

Nonunion bei Osteotomien und Arthrodesen in der Fusschirurgie

In der Fusschirurgie sind Osteotomien und Arthrodesen oft gewählte Operationstechniken zur Behandlung von Fehlstellungen, Arthrosen und Fehlfunktionen. Dabei ist die Nonunion eine nicht seltene und gefürchtete Komplikation. Dieser Artikel soll eine Übersicht über Risikofaktoren und Vorgehen bei Revision geben.



A. Leumann, Basel

Je nach Patientenkollektiv übersteigt die Anzahl jener, die von einem fusschirurgisch tätigen Orthopäden mit einer oder mehreren Osteotomien am Fuss und Sprunggelenk operativ behandelt werden, 50% des Patientenkollektivs bei Weitem. Diese Operationen können offen, minimal invasiv, perkutan oder auch arthroskopisch gesteuert vorgenommen werden, in Abhängigkeit von Lage, Weichteilstatus, Korrekturausmass und begleitenden Prozeduren. Verschiedene Techniken können zur Fixation benützt werden, unter anderem Schrauben, Platten, K-Drähte, Fixateur externe, intramedulläre Nagelung oder eine Kombination verschiedener Methoden. Osteotomien und Arthrodesen können zweidimensional zuklappend-verkürzend oder aufklappend-verlängernd oder dreidimensional korrigierend durchgeführt werden. Während zuklappend-verkürzende Verfahren einen direkten Knochen-Knochen-Kontakt herstellen, können aufklappend-verlängernde Verfahren den Substanzdefekt offen lassen oder überbrücken. Zur Überbrückung stehen strukturelle Autografts (z.B. Beckenkammspan), strukturelle Allografts (z.B. Knochen-Allograft, Kalziumtriphosphat) und nicht strukturelle Biologika (z.B. demineralisierte Knochenmatrix, Wachstumsfaktoren [z.B. BMP-7]) zur Verfügung. Der au-

tologe Beckenkammspan gilt als Goldstandard. Bei insgesamt schwacher Dantenlage konnten Müller et al in einer systematischen Übersichtsarbeit jedoch zeigen, dass Allografts nicht unterlegen sind.¹

Indikationen für Osteotomien oder Arthrodesen in der Fuss- und Sprunggelenkschirurgie sind Fehlstellungen wie Hallux valgus, Pes planovalgus et abductus, Digitus quintus varus, Pes cavovarus, primäre, sekundäre und insbesondere posttraumatische Arthrosen, zum Beispiel bei asymmetrischer OSG-Arthrose, posttraumatischer Subtalararthrose, Hallux rigidus oder Lisfranc-Arthrose, und funktionelle Dysfunktionen, wie zum Beispiel ein Fallfuss, eine TMT-I-Instabilität oder eine ligamentäre, mediale OSG-Instabilität. Kommt es zu einer verzögerten ossären Konsolidation oder einer Verheilung in Fehlstellung, so spricht man von einer Malunion. Ist auch nach einer Zeitverzögerung keine Konsolidation eingetreten, so spricht man von einer Nonunion (früher: Pseudarthrose). In der Regel ist dies 6 Monate nach initialer Operation der Fall.

Klinisches Bild

Eine Nonunion äussert sich durch persistente Beschwerden mit Zunahme

unter Belastung, übermässigen Schwellungszuständen, Juckreiz und nässenden Wunden. Radiologisch ist die Konsolidation bei der komplexen dreidimensionalen Architektur des Fusses oft sehr schwierig zu beurteilen. Erst ein Computertomogramm (CT) zeigt dann die fehlende oder partielle, ungenügende Konsolidation. Dabei stehen nicht so sehr die radiologischen Lehrbuchbilder der Pseudarthrosen von langen Röhrenknochen im Vordergrund. Häufiger kommt es zu Resorptionszonen und meist kommt es durch die vermehrte Bewegung zu Schraubenlockerungen, -migration und Platten- oder Schraubenbruch (Abb. 1). Durch die Nonunion kommt es in der Regel zu einer Verkürzung, eventuell auch Fehlstellung der Anatomie. Hier können gerade im Vorfussbereich wenige Millimeter zu einem Halluxrezidiv führen oder wenige Grad Fehlstellung zu einem Hyperpressionssyndrom unter einem Metatarsalköpfchen. Tabelle 1 zeigt eine Auswahl verschiedener Osteotomien und Arthrodesen, deren Anwendungshäufigkeit und deren Nonunion-Rate.

