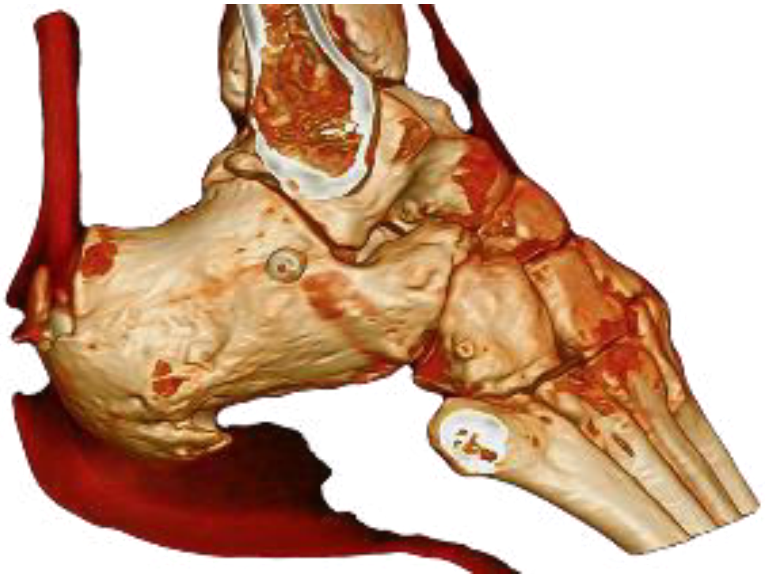
Minimal-invasive Therapie von intraarticulären Fersenbeinfrakturen

Indikationen, Konzepte, Technik



C. Rodemund, G. Mattiassich

Unfallkrankenhaus Linz, Allgemeine Unfallversicherungsanstalt

2017

Inhaltsverzeichnis

Einleitung **3**

Aktuelle Therapiekonzepte **3**

ad1) Konservativ: *4*

ad2) „Golden Standard“ *5*

ad3) Minimal invasive Techniken allgemein *6*

Minimal-invasive Fersenbeinverschraubung UKH Linz **9**

Vorteile der Technik *9*

Nachteile der Technik *9*

Spezielle Probleme *10*

Indikation und Kontraindikation *11*

Frakturgruppen und Methoden **11**

ad1) Tongue-type Fraktur *11*

ad2) Depression-type Fraktur *13*

ad3) Trümmerfrakturen *14*

ad4) atypische Frakturen *16*

offene Frakturen *16*

Operationstechnik mit Anwendung des 2. Punkt Distraktors nach Fröhlich **17**

Instrumentarium - Osteosynthese *17*

Anästhesie *17*

Lagerung *18*

Bildgebung *18*

Übersicht über das Verfahren *20*

Extension *20*

Reposition der zentralen Gelenksfragmente *23*

Sustentaculumschraube *25*

Statische Fixierung mit 7,3 mm Schrauben *26*

Nachbehandlung **28**

Patientenübersicht UKH Linz/Austria **29**

Nachwort **30**

Projekt: MPCD Multiplanarer Calcaneus Distraktor *30*

Weitere Unterlagen *31*

Literaturverzeichnis **32**

Einleitung

Fersenbeinfrakturen machen ca. 2% der Brüche am menschlichen Skelett aus, 80 bis 90% davon intraartikuläre Frakturen. Sie sind das Thema dieses Manuskriptes. Spezielle Frakturformen wie Entenschnabelbrüche, Abrissfrakturen etc. werden nicht besprochen.

Das Fersenbein neigt bei Verletzung zur Mehrfragment- oder Trümmerfraktur. Zusätzlich kann das begleitende Weichteiltrauma die Behandlung und das Outcome maßgeblich beeinflussen

Die Behandlung ist aufgrund der komplexen Anforderung nach wie vor nicht standardisiert und wird international teilweise sehr kontrovers diskutiert. Bei teils identer Fraktur- und Weichteilsituation variiert die Therapie zwischen konservativ, offen operativ und einer großen Anzahl minimal invasiver operativer Verfahren.

Eine schlechte Ausheilung kann zu anhaltender Invalidität oder Behinderung führen.

Aufgrund der Komplexität haben sich auch eine Unzahl von Klassifikationen entwickelt. Klinisch und wissenschaftlich relevant sind im Wesentlichen die Einteilungen nach Essex-Lopresti auf radiologischer Basis und die CT-Klassifikationen nach Sanders, Zwipp oder Crosby. Wir finden hier auch eine, wenn auch mäßige, positive Korrelation zur Therapie und Outcome (Bernstein Grade). [1) 2)]

Aktuelle Therapiekonzepte

Grundsätzlich gibt es 3 Optionen

1) Konservativ ohne Reposition mit/ohne Gips, üblicherweise ohne Belastung für 6-12 Wochen
2) Operativ mit „extended lateral approach“ und Verplattung mit winkelstabiler Platte. Dies ist derzeit der sogenannte „Golden Standard“
3) Minimal Invasive Verfahren, aktuell verschiedenste Techniken und Konzepte

ad1) Konservativ:

Generell betrachtet wird in der Literatur die operative Therapie vom Outcome her besser bewertet. [3) 4)] Eine konservative Therapie wird bei lokalen oder allgemeinen „Kontraindikationen“ für eine Operation oder Narkose/Analgesieverfahren sowie häufig auch bei Patienten über 50 Jahre, Rauchern und auch Schwerarbeitern empfohlen. Weiters natürlich auch bei unverschobenen oder minimal dislozierten Brüchen. Auf Grund unserer Erfahrungen sollte aber gerade bei gering verschobenen Brüchen eine anatomische Reposition im minimal invasiver Technik möglich sein. Im Zusammenhang mit dem geringen Weichteiltrauma, kurzen Operationszeiten, Eingriff in Regioalanästhesie und gipsfreier frühfunktioneller Nachbehandlung sehen wir klare Vorteile bei operativer Versorgung.

Abb 1-3 einfache intraartikuläre Fraktur, gedeckt reponiert und verschraubt, Weichteilsituation nach 12 Monaten

Bei komplexen Frakturen sind wir der Meinung, dass die Korrektur eines Impingements im oberen Sprunggelenk, einer Achsenabweichung, eines Talustilt, einer Verbreiterung und einer Verkürzung operativ erforderlich ist.

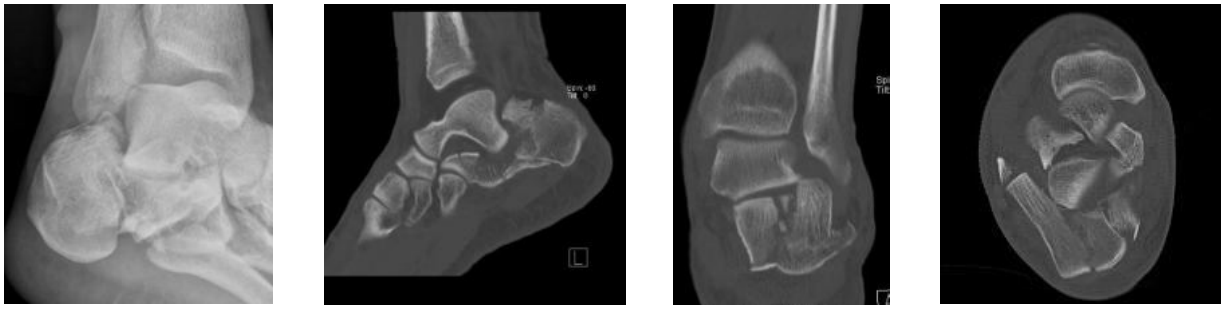
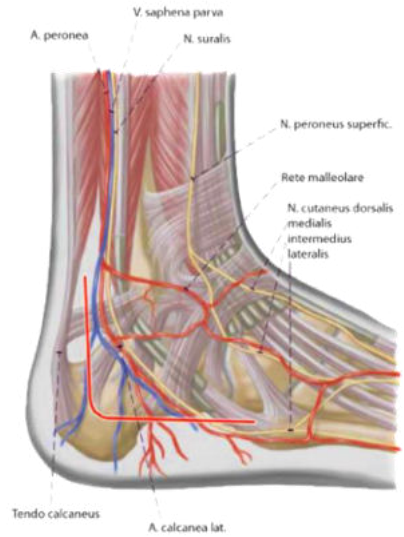


Abb 4 – 7 Impingement *Talustilt* *Verbreiterung* *Verkürzung, Varus*

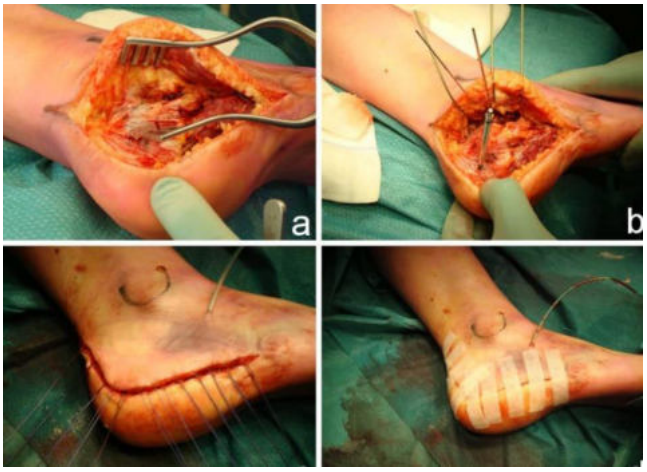
Die Druckentlastung durch Hämatomentleerung, Reposition und Stabilisierung der Fraktur sowie eine funktionelle Nachbehandlung sehen wir insgesamt für den Patienten als wesentlich günstiger an als eine konservative Behandlung.

ad2) „Golden Standard“

Aufgrund der Blutversorgung und des Verlaufes des N. suralis muss für ein komplett offenes Verfahren der sogenannte „Extended Lateral Approach“ gewählt werden. Diese Technik, inklusive offener Reposition und anschließender Verplattung mit winkelstabilen Platten wird in der Literatur aktuell als „Golden Standard“ bezeichnet [6) 7) 8) 9)]



2 H. Zwipp. Oper. Orthop Traumatol 2013 Abb 8



2 Tim Schepers;The Journal of foot and ankle surgery, 2013 Abb 9

Laut einer aktuellen Abfragestudie an 250 deutschen Abteilungen wird die Frakturversorgung nach dem „Golden Standard“ zu 77% angewandt [13)]

Vorteil ist die direkte Sicht auf die Fraktursituation und direkte Manipulation der Fragmentes sowie gute standardisierte Beschreibung der Technik und eine ausführliche wissenschaftliche Literatur.

