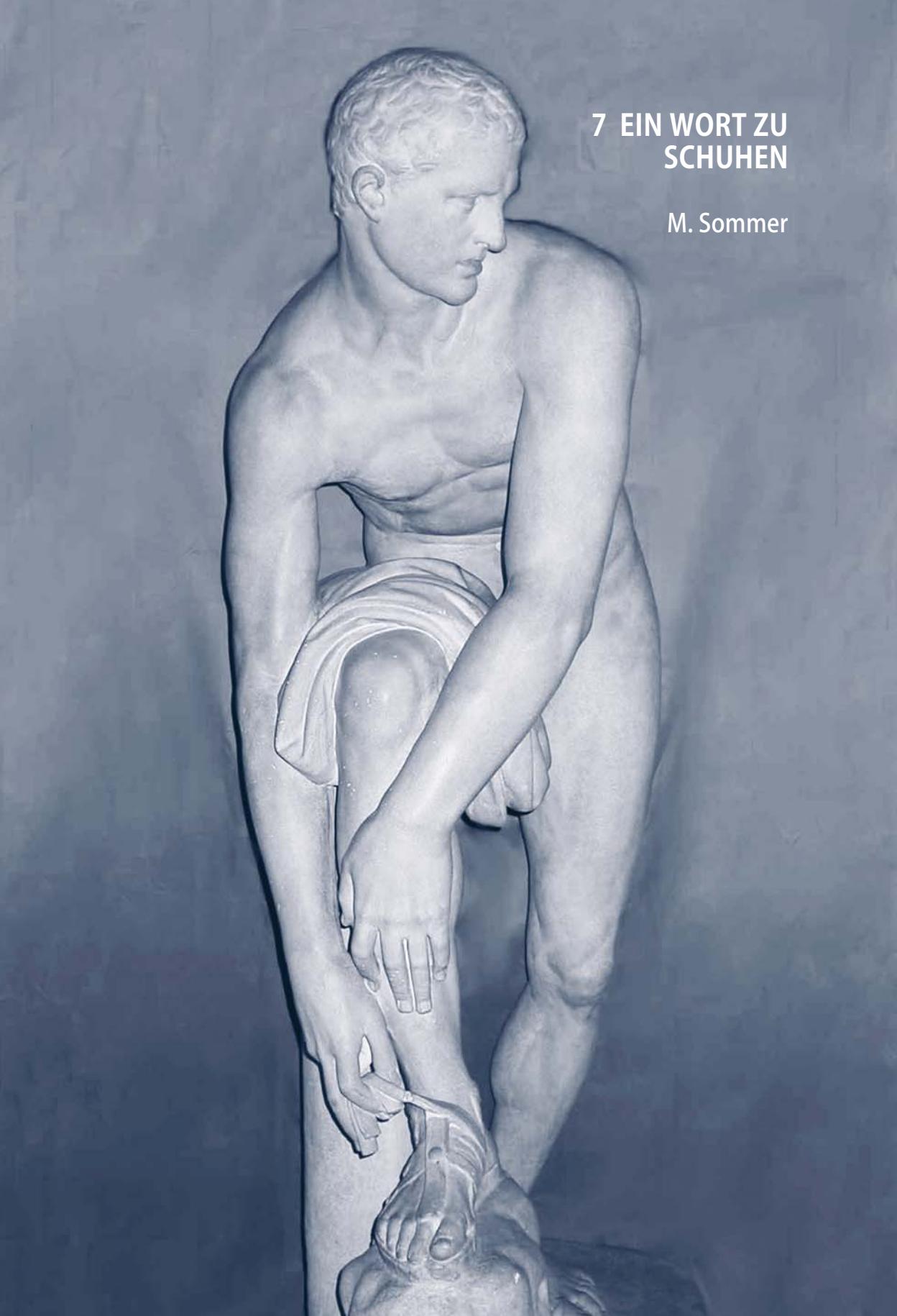
Zeit	Ziel	Übungen
ab Woche 1	Beweglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen 1 + 2 Zehenkrallen</li> </ul>
ab Woche 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Training Fußwölbung</li> <li>+ Training Vorfuß</li> <li>+ Wahrnehmung Fußwölbung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen 1, 2</li> <li>• Übung 3 Fußwölbung aktivieren</li> <li>• Übung 4 Vorfuß aktivieren</li> <li>• Übung 5 Fußwölbung verschrauben</li> </ul>
ab Woche 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Automobilisation Großzehengrundgelenk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen 1–5</li> <li>• Übung 6 Mobilisation Großzehengrundgelenk in Bewegung</li> <li>• Übung 7 Abspreizung Großzehe</li> <li>• Übung 8 Massage mit Igelball</li> </ul>
ab Woche 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Beinachsentraining</li> <li>+ Zehenaktivität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung 1, 2, 6, 7, 8</li> <li>• Übung 9 + 10 Fußwölbung aktivieren</li> <li>• Übung 11 Beinachsentraining</li> <li>• Übung 12 Beugeaktivität Großzehe</li> </ul>
ab Woche 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Zehenstand</li> <li>+ Abrollaktivität</li> <li>+ Training Fußwölbung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen 6–12</li> <li>• Übung 13 Zehenstand beidseitig</li> <li>• Übung 14 Abrollen</li> <li>• Übung 15 Fußwölbung aktiv</li> </ul>
ab Woche 6 bis Woche 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sensomotorik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen 6–15</li> <li>• Übung 16 Gleichgewicht</li> </ul>

## Eigentherapie Bandnaht OSG

Zeit	Ziel	Übungen
ab Woche 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Training Fußwölbung</li> <li>Aktivieren Fuß- und Wadenmuskulatur</li> <li>Koordination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung 3 Fußwölbung aktivieren</li> <li>• Übung 17 Fuß- und Wadenmuskeltraining mit Theraband</li> <li>• Übung 18 Koordination unbelastet</li> </ul>
ab Woche 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Beinachsentraining</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung 11 Beinachsentraining</li> <li>• Übung 19 Kniebeugen mit Gewicht</li> </ul>
ab Woche 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sensomotorik</li> <li>+ Kräftigung Wadenmuskulatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung 11, 19</li> <li>• Übung 16 Gleichgewicht</li> <li>• Übung 20 Aufbau Zehenstand gestreckt</li> <li>• Übung 21 Aufbau Zehenstand gebeugt</li> </ul>
ab Woche 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Seitliche Stabilität</li> <li>+ Koordination / Schnelligkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen 11, 16, 19, 20, 21</li> <li>• Übung 22 Kräftigung seitliche Beinmuskulatur</li> <li>• Übung 26 Zick-Zack-Drills, Tribbeln</li> </ul>

## Eigentherapie Achillessehnennaht

Zeit	Ziel	Übungen
ab Woche 1	Training Fußwölbung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übung 23 Fußwölbung auf Keil</li> </ul>
ab Woche 2	+ Aktivieren Fuß- und Wadenmuskulatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übung 23</li> <li>Übung 17 Fuß- und Wadenmuskeltraining mit Theraband</li> </ul>
ab Woche 6	+ Beinachsentraining + Sensomotorik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übung 23</li> <li>Übung 11 Beinachsentraining</li> <li>Übung 19 Kniebeugen mit Gewicht</li> <li>Übung 16 Gleichgewicht</li> </ul>
ab Woche 8	+ Kräftigung Wadenmuskulatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übungen 11, 16, 19</li> <li>Übung 20 Aufbau Zehenstand gestreckt</li> </ul>
ab Woche 10	Kräftigung Wadenmuskulatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übungen 11, 16, 19, 20</li> <li>Übung 21 Aufbau Zehenstand gebeugt</li> </ul>
ab Woche 12	Kräftigung Wadenmuskulatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übungen 11, 16, 19, 20, 21</li> <li>Übung 24 Zehenstand aus Vordehnung</li> </ul>
ab Woche 14	Kräftigung Wadenmuskulatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übungen 11, 16, 19, 20, 21, 24</li> <li>Übung 25 Zehenstand mit Gewicht</li> </ul>
ab Woche 16	Koordination/Schnelligkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Übung 26 Zick-Zack-Drills</li> <li>Lauf-ABC, Tribbeln, schnelle Richtungswechsel</li> </ul>



## 7 EIN WORT ZU SCHUHEN

M. Sommer

## 7.1 Modische Schuhe

Der Schuh ist nicht einfach nur Hilfsmittel zur Stabilisierung oder Schutz gegen Kälte, Nässe, Bodenbeschaffenheiten. Er ist auch ein modisches Accessoire, das seinem Träger oder seiner Trägerin das gewisse Etwas verleiht.