Risikofaktoren

Eine Makroangiopathie (periphere arterielle Verschlusskrankheit) führt genauso wie eine Mikroangiopathie (Per-

fusionsstörung) über eine verminderte Gewebeoxygenierung und -nutrition zu einer erhöhten Nonunion-Rate. Hierbei ist zu beachten, dass in der Heilungsphase ein erhöhter Bedarf nachgewiesen ist. Was präoperativ (vielleicht knapp) genügend versorgt ist, kann postoperativ nicht mehr ausreichen.

Das Risiko für eine Nonunion bei Arthrodesen wird durch Nikotinkonsum um den Faktor 2,7 bis 3,8 erhöht.⁷ Dabei gibt es eine lineare Korrelation mit der Nikotinmenge und dem Risiko.

Raucher haben zusätzlich ein erhöhtes Wundheilungs- und Infektionsrisiko.⁷ Verzichtet der Raucher 6 bis 8 Wochen auf das Rauchen präoperativ, reduziert sich das Komplikationsrisiko signifikant.⁷ Um das ebenso erhöhte Frakturrisiko zu normalisieren, sind jedoch 10 Jahre Rauchabstinenz notwendig.⁷ Diabetes mellitus ist ein entscheidender Faktor für die ossäre Heilung. Bei OSG-Frakturen ist die Nonunion-Rate um den Faktor 4 erhöht.⁸ Zusätzlich ist das Infektionsrisiko um den Faktor 10,7 erhöht. Als signifikante, unabhängige Va-

riablen in einer Komplikationsanalyse bei Diabetes mellitus wurden eine Neuropathie, bereits stattgehabte Ulzera, ein HbA1c >7% und weitere nicht Diabetes-bezogene Komorbiditäten in der Patientenanamnese erfasst.⁹ Auch die längere Operationszeit hatte in dieser Studie einen signifikanten Einfluss auf, jedoch nicht der Body-Mass-Index, die periphere arterielle Verschlusskrankheit und der Tabakkonsum.⁹

Ein optimal eingestellter und engmaschig kontrollierter Diabetes mellitus muss deshalb Voraussetzung für eine entsprechende Operation sein.

Sehr oft wird bei Nonunions eine Infektion gefunden. Diese muss sich nicht zwangsläufig mit einer Wundheilungsstörung oder Fistel präsentieren. Die häufigsten Keime sind Staphylococcus aureus und Staphylococcus epidermidis. Für nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) wurde in verschiedenen Studien eine verzögerte Knochenheilung nachgewiesen, bei regelmässiger Einnahme über 4 bis 6 Wochen postoperativ.¹⁰ Auch die Patienten-Compliance hat einen wichtigen Einfluss auf die Heilung: die Wundpflege des Patienten und das Einhalten der Vorgaben (Teilbelastung, Einschränkung des Bewegungsumfanges, Tragen von Orthesen, Bandagen und andere orthopädietechnische Zurichtungen). Mit genügend oft wiederholter Überbelastung kann jedes Implantat zur Ermüdung gebracht werden.

Prävention

Zur Reduktion der Nonunion-Rate ist die Adressierung der Risikofaktoren unerlässlich. Dies beinhaltet primär die Patientenselektion, die Aufklärung des Patienten auch über die Risikofaktoren und die konsequente Einstellung dieser Faktoren präoperativ (gut eingestellter Diabetes mellitus, Sistierung von Nikotinkonsum, Verbesserung der Durchblu-