Als Nachteil sehen wir

1) Aus Weichteilgründen wird die Operation meist erst nach 7 – 14 Tagen durchgeführt
2) Blasenbildung durch inneren Gewebsdruck (Hämatom, Frakturfehlstellung) die wir bei frühzeitiger Entlastung und Stabilisierung nicht sehen - keine Direkttrauma! – Abb. 10
3) Wundkomplikationen werden in der Literatur mit 5 bis 25 % beschrieben [10)]

Abb 10

Abb 11

Abb 12

4) Ausgedehnte lokale Vernarbungen durch die Weichteilablösung
5) Auch bei offenem Vorgehen ist eine anatomische Reposition oft nicht zu erreichen, insbesonders bei Trümmerfrakturen
6) Neuer Studien zeigen eine geringere Stabilität der Platte gegenüber zentralen Kraftträgern [11) 12)]
7) Eine Materialentfernung für eine sekundäre Arthrodese im Subtalargelenk ist bei klassischer Plattenosteosynthese meist erforderlich und wieder mit erhöhter Weichteilproblematik verbunden.
8) Standardzugänge (Ollier, Dorso-lateral..) für die Arthrodese sind durch den primären Zugang (extended lateral approach) erschwert

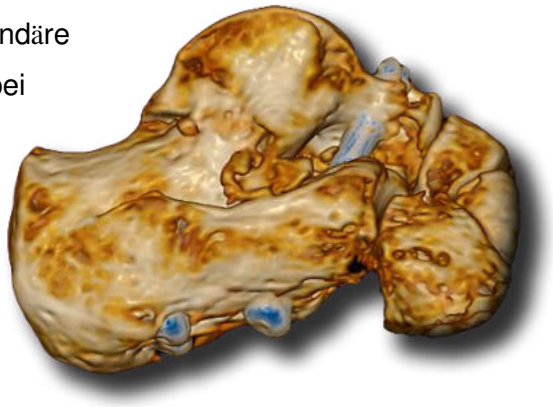


Abb 13 subtalare Arthrodese

ad3) Minimal invasive Techniken allgemein

Wenn man nun aus den erwähnten Gründen den sicheren Boden des „Golden Standards“ verlässt finden man sich auf sehr unsicheren Terrain mit einer Reihe sehr verschiedener Konzepte und auch „Versuchen“.

Unterschiedlicher Ansätze mit verschiedenen Methoden der

- Lagerung
- Bildgebung
- Reposition
- Zugänge
- Stabilisierung
- Implantate
- postoperativer Behandlung
- Physiotherapie

Reposition (manuell, mit Extension/Kompression, Rasparatorien, Schanz'schrauben, Stößel..)

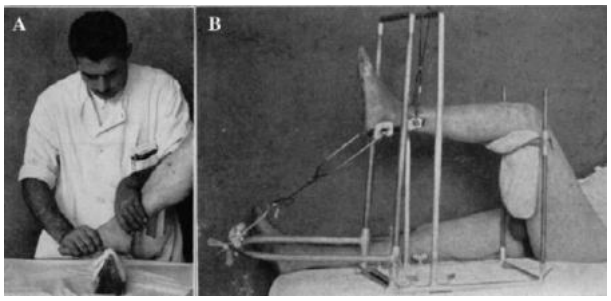


Abb 14 Böhler 1931, J Bone Joint Surgery

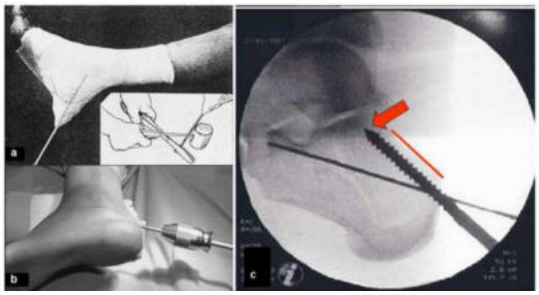


Abb15 Westhues 1935

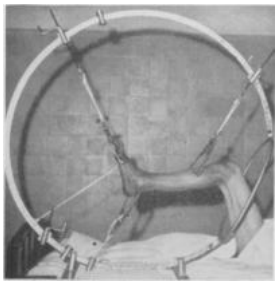


Abb 16 Harris 1946

*Abb17 Hertz/Böhler 2003^*

Abb 18 Lippincott 2014

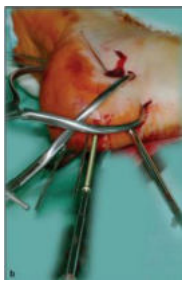


Abb 19 Rammelt 2012

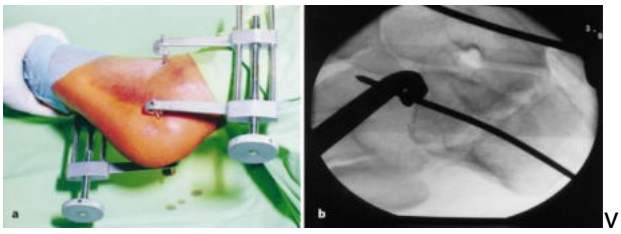


Abb 20 2 Punkt Distraktor Fröhlich 1999

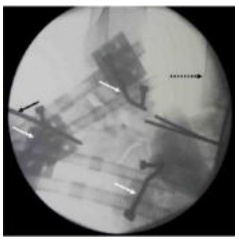


Abb 21 3 Punkt Distraktor Forgon

Lagerung (Rücken-, Seit-, Bauchlagerung, Lagerung mit oder ohne Stützen…)

Abb 22 Seitlagerung

Abb 23 Bauchlagerung

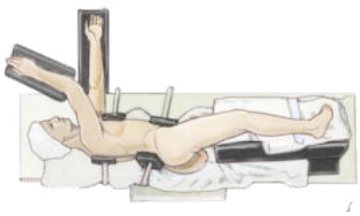


Abb 24 Zwipp Seitlagerung

Beurteilung (Kombination mit 2. Bildwandler, arthroskopisch, 3D-Scans, Navigation…)

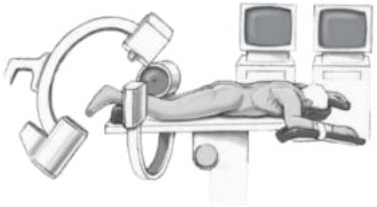


Abb 25 mit 2 Bildwandler

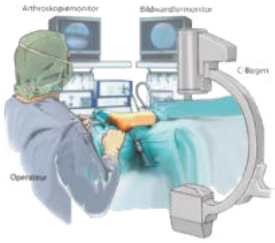


Abb 26 Arthroskopisch unterstützt

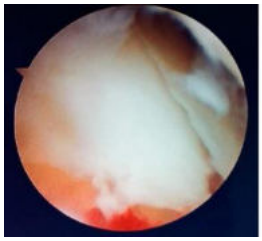


Abb 27 intraop.Scan

Stabilisierung/zugänge (Kirschnerdrähte, Schrauben verschiedener Stärken, Platten normal/ winkelstabil, Miniplatten, Nagelsysteme, Endobutton, Endobon, Fixateur externe, Balloon, …)

Abb 28 S. RAMMELT 2014

Abb 29 SICOT 2015

Abb 30 O.Wang 2010

Abb 31 Andrew R. Hsu 2010

Abb 32 Injury 2014

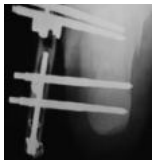


Abb 33 JBJS 2006

Abb 34 J. of Foot and Ankle

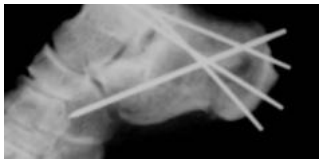


Abb 35 Journal of Medicine 2013

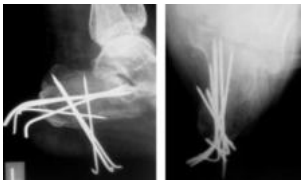


Abb 36 AAMJ, Vol.9 2011

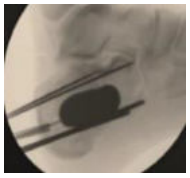
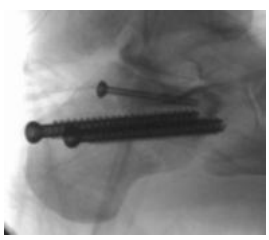


Abb 37 Balloon-assisted

Abb 38 Rammelt 2012

Abb 39 Tim Schepers 2009



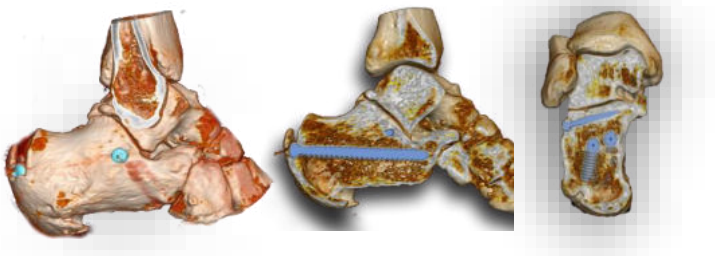


Abb 40-44 UKH Linz 2017

Minimal-invasive Fersenbeinverschraubung UKH Linz

(Empfehlungen und Techniken UKH Linz, Entwicklungsstand 2017)

Vorteile der Technik

- Frühzeitiger Operationszeitpunkt möglich und sollte auch unbedingt angestrebt werden
- Sehr gute Repositionsergebnisse bei entsprechender Technik
- Entlastung der Weichteile durch Herstellung der Anatomie, Stabilisierung und Hämatomentleerung
- Besserung der Schmerzsituation und Verringerung des Risikos von Spannungsblasen und eines Kompartmentsyndroms durch Weichteilentlastung und Stabilität
- Frühe Übungsstabilität in fast allen Fällen erreichbar.
- Geringeres Risiko der Wundheilungsstörung und Infektion ([5)], eigene Studien S.28).
- Schonendes Operationsverfahren durch kleinere Zugänge und keine aufwändige Präparation.
- Operative Versorgung auch bei stärkerer Weichteilschwellung noch durchführbar
- Bei entsprechender Routine und Vorbereitung schnellere OP-Zeiten möglich
- Geringere Kosten des Osteosynthesematerials im Vergleich zur Plattenosteosynthese
- Materialentfernung auch in Lokalanästhesie über Stichinzisionen möglich
- Keine wesentliche Deperiostierung der Fragmente und weniger postoperative Adhäsionen.
- Zusätzliche Mini-Open Zugänge (z.B. Sinus-tarsi Zugang) bei Bedarf möglich

Nachteile der Technik

- Eine operative Versorgung sollte innerhalb der ersten 3 Tage nach Unfall erfolgen. Danach wird die Mobilisierung der Fragmente in minimal invasiver Technik aufgrund von Verklebungen technisch schwieriger und höher traumatisierend.
- Keine optische Visualisierung der Fraktur und speziell des Subtalargelenkes – außer bei zusätzlicher subtalarer Arthroskopie oder mini-open Technik. (sinus tarsi Zugang)
- Bei postoperativer nicht zufriedenstellender Reposition besteht oft Unsicherheit und Diskussion, ob nicht ein offenes Vorgehen zu einem besseren anatomischen Ergebnis geführt hätte.
- In Abhängigkeit zum verwendeten Osteosynthesematerial und angewandter Technik sekundärer Repositionsverlust möglich.
  Deutlich erhöhte Bestrahlungszeiten

- Bisher noch keine Neuentwicklung eines modernen röntgendurchlässigen, multiaxialen Extensionsgerätes.
- Kaum Interesse durch die Industrie da die Versorgung mit „billigen“ Standardschrauben möglich ist und hochtechnisierte winkelstabile Implantate nicht erforderlich sind.