Oder wie Manolo Blahnik treffend bemerkte: „Einem Mann bleibt das rätselhaft, aber wahrscheinlich transformiert sich der Körper einer Frau vollkommen, sobald sie auf hohen Absätzen steht.“

Schuhe existieren in einer unendlichen Vielfalt von Formen, Farben und Materialien. Sind diese fantasievollen Kreationen aber auch eine sinnvolle und gesunde Fußbekleidungen? Viele medizinische Publikationen wurden verfasst, die sich wie folgt zusammenfassen lassen.

Mit zunehmender Absatzhöhe verlagert sich das Körpergewicht auf den Vorfuß, und zwar auf eine immer kleiner werdende Fläche. Die Kräfte in der vertikalen Achse nehmen zu, statt in die horizontale Achse umgewandelt und durch das Abrollen abgefедert zu werden. Mehrere Studien konnten zeigen, dass mit höher werdendem Absatz sich die Kräfte auf die metatarso-phalangealen Gelenke und die Sesamknöchelchen praktisch verdoppeln und in einem veränderten Kraftvektor resultieren. So verschiebt sich bei hohen Absätzen das Maximum der übertragenen Kräfte immer mehr auf den 1. Strahl, d.h. auf die Großzehe, was die Entstehung eines Hallux valgus begünstigen und Symptome bei schon bestehender Deformität verstärken kann.

Die physiologische Beugung im Knie und im Fußgelenk nimmt während des Gehens ab. Beide Gelenke befinden sich in einer dauernden Überstreckung, das Becken kippt nach vorne, die Biegung der Wirbelsäule verändert sich. Kniebeugung und Fußbeugung laufen asynchron ab. Bei häufigem Tragen von höheren Absätzen verkürzt sich zudem die Wadenmuskulatur.

Im Folgenden werden die Haltung eines Fußes und die Stellung der Knochen zueinander in verschiedenen Schuhen aufgezeigt.



Abb. 53a. Fuß ohne Schuh



Abb. 53b. Rx ohne Schuh



Abb. 53c. Schuh mit 2 cm hohem Absatz



Abb. 53d. Rx mit 2 cm hohem Absatz



Abb. 53e. Schuh mit 6 cm hohem Absatz



Abb. 53f. Rx mit 6 cm hohem Absatz



Abb. 53g. Schuh mit 11 cm hohem Absatz



Abb. 53h. Rx mit 11 cm hohem Absatz

**Abb. 53c–h.** Schuhe mit zunehmender Absatzhöhe: Zunahme der Kräfte in der vertikalen Achse mit maximaler Belastung der Metatarsale-Köpfchen und Sesamknöchelchen, Verlagerung des plantaren Fettgewebepolsters durch Hyperextension der Kleinzehen weg von der Hauptbelastungszone nach vorne.

Trotz der vielen negativen Aspekte, die modische Schuhe mit sich bringen, soll der Trägerin oder dem Träger aber kein schlechtes Gewissen eingeredet werden. Die tägliche Praxis zeigt große individuelle Unterschiede. Wer eine familiäre Neigung zu Spreizfüßigkeit und damit für die Ausbildung einer Hallux valgus-Problematik aufweist, wird mit modischem Schuhwerk diesen Prozess beschleunigen. Viele Patientinnen leiden jedoch unter einem schmerzhaften Hallux, ohne je einen modischen Schuh getragen zu haben. Andererseits sind viele Damen jahrelang mit eleganten hohen Schuhen unterwegs, ohne dass sich daraus je eine Hallux-Problematik ergeben würde. Für längeres Stehen oder Gehen empfehlen wir gut passendes und bequemes Schuhwerk. Und was Kinder spontan am liebsten tun, ist auch am gesündesten: barfuß laufen.

# GLOSSAR

## A

Abszess	abgekapselte Eiteransammlung, meist bakteriell bedingt
akut	plötzlich einsetzend, heftig und von meist kürzerer Dauer
Antibiotika	Medikamente, welche Bauelemente der Bakterien zerstören und sie damit an der Vermehrung hindern oder direkt abtöten
Ankylose	spontane Gelenkversteifung mit vollständigem Bewegungsverlust
Antagonist	Muskel, welcher eine zum Agonisten entgegengesetzte Wirkung ausübt
Aponeurose	flächenhafte Sehne
Arthrodese	operative Gelenkversteifung
Arthrollyse	operative Lösung von Gelenkkontrakturen
Arthrose	vorwiegend degenerative Gelenkerkrankung unterschiedlicher Ursache
Arthroskopie	Gelenkspiegelung; Stichinzision (ohne großflächige Eröffnung des Gelenkes) und Inspektion eines Gelenkkennraumes mittels beleuchteter Optik, eventuell mit Einbringung zusätzlicher Instrumente
Atrophie	Gewebsschwund
Augmentation	plastisch-operative Vergrößerung eines Organs
Automobilisation	Eigenbehandlung zur Verbesserung der Funktion eines Körperteiles
autolog	vom gleichen Individuum

## B

Ballen	Schwellung an der medialen Seite des Metatarsale I-Kopfes, Großzehenballen, Bunion
benigne	gutartig; bezieht sich meist auf Tumoren mit verdrängendem, aber nicht invasivem Wachstum ohne Metastasierung
Bifurkation	Gabelung
Bildwandler	mobiles Röntgendifurchleuchtungsgerät
Bunionette	Kleinzehenballen; Vorwölbung am lateralen Fußrand im Bereich des Metatarsale V-Köpfchens
Bursa	Beutel, Tasche, Schleimbeutel
Bursitis	akute oder chronische Entzündung eines Schleimbeutels

### C

Chondrozyt	Knorpelzelle, welche die Interzellulärsubstanz, in welche sie eingebettet ist, regeneriert
chronisch	langsam sich entwickelnd, schleichend und meist von längerer Dauer
Clavus	Hühnerauge; kleine Hornhautverdickung mit zentralem, tiefem Zapfen infolge wiederholter lokaler mechanischer Überreizung der Haut
Coalitio	Koalition, Verschmelzung
Compliance	Bereitschaft zur Mitarbeit bei therapeutischen Maßnahmen wie z.B. Zuverlässigkeit, mit der therapeutische Anweisungen befolgt werden
CT	Computertomographie, Röntgen im Schichtaufnahmeverfahren durch niedrig dosierte Röntgenstrahlen, lineare Abtastung und computergesteuerten Bildaufbau
Corticalis	äußere Schicht des Knochens
Crepitatio	Krepitation, knisterndes oder knarrendes Reibegeräusch

### D

Denervation	teilweise oder vollständige Trennung eines Organes von seinen Nervenverbindungen durch gezielte Unterbrechung
Diastase	krankhaftes Auseinanderstehen von Organteilen, die normalerweise engen Kontakt haben
Dislokation	Verlagerung oder atypische Lage
Dissekat	Gelenkkörper; weggespaltenes Teilstück einer Gelenkoberfläche mit Knorpel- und Knochenanteil, das frei im Gelenk liegt
Distorsion	Bandzerrung ohne Unterbrechung der Bandkontinuität

