

# Fixateur externe bei Korrekturoperationen und Arthrodesen

■ Heiko Braun, Jürgen Degreif

## Zusammenfassung

Der Fixateur externe eröffnet in seinen unterschiedlichen technischen Formen eine Reihe von Möglichkeiten zur Korrektur von Extremitätenfehlstellungen sowie zur Arthrodesen. Prinzipien wie Kompression und Distraction lassen sich verwirklichen. Kontinuierliche Transporte in der Technik von Ilizarov lassen sich mit dem Universalfixateur mit Gewindespindel, mit dem Ringfixateur sowie mit unilateralen Fixateuren realisieren. Bei Korrekturen in einem Schritt oder bei Arthrodesen kann mit dem Fixateur externe eine gleichmäßige Kompression der Resektionsflächen erreicht werden. Zur Resektion hat sich die aus der Endoprothetik bekannte Navigationstechnik, zur Erreichung einer korrekten Beinachse als hilfreich erwiesen. Ein versteifender Eingriff muss daher als Wiederherstellung unter veränderten Bedingungen verstanden werden. Voraussetzung für die vorgenannten Verfahren ist eine exakte präoperative Planung. Das Verständnis und die Mitarbeit des Patienten sind bei den langen Behandlungszeiträumen für den Erfolg der Maßnahme zentral. Es ist daher unerlässlich, dass die präoperative Aufklärung die Dauer und Komplikationsmöglichkeiten der Behandlung beinhaltet.

## The External Fixator in Correction Surgery and Arthrodesis

With its different technical variants, the external fixator offers a lot of possibilities to achieve a correction of the axis of a limb or to introduce an arthrodesis. Principles like compression or distraction can be realised. Continuous transports in the technique of Ilizarov can be performed with the universal fixator with a threaded spindle, the ring fixator or the unilateral fixator. In the case of one-step corrections and arthrodesis, the fixator can lead to a permanent compression of the resection planes. The use of a navigation technique, as used in knee endoprosthetics, can be helpful to achieve a correct axis of the limb. A stiffening operation therefore has to be understood as a reconstruction under different conditions. The exact preoperative planning is a prerequisite for all of the above described methods. Patient compliance and understanding play a central role for the successful completion in this group of patients undergoing a long-term treatment. For this reason it is necessary that the duration and complications of the method be fully explained prior to the operation.

führt dies eher zu funktionellen Einschränkungen. An der unteren Extremität hingegen führen diese Fehlstellungen zur biomechanisch falschen Gelenkbelastung. Die Art und das Ausmaß knöcherner Fehlstellungen haben unmittelbar Auswirkung auf die angrenzenden Gelenke aber auch auf die Wirbelsäule.

Die operative Korrektur von Fehlstellungen oder die gezielte Umstellung der Beinachse, etwa bei medialer Gonarthrose, erfolgt derzeit überwiegend durch interne Osteosyntheseverfahren. Die Indikation zur Anwendung eines Fixateursystems ergibt sich aus der Lokalisation, der Weichteil- und Infektsituation sowie aus vorausgegangenen Eingriffen.

Arthrodesen dienen der Gelenkversteifung und stellen daher immer einen Endzustand dar. Die Indikation wird überwiegend wegen der vom Patienten geklagten Schmerzen gestellt. Eine Umstellungsosteotomie dient der Achskorrektur bei Deformität oder der gewünschten Beeinflussung der Traglinie eines Gelenks.

Zur Durchführung von Arthrodesen und Korrekturoperationen stehen grundsätzlich 3 Fixateursysteme zur Verfügung:

1. Uni-/bilateraler Rohrfixateur
2. Ringfixateur sowie davon abgeleitete Hybridmontagen
3. Mehrdimensionale Universalfixateure (z. B. Orthofix®)

## Korrekturoperationen

Die oben angeführten Fixateur-Systeme lassen sich statisch oder auch dynamisch einsetzen. Bei der statischen Verwendung des Fixateur externe wird eine gleichmäßige Kompression der Osteotomieflächen vorgenommen. Daher bietet sich das Verfahren insbesondere bei subtraktiven Osteotomien an. Die Kompression der Resektionsflächen begünstigt eine knöcherne Durchbauung der Osteotomie. Ferner lassen sich mit verschiedenen Fixateur-Systemen kontinuierliche Transporte durchführen, welche Verlängerung und Achskorrektur beispielsweise in Ilizarov-Technik ermöglichen. Die Ilizarov-Technik bietet sich immer dann an, wenn eine additive Fehlstellungskorrektur notwendig wird und die Implantation eines kortikospon-