Spezielle Probleme

Die sogenannte „Lernkurve“

- Intraartikuläre Fersenbeinfrakturen sind insgesamt selten.
- gedeckten Reposition von Mehrfragmentfrakturen wird aktuell im Wesentlichen nur beim Fersenbein durchgeführt, wenig Erfahrung aus anderen Bereichen (Tibiakopf…)
- Präoperative Vorbereitungszeit zur Frakturbeurteilung, Planung des Repositionsverfahrens und der Osteosynthesemethode
- Beurteilung der Fragmentlage und des Repositionsergebnisses intraoperativ schwierig
- Oft Probleme mit der Anatomie, Platzierung der Sustentaculumschraube!
- Durch geringe Erfahrung ist es oft unklar welches Ergebnis erzielbar ist (von „is eh nur minimal verschoben“ bis „da kann ma aber nix mehr machen“)
- International noch keine Standards damit mangelhafte wissenschaftliche Auswertungen und Vergleiche und keine „Evidence“

Aufwand: **M**inimal **I**nvasive **P**rocedure ------ **M**aximal **I**ntensive **P**reperation

Eine exakte Beurteilung der Fraktursituation sowie genaue Planung der Operationstechnik ist bei gedeckte Verfahren unumgänglich. Zusätzlich zur Standardcomputertomographie sollte meiner Meinung nach IMMER eine 3 D Rekonstruktion durchgeführt werden.

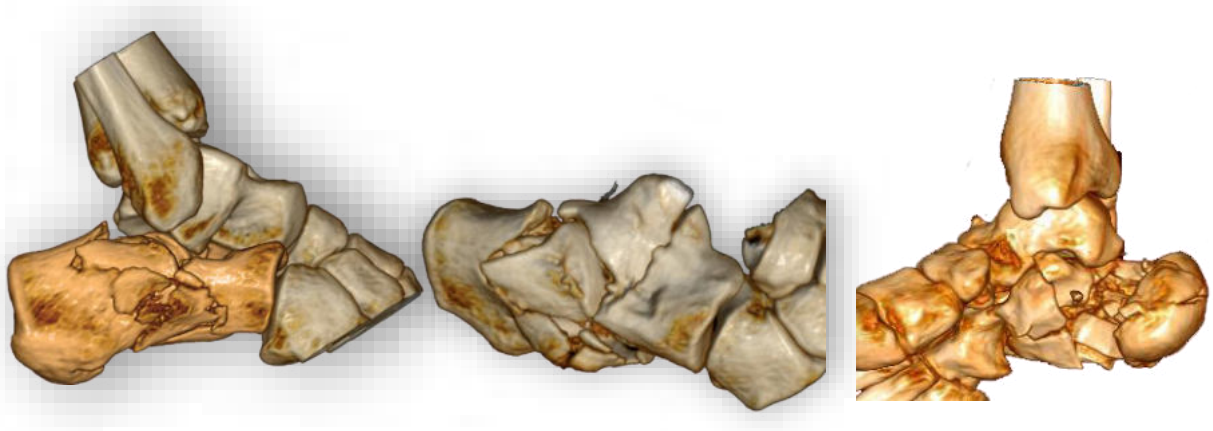


Abb 45-47 UKH Linz 2017

Indikation und Kontraindikation

Als Indikation erachten wir alle intraartikulären Fersenbeinfrakturen mit Verschiebung, Mehrfragmentbrüche und in dieser Technik vor allem auch Trümmerfrakturen. Wie schon erwähnt finden wir es auch sinnvoll unverschobenen oder minimal dislozierte Frakturen mit einem fast risikofreien Verfahren unter Regionalanästhesie übungsstabil zu verschrauben und frühfunktionell ohne äußere Fixierung zu behandeln.

Kontraindikation gibt es im Vergleich zu offenen Verfahren nur sehr wenige, auch Patienten im höherem Alter, Raucher und Patienten mit internistischen Vorerkrankungen können auf Grund des geringen operativen Traumas gut und risikoarm behandelt werden.

Frakturgruppen und Methoden

Aus unserer Erfahrung unterscheiden wir in Hinblick auf die Repositionstechnik und mögliches bzw, angestrebtes Ergebnis aktuell 4 verschieden Gruppen von intraartikulären Fersenbeinfrakturen. Als Entscheidungshilfe dient hier vor allem die Einteilung nach Essex-Lopresti die einfach zu beurteilen ist und auch eine gute Korrelation zum Outcome hat.

1. Essex-Lopresti tonque-typ Fraktur
2. Essex-Lopresti depression-typ Fraktur mit im wesentlichen einem lateralen Gelenksfragment
3. Trümmerfrakturen als Folge eines der typischen Verletzungsmechanismen meist im Sinne depression-typ mit regelhaften multiplen Frakturteilen
4. Atypische Frakturen mit seltenen Frakturlinien, häufig infolge Direkt- oder Überrolltraumata

ad1) *Tongue-type* Fraktur

Hier finden wir ein zusammenhängendes Tuber-Gelenksfragment, meist nur geringe Verkürzung und Varisierung. Eine Reposition in der Technik nach Westhues lässt sich meist gut und problemlos durchführen

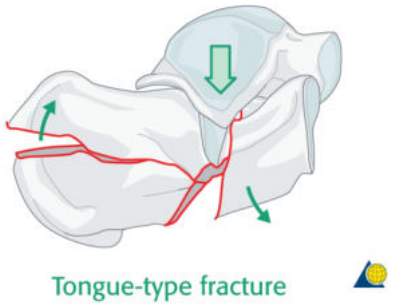


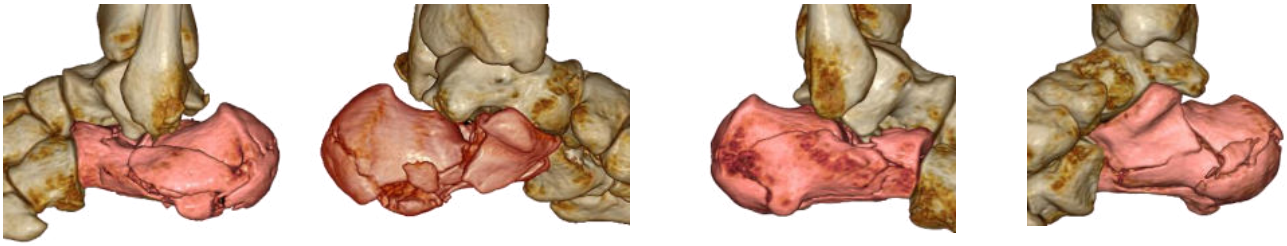
Abb 48 Copyright by AO Foundation, Switzerland

Abb 49 UKH Linz 2017

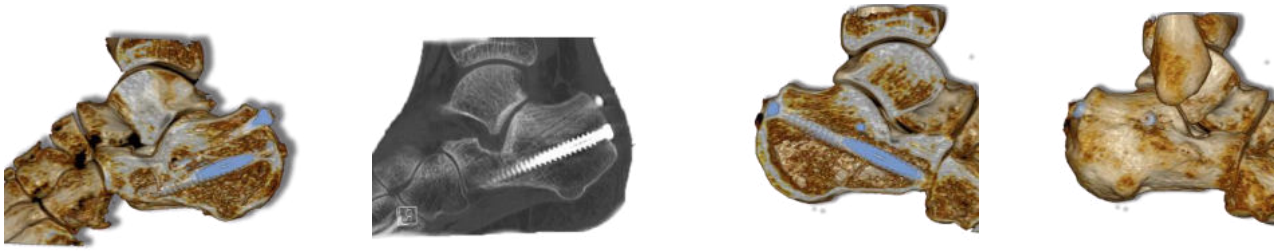
Abb 50 UKH Linz Reposition nach Westhues

Fallbeispiel: beidseitige Tongue-typ Fraktur

links rechts



Operation 14 Stunden nach Trauma radiologisches Ergebnis nach 6 Monaten



Weichteilsituation 6 Monate nach Trauma

bei Kontrolluntersuchung nach 2 Jahren

vollständige Beschwerdefreiheit, volle Funktion

Abb 51 – 60 UKH Linz Tongue-Fraktur, beidseits gedeckt reponiert und verschraubt, frühfunktionelle Nachbehandlung

ad2) Depression-type Fraktur

zeigt sich ein Bruch zwischen Tuberfragment und zentralen Gelenksfragmenten, fast immer mit stärkerer Verkürzung und Varisierung sowie zentraler instabiler Trümmerzone, häufig Ausbruch der lateralen Wand oft mit Impingement ins obere Sprunggelenk. Absolute Indikation für die Extensionstechnik.