### E

Elevation	Hebung
Empyem	bakterielle Infektion eines Gelenkes
Exostose	umschriebene, vom Knochen weg gerichtete Knochenneubildung als Reaktion auf mechanische, entzündliche Reize oder als „echte“ Geschwulst
extraartikulär	außerhalb eines Gelenkes

### F

Faszie	bindegewebige, kollagene Hülle um einzelne Skelettmuskeln oder Muskelgruppen
--------	------------------------------------------------------------------------------

**Fußwölbung** fälschlicherweise „Fußgewölbe“ genannt. Im Gegensatz zum statischen Gewölbe (das in sich selbst abgestützt ist) wird die Fußwölbung durch die Plantaraponeurose dynamisch verspannt und erhält dadurch ihre Stabilität

**G**

**Ganglion** Überbein; einzeln oder mehrfach vorkommende Geschwulstbildung mit gallertigem Inhalt im Bereich der Gelenkkapsel oder des Sehnengleitgewebes

**Granulom** Granulationsgeschwulst; weiche, organisierte, zellreiche Gewebsneubildung bei chronischer oder proliferativer Entzündung

**H**

**Hämarthros** Bluterguss innerhalb eines Gelenks

**hämatogen** über den Blutweg

**Hämatom** Bluterguss

**Hyperästhesie** gesteigerte Empfindlichkeit

**Hyperextension** übermäßige Streckung eines Gelenkes

**Hyperplasie** vergrößerte Ausbildung von Körperteilen, Großwuchs

**Hypertrophie** Substanzzunahme einer Körperstruktur

**Hypoplasie** verminderte Ausbildung von Körperteilen, Unterentwicklung

**I**

**Impingement** Einengung anatomischer Strukturen durch krankhafte Veränderungen, die zu einer Platzverminderung führen

**Implantat** künstliches, stabiles Material (Metall, Kunststoff, Porzellan) zur mechanischen Verstärkung im Körper

**initial** zu Beginn, einleitend

**Insertion** Ansatz

**Insertionstendinopathie** Reizzustand einer Sehne infolge chronischer Überlastung

**Insuffizienz** ungenügende Funktion oder Leistung eines Organes

**intraartikulär** innerhalb eines Gelenkes

**K**

**Kallus** spindelförmige Aufreibung infolge überschießender Knochenheilung nach Knochenbruch oder Osteotomie

**Kardangelenk** Gelenkform, bei der die Bewegung gleichzeitig um zwei Achsen möglich ist

**Keloid** überschießende, wulstartige Narbenbildung

Kernspintomographie	bildgebendes Verfahren, Schichtaufnahmeverfahren in einem Magnetfeld und computergesteuerter Bildaufbau
Kirschnerdraht	dünner Stahldraht, der zur Stabilisierung von Knochen oder Knochenstücken verwendet wird
Kontraktur	eingeschränkte Beweglichkeit eines Gelenkes infolge Verkürzung der Muskulatur, Schrumpfung der Gelenkkapsel, intraartikuläre Verwachsung der Gelenkflächen oder Zerstörung der Gelenksoberfläche
Kontusion	stumpfe Prellung
Kugelgelenk	Gelenkform, bei welcher Bewegungen in alle Richtungen möglich sind, außer Verschiebungen

### L

Laxität	Maß für die Führung eines Gelenkes durch seine Kapsel und seine Bänder
Logensyndrom	Kompartmentsyndrom; Druckerhöhung infolge Verletzung oder Infektion innerhalb einer Muskellogie, die zur Nekrose oder Kontraktur führen kann
Luxation	Ausrenkung eines Gelenkes, bei der die Gelenkflächen keinen Kontakt mehr zueinander haben
Lymphe	die in Lymphgefäßen enthaltene Flüssigkeit zur Zell- und Gewebsernährung sowie für den Transport der Lymphozyten von ihren Bildungsorten ins Blut, Abtransport über die Lymphbahnen

### M

maligne	bösartig; bezieht sich meist auf Tumoren mit invasivem Wachstum und Metastasierung
MRI	Magnetresonanztomographie, Magnetic Resonance Imaging; siehe <b>Kernspintomographie</b>
Maitland / Kaltenborn	etablierte manuelle Therapiekonzepte in der Physiotherapie
Malleolus	Knöchel; wird medial gebildet durch die Tibia und lateral durch die Fibula. Beide Knöchel bilden zusammen die Sprunggelenksgabel für den Talus
Membrana interossea	zwischen Tibia und Fibula verlaufende Membran, die beide Knochen miteinander verstärkend verbindet
Metastase	Ableger einer in der Regel bösartigen Geschwulst; erfolgt auf dem Blutweg (hämatogen), durch Lymphbahnen (lymphogen) oder durch direkte Besiedlung in Gewebebahnen
Metatarsalgie	Schmerzen unterhalb der Metatarsaleköpfchen, insbesondere am zweiten bis vierten Strahl

Metatarsus	Mittelfuß; Fußabschnitt zwischen Fußwurzel und Zehen
Mobilisation	therapeutisches Bewegen von Körpergeweben zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit
Myogelose	druckschmerzhafte Muskelverhärtung infolge chemischer Veränderungen oder Spannungszunahme einzelner Fasern

**N**

Nekrose	Absterben von Körpergewebe, meist infolge ungenügender Blutzufuhr. Der Fuß ist häufig betroffen, da er vom Zentrum des Blutkreislaufes, dem Herzen, am weitesten entfernt ist
Neuralgie	Schmerzen infolge Erkrankung des zugehörigen Nerven
Neuritis	Nervenentzündung; meist infolge Infektion, toxischer Substanzen, mechanischer Irritation
Neurom	gutartige Geschwulstneubildung aus Nervenzellen und Nervenfasern

**O**

Ödem	übermäßige Flüssigkeitsansammlung in Gewebe
Orthese	äußerer Hilfsmittel zur Führung oder Stabilisierung von Gelenken oder Skelettab schnitten
Ossikel	kleines isoliertes, meist abgerundetes Knochenstück, oft als freier Gelenkkörper
Osteochondrose	Nekrosezone von subchondralem Knochen mit oder ohne Beteiligung des Gelenkknorpels
Osteolyse	Auflösung von Knochengewebe
Osteomalazie	verminderter Einbau von Mineralstoffen ins Knochengerüst mit der Folge von verminderter mechanischer Belastung
Osteomyelitis	bakterieller Knocheninfekt
Osteophyt	Knochensporn; reaktive Knochenbildung in Form von Höckern, Zacken, Spangen oder flächenhaften Auflagerungen, die vom Periost ausgeht
Osteoporose	verminderter Kalksalzgehalt des Knochens durch vermehrten Abbau oder verminderter Anbau
Osteosynthese	operative Verbindung von Knochen mittels Implantaten, meist bei Frakturen oder Osteotomien
Osteotomie	operative Durchtrennung eines Knochens
Osteozyt	Knochenzelle

**P**

Paralyse	vollständige Lähmung eines Körperteiles
----------	-----------------------------------------

Paraplegie	Lähmung beider Beine
Parästhesie	gestörte Gefühlsempfindung, auch Kribbeln
Paratenonitis	Entzündung des um die Sehne gelegenen Gewebes, v.a. der Sehnenscheide
Parese	unvollständige Lähmung
passager	vorübergehend
Pathologie	Lehre von den Krankheiten
Pelotte	Stütze, mit welcher der Druck von einer Orthese auf den Körper übertragen wird
Perineurium	Perineuralgewebe
Periost	Knochenhaut, die den Knochen mit Gefäßen, Nerven und Bindegewebe umhüllt
Peritendineum	Gefäßhaltiges, lockeres Bindegewebe, das die Sehnen umgibt
Pes	lateinische Bezeichnung für Fuß
Phalanx	lateinische Bezeichnung für Zehenglied, Fingerglied
Prodrom	uncharakteristisches Symptom, das den typischen Symptomen als Vorbote des Krankheitsgeschehens zeitlich vorangeht
Propriozeption	Lagesinn für die Position einzelner Gelenke oder Körperabschnitte
Prothese	orthopädisches Hilfsmittel zum Ersatz eines Körperteiles, der ganz oder teilweise fehlt
Pseudarthrose	Ausbildung eines falschen Gelenkes infolge Nichtverheilens einer Fraktur oder Arthrodese