## Einleitung

Posttraumatische Arthrosen und Gelenkfehlstellungen führen ebenso wie Längen- und Achsfehler der Extremitäten zu schmerzhaften Funktionsstörungen. Im Bereich der oberen Extremität

OP-JOURNAL 2008; 24: 58–61  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
DOI 10.1055/s-2008-1038457

giösen Blockes nicht möglich ist. Darüber hinaus kann die Technik nach Ilizarov verwendet werden, wenn die Verlängerung in nur einem Schritt nicht sinnvoll erscheint.

Eine präzise Planung ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Korrekturoperation.

Für eine exakte präoperative Planung an der unteren Extremität sind Röntgenaufnahmen des gesamten Beines unter Belastung erforderlich. Achsfehler und Verkürzungen lassen sich damit präzise ausmessen. Die so ermittelten Werte sind im Vergleich mit den physiologischen Werten der gesunden Gegenseite die Grundlage einer zeichnerischen oder elektronisch gestützten Planung der angestrebten Korrektur.

### Längenkorrektur

In den meisten Fällen ist auch heute noch der Fixateur externe das Mittel der Wahl zur Beseitigung von Extremitätenverkürzungen. Für die kontinuierliche Verlängerung bieten sich unilaterale Systeme, Ringfixateure, aber auch mehrdimensionale Universalfixateure jeweils mit Gewindespindel an. Der kontinuierliche Transport in der Ilizarov-Technik ermöglicht einen exakten Längenausgleich auf elegante Weise.

Die Indikation zum Längenausgleich stellt sich ab einer Differenz von 3 cm und mehr. Extremitätenverkürzungen unter 3 cm werden durch Innenschuhzurichtungen und Sohlenerhöhung relativ unauffällig ausgeglichen.

Nach der Kortikotomie wird über die gleichmäßige Distraction der Längenausgleich erreicht. Mit einer Transportgeschwindigkeit von nicht mehr als 1 mm/Tag wird mit hoher Sicherheit ein Neokallus erreicht. Mit dieser Methode ist ebenso die Verlängerung eines durch primäre Fraktur verkürzten Röhrenknochens möglich. Allerdings sollte zunächst die Konsolidierung der Weichteile abgewartet werden.

Die Transportgeschwindigkeit von 1 mm/Tag ist exakt einzuhalten!

### Achskorrekturen

Achskorrekturen in der Sagittal- und Frontalebene haben das Ziel Varus-/Valgusfehlstellungen und Ante-/Rekurvationsfehlstellungen zu beseitigen. Diese

Achskorrektur ist sowohl in einem Schritt als auch im Rahmen eines kontinuierlichen Transports möglich.

Die Indikation für eine supramalleoläre Umstellung ergibt sich ab einer Valgusfehlstellung von 5° und einer Varusfehlstellung von 10°. Im Bereich des Tibiakopfes stellt sich die Indikation ab einer Varusstellung von 10° und einer Valgusstellung von 15°.

Die Korrektur auf Höhe der Metaphysen kann in einem Schritt, aber auch in der Ilizarov-Technik als kontinuierlicher Transport erfolgen.

Die erfolgreiche Achskorrektur setzt eine gründliche präoperative Planung voraus. Bei der Montage des Fixateursystems müssen die beim kontinuierlichen Transport auftretenden Verschiebungen und gewollten Längenveränderungen berücksichtigt werden.

Falsch montierte Fixateursysteme können zu axialen Verschiebungen und ungewollten Längenveränderungen führen!

Bei der Korrektur von Winkelfehlstellungen muss berücksichtigt werden, dass der Transport von 1 mm am Fixateur externe unmittelbar am Knochen deutlich geringer ausfällt. Um am Knochen die tatsächliche Transportgeschwindigkeit zu erreichen, muss am Fixateur eine höhere Geschwindigkeit gewählt werden. Bei zu langsamem Transport ist mit einer vorzeitigen knöchernen Durchbauung des Neokallus zu rechnen. Im Einzelfall kann eine Rekortikotomie notwendig werden, wenn das Transportziel noch nicht erreicht wurde.