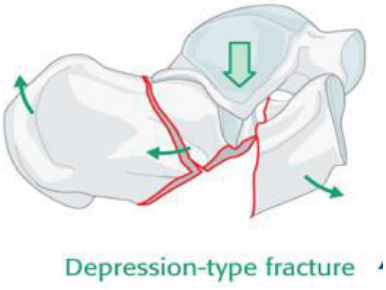


Abb 61 Copyright by AO Foundation, Switzerland

Abb 62 UKH Linz 2017

Abb 63 UKH Linz 2017

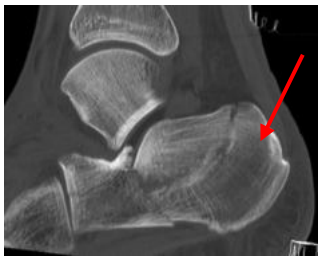


Abb 64-65 isoliertes Tuberfragment, Varisierung, Verkürzung

Abb 66-67 isolierte Gelenksfragmente

Abb 68-69 herausgebrochene laterale Wand

Abb 70-71 laterales Impingement, Fraktur des Außenknöchels

,

Fallbeispiel: einfache Depression-Typ Fraktur

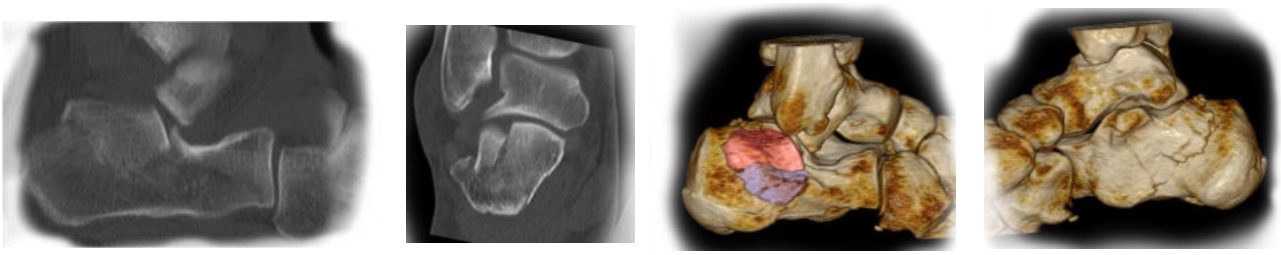


Abb 72-75 Depression – Typ Fraktur UKH Linz

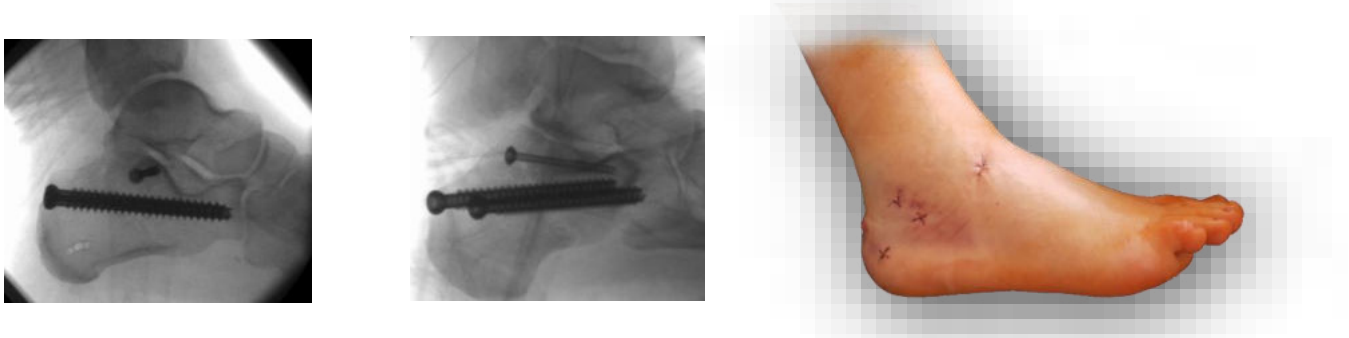


Abb 76-78 Depression – Typ Fraktur: postoperativ radiologische und Weichteilsituation, lateral 2 Inzisionen für die Extension, eine Inzision für die Reposition der Gelenksfragente , eine Inzision für die Sustentaculumschraube

ad3) Trümmerfrakturen

mit mehreren Fragmenten ins besonders im Subtalarbereich. Ist für uns eine Kernindikation für unsere minimal invasive Technik mit Extensionsapparat.

Wir könne in der Regel eine Korrektur von Länge, Achse, Verbreiterung und Höhe erreichen sowie Stabilisierung der Hauptfragmente

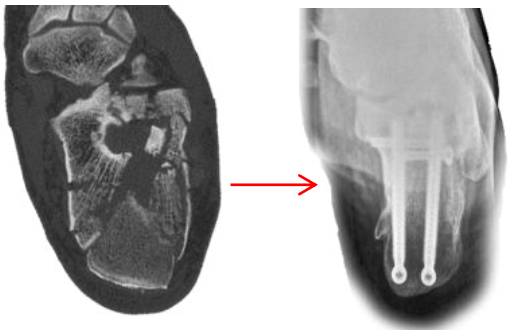


Abb 79-80 Korrektur Länge/Achse

Abb 81-82 Korrektur Verbreiterung

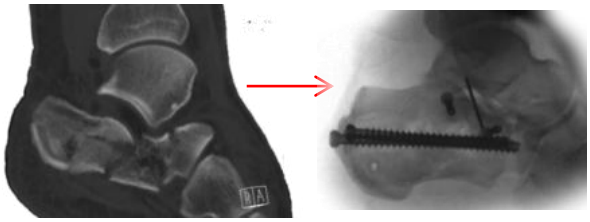


Abb 83-84 Korrektur Höhe

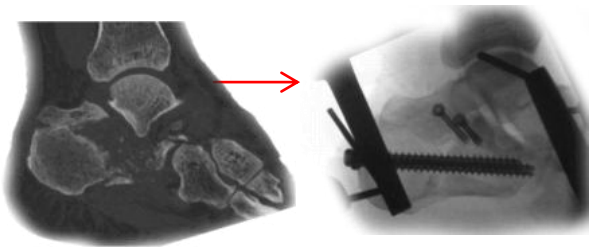


Abb 85-86 Korrektur und Stabilisierung der Hauptfragmente

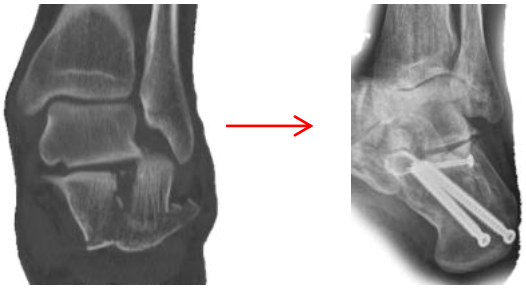


Abb 87-88 Korrektur eines Impingement

Fallbeispiel: Trümmerfraktur

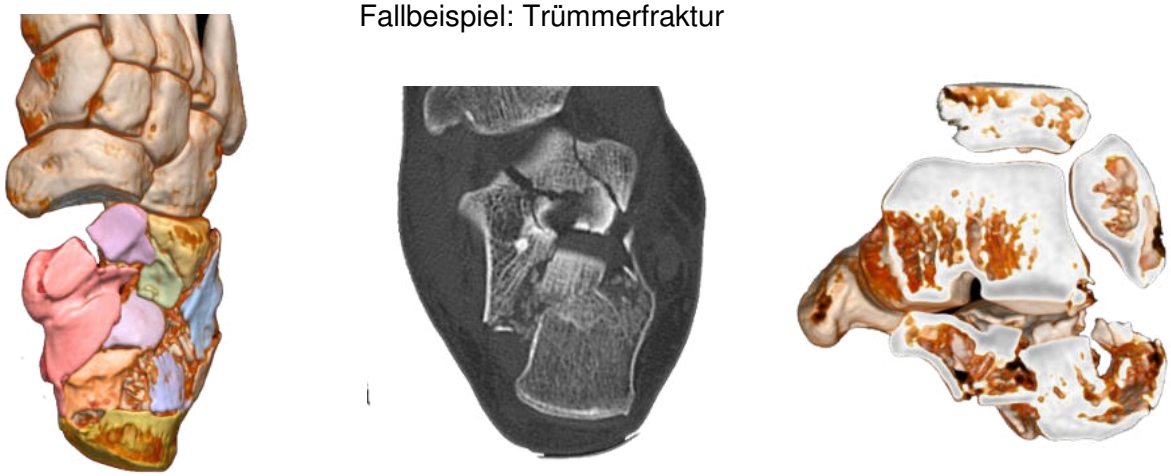


Abb 89-91 Fraktursituation

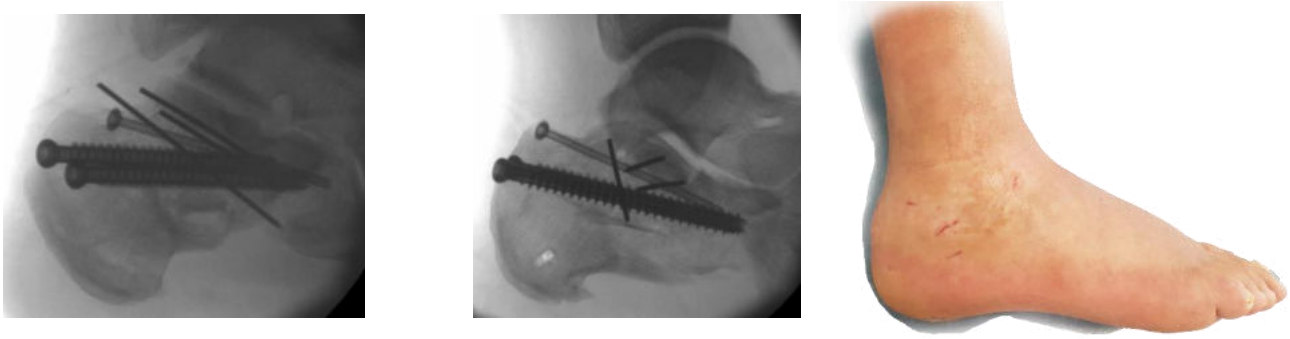


Abb 92-94 gedeckte Reposition und Stabilisierung, Weichteilsituation 6 Wochen nach OP UKH Linz

ad4) atypische Frakturen

Frakturformen die nicht dem üblichen regelhaften Verletzungsmuster entsprechen, häufig nach Direkttrauma, ins besonders Überrollverletzungen Meist Therapie mit Standardrepositionsverfahren und Verschraubung, eventuell aber auch situationsbedingt alternative Osteosyntheseformen

Abb 95 Frakturversorgung mit Fixateur extern bei Trümmerzone im anterioren Calcaneusbereich mit Gelenksbeteiligung UKH Linz

offene Frakturen

offene Verletzung werden mit entsprechendem Debridement und Weichteilmanagement versorgt. Wir streben eine sofortige endgültige Stabilisierung mit Schraubenosteosynthese an, situationsbedingt natürlich auch Fixateur extern Montage möglich.

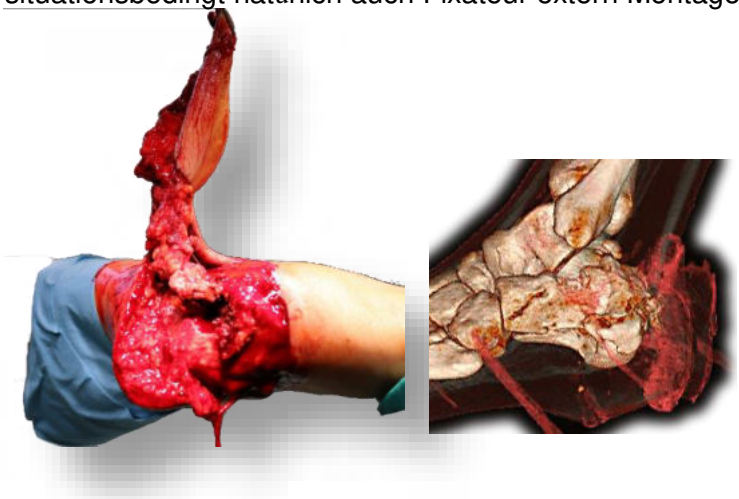


Abb 95-96 offene Fersenbeinfraktur nach Direkttrauma UKH Linz

Abb 97 Status postoperativ

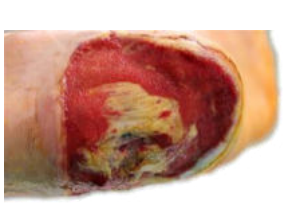


Abb 98 Weichteilsituation nach 6 Wochen mit anschließender Lappendeckung

Abb 99 radiologisches Ergebnis nach 9 Monaten, Weichteilsituation stabil abgeheilt

Operationstechnik mit Anwendung des 2. Punkt Distraktors nach Fröhlich

Für uns aktuell die ideale Technik bei Essex-Lopresti Depression-Typ- und Trümmerfrakturen

Instrumentarium - Osteosynthese

- Wir verwenden das Extensionsgerät der Marke I.T.S. nach P. Fröhlich 1999 publiziert

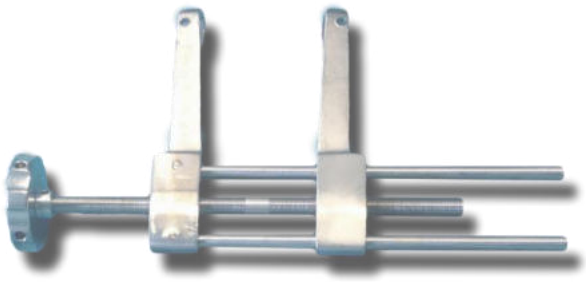


Abb 100 Distraktor

- 2x3 mm Kirschner Drähte zur Extension
- Bolzenschneider
- 7,3mm kanülierte Schrauben
- 4,0 mm kanülierte Schrauben zur Verschraubung der Gelenksfragmente (Sustentaculumschrauben) und kleinerer Fragmente zB. am Proc. anterius
- Ev. Bohrdrähte verschiedener Stärke für kleiner Fragmente, JoyStick Anwedungen
- Verschiedene Rasparatorien, Ahle, Elevator, Stößel
- Iso-zentrischer Bildwandler mit der Möglichkeit der intraoperativen CT Untersuchung empfohlen. Ohne Iso-zentrik kann die Broden-Aufnahme intraoperativ nur mit zusätzlicher Höhenverstellung durchgeführt werden.