### R

Redression	Korrektur einer Fehlstellung mit Rückführung des betroffenen Körperteiles in die normale Achse; Korrektur erfolgt manuell, durch Gipsen oder durch Orthesen
Rekuperation	Erholung
Resektion	operative Entfernung von Gewebeteilen
resorbierbar	auflösbar
Retinaculum	Halteband für Sehnen, Verstärkungszug für Faszien
retrocapital	hinter dem Köpfchen gelegen
Rückfuß	hinterer Anteil des Fußskeletts, gebildet vom Talus und Calcaneus und vorne begrenzt durch die Chopard'sche Linie
Ruptur	lateinische Bezeichnung für Riss

### S

Scharniergele	Gelenkform, bei der nur die Rotation um eine Achse möglich ist, z.B. das obere Sprunggelenk
---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

Sehnenscheide	Gewebe, das die langen Sehnen schlauchförmig umgibt, innen mit der Synovialmembran ausgekleidet ist und den Sehnen ein Gleiten gegen das benachbarte Gewebe ermöglicht
Sehnentransfer	Verlagerung von Sehnen zum Ausgleich eines Ungleichgewichtes von Muskeln
Seitenband	Bandverbindung an der Seite eines Gelenkes zur Eingrenzung der Beweglichkeit auf eine angenäherte Scharnierbewegung
Skarifizierung	diagnostische oder therapeutische Einritzung oder Stichelung
Sklerose	krankhafte Gewebsveränderung durch vermehrte Einlagerung von fibrösem Bindegewebe
Spastik	vermehrter Skelettmuskeltonus, der zur Verkrampfung führt
Spitzfuß	Fußfehlstellung in vermehrter Plantarflexion, v.a. im oberen Sprunggelenk
Spongiosa	Balkchensubstanz der Knochen; füllt v.a. Gelenkenden, angrenzende Schaftteile, Muskelansatzhöcker der Röhrenknochen und kleine Knochen nach dem Prinzip Minimum an Substanz mit Maximum an Stabilität aus
subcapital	körpernah zum Kopf / Köpfchen eines Knochens gelegen
subchondral	unter dem Knorpel gelegen
Subcutis	Unterhaut
Subluxation	teilweise Ausrenkung eines Gelenkes, bei der noch ein Kontakt der Gelenkflächen besteht
Synchondrose	Verbindung von zwei Knochen durch hyalinen Knorpel
Syndesmose	Verbindung von zwei Knochen durch kollagenes oder elastisches Bindegewebe
Synostose	krankhafte, knöcherne Verbindung von Knochen
Synovia	schleimhaltige Gelenksflüssigkeit, die von der Gelenksschleimhaut gebildet wird
Synovialis	Schleimhaut, die den Gelenksinnenraum auskleidet
Synovitis	entzündliche Schwellung der Gelenksschleimhaut
Szintigraphie	nuklearmedizinisches Verfahren, bei welchem ein spezifischer radioaktiver Marker verabreicht und anschließend dessen Verteilung im Körper abgebildet wird

**T**

Tarsaltunnel	Durchtrittskanal am Innenknöchel für den N. tibialis posterior, vom Retinaculum der Zehenbeuger-Muskeln überdacht
Thompson-Griff	Test zur Überprüfung der Intaktheit der Achillessehne; die kräftige seitliche Kompression der Wadenmuskulatur führt bei intakter Achillessehne zu einer passiven Plantarflexion

Tendinitis	Entzündung des eigentlichen Sehnengewebes
Tendinose, Tendopathie	degenerative, mit Knochenhautreizung einhergehende Bindegewebskrankung im Sehnenbereich, meist infolge übermäßiger Beanspruchung
Tenodese	Befestigung einer Sehne an einer anderen Körperstruktur
Tenosynovitis	entzündliche Erkrankung der Sehnenscheide
Thermotherapie	aus Hydrotherapie; therapeutische Maßnahmen wie Wickel, Packungen und Bäder, welche je nach Indikation kalt, kühl, warm oder heiß angewendet werden
Tinel-Zeichen	eigentlich Hoffmann-Tinel-Zeichen, Zeichen für die Schädigung eines oberflächlichen Nervs innerhalb eines anatomischen Kanals; Klopfen auf den Nerven löst Schmerzen in dessen Versorgungsgebiet aus
Torsion	Drehung einer Körperstruktur um ihre Längsachse
Trauma	eine den Organismus schädigende Einwirkung
Trophik	Ernährung oder Ernährungszustand einer Körperstruktur
Tuberculum	kleine Vorwölbung eines Knochens, Knochenvorsprung
Tuberositas	knöcherne Rauigkeit oder Vorwölbung im Bereich von Muskel- und Sehnenansätzen
Tumor	umschriebene Schwellung (Geschwulst) von Körpergewebe

### U

Umkehrplastik	Behandlung von Erkrankungen durch Umkehrung von einzelnen anatomischen Strukturen
---------------	-----------------------------------------------------------------------------------

### W

Wundheilungs- phasen	Entzündungsphase (Tag 1–5), Proliferationsphase (Tag 5–21), Konsolidierungsphase (Tag 21–60), Umbauphase (Tag 60–360)
-------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Z

Zyste	krankhafter, flüssigkeitsgefüllter Hohlraum im Körper, der durch eine eigene Zellschicht oder Schleimhaut ausgekleidet ist
-------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

# CHECKLISTE

Sie haben sich zu einer Fußoperation entschlossen. Es gilt nun, wie bei der Planung einer längeren Reise, noch einige Vorbereitungen zu tätigen, sodass Sie sich für die Operation und die Zeit danach ganz Ihrem Fuß widmen können.

Die folgende Checkliste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie soll Ihnen lediglich bei den Vorbereitungsarbeiten eine Hilfeleistung bieten, um keine wichtigen Punkte zu vergessen. Wir haben versucht, die am häufigsten auftretenden Probleme und Fragen zu berücksichtigen.

## Vor der Operation

### Versicherungsschutz

- ist mein Versicherungsschutz gültig
- welche Zusatzleistungen zahlt meine Kasse
- kommt eine Rehabilitation für mich in Frage

### Hausarzt

- ist für mich eine Untersuchung beim Hausarzt nötig
- habe ich einen Untersuchungstermin mindestens 2 Wochen vor der OP
- weiß ich, welche Medikamente ich für die Zeit im Krankenhaus weiter einnehmen muss
- nehme ich einen Blutverdünner ein und wenn ja, muss ich diesen vor der OP absetzen und ab wann

### Arbeitgeber

- habe ich mit dem Chirurgen den ungefähren Zeitraum für die Arbeits- und Sportfähigkeit besprochen
- weiß mein Arbeitgeber über die OP und den Zeitraum des Arbeitsausfalles Bescheid
- ist meine Abwesenheit am Arbeitsplatz geregelt

### Haushalt

- ist für den Unterhalt des Haushaltes gesorgt (Tiere, Pflanzen ...)
- habe ich genügend Esswaren, wenn ich nach Hause komme
- ist meine Familie und meine Nachbarschaft über die Abwesenheit orientiert
- muss ich die Post zurückhalten oder umleiten lassen
- komme ich mit den Hilfsmitteln nach der Operation (Stöcke, Spezialschuhe usw.) in der Wohnung klar (Treppen, Schlafzimmer, Toilette usw.).