Bei aufklappender Osteotomie ist penibel darauf zu achten, dass der Drehpunkt am Knochen mit dem Drehpunkt des Fixateursystems deckungsgleich ist.

Eine subtraktive Korrekturosteotomie, beispielsweise im Bereich des Tibiakopfes, ist mit einem bilateralen Rahmenfixateur möglich. Durch die Kompression der Osteotomieflächen kann eine hohe Stabilität erreicht werden, was die knöchernen Konsolidierung gewährleistet.

### Rotationskorrektur

Im Regelfall werden Rotationsfehler durch Derotationsosteotomien mit Stabilisierung durch Marknagel oder Plat-

tenosteosynthese behandelt. Die Korrektur wird somit intraoperativ in einem Schritt durchgeführt.

Korrekturen von Rotationsfehlstellungen sind prinzipiell auch mit dem Fixateur externe möglich. Allerdings ergibt sich die Indikation nur dann, wenn noch keine feste knöchernen Durchbauung der in Fehlstellung stehenden Fraktur eingetreten ist und wenn gleichzeitig kritische Weichteilverhältnisse eine interne Osteosynthese verhindern.

Eine kontinuierliche Rotationskorrektur ist wegen seiner vielfältigen Einstellmöglichkeiten nur mit einem Ringfixateur-System sinnvoll möglich.

### Arthrodesen

Versteifungsoperationen großer Gelenke der unteren Extremität stellen einen nicht zu unterschätzenden Eingriff in biomechanische Funktionsabläufe dar. Andererseits können sie in den meisten Fällen dazu beitragen, eine belastbare und schmerzfreie Extremität herzustellen. Schwere posttraumatische Arthrosen mit Bewegungseinschränkungen und Kontrakturen sowie vom Patienten nicht mehr tolerable Schmerzen stellen eine Indikation zur Versteifung eines großen Gelenks dar. Ferner Gelenkinstabilitäten bei Lähmung oder neuropathischer Grunderkrankung. Darüber hinaus erlebt die Arthrodesis im Kniegelenk durch die steigenden Fallzahlen in der Endoprothetik und der damit verbundenen Komplikationsrate eine Renaissance. Im Bereich des Hüft- und Kniegelenks steht die Endoprothetik bei Arthrose im Vordergrund. Am oberen Sprunggelenk besteht durch eine Arthrodesis eine gute Chance eine schmerzfreie und belastbare Extremität zu erreichen.

Wegweisend für die Indikationsstellung zur Versteifungsoperation am Knie und am oberen Sprunggelenk ist der subjektiv vom Patienten geklagte Schmerz. Im Röntgenbild erkennbare Arthroseteichen sind nicht alleine entscheidend für die Durchführung einer Arthrodesis.

Arthrodesen erfordern über längere Zeiträume einen ausreichend dimensionierten Stabilisator, der die sichere Ruhigstellung gewährleistet. Die knöchernen Durchbauung wird am zuverlässigsten durch Kompression der Resektionsflächen erreicht.



**Abb. 1** Präoperatives Röntgen einer 84-jährigen Patientin mit Kniegelenkempyem (Staph. aureus MRSA) sowie bereits Osteomyelitis des Tibiakopfes links mit Einbruch der Gelenkfläche. Multiple internistische Vorerkrankungen, weshalb die Patientin für eine aufwendige Sanierung mit späterer Prothesenversorgung nicht geeignet war.

### Arthrodesen am Kniegelenk

Am Kniegelenk sind rein interne Arthrodesen eher die Ausnahme. Meist wird der Fixateur externe in Kombination mit einer Zugschraubenosteosynthese eingesetzt (**Abb. 4**). Hierbei hat sich der Fixateur als Mittel der Wahl durchgesetzt. Je nach primärer Stabilität werden Universal- oder Rohrfixateure eingesetzt. Neben der Doppelrahmenkonstruktion wird durch eine zeltförmige Konstruktion ein hohes Maß an Stabilität erreicht. Die Hauptindikation zur Arthrodesen im Kniegelenk stellt die postinfektiöse Destruktion sowie die septische Komplikation nach Endoprothetik dar. Insbesondere dann, wenn Alter und Vorgeschichte eine aufwendige Sanierung nicht erlauben (**Abb. 1**).