Anästhesie

Die Operation ist in üblichen Regionalananästhesie und Allgemeinnarkoseverfahren möglich. Blutsperre wird keine verwendet

Eventuell postoperativ Schmerzkatheter.

Lagerung

Eine standardisierte stabile Lagerung mit optimalen Zugang zum Fuß und idealer Bildwandlerposition ist Voraussetzung für den Erfolg der Operation. Der Patient liegt in Seitenlagerung, das verletzte Bein oben. Der Fuß muss frei auf einer Stütze gelagert werden. Zu beachten ist auch, dass der Fuß streng horizontal eingestellt ist. Die freie Lagerung ist für die Montage des Extensionsapparates unbedingt erforderlich, zusätzlich ist damit auch die Visualisierung im Bildwandler wesentlich verbessert. Man muss den C-Arm völlig frei 360 Grad um den Fuß drehen könne ohne den Bildwandler selbst zu bewegen. Es wird dringend empfohlen die Lagerungstechnik mit dem eigenen Equipment, Op-und Röntgenpersonal VOR dem ersten Patienten zu standardisieren und dokumentieren.

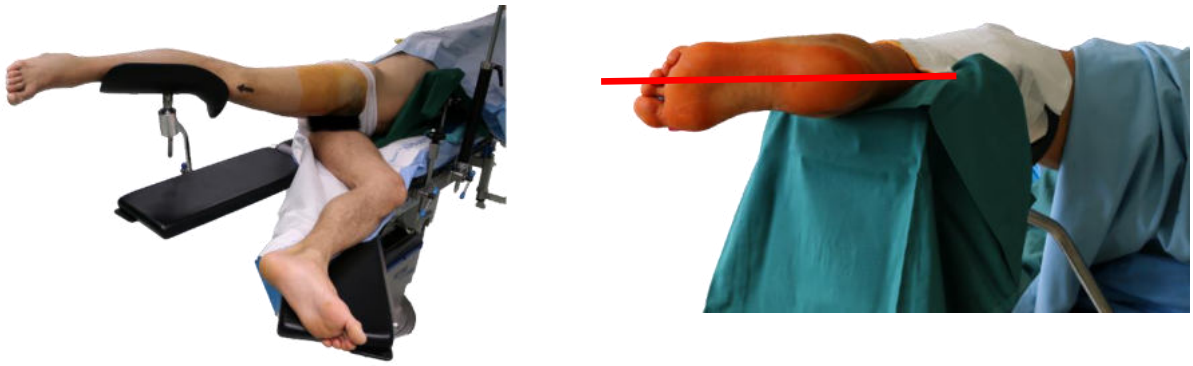


Abb 101- 102 Lagerungsstandard UKH Linz

Bildgebung

Der 2. wesentliche Punkt ist die Bildgebung, ins besonders da es sich um ein gedecktes Verfahren handelt. Es ist wichtig das der Operateur selbst die Einstelltechnik genau kennt und dem Röntgenassistenten exakte Anweisung geben kann. Es ist unbedingt zu vermeiden, dass während der Operation irgendwelche Unklarheiten über die Bildgebung entstehen. Wir benötigen 3 standardisierte Einstellungen – seitliche, Broden und axiale Ansicht.

Der Bildwandler wird genau in der Achse der Fußsohle positioniert.

Abb 103- 104 Lagerungsstandard UKH Linz Bildwandlerposition

Zusammen mit dem Radiologieassistenten werden die 3 Einstellungen dann festgelegt und eventuell markiert. Der Bildwandler wir in dieser Position arretiert, nur mehr der C-Arm bewegt. Es sind intraoperativ nur mehr 3 Anweisungen für immer die gleichen Ansichten erforderlich. Bevor dies nicht zufriedenstellend funktioniert sollte man die Operation nicht beginnen.

Seitliche Ansicht: wichtig ist, dass man sich ausschließlich auf die tibiale Talusgelenksfläche konzentriert. Das eventuell verformte Fersenbein ist dabei völlig außer Acht zu lassen, da es für die korrekte Einstellung keine Information liefert. Eine laterale Bandinstabilität kann durch Subluxationsstellung die Einstellung erschweren.

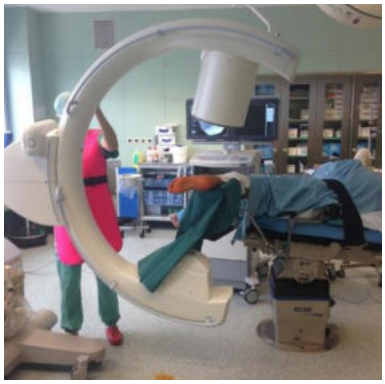


Abb 105 - 106

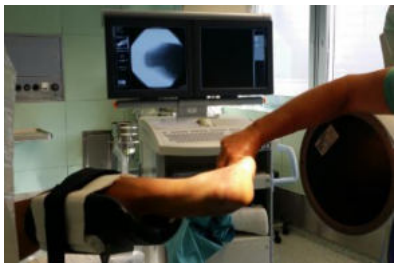
Lagerungsstandard UKH Linz

Bildwandlerposition lateral

Wichtig ist eine perfekte orthograde Einstellung der Talusfläche.

Dies ist die Referenz für die Reposition in der lateralen Sicht

Axiale Ansicht: Wir schwenken den C-Arms in die horizontale Position. Unter manueller Dorsalflexion des Fußes können wir nun die Achse des Fersenbeins beurteilen. Diese Ansicht ist für die spätere Positionierung des PINs unbedingt erforderlich



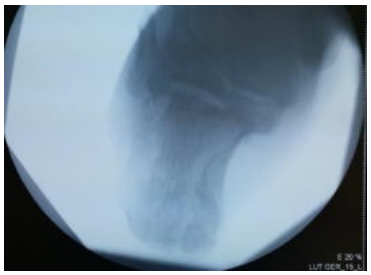


Abb 107 - 108

Lagerungsstandard UKH Linz

Bildwandlerposition axial

Broden View: Zur Beurteilung des Subtalargelenkes und der posterioren Gelenksfacetten ist eine Broden-Einstellung erforderlich. Wenn man einen isozentrischen Bildwandler verwenden kann braucht man aus der bisherigen Einstellung den C- Arm nur in eine 45 Grad Neigung zu bringen. Bei Standardbildwandlern ist leider eine Höhenanpassung erforderlich. Dies bitte auch unbedingt vor Beginn der Operation genau definieren, üben und festlegen.

Abb 109 - 110

Lagerungsstandard UKH Linz Bildwandlerposition Broden

Achtung: Durch die Rundung des Talus kann es bei „rotiertem“ Frakturfragment bei bestimmten Einstellung zum Eindruck einer anatomischen Reposition kommen. Es ist deshalb zur endgültigen Repositionskontrolle oft notwendig in Neigungen zwischen 35 und 55 Grad zu kontrollieren.

Übersicht über das Verfahren

- Einbringen der Pins in Talus und Calcaneus
- Reposition der Varusfehlstellung
- Extension mit dem Extensionsgerät und Herstellen der Länge
- Laterale Inzision, Hämatomentleerung
- Reposition der zentralen Gelenksanteile mit dem Rasparatorium, Joy-Stick, Stößel
- Einbringen der Bohrdrähte für die 4 mm Schrauben (Sustentaculumschrauben)
- Besetzen mit Zugschraube 4 mm
- Reposition/Fixation Processus anterior, Tuberfragmente etc.
- Einbringen der Bohrdrähte von dorsal bei liegender Extension
- Besetzen mit 7,3 mm Schrauben mit durchgängigem Gewinde zur statischen Fixation der Achse und Länge sowie Unterstützung der Gelenksfragmente
- Wundverschluss

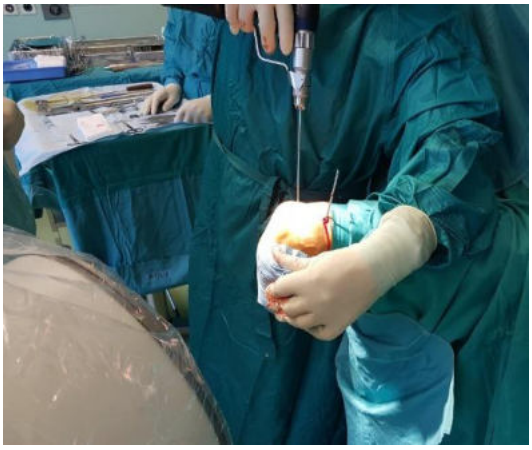
Extension

Die Extension ist erforderlich um nach der Achsenkorrektur die Länge wiederherzustellen, zu halten und Platz für die zentralen Gelenksfragmente zu schaffen, weiters für Stabilität während der Verschraubung.

Einbringen und Lage der PINs

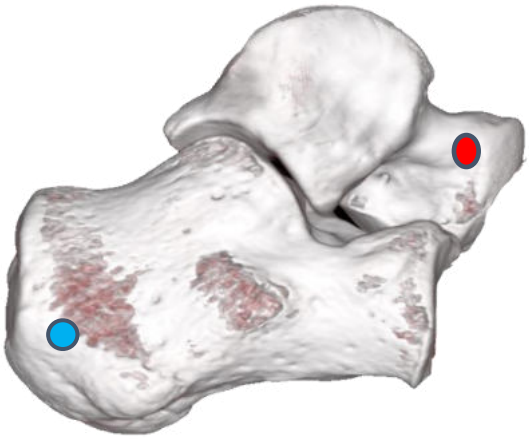
Der erste PIN wird in den Talushals in genau neutraler Achsenlage eingebracht. Positionierung unter lateraler Bildwandleransicht, freies Einbringen unter Sichtkontrolle.

Abb 111 Talus PIN



Festlegung des Eintrittspunktes für den PIN in den Calcaneus. Er befindet sich im dorsalen, plantaren Tuberbereich und wird primär in der lateralen Ansicht definiert. Dann schwenken des C-Arms in die axiale Ansicht, Dorsalflexion des Fußes und Bestimmen der Achse des varisch verkippten Tuberfragmentes.