### Haushaltshilfe

- bin ich eventuell auf eine Haushaltshilfe angewiesen (Einkaufen, Kochen, Ankleiden etc.)
- falls ja, muss ich diese bereits organisieren

## Checkliste

---

### Rehabilitation

- ist nach der Operation eine Kur oder Rehabilitation nötig
- falls ja, ab wann nach der OP, wie lange, reicht der Versicherungsschutz, ist ein Kostenvoranschlag nötig
- falls ja, können ärztliche Verrichtungen in der Kur- oder Rehaklinik durchgeführt werden

### Klinik

- weiß ich, wann ich in die Klinik eintreten muss
- was muss ich an Unterlagen in die Klinik mitnehmen
- muss ich meine eigenen Medikamente in die Klinik mitnehmen
- habe ich die Blutgruppenkarte, Allergiepass und ev. eine Medikamentenliste dabei

### Fußchirurg

- bin ich über die Operation und die Zeitdauer des Spitalaufenthaltes informiert
- sind noch wichtige neue Aspekte zum bereits diskutierten Problem hinzugekommen

## Nach der Operation

### Termine

- habe ich die nächsten Kontrolltermine beim Chirurgen und Hausarzt
- habe ich die Physiotherapie-Termine
- ist der Transport zu den Terminen gewährleistet
- habe ich einen Duschschutz
- weiß ich welche Medikamente einzunehmen sind (Blutverdünner etc.)
- kann ich selber Blutverdünner spritzen
- muss ich Stöcke mieten oder kaufen
- habe ich genügend Verbandsmaterial

# PERSÖNLICHER BEHANDLUNGSPLAN

Der persönliche Behandlungsplan dient als roter Faden für das Gespräch zwischen dem Fußchirurgen und dem Patienten. Er soll das persönliche Gespräch keinesfalls ersetzen, sondern für beide Seiten sicherstellen, dass alle wichtigen Eckdaten um die Operation besprochen wurden. Die Angaben des Behandlungsplanes richten sich nach Erfahrungswerten. Änderungen des Operationsablaufes und des postoperativen Procederes sind möglich.

geplante OP			
Operateur			
Anästhesieart			
Eintritt	<input type="checkbox"/> Vortag	<input type="checkbox"/> Op-Tag	
Hospitalisation	<input type="checkbox"/> Nächte		
Nachbehandlung:	Entlastungsschuh für <input type="checkbox"/> Wochen		
	Primacast	für <input type="checkbox"/> Wochen	
	Gips	für <input type="checkbox"/> Wochen	
	Walker	für <input type="checkbox"/> Wochen	
	Anderes		
Belastung	<input type="checkbox"/> voll	<input type="checkbox"/> kg	für <input type="checkbox"/> Wochen
		<input type="checkbox"/> kg	für <input type="checkbox"/> Wochen
		<input type="checkbox"/> kg	für <input type="checkbox"/> Wochen
dann	normale Schuhe	nach <input type="checkbox"/> Wochen	
	Gipswechsel	nach <input type="checkbox"/> Wochen	
	Gips	für <input type="checkbox"/> Wochen	
	Spezialstiefel ...	für <input type="checkbox"/> Wochen	
	Anderes ...	für <input type="checkbox"/> Wochen	
Rx-Kontrolle	<input type="checkbox"/> Wochen nach Op		
Physiotherapie	ja / nein		
Blutverdünnung	stationär <input type="checkbox"/>	postoperativ für <input type="checkbox"/>	Wochen
Arbeitsunfähigkeit	<input type="checkbox"/> Wochen 100%		
	<input type="checkbox"/> Wochen 50%		
	0% ab <input type="checkbox"/>		
Beginn Sport	<input type="checkbox"/> Wochen nach Op		
Referenzkapitel			

## EMPFOHLENE LITERATUR

AAOS. Advanced Reconstruction. Foot and Ankle, 6300 North River Road, Rosemont, IL 60018

Alfredson H, Pietilä T, Jonsson RPT, Lorentzon R (1998) Heavy-load eccentric calf muscle training for treatment of chronic Achilles tendinosis. Amer J Sports Med 26(3)

Baviera B (2001) Bewegen durch Bewegung. SynErg-Verlag, Zürich

Budniok A (1997) Verschiedenartige Gewebezustände als Ursache unterschiedlicher Schmerzarten. Phys Rehab Kur Med 7: 231–238

Brukner P, Kahn K (2002) Clinical sports medicine. McGraw-Hill, Australia

Cailliet R (1997) Foot and ankle pain, 3rd ed. F. A. Davis Company, Philadelphia

The foot and ankle. Master techniques in orthopaedic surgery (2002), 2nd ed. Lippincott, Williams and Wilkins

Greenman PE (1998) Das Konzept der Barrieren. Lehrbuch der osteopathischen Medizin. Haug, S. 57–63

Hansen ST Jr (2000) Functional reconstruction of the foot and ankle. Lippincott, Williams and Wilkins

Henry KD, Rosemond Ch, Eckert LB (1999) Effect of number of home exercises on compliance. Phys Ther 79 (3)

Lohrer H, Alt W, Gollhofer A, Rappe B (2000) Lateral ankle ligament injuries – a review. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 51(6)

Maitland GD (1988) Mobilisation der peripheren Gelenke. Springer, Heidelberg Wien

Meyerson (2000) Foot and ankle disorders, Vol. 2. W.B. Saunders

Pisani G (1998) Fußchirurgie. Thieme, Stuttgart

Rhode J (1975) Die Automobilisation der Extremitätengelenke. Zschr Physiother 27: 57–65

Rhode J (1976) Die Automobilisation der Extremitätengelenke (III). Die Automobilisation des Schultergelenkes unter besonderer Betonung der Kapseldehnung zur Behandlung der Schultersteife. Zschr Physiother 28: 121–134

## **Empfohlene Literatur**

---

Schnabel M, Conrad H-J, Mann D, Efe T, El-Zayat BF, Gotzen L, Schräg M (2004) Herausforderung: Interprofessionelle Workflowoptimierung. *F & W* 1/2004: 29–33

Sommer C, Hintermann B, Nigg BM, van den Bogert AJ (1996) Influence of ankle ligaments on tibial rotation: an in vitro-study. *Foot Ankle Int* 17(2)

Sommer C (1996) Das instabile OSG. Die Behandlung der frischen Bandruptur – eine Literaturübersicht. *Sportverletzung-Sportschaden* 10: 76–78

Van den Berg F (1999) Angewandte Physiologie: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen. Thieme, Stuttgart

Zölich C, Fialka-Moser V, Quittan M (2003) Rehabilitation of ligamentous ankle injuries: a review of recent studies. *Brit J Sports Med* 37: 291–295

# SACHVERZEICHNIS

- Abduktion 20, 22, 112, 241  
Abszess 199, 200, 263  
Achillessehne 9, 16, 24, 26, 106–109, 112, 149–163, 228, 232, 235, 246, 248, 269, 270  
Adduktion 20, 22, 177, 194, 241  
– Adduktionstrauma 194  
Akin 34  
Anästhesie 201–204, 206–210, 273  
Ankylose 263  
Antagonist 263  
Antibiotika 158, 199, 201, 263  
Aponeurose 26, 133, 263  
Arthritis 40, 92, 112, 119, 121, 158  
Arthrodese 46, 47, 69, 70, 73, 74, 77, 78, 82–86, 88–91, 93–96, 102–104, 114, 117, 122, 144, 147, 175, 181, 183, 185, 195, 196, 212, 235, 263, 268  
Arthrose 263  
Arthrose 10, 11, 19, 35, 38, 43, 66–69, 71–73, 79, 80, 82, 86–89, 91–94, 103, 120, 122, 168, 169, 172, 175, 176, 181, 182, 263  
Arthroskopie 98–100, 263  
Atrophie 263  
Augmentation 114, 143, 147, 153, 156, 160, 162, 190, 195, 263  
autolog 99, 263  
Automobilisation 239, 242, 248, 257, 263  
  