Zur Resektion bietet sich die aus der Endoprothetik bekannte Navigationstechnik an. Hiermit können über eine korrekte Beinachse hinaus planparallele Resektionsflächen erzielt werden. Eine leichte Beugstellung von 5–10° sollte eingestellt werden (**Abb. 2** und **3**). Die Kompression erfolgt intern meist über Zugschrauben. Von extern wird die Kompression über das Fixateursystem



**Abb. 2** Postoperatives Röntgenbild nach achsnavigierter Resektion der Gelenkflächen sowie Arthrodesen der Patella. Proximal und distal der Arthrodesen je 3 Schanz-Schrauben. Additiv ein Kirschner-Draht.



**Abb. 3** Ausheilungsbild mit korrekter Achse 5 Jahre nach Arthrodesen.



**Abb. 4** 64-jährige Patientin mit stattgehabter Kniegelenksluxation links. Postoperatives Kniegelenkempyem bei Schraubenfehlheile im oberen Recessus. Daher keine Versorgung mit gekoppelter Knie-TEP. Kniegelenkarthrodesen mit Rohrfixateur und jeweils 3 Schanz-Schrauben distal und proximal der Arthrodesen. Ferner Muskellappen auf präpatellarem Weichteildefekt.

ausgeübt. Hierbei sollten jeweils drei Schanz-Schrauben nahe am zu versteifenden Gelenk liegen.

### Arthrodesen des oberen Sprunggelenks

Am oberen Sprunggelenk wird nach der Resektion der Gelenkflächen der distalen Tibia und des Talus eine Rückversetzung des Fußes mit einer leichten Außenrotationsstellung angestrebt.

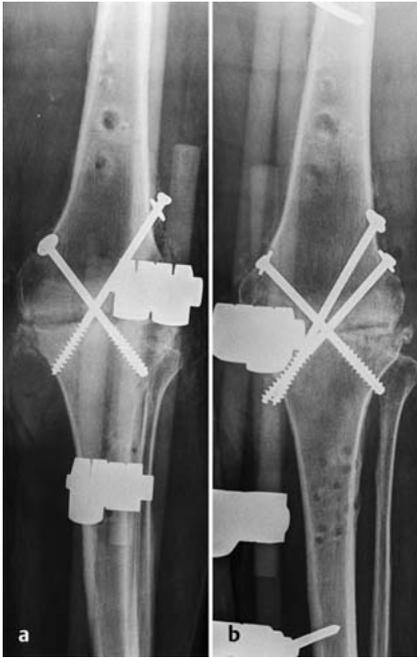
Der Fuß sollte zur Tibialängsachse in Rechtwinkelstellung fixiert werden.

Eine gute Indikation für die Anwendung eines Fixateur externe stellt die Gelenkdestruktion bei oder nach eitrigen Infekt dar. Ebenso wie am Kniegelenk wird am oberen Sprunggelenk einer Rahmenkonstruktion der Vorzug gegeben.

Bei posttraumatischen Arthrosen im oberen Sprunggelenk hat sich im eigenen Krankengut ein von plantar eingebrachter kurzer Marknagel als erfolgreiche Therapieoption erwiesen.

### Komplikationen

Ein großer Anteil der Komplikationen mit dem Fixateur externe ergeben sich aus der oftmals langen Dauer der Behandlung. Infektionen im Bereich der Pin-Eintrittsstellen sind mit zunehmender Liegedauer des Fixateurs zu erwarten. Oftmals werden dann operative Wechsel der Schanz-Schrauben notwendig. Beim Transport kommt es nicht selten zum Durchschneiden der Schanz-Schrauben durch Weichteile und Haut. Die dabei auftretenden Kräfte können zu Verformungen im Bereich der Schrau-



**Abb. 5a** und **b** **a** Postoperatives Verlaufsröntgenbild 4 Wochen nach Arthrodese mit Rohrfixateur (je 2 Schanz-Schrauben) und 2 Zugschrauben. Ausbleibende knöchernerne Konsolidierung. **b** Revision des Fixateurs und Erweiterung auf je 3 arthrodese-nahe Schanz-Schrauben proximal und distal. Eine zusätzliche Kompressionsschraube.

ben mit daraus resultierenden Achsabweichungen und Schraubenlockerung führen. Das Ausbleiben der knöchernen Durchbauung kann an der zu geringen Anzahl der gewählten Schanz-Schrauben oder auch an der arthrodesefernen Platzierung liegen (**Abb. 5**).