Abb 112 Calcaneus PIN in der axialen Einstellung unter Dorsalflexion des Sprunggelenkes



Die PIN Lage an diesen Punkten ermöglicht die Montage des Extensionsgerätes mit möglichst geringer Überlagerung in den Röntgenansichten. Weiters ist eine Stabilisierung der Fraktur möglich ohne die Extension zu entfernen.

Abb 113 PIN Position am Talus und Calcaneus

Ein absolut essentieller Punkt ist der Winkel des Calcaneus PINs. Er muss 90 Grad zur verkippten Achse des Hauptfragmentes eingebracht werden. Gelingt dies nicht ist mit einem achsenstarren 2-Punkt Distraktor eine anatomische Reposition nicht möglich!

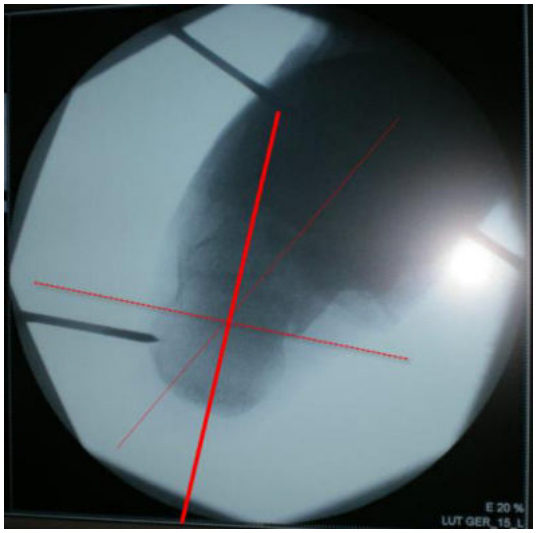


Abb 114 Calcaneus PIN liegt 90 Grad auf die verkippte Tuberachse. Die muss in der axialen Projektion bestimmt werden

Abb 115 deutlich konvergierende PIN Lage medial

Abb 116 – 117 manuelle Varuskorrektur,

dann Montage des medialen Extensionsbügels

Montage des lateralen Extensionsgerätes.

Abb 118

Es empfiehlt sich die Bohrdrähte umzubiegen und abzuzwicken da sonst das Gerät während der Extension gerne verrutscht oder der untere Bügel runterfällt.

Die Extension erfolgt abwechselnd medial und lateral unter Kontrolle in der lateralen und vor allem axialen Bildwandleransicht bis zum völligen Ausgleich der Verkürzung. Dies erfordert oft einen erheblichen Zug wie man an der Biegung der Bohrdrähte erkennen kann. Bei ungenügender Extension (bzw. bei falscher Lage der PINs cave Varus) können die zentralen Gelenksfragmente mangels Platz nicht anatomisch reponiert werden.

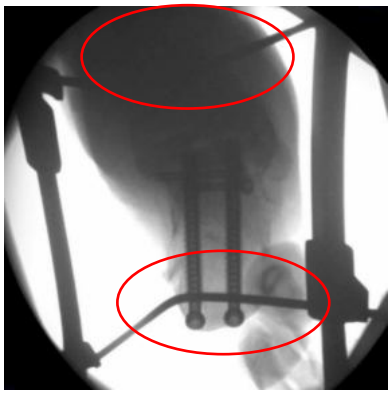


Abb 119 - 120

Korrektur Varus und Länge, deutliche Biegung der PINs unter Zug,

Schrauben sollen bei liegender Extension eingebracht werden, ev noch Korrektur nach Stabilisierung der zentralen Fragmente (leichte Verminderung des Zuges)

Obwohl wir nur einen 2-Punkt Distraktor verwenden kommt es durch die ligamentären Strukturen vor allem der Plantarfaszie zu einem Aufrichten des Längsgewölbes und Korrektur des Böhlerwinkels

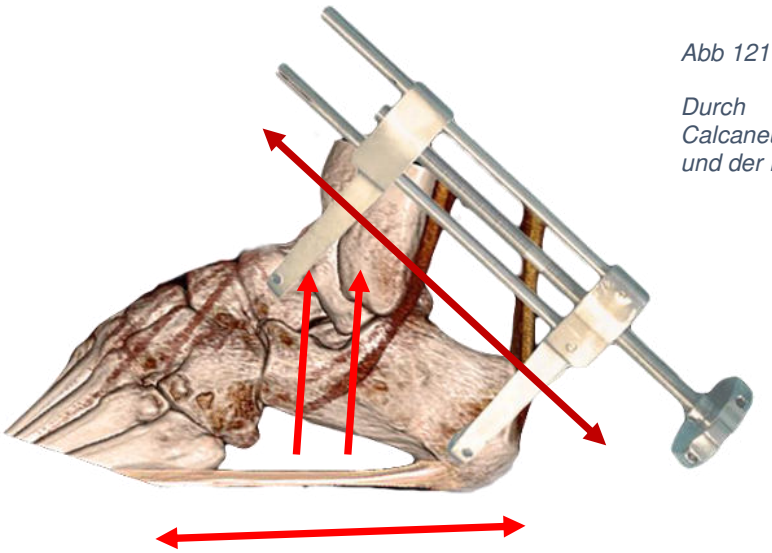


Abb 121

Durch Extension zwischen Talus und Calcaneus wird die Plantarfaszie gespannt und der Fuß aufgerichtet.

Reposition der zentralen Gelenksfragmente

Bei Depression-Typ-Frakturen kommt es in den meisten Fällen zu einem Ausbruch der lateralen Wand und einem oder mehreren zentralen Gelenksfragmenten. Es bietet sich deshalb ein Repositionszugang im lateralen Frakturspalt an. Alternativ kann man auch von plantar nach einer Bohrung mit einem Stößel reponieren, dies ist aber von der Orientierung meist schwieriger. Ich versuche die laterale Inzision möglichst klein zu halten und stumpf zum Calcaneus zu präparieren um nicht die Peronäussehen bzw. das Gefäß/Nervenbündel zu verletzten. Man sollte nicht versuchen über diesen Zugang später die Sustentakulumschraube zu setzen, sondern eine eigene Inzision verwenden.

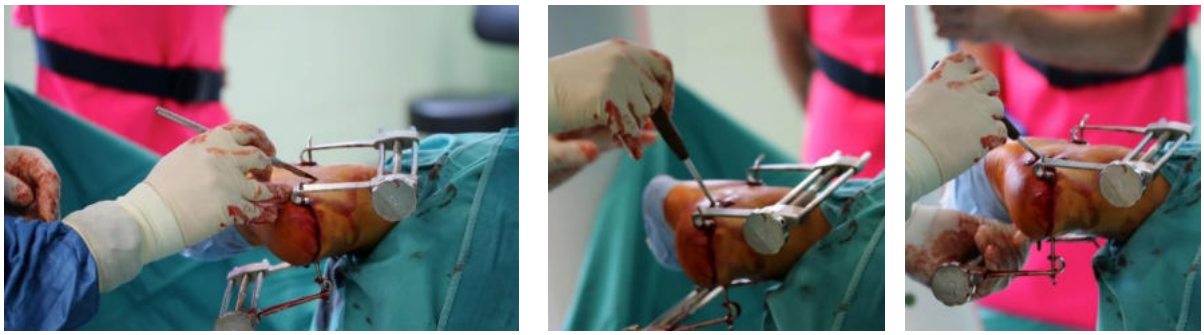


Abb 122 – 123 Inzision, Einführen des Raspatoriums, Hochhebeln der verkippten Gelenksfläche

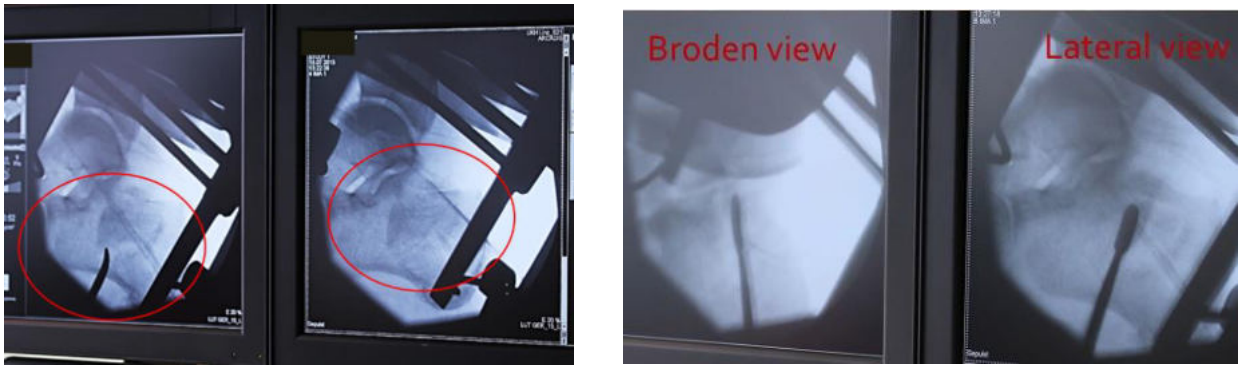


Abb 124 – 125 Rasparatorium zur Reposition von lateral, Kontrolle in der Broden- und lateralen Ansicht

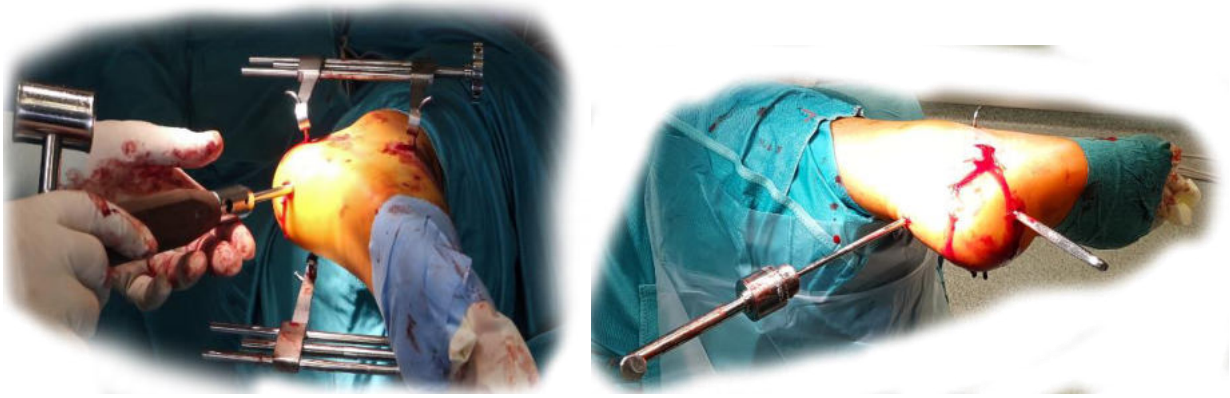


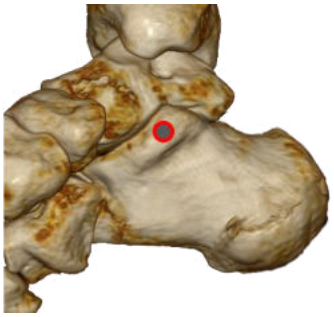
Abb 126 – 127 Aufrichten mit Stößel links unter Extension, rechts nach primärer Westhues Reposition