Bandage 56, 102, 141, 188, 190, 192, 193, 196, 217, 227, 229, 230, 232–234  
Bänder 2, 7, 10, 12, 13, 17, 27, 28, 33, 39, 40, 50, 78, 80, 84, 86, 110, 112, 120, 124, 138, 141, 144, 145, 148, 174, 176, 177, 179, 186–191, 193–196, 216, 228, 266  
Baxter-Nerv 18, 26, 131–135  
Behandlungspfad 241–248  
Biegefähigkeit 8  
Blutleere 210  
Blutsperre 118, 210  
Bunionette 48–51, 110, 263  
Bursa 109, 263  
– Bursitis 106, 107, 109, 155, 263  
  
Calcaneus 26, 27, 86, 89, 90, 92, 106–109, 112, 116, 128, 133, 149, 180–182, 194, 195, 219, 268  
– Calcaneusfraktur 180, 181, 219  
Cellulitis 199  
Chondrozyt 10, 99, 264  
– Chondrozyten-Transplantation 99  
Chopard 7, 30, 91–94, 194, 268  
– Arthrose Chopard 91, 93  
Clavus 264  
Coalitio 9, 101–103, 105, 112, 264  
Compliance 264  
Crepitatio 81, 92, 264  
  
Denervation 264  
Desinfektion 204, 208, 209  
Diastase 173, 264  
Dissekat 10, 97, 98, 264  
Distorsion 264  
Dorsalflexion 20, 60, 129, 133, 139, 142, 152, 158, 187  
– Dorsalflexionskontraktur 60  
Durchblutungsstörung 9, 38, 53, 62, 63, 83, 96, 106, 130, 174, 198, 199, 201, 216, 222

- Eigentherapie 240–248, 257, 258  
Einklemmphänomen 43, 63, 65, 80, 92, 104, 135, 189  
Einzelphysiotherapie 238, 241–247  
Elektroneurographie 129  
Empyem 264  
Entlastungshilfe 234  
Entlastungsschuh 230, 231, 242, 273  
Entzündungsphase 122, 216, 239, 270  
Eversion 22, 27, 86, 138, 139, 142, 191, 192, 229  
– Eversionsverletzung 191  
Exostose 9, 11, 44–46, 63–65, 68, 72, 81, 82, 88, 92, 93, 106–109, 117, 155, 156, 264
- Faden 42, 54, 144, 148, 153, 154, 157, 160, 163, 167, 208, 213–216, 232, 273  
– Fadenentfernung 42, 144, 148, 154, 157, 160, 163, 216, 232  
– Fadenmaterial 167, 208, 213, 215, 216  
Faserknorpel 10  
Faszie 13, 128, 130, 132–135, 200, 216, 264, 268  
Ferse 7–9, 22, 24, 26, 27, 39, 47, 52, 84, 86, 87, 90, 91, 101, 106–109, 112, 115, 128, 129, 131–134, 138, 140, 145, 147, 149, 150, 152, 155, 156, 158, 159, 166, 167, 176, 180–182, 187, 191, 194, 226, 245, 250  
– Fersenbein 7–9, 22, 24, 26, 27, 86, 87, 91, 101, 106–108, 112, 128, 132, 133, 147, 149, 152, 155, 156, 158, 166, 167, 180–182, 187, 191, 194  
– Fersenhöcker 106  
– Fersensporn 131–133  
Fettgewebepolster 56, 60, 120  
Fibula 26, 79, 138–141, 145, 167, 176–178, 187, 191, 224, 266  
– Fibulafraktur 167, 177, 178  
Fraktur 8, 112, 166–173, 175–185, 188, 219–221, 267, 268  
– Frakturbehandlung 219, 220  
– Abrissfraktur 166, 167, 177  
– Abscherfraktur 166, 167  
– Biegungsfraktur 166  
– Calcaneusfraktur 180, 181, 219  
– Ermüdungsfraktur 166  
– Fibulafraktur 167, 177, 178  
– Kompressionsfraktur 167  
– Luxationsfraktur 166, 167, 173  
– Malleolarfraktur 176–178, 219  
– Marschfraktur 8, 166, 170, 171, 220  
– Mittelfußfraktur 171, 172  
– Spontanfraktur 8, 166  
– Stressfraktur 171  
– Tänzer-Fraktur 170  
– Torsionsfraktur 166, 167  
– Trümmerfraktur 166, 167  
– Übermüdungsfraktur 171, 219  
Freiberg'sche Krankheit 62  
Frühfunktionelle Therapie 141, 160, 163, 179, 190, 193, 196, 224  
Fußwölbung 24, 68, 72, 111, 116, 138, 145, 146, 224, 242, 244–247, 249–254, 257, 258, 264, 265  
Fußwurzel 7, 11, 13, 17, 22, 24, 52, 60, 66, 70–73, 75, 81, 111, 112, 120, 145, 170, 173, 180, 213, 219, 235, 267  
– Fußwurzelarthrose 71, 72  
– Fußwurzelknochen 7, 70, 71, 73, 75, 145, 180, 219
- Ganglion 265  
Ganzkörpertraining 239, 242, 244–247  
Gegenschuh 39, 47, 52, 231  
Gehgips 171, 223, 224  
Geisha-Schuh 220  
Gelenk 2, 7, 9–11, 13, 15, 17, 19, 22, 24, 27, 30, 35, 36, 38, 43, 45–47, 51, 56, 57, 59, 63–73, 77, 80–99, 101–103, 105, 110–114, 116, 117, 119–122, 142, 144–147, 163

- Gelenksmaus 10, 97, 98
- Gelenksprothese 45
- Gelenkstoilette 45, 82
- Gicht 19
- Gips 71, 74, 77, 78, 85, 99, 109, 130, 135, 137, 140, 141, 143, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156–158, 160, 163, 168, 169, 171, 172, 175, 178, 180, 181, 183–185, 188, 190, 193, 195, 196, 217–232, 235, 244, 246, 247, 273
- Gipstyp 218
- Granulom 214, 265
- Großzehenballen 26, 120, 250, 251, 263
- Großzehengrundglied 37, 42, 45, 168, 169
- Haglund 106–109, 155
- Hallux 30–36, 38, 40–45, 47–49, 53, 54, 56, 59–62, 66, 67, 110, 230, 232–235, 238, 242, 248, 257, 260, 262
  - Hallux rigidus 41, 43–45, 47
  - Hallux valgus 30–32, 34, 35, 40, 41, 48, 49, 56, 60, 62, 66, 67, 110, 235, 238, 242, 248, 260, 262
  - Hallux valgus interphalangeus 40, 41
  - Hallux-Bandage 232, 233
- Hämarthros 265
- hämatogen 199, 200, 265, 266
- Hammerzehe 32, 55, 56, 61, 120, 211, 235
- Hohlfuß 110, 114–116, 118
- Hyperästhesie 265
- Hyperextension 265
- Hyperplasie 265
- Hypertrophie 265
- Hypoplasie 265
- Impingement 80, 82, 92, 104, 265
- Implantat 39, 47, 52, 70, 73, 78, 167, 171, 175, 182, 198, 205, 211, 212, 265, 267
- Infiltration 105, 126, 133, 134, 136, 192
- Insertion 149, 150, 155, 156, 265
  - Insertionstendinopathie 150, 155, 156, 265
- Insuffizienz 112, 145, 146, 188, 265
- Inversion 13, 22, 27, 86, 145, 149, 170, 187, 229, 244, 245
- Kahnbein 9, 26, 27, 63, 71, 75, 91, 101, 111, 145, 191
- Kallus 184, 265
- Kaltenborn 266
- Keilbein 6
- Keloid 216, 217, 232, 264
- Kirschnerdraht 58, 94, 212, 232, 266
- Kleinzehendeformationen 55, 115
- Knick-Senk-Fuß 91, 101, 110–112
- Knöchel 13, 24, 27, 80, 99, 120, 128, 176–180, 187, 190, 191, 193, 194, 196, 220, 229, 266
  - Außenknöchel 26, 27, 89, 103, 115, 116, 135, 138, 187, 189
  - Innenknöchel 26, 27, 92, 111, 128, 130, 134, 145, 177, 187, 191, 193, 269
- Knochen 2, 6–11, 13, 15, 31, 35, 38–40, 42, 43, 45, 46, 50, 51, 65, 78, 84, 97–99, 106, 109, 113, 114, 117, 118, 122, 123, 149, 166, 167, 169, 172, 174–176, 179, 183–185, 189, 199, 200, 211, 216, 260, 264, 266–269
  - Knochendichte 8, 106, 121
  - Knochenkern, akzessorischer 104
  - Knochenklammer 212, 213
  - Knochen-Knorpel-Dissekat 97, 98
  - Knochen-Knorpel-Transplantation 98, 99
  - Knochenmark 7
- Knorpel 7, 10, 11, 17, 28, 35, 44–46, 63, 65, 66, 71, 72, 80, 82, 84, 87, 92,