Prozedur	Häufigkeit in der Fusschirurgie	Häufigkeit von Nonunion
Kalkaneus-Verlängerungsosteotomie (Abb. 2)	++	++ (16–36%) ²
Kalkaneus-Verschiebeosteotomie, Dwyer-Osteotomie	+++	– (<7%) ²
Supramalleoläre Korrekturosteotomien	+	+ (0–11%) ³
Cotton-Osteotomie (Os cuneiforme mediale)	+	– (0%) ⁴
Proximale Metatarsale I Osteotomien (z.B. Scarf)	++	+
Distale Metatarsale-I-Osteotomien (z.B. Chevron)	+++	+ (4–10%) ⁵
Grosszehenosteotomien (z.B. nach Akin)	+++	–
Weil-Osteotomie (Metatarsale-II-IV-Köpfchen)	+++	++
Metatarsale-V-Osteotomien (z.B. reversed Chevron)	++	+
Subtalararthrodese	++	++
OSG-Arthrodese	+++	++ (0–40%) ³
Tripel-Arthrodese	++	++ (2–18%) ⁶
Talonavicular-Arthrodese	+	+++ (0–58%) ⁵
Lisfranc-Arthrodese	+	+
Metatarsophalangeal-Gelenk-I-Arthrodese	++	++ (5–23%) ⁵
Lapidus-Arthrodese (Abb. 1)	+++	+++ (0–74%) ⁵
Hohmann-Arthrodese	+++	+++*

* Bei der Hohmann-Arthrodese kommt es in den meisten Fällen zu einer asymptomatischen Pseudarthrose.

Tab. 1: Eine Auswahl von Osteotomien und Arthrodesen mit der Angabe, wie häufig ein Verfahren benützt wird und wie häufig Nonunions zu beobachten sind. Aufgrund der geringen Zahl an Studien mit radiologischem Follow-up basieren die relativen Angaben auf Schätzungen aus dem eigenen Patientenkollektiv



Abb. 1: Nonunion bei einer modifizierten Lapidusarthrodesis bei Hallux-valgus-Korrektur. Sechs Monate postoperativ (1a und b) zeigt sich die Nonunion mit einer Resorption und Lockerung sowie einem Korrekturverlust im Seitenbild. Für die Rekonstruktion wurde ein autologes Beckenkammspan verwendet und die Arthrodesis bis nach navikular erweitert. Zudem wurde über eine Doppelplatte eine stabilere Fixation erreicht. Drei Monate nach Revision (1c und d) war die Arthrodesis geheilt



Abb. 2: Nonunion bei einer lateralen Verlängerungsosteotomie des Kalkaneus bei Korrektur eines Pes planovalgus et abductus et Hallux valgus. Sechs Monate postoperativ verblieb eine symptomatische Nonunion. Es erfolgte die Revision mit einem Beckenkammspan und der Wechsel von einer Schrauben- auf eine Plattenfixation

tion). Andererseits ist auch die Operationstechnik entscheidend: (1) schonende Präparation der Weichteile mit möglichst geringer Beeinträchtigung der Durchblutung; (2) Wahl der Fixationstechnik und der Implantate – seit der Einführung der winkelstabilen Implantate konnte das Nonunion-Risiko reduziert werden; (3) bei Arthrodesen vollumfängliche Entknorpelung des Gelenks und Aufbrechen der subchondralen Knochensklerose (v.a. in posttraumatischen Situationen); (4) bei vaskulärer Beeinträchtigung oder längerer Operationszeit das Operieren ohne Blutsperrung. In der Nachsorge gehören die richtige Ruhigstellung und gegebenenfalls (Teil-)Entlastung des Fußes, eine regelmäßige Wundpflege und weiterhin die Minimierung der Risikofaktoren dazu. Die ossäre Konsolidation sollte in regelmäßigen radiologischen Kontrollen bis zur sicheren Konsolidation begleitet werden.

Behandlung einer Nonunion

Zur Behandlung einer Nonunion lohnt es sich, die Ursachen und Risikofaktoren genau abzuklären. Auf Patientenseite können dies folgende Fragen sein: Raucht der Patient? (→ Raucherberatung?) Ist die Blutversorgung noch genügend (z.B. in der Zehe)? (→ angiologische Abklärung? Angio-MRI?) Ist der Diabetes mellitus genügend eingestellt? (→ Hausarzt? Diabetologe?) Ist der Patient compliant genug? (→ evtl. Befragung des Ehepartners etc.?) Andererseits gehört auch eine ehrliche Beurteilung der bisher geleisteten eigenen Arbeit (Arztseite) dazu: War meine Indikation korrekt? Habe ich einen Infektionsverdacht? (→ Wenn ja, zweizeitige Revision empfohlen; wenn nein, trotzdem intraoperative Biopsieentnahme empfohlen.) War meine Fixationsart gut gewählt? (→ Wenn nein, Ver-