Sustentaculumschraube

Aufgrund des üblichen Frakturmechanismus, der knöchernen Stabilität, der Lage und der starken ligamentären Verbindung zum Talus bleibt das Sustentaculum in fast allen Fällen in anatomischer Position wenngleich auch öfter Querfrakturen zu sehen sind. Es bietet sich deshalb als Fixationspunkt für die dislozierten posterio-lateralen und -medialen Gelenksfragmente sowie einer ev. ausgebrochenen lateralen Wand an. Für diese Osteosynthese ist sie als sogenannte Sustentaculumschraube in der Literatur schon mehrfach beschrieben worden. Sie ist allerdings aufgrund der anatomischen Gegebenheiten und der schwierigen Darstellung im Bildwandler oft schwierig zu platzieren. [14)]

Lage der Sustentaculumschraube

Die Schraube wird bei entsprechender Fraktursituation von lateral dorsal nach medial ventral platziert. Ich verwende immer eine eigene Stichinzision da der laterale Zugang für die Reposition nicht geeignet ist und eine Schnittverlängerung mehr Risiko zeigt als eine neue minimale Inzision. Der Eintrittspunkt ist unter und dorsal der Außenknöchelspitze, Ziel ist knapp unterhalb der Innenknöchelspitze. Bei guter Lage kann der Bohrdraht problemlos medial perforieren um ihn dann für die Bohrung des Schraubkanals mit einer Klemme zu fixieren. Die Beurteilung der Schraubenlänge im Bildwandler ist schwierig, meist um die 40 mm. Bei Bedarf kann natürlich eine 2. Schraube positioniert werden. Bei schmalen osteochondralen Fragmenten muss man eventuell auf Bohrdrähte ausweichen. (siehe Beispiel Trümmerfraktur). Bei Querfrakturen des Sustentaculums ist natürlich zu achten nicht in den Frakturspalt zu platzieren. Die Lagekontrolle ist in allen 3 Bildwandleransichten unbedingt erforderlich. Wir verwenden eine 4,0 mm kanülierte Zugschraube, bei idealer Lage lässt sich eine gute Kompression des Frakturspaltes in der Broden-Aufnahme darstellen.



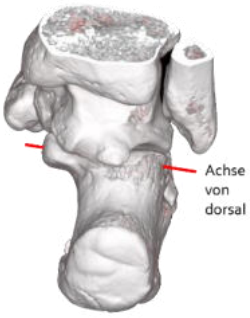


Abb 128 - 131 Mediales Ziel *Achse von oben* *von dorsal* *Eintrittsstelle lateral*

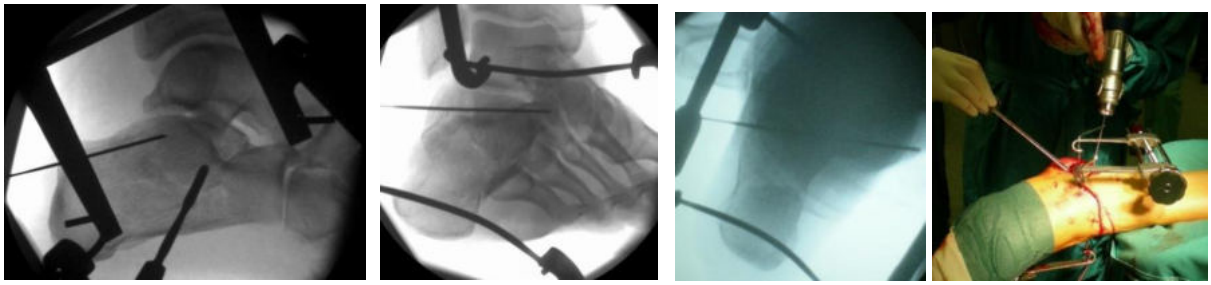


Abb 132 - 135 Ansetzen BD unter Halten der Reposition, Broden und axiale Kontrolle, Operationssitus

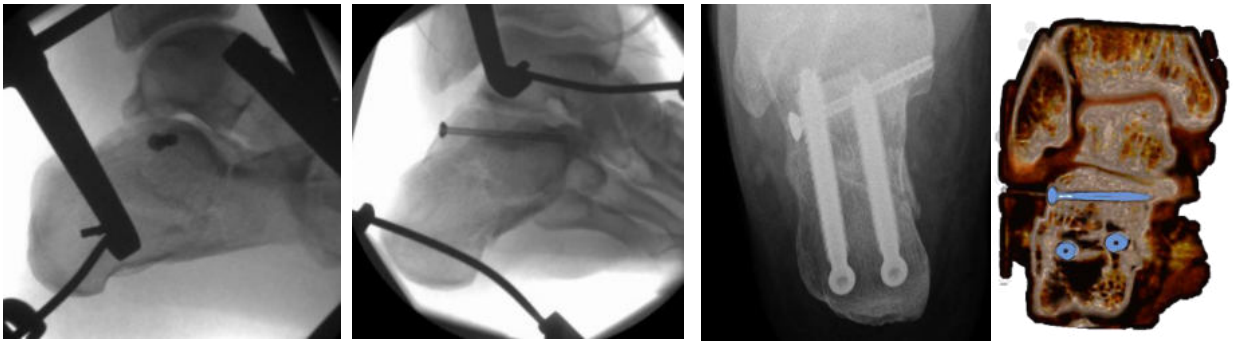


Abb 136 - 139 Lage der Sustentaculumschraube lateral, Broden, axial und im Schnittbild

Statische Fixierung mit 7,3 mm Schrauben

Die Achse, Länge und auch Höhe stabilisieren wir üblicherweise mit zwei 7,3 mm durchmessenden Bohrdrahtschrauben mit durchgehendem Gewinde. In der Literatur sieht man sehr unterschiedliche Schraubenlagen, meist aber eher plantar liegend oder auch schräg von dorsal-plantar Richtung, aber auch von plantar Richtung Subtalargelenk.

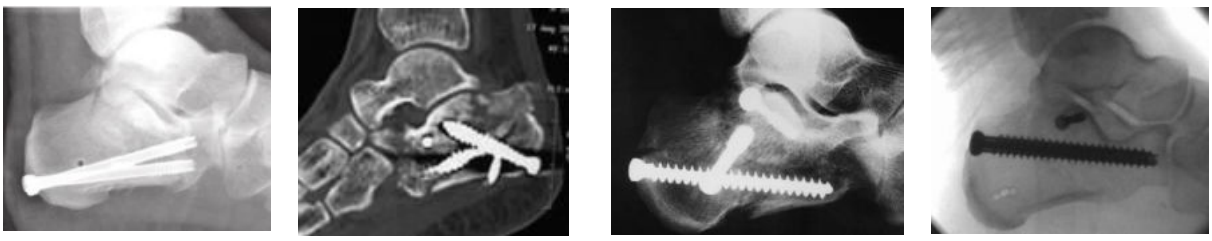


Abb 140 - 143 Schraubenlage a) Tim Schepers 2014, b) A. Gomaa 2012, c) Fröhlich 1999 d) UKH Linz 2017

Auf Grund unserer Erfahrungen in den letzten 10 Jahre positionieren wir die Schrauben parallel von dorsal-cranial nach distal-plantar.

Durch den Eintrittspunkt oberhalb bzw. am oberen Rand des Achillessehnenansatzes sehen wir deutlich weniger lokale Weichteilprobleme, der Schraubenkopf wird versenkt. Die Schrauben können sich dorsal gut über der darunterliegenden verstärkten Kortikalis abstützen und sollen „dachbalkenartig“ die zentralen Gelenksfragmente von unten unterstützen. Dies ist vor allem auch in Fällen wichtig bei denen durch die Kompression der zentralen Spongiosa und das anschließende Aufrichten ein Knochendefekt entstanden ist. Spongiosa oder Knochenersatzstoffe verwenden wir nicht und werden auch in der Literatur vornehmlich nicht mehr empfohlen.

Wesentlich ist die Verwendung von Schrauben mit durchgehendem Gewinde da wir ja keine Kompression, sondern ein Halten der Fersenbeinlänge und -achse erzielen wollen.

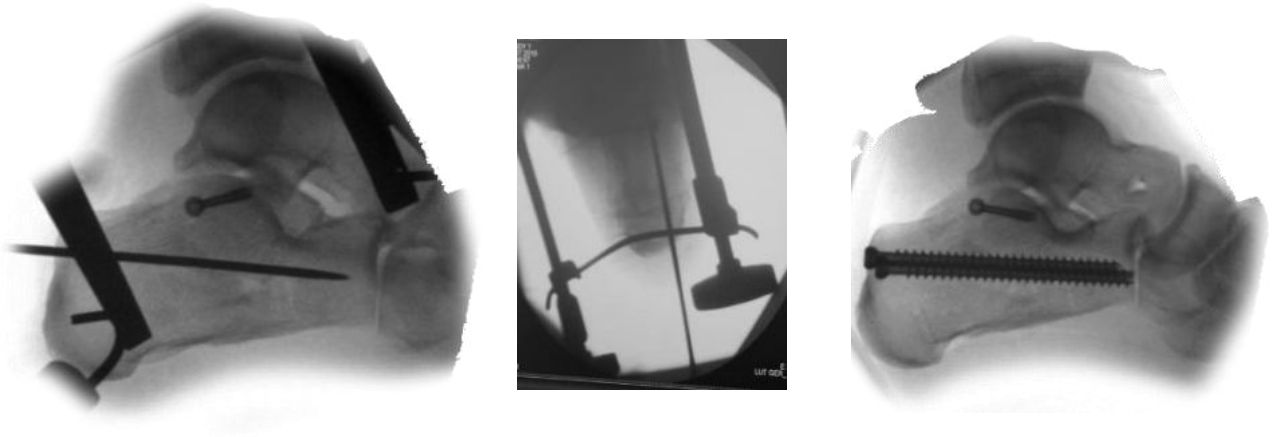


Abb 144 - 146 Einbringen des Führungsbohrdrahtes, Besetzung mit Schrauben

Abb 147 - 148 OP-Situs Einbringen der Führungsbohrdrähte unter Röntgenkontrolle

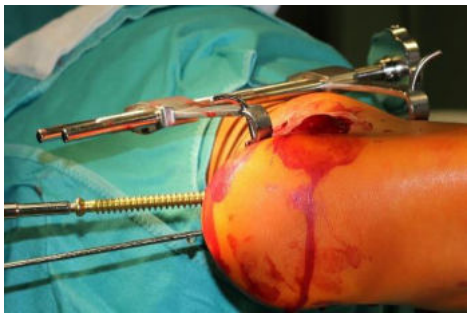


Abb 149 - 150 Verschraubung bei liegender Extension, Weichteilstatus 1 Tag postoperativ

Nachbehandlung

Grundsätzlich erachten wir die Osteosynthese für übungsstabil. Sollte von der Erstversorgung ein gespaltener Gips vorhanden sein wird er meist als Lagerungsschiene für die ersten Tage verwendet.