- 97–100, 120, 166, 178, 179, 189, 213, 264, 269
- Knorpelresektion 100
- Knotentechnik 213, 214
- Köhler'sche Krankheit 62, 63
- Kompartiment 171, 174, 266
- Kompressionstrauma 174
- Konsolidierungsphase 239, 270
- Kontraktur 66, 109, 121, 266
- Kontusion 142, 266
- Korrekturosteotomie 65, 66, 113, 147
- Kortison 126, 129, 134, 150, 158, 216
- Krallenzehe 55, 56, 60, 116
  
- Lagerungsschiene 222, 229, 235
- Laxität 266
- Liegegips 85, 90, 95, 103, 109, 114, 119, 223
- Ligamente
  - Ligamenta calcaneocuboidea 12
  - Ligamenta cuneocuboidea dorsalia 12
  - Ligamenta cuneonaviculalia dorsalia 12
  - Ligamenta tarsometatarsalia dorsalia 12
  - Ligamentum bifurcatum 12, 194
  - Ligamentum calcaneofibulare 12, 187
  - Ligamentum calcaneonaviculare (Spring ligament) 12, 191, 194
  - Ligamentum deltoideum 12, 27, 191
  - Ligamentum interosseum 12, 86, 89
  - Ligamentum plantare longum 12
  - Ligamentum talofibulare anterius 12, 187
  - Ligamentum talofibulare posterius 12, 187
  - Ligamentum talonaviculare 12
  - Ligamentum tibiocalcaneare 12
  - Ligamentum tibiofibulare anterius 12, 176
  - Ligamentum tibiofibulare posterius 12
  - Ligamentum tibionaviculare 12
  - Ligamentum tibiotalare anterius 12
  - Ligamentum tibiotalare posterius 12
- Lisfranc 7, 30, 66–70, 111, 145, 170–174
  - Lisfranc'sche Luxationsfraktur 173
  - Arthrose Lisfranc 66–69
- Logensyndrom 171, 266
- Luxation 84, 139, 166, 167, 173, 178, 266
  - Luxationsfraktur 166, 167, 173
- Lymph 10, 232, 244, 246, 266
  
- Maisonneuve 178
- Maitland 239, 266
- Malleolarfraktur 176–178, 219
- Malleolus 145, 177, 266
- Membrana interossea 145, 177, 178, 266
- Metapolster 232, 233
- Metastase 9, 266
- Metatarsalgie 60–62, 64, 68, 116, 120, 125, 266
- Metatarsus 267
- Mittelfuß 7, 24, 30, 39, 46, 47, 62, 66, 67, 70, 112, 115, 171–174, 212, 220, 267
  - Mittelfußfraktur 171, 172
  - Mittelfußknochen 7–9, 27, 31, 35, 36, 40, 45, 48–52, 56, 60–62, 66, 67, 70, 111, 116, 124, 170, 173, 174, 220
- Mobilisation 205, 231, 239, 240, 242–247, 250, 257, 267
- Morton 60, 124–127, 233, 235
- Muskeln 7, 13–15, 24, 110, 117, 138, 144, 148, 160, 176, 228, 269
  - Musculus abductor digiti quinti 26
  - Musculus abductor hallucis 26, 128, 130, 132–134
  - Musculus extensor digitorum brevis 14, 16, 26
  - Musculus extensor digitorum longus 14, 16

- Musculus extensor hallucis brevis 14, 16
- Musculus extensor hallucis longus 14, 16, 143
- Musculus flexor digitorum longus 16, 128, 147
- Musculus flexor hallucis longus 16, 104, 128, 153, 162
- Musculus gastrocnemius 14, 26, 228
- Musculus peronaeus brevis 14, 16, 26, 138
- Musculus peronaeus longus 14, 16, 26, 138
- Musculus peronaeus tertius 16
- Musculus soleus 14, 26, 149
- Musculus tibialis anterior 14, 16, 24, 26, 141
- Musculus tibialis posterior 16, 26, 27, 111, 112, 128, 145
- Myogelose 136, 267
- Nahttechnik 213–215
- Narbenpflege 216
- Narkose 201, 202, 204, 205, 207, 208, 213, 231
- Nekrose 9–11, 99, 184, 266, 267
- Nerven 7, 10, 13, 18, 19, 30, 35, 42, 45, 51, 53, 63, 65, 68, 70, 72, 73, 83, 84, 86, 89, 94, 105, 106, 114, 118, 123–131, 133–137, 144, 148, 153, 158, 166, 168, 172, 175, 179, 185, 188, 190, 198, 202, 203, 205, 210, 214, 264, 267, 268, 270, 274
- Nervus abductor digiti quinti 18, 131
- Nervus cutaneus dorsalis intermedius 18
- Nervus cutaneus dorsalis medialis 18
- Nervus peronaeus superficialis 18, 135, 136, 179
- Nervus plantaris lateralis 18
- Nervus plantaris medialis 18
- Nervus saphenus 18
- Nervus suralis 18, 89, 90, 103, 158, 160, 162, 182, 196
- Nervus tibialis 18, 105, 106, 128–132, 134, 153
- Ramus calcanearis 18
- Neuralgie 19, 60, 267
- Neuritis 125, 267
- Neurom 124–127, 233, 235, 267
- Operationsabteilung 206
- Operationsrisiko 59, 127, 161, 198, 204
- Operationssaal 204, 206–208, 231
- Orthese 143, 146, 156, 229, 235, 267, 268
- Os 6, 26, 34, 63, 75–78, 91, 93, 104–106, 111, 112, 138, 141, 144, 146, 148, 171, 173, 174, 191, 192, 195
- Os cuboideum 6, 91, 174, 195
- Os cuneiforme intermedium 6
- Os cuneiforme laterale 6
- Os cuneiforme mediale 6, 138, 141
- Os metatarsale 26, 34, 63, 141, 173
- Os naviculare 6, 26, 63, 75–78, 91, 93, 111, 112, 148, 171, 191
- Os sesamoideum 6
- Os tibiale externum 75–78, 105, 146, 192
- Os trigonum 104–106
- Ossikel 195, 267
- Osteochondrose 10, 99, 267
- Osteochondrosis dissecans 10, 96–98
- Osteolyse 267
- Osteomalazie 267
- Osteomyelitis 199–201, 267
- Osteophyt 68, 72, 80, 83, 84, 87, 92, 94, 267
- Osteoporose 8, 33, 38, 50, 121, 267
- Osteosynthese 167–170, 172, 175, 179, 180, 183–185, 210–212, 219, 267
- Osteotomie 37, 117, 122, 265, 267