fahrenswechsel in Betracht ziehen, z.B. von Schraube auf Platte wechseln.) Waren meine Implantate genügend stark? (→ Wenn nein, stärkere Implantate wählen.) Wie geht es den Weichteilen? (Bei grossen Weichteildefekten eine Deckung mit einer Hauttransplantation in Betracht ziehen, → Besprechung mit dem plastischen Chirurgen.) War meine Entknorpelungstechnik genügend sauber? (Sehr oft wird histologisch bei Revisionen noch hyaliner Knorpel gefunden.) Brauche ich additive Orthobiologics (z.B. Wachstumsfaktoren)? Ist es durch die Nonunion zu einer Fehlstellung gekommen (zumeist Verkürzung) und kann ich eine Verkürzung in einem One-Step-Approach wiederherstellen (Auto-/Allograft?) oder sind die Weichteile so verkürzt, dass dies nicht mehr möglich ist? War die postoperative Behandlung (Ruhigstellung, Entlastung) genügend? Und last but not least: Ist die

chirurgische Revision zwingend notwendig? Nicht jede Nonunion braucht eine chirurgische Revision. Schuheinlagen und Schuhversorgung oder intensive Ultraschall- oder Stosswellenbehandlungen können ausreichen, damit eine Nonunion asymptomatisch wird oder verzögert doch noch konsolidiert. Erst wenn ich mir als behandelnder Arzt über alle diese Fragen im Klaren bin, kann ich mit dem Patienten Therapieoptionen – und dazu gehört natürlich auch eine Revisionsoperation – diskutieren.

Zusammenfassung

Leider ist auch heutzutage trotz neuester technischer Errungenschaften (z.B. winkelstabile Implantate) die Nonunion eine nicht seltene Komplikation bei Osteotomien und Arthrodesen in der Fusschirurgie. Hierbei liegt es im Geschick

des Operateurs, die Risikofaktoren zu reduzieren, einerseits über die Patientenführung, andererseits über eine korrekt gewählte Operationstechnik. Ist es zu einer Nonunion gekommen, ist eine umfassende Analyse notwendig, bevor ein nächster Therapieschritt in Angriff genommen werden soll. ■

Literatur:

- Müller AM, Frank A, Briel M, Valderrabano V, Vavken P, Entezari V, Mehrkens A: Substitutes of structural and non-structural autologous bone grafts in hind-foot arthrodeses and osteotomies: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disord* 2013; epub ahead of print
- Sands AK, Tansey JP: Lateral column lengthening. *Foot Ankle Clin* 2007; 12: 301-8
- Barg A, Pagenstert GI, Horisberger M, Paul J, Gloyer M, Henninger HB, Valderrabano V: Supramalleolar osteotomies for degenerative joint disease of the ankle joint: indication, technique and results. *Int Orthop* 2013; 37: 1683-95
- Tankson CJ: The cotton osteotomy: indications and techniques. *Foot Ankle Clin* 2007; 12: 309-16
- Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL: *Surger of the foot and ankle. 8th edition. Mosby, Philadelphia 2007*
- Rommel F, Chiodo CP, Wilson MG: Management of the rigid adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Clin* 2007; 12: 317-28
- Lee JJ, Patel R, Biermann JS, Dougherty PJ: The musculoskeletal effects of cigarette smoking. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: 850-9
- Kline AJ, Gruen GS, Pape HC, Tarkin IS, Irrgang JJ, Wukich DK: Early complications following the operative treatment of pilon fractures with and without diabetes. *Foot Ankle Int* 2009; 30: 1042-7
- Shibuya N, Humphers JM, Fluhman BL, Jupiter DC: Factors associated with nonunion, delayed union, and malunion in foot and ankle surgery in diabetic patients. *J Foot Ankle Surg* 2013; 52: 207-11
- Beck A, Salem K, Krischak G, Kinzl L, Bischoff M, Schmelz A: Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAID) in the perioperative phase in traumatology and orthopedics effects on bone healing. *Oper Orthop Traumatol* 2005; 17: 569-78

Autoren:

André Leumann, Alexej Barg,
Andreas Marc Müller, Victor Valderrabano
Orthopädische Universitätsklinik
Universitätsspital Basel

Korrespondierender Autor:

Dr. med. André Leumann
Teamleiter Sportorthopädie, Orthopädische
Universitätsklinik, Spitalstrasse 21, 4031 Basel