Wir verwenden keine Drainagen allerdings führen wir nur einen sehr lockeren Verschluss der Inzisionen durch. Ein Verbandwechsel am nächsten Tag ist angezeigt da es meist zu geringen Nachblutungen mit Verhärtung der Tupfer kommt.

Eine frühzeitige Physiotherapie sollte durchgeführt werden. Auch wenn es auf Grund der komplexen Fragestellung mit verschiedensten Frakturvarianten und Versorgungsstrategien keinen wissenschaftlichen Nachweis gibt sehen wir schon deutlich positive Effekte hinsichtlich Schwellung, Beweglichkeit und vor allem auch auf posttraumatischen Entkalkungsvorgänge an den angrenzenden Knochen. Wir glauben auch auf positive Effekte auf die verletzten Knorpelareale durch kontrollierte geführte Bewegung ohne Belastungsspitzen.

Entlastung wurde früher für 12 Wochen durchgeführt, bei stabiler Versorgung erachten wir das Fersenbein aber nach 6 Wochen als knöchern fest.

Nach dieser Zeit verordnen wir meist einen Fersenbeinentlastungsschuh oder beginnen mit Teilbelastung.

Patientenübersicht UKH Linz/Austria

Datenanalyse stammt aus der Diplomarbeit von Herrn Ronny Krenn, Universität Wien, medizinische Fakultät, November 2017 und wir dürfen uns herzlich dafür bei ihm bedanken.

298 Patienten mit Fersenbeinfrakturen wurden im Zeitraum von 2007-2015 im UKH Linz behandelt (236 männlich, 62 weiblich, jüngster Patient 15, der älteste 82 Jahre alt). Davon wurden insgesamt 212 PatientInnen (71,1%) operativ und 86 PatientInnen (28,9%) konservativ behandelt.
Bei 88,7% fanden die Operation entweder am selben Tag oder innerhalb der ersten zwei Tage nach dem initialen Unfallgeschehen statt.

	ORIF		**MIRF mit dem 2-PunktDistraktor**		**Bohrdrahtfixation oder andere Komination**		**Gesamt**
Jahr	Häufigkeit	% jährlich	Häufigkeit	% jährlich	Häufigkeit	% jährlich	Häufigkeit
2007	1	5,3%	16	84,2%	2	10,5%	19
2008	3	13,6%	17	77,3%	2	9,1%	22
2009	0	0,0%	27	90,0%	3	10,0%	30
2010	2	8,0%	19	76,0%	4	16,0%	25
2011	0	0,0%	24	96,0%	1	4,0%	25
2012	0	0,0%	20	87,0%	3	13,0%	23
2013	1	4,5%	17	77,3%	4	18,2%	22
2014	0	0,0%	24	88,9%	3	11,1%	27
2015	0	0,0%	18	94,7%	1	5,3%	19
Gesamt	7	3,3%	182	85,8%	23	10,8%	212

Tbl. 1 Übersicht über die operative Behandlung UKH Linz/Austria

	Revisionpflichtige Infekte - MIRF mit 2-Punkt-Distraktor		Revisionpflichtige Infekte - ORIF + BaK	
Jahr	Häufigkeit	% jährlich	Häufigkeit	% jährlich
2007	1	5,3%	0	0,0%
2008	0	0,0%	1	4,5%
2009	0	0,0%	1	3,3%
2010	1	4,0%	1	4,0%
2011	1	4,0%	1	4,0%
2012	1	4,3%	0	0,0%
2013	0	0,0%	1	4,5%
2014	0	0,0%	0	0,0%
2015	1	5,3%	0	0,0%
Gesamt	5	2,7%	5	16,7%

Tbl. 2 Übersicht über die revisionspflichtigen Infekte

	Ungeplante Materialentfernung		Elektive Materialentfernung		Subtalare Arthrodese	
Jahr	Häufigkeit	% jährlich	Häufigkeit	% jährlich	Häufigkeit	% jährlich
2007	1	5,3%	12	63,2%	1	5,3%
2008	3	13,6%	5	22,7%	2	9,1%
2009	1	3,3%	9	30,0%	1	3,3%
2010	2	8,0%	14	56,0%	1	4,0%
2011	1	4,0%	9	36,0%	0	0,0%
2012	1	4,3%	7	30,4%	2	8,7%
2013	0	0,0%	8	36,4%	0	0,0%
2014	0	0,0%	9	33,3%	3	11,1%
2015	0	0,0%	1	5,3%	0	0,0%
Gesamt	9	4,2%	74	34,9%	10	4,7%

Tbl. 3 Übersicht über Metallentfernung und bei uns durchgeführten Arthrodesen dieser Patientengruppe. Patienten die eventuell in anderen Krankenhäusern behandelt wurden sind hier nicht erfasst.

Nachwort

Bei Fragen, Kommentaren und Anregungen würden wir uns sehr über ihr Feedback freuen. Sollten sie ein spezielles Interesse an der Weiterentwicklung der Technik und Standardisierung einer „Minimal Invasiven Behandlung“ von Fersenbeinfrakturen haben darf ich sie ebenfalls einladen mit uns Kontakt aufzunehmen. Gerne sind wir auch bereit Einladungen zu Vorträgen oder Workshops in ihrem Bereich wahrzunehmen.

Projekt: MPCD Multiplanarer Calcaneus Distraktor

Mit Unterstützung der AUVA sind wir in der Finalisierung eines neuen modernen Extensionsapparates. Konzept wurde von C. Rodemund erstellt, die technische Umsetzung erfolgt durch die PMU Innovations GMBH in Kooperation mit der Paracelsus Privatuniversität Salzburg

PARACELSUS
MEDIZINISCHE PRIVATUNIVERSITÄT

PMU INNOVATIONS GMBH

Wir sind intensiv auf Suche nach Kollegen die an unseren Konzepten interessiert sind und uns bei der Fertigstellung sowie Anwendung im klinischen Bereich unterstützen.

Kontakt:

Christian Rodemund: ct.rodemund@gmail.com Tel.: 0043 664 5778077

Georg Mattiassich georg.mattiasich@gmx.at

Weitere Unterlagen

Supplementary zum Artikel "Minimal invasive Versorgung intra-artikulärer Fersenbeinfrakturen mit dem 2-Punkt-Distraktor" in der April 2017 Ausgabe der Zeitschrift "Operativen Orthopädie und Traumatologie" Oper Orthop Traumatol (DOI 10.1007/s00064-016-0478-0)

http://www.springermedizin.de/operative-orthopaedieund-traumatologie

2 Präsentationen auf der medizinischen Videoplattform VuMedi : www.vumedi.com

https://www.vumedi.com/video/minimal-invasive-surgery-of-intraarticular-fractures-of-the-calcaneus-update-2017/

https://www.vumedi.com/video/minimal-invasive-treatment-of-intra-articular-calcaneal-fractures/

Diplomarbeit Ronny Krenn:

Analyse der Versorgung von Fersenbeinbrüchen im Unfallkrankenhaus Linz unter besonderer Berücksichtigung minimal-invasiver Operationsmethoden

Sollten sie Interesse an den Unterlagen im PDF Format oder der Videos als Download haben ersuchen wir sie um ein Mail.

Für unsere Bilder und Videos besteht kein Copyright, sie dürfen frei präsentiert und verwendet werden. Über Autorenhinweis würden wir uns natürlich freuen

Literaturverzeichnis

1) Bernstein, J. & Clahsen, H., 1997. Taxonomy and treatment – a classification of fracture classifications. J Bone Joint Surg [Br], pp.706–707.

2) Schepers, T. et al., 2009. Calcaneal Fracture Classification: A Comparative Study. Journal of Foot and Ankle Surgery, 48(2), pp.156–162.

3) Schepers, T., 2016. Calcaneal Fractures: Looking Beyond the Meta-Analyses. Journal of Foot and Ankle Surgery, 55(4), pp.897–898.

4) Rammelt, S. & Zwipp, H., 2004. Calcaneus fractures: Facts, controversies and recent developments. Injury, 35(5), pp.443–461.

5) Guerado, E., Bertrand, M.L. & Cano, J.R., 2012. Management of calcaneal fractures: What have we learnt over the years? *Injury*, 43(10), pp.1640–1650.

6) Eastwood, D.M., Langkamer, V.G. & Atkins, R.M., 1993. Intra-articular fractures of the calcaneum. Part II: Open reduction and internal fixation by the extended lateral transcalcaneal approach. *J Bone Joint Surg Br*, 75(2), pp.189–195. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8444935.

7) Andermahr, J. et al., 1999. The vascularization of the os calcaneum and the clinical consequences. *Clinical orthopaedics and related research*, (363), pp.212–8. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10379325.

8) Rammelt, S. & Zwipp, H., 2004. Calcaneus fractures: Facts, controversies and recent developments. *Injury*, 35(5), pp.443–461.

9) Letournel E., 1993. Open treatment of acute calcaneal fractures. Clin Orthop 1993;290:60—7

10) Schepers, T. & Backes, M., 2013. Wound_infections_following_open_reduction with extended lat Approach. *International Orthopaedics*.

11) Goldzak, M. et al., 2014. Primary stability of an intramedullary calcaneal nail and an angular stable calcaneal plate in a biomechanical testing model of intraarticular calcaneal fracture. *Injury*, 45(SUPPL. 1), pp.S49–S53. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2013.10.031.

12) Zwipp, H. et al., 2013. Osteosynthese dislozierter intraartikulärer Kalkaneusfrakturen. *Operative Orthopadie und Traumatologie*, 25(6), pp.554–568.

13) Pastor T. et al., 2016. Displaced intra-articular calcaneal fractures: is there a consensus on treatment in Germany?. International Orthopadics, vol.40, issue10, pp 2180-2190

14) Gras, F. et al., 2010. Sustentaculum-tali-Schraubenplatzierung bei der Versorgung von Kalkaneusfrakturen - Verschiedene Navigationsverfahren im Vergleich zur konventionellen Technik. *Zeitschrift fur Orthopadie und Unfallchirurgie*, 148(3), pp.309–318.

15) Mattiassich, G. et al., 2017. Minimal-invasive Versorgung intraartikulärer Fersenbeinfrakturen mit dem 2-Punkt-Distraktor. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, (August). Available at: http://link.springer.com/10.1007/s00064-016-0478-0.

16) Sharr, P.J. et al., 2016. Current management options for displaced intra-articular calcaneal fractures: Non-operative, ORIF, minimally invasive reduction and fixation or primary ORIF and subtalar arthrodesis. A contemporary review. *Foot and Ankle Surgery*, 22(1), pp.1–8. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2015.10.003.

17) Sanders, R. et al., 2014. The Operative Treatment of Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures (DIACFs): Long Term (10-20 years) Results in 108 Fractures using a Prognostic CT Classification. *Journal of orthopaedic trauma*, 28(10), pp.551–563. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24983429.

Die vorliegenden Ergebnisse und Konzepte wären ohne die ausgezeichneten organisatorischen Voraussetzungen, die medizinische Kompetenz und die bekannte Dokumentationsqualität der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt nicht möglich gewesen. Wir dürfen uns über die tatkräftige und freundliche Unterstützung sowie Hilfe sehr herzlich bedanken