- Paralyse 268  
Paraplegie 268  
Parästhesie 129, 268  
Paratenonitis 150, 152, 268  
Parese 268  
Pathologie 7, 91, 268  
Pelotte 64, 268  
Perineurium 136, 137, 268  
Periost 15, 193, 195, 267, 268  
Peritendineum 109, 268  
Phalanx 6, 268  
– Phalanx distalis 6  
– Phalanx media 6  
– Phalanx proximalis 6  
Physiotherapie 32, 39, 49, 71, 74, 76, 79, 101, 121, 131, 140, 141, 143, 146, 150, 156, 160, 163, 188, 190, 193, 196, 224, 232, 237, 238, 240, 248, 266, 272, 273  
Plantaraponeurose 60, 67, 110–112, 116, 132–134, 149, 220, 265  
Plantarflexion 20, 22, 80, 138, 145, 149, 158, 162, 163, 191, 244, 246, 269, 270  
Prämedikation 203, 204  
Präoperative Abklärung 104, 203  
Proliferationsphase 239, 270  
Pronation 22, 178, 192  
Propriozeption 19, 268  
Prothese 11, 45, 81–85, 200, 212, 213, 235, 268  
– OSG 81, 82, 212, 213, 235  
Pseudarthrose 76, 172, 183–185, 268
- Redression 246, 268  
Refixationstechnik 78  
Regionalanästhesie 201, 202, 204  
Rekrutierungsphänomen 56, 60, 61, 120  
Rekuperation 106, 166, 268  
Retinaculum, Retinacula 12, 15, 138, 139, 141, 142, 268, 269  
– Retinacula musculorum peronaeorum 12
- retrocapital 64, 268  
Rheumatoide Arthritis 112, 119, 158  
Rückfuß 7, 13, 17, 22, 27, 30, 77, 79, 81, 83, 86, 88, 92, 101–103, 105, 106, 108, 109, 116, 120, 129, 133, 134, 136–139, 145–147, 150, 155, 170, 179, 181, 182, 186–192, 194, 195, 198, 212, 213, 219, 221, 222, 230, 232, 235, 268  
Ruptur 139, 142, 143, 145–147, 157, 158, 161, 162, 177, 178, 187, 268
- Scarf 34  
Scarfifizierung 153, 154, 156  
Schienbein 24, 26, 27, 75, 79, 80, 111, 128, 167, 176  
Schleimbeutel 9, 15, 106, 149, 155, 199, 263  
– Schleimbeutelentzündung 106, 155  
Sehne 2, 7, 9, 13, 15–17, 24–28, 33, 50, 57, 62, 75–78, 84, 92, 104, 105, 107–114, 117, 121, 122, 128, 130, 138–163, 166, 167, 170, 186, 189–193, 195, 199, 210, 216, 228, 263, 265, 268–270  
– Sehnenluxation 140  
– Sehnenscheide 15, 16, 104, 105, 138–141, 144, 146, 148, 149, 199, 268–270  
– Sehnentransfer 114, 269  
Seitenband 269  
Sesamknöchelchen 15, 17, 36, 260  
Sinus tarsi 86, 87, 89, 188  
Skarfifizierung 268  
Sklerose 119, 269  
Spastik 269  
Spitzfuß 84, 116, 160, 162, 163, 222, 228, 268  
– Spitzfüßigkeit 228  
Spongiosa 7, 184, 185, 269  
Spreizfuß 30, 31, 67, 110  
– Spreizfüßigkeit 32, 49, 56, 60, 67, 69, 262

- Spring ligament 12, 92, 112, 191, 192  
Sprungbein 7, 11, 26, 27, 71, 79, 86, 91, 96, 104, 111, 116, 128, 191  
Sprunggelenk 11, 13, 17, 22, 27, 79–84, 86, 89, 96, 101–104, 115, 116, 122, 129, 136, 141, 142, 167, 176, 178, 179, 181, 182, 186–188, 190–193, 196, 212, 219, 229, 244, 245, 266, 269
- oberes Sprunggelenk 11, 13, 17, 22, 27, 79–84, 86, 96, 104, 115, 116, 122, 129, 136, 141, 142, 167, 176, 178, 179, 186, 190, 191, 193, 219, 269
    - Arthrose des oberen Sprunggelenkes 71, 79, 80
    - Bänder des oberen Sprunggelenkes 13, 186, 187
  - unteres Sprunggelenk 11, 22, 27, 86, 89, 101–103, 181, 182, 187, 188
    - Arthrose des unteren Sprunggelenkes 71, 86, 103, 181, 182
    - Sprunggelenksbandage 229, 244, 245
- Sterilisation 208, 210  
Subcutis 120, 200, 203, 215, 216, 269  
Subluxation 139, 269  
Supination 13, 22, 135, 136, 167, 177, 187, 191, 192, 194, 229
- Supinationstrauma 13, 135, 167, 187, 191, 192, 194
- Synchondrose 269  
Syndesmose 101, 102, 176–179, 269  
Synostose 101–103, 269  
Synovia 10, 269  
Synovialis 269  
Synovitis 44, 146, 269  
Szintigraphie 28, 104, 184, 200, 269
- Talonavicular-Gelenk 27, 91, 92, 94, 111, 112  
Talus 11, 26, 27, 79, 80, 84, 86, 89, 91, 96, 99, 104, 105, 112, 116, 128, 176, 178, 187, 191, 266, 268
- Tänzer-Fraktur 170  
Taping 168, 220–222, 245  
Tarsaltunnel 128–132, 135, 269
  - Tarsaltunnelsyndrom 128, 129

Tarsometatarsal-Gelenk 66, 173  
Tendinitis 142, 150, 270  
Tendinose 76, 152, 153, 270  
Tendopathie 270  
Tenodese 140, 270  
Tenosynovitis 145, 146, 270  
Thermotherapie 270  
Thompson-Griff 158, 161, 269  
Tibia 26, 79, 84, 116, 138, 141, 145, 171, 176–178, 266

Tinel-Zeichen 129, 270  
Titanplättchen 211  
Titanschraube 211  
Toe alignment splint 233, 234  
Torsion 166, 167, 270  
Trainingstherapie 238–241  
Transfermetatarsalgie 60  
Traumatologie 68, 72, 165, 166, 175  
Trophik 270  
Tubercule de Chapput 178  
Tuberculum 270  
Tuberositas 270  
Tumor 9, 28, 263, 266, 270

Überbein 8, 9, 33, 35, 37, 50, 51, 76, 117, 265  
Umbauphase 239, 270  
Umkehrplastik 160, 162, 270  
Unguis incarnatus 53  
Unterschenkelorthese 229, 230

Vena saphena magna 26  
Verband 42, 85, 205, 207, 208, 218, 230–232, 235, 272  
Verbandsschuh 230, 231, 235  
Versteifung 11, 38, 43, 45, 46, 68, 69,

## **Sachverzeichnis**

---

- 72, 73, 82, 84, 88, 89, 93, 94, 102, 113, 121, 122, 147, 175
- Volkmann-Dreieck 177, 178
- Vorfuß 7, 30, 32, 33, 36, 39–43, 47, 49, 50, 52, 56, 57, 59–61, 65, 69, 112, 119, 122, 126–128, 146, 170–172, 177, 194, 203, 211, 215, 220, 222, 223, 230, 232, 235, 247, 249–252, 257, 260
- Walker 230, 244–247, 273
- Weber'sche Einteilung 177
- Work conditioning 241
- Wundbehandlung 213
- Wundheilungsphasen 238, 239, 270
- Wundheilungsstörung 59, 85, 90, 94, 103, 109, 114, 118, 127, 130, 140, 144, 148, 151, 153, 156, 158, 160, 163, 168, 169, 172, 175, 182, 190, 193, 196, 198, 207, 223, 274
- Infektion 54, 83, 158, 168, 169, 172, 175, 182, 184, 185, 198–201, 206, 264, 266, 267, 274
- Würfelbein 91
- Zehenkompressionsbandage 232–234
- Zehenmobilisation, manuelle 66
- Zehennagel 53
- Zehenplatzhalter 232–234
- Zyste 270