Eine zu langsame Transportgeschwindigkeit hat eine vorzeitige Durchbauung des Neokallus zur Folge, wohingegen ein zu rascher Transport zum Versagen des Neokallus oder zum Ausreißen desselben führen kann. Im Rahmen von Kompressionsarthrodesen kann bei Locke-

rung der Schanz-Schrauben die knöchernerne Konsolidierung ausbleiben. Darüber hinaus kann durch den Verlust der Kompression eine Pseudarthrose entstehen, die dann wiederum eine Reoperation zur Folge haben kann.

### Schlussfolgerungen

Zur Korrektur posttraumatischer oder anlagebedingter Knochen- und Gelenkfehlstellungen ist der Fixateur externe ein geeignetes Instrument. Sämtliche Maßnahmen haben insbesondere das Ziel die Funktion zu verbessern.

Ohne Zweifel wird die operative Korrektur posttraumatischer Fehlstellungen heute überwiegend durch interne Osteosyntheseverfahren durchgeführt. Die Anwendung des Fixateur externe ist immer dann indiziert, wenn die Weichteilsituation kein internes Verfahren erlaubt oder eine vorausgehende Infektion ein internes Verfahren verbietet. Für differenzierte Problemstellungen sind die unterschiedlichen Fixateursysteme unterschiedlich gut geeignet. Während sich Verlängerungen praktisch mit allen Systemen durchführen lassen, sind Achsfehlstellungen am günstigsten mit unilateralen Fixateuren oder mit dem Ringfixateur nach Ilizarov zu behandeln. Ein Fixateur externe mit Gewindespindel oder die Technik nach Ilizarov bieten sich für eine Verlängerung an. Die besten Ergebnisse dieser Techniken sind für den Unterschenkel beschrieben. Am Oberschenkel ergeben sich mit dem Fixateur externe oft Probleme durch die Weichteilperforation der Fixateur-Pins.

Das biomechanische Prinzip der Kompression lässt sich mit der Rahmenkonstruktion sowohl bei Korrekturosteotomien als auch bei Arthrodesen großer Gelenke verwirklichen.

Für sämtliche Anwendungen bedarf es einer präoperativen exakten Planung. Der Fixateur externe ist hier nicht wie oft in der Traumathologie eingesetzt, ein temporäres Verfahren, sondern der definitive Stabilisator, der bis zur Ausheilung verbleiben muss. Die Mitarbeit des Patienten muss daher für die meist langen Liegezeiten des Fixateurs vorhanden sein.

### Literatur

- 1 Faure C, Merloz C. Zugänge für die Fixateur-externe-Osteosynthese. Heidelberg: Springer, 1987
- 2 Hierholzer G. Arthrodesen bei posttraumatischer Gonarthrose. H z Unfallheilk 1984; 163: 342–350
- 3 Hierholzer G, Allgöwer M, Rüedi T. Fixateur-externe-Osteosynthese. Heidelberg: Springer, 1985
- 4 Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I: The influence of stability of fixation on soft-tissue preservation. Clin Orthop 1989; 238: 249–281
- 5 Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II: The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop 1989; 239: 263–285
- 6 Pfeil J. Unilaterale Fixateurmontagen. Stuttgart: Thieme, 1994
- 7 Regazzoni P. Das Ilizarov-Konzept mit einem modularen Rohrfixateursystem. Operat Ortho Traumatol 1989; 1: 90–93
- 8 Wolter D, Hansis M, Havemann D (Hrsg.). Externe und interne Fixateursysteme. Heidelberg: Springer, 1995

### Dr. med. Heiko Braun

Assistenzarzt

### Prof. Dr. med. Jürgen Degreif

Chefarzt

Klinik für Unfallchirurgie  
und Orthopädie  
Klinikum Esslingen  
Hirschlandstraße 97  
73730 Esslingen am Neckar