

Henry B. Delfs

Der kleine Delfs

- Frakturlehre und Osteosynthese -

Inhaltsverzeichnis

1. FRAKTURLEHRE UND OSTEOSYNTHESE	1
1.1. Osteosynthese: Grundlagen	1
1.2. Frakturen	3
1.2.1. Frakturursachen	3
1.2.2. Frakturtypen	3
1.2.3. Frakturheilung	5
1.3. Osteosyntheseverfahren	6
1.3.1. Schrauben und Platten	6
1.3.2. Marknagelung	11
1.3.3. Fixateur externe	11
1.4. Knochenfrakturen und ihre Therapie	12
1.4.1. Schlüsselbeinfrakturen	12
1.4.2. Akromiale und sternale Luxationen	13
1.4.3. Skapulafrakturen	14
1.4.4. Humeruskopffrakturen	15
1.4.5. Humerusschaftfrakturen	16
1.4.6. Diaphysäre Humerusfrakturen	17
1.4.7. Frakturen des distalen Humerussegmentes	18
1.4.8. Olecranonfraktur	19
1.4.9. Frakturen des Radiusköpfchens	20
1.4.10. Diaphysäre Unterarmfrakturen	21
1.4.11. Distale Radiusfrakturen	22
1.4.12. Wirbelsäulenfrakturen	23
1.4.13. Beckenfrakturen	25
1.4.14. Azetabulumfrakturen	26
1.4.15. Schenkelhalsfrakturen	28
1.4.16. Pertrochantäre Frakturen	30
1.4.17. Subtrochantäre Frakturen	31
1.4.18. Femurschaftfrakturen	32
1.4.19. Distale Femurfrakturen	33
1.4.20. Patellafrakturen	35
1.4.21. Schienbeinkopfbrüche	36
1.4.22. Frakturen des Tibia- und Fibulaschaftes	37
1.4.23. Malleolarfrakturen	39
1.4.24. Brüche des distalen Unterschenkels, Pilon tibial	41
1.4.25. Sprunggelenkfrakturen	42
1.4.26. Talusfrakturen	43
1.4.27. Kalkaneusfrakturen	45
1.4.28. Frakturen der Fußwurzelknochen	46
1.4.29. Mittelfußbrüche	47
2. Verwendete Literatur	48

1. FRAKTURLEHRE UND OSTEOSYNTHESE

1.1. Osteosynthese: Grundlagen

Von der Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese, AO, wurden in ihren Anfangsjahren (1958/59) folgende Prinzipien der Frakturbehandlung formuliert:

1. Anatomische Rekonstruktion der Frakturfragmente insbesondere bei Gelenkbrüchen.
2. Stabile innere Fixation durch interfragmentäre Kompression, um den lokalen biomechanischen Anforderungen gerecht zu werden.
3. Erhaltung der Blutversorgung von Knochen und Weichteilen durch atraumatische Operationstechnik.
4. Frühe aktive Mobilisation der verletzten Extremität sowie des Patienten zur Vermeidung der Frakturkrankheit.

Diese Prinzipien haben bis heute nichts an Gültigkeit verloren.

Zu Punkt 1: Diese Aussage ist in genau dieser Formulierung zu betrachten, denn einerseits ist es nach wie vor von Bedeutung, bei Frakturen im Gelenkbereich für eine größtmögliche Genauigkeit bei der Adaptation zu sorgen, andererseits wird man bei Frakturen im Schaftbereich zwar auf eine korrekte Wiederherstellung von Länge, Achse und Rotation achten, jedoch nicht zwangsläufig jedes einzelne Fragment exakt reponieren. Dies hat den Vorteil, daß die Fraktur heilt, ohne daß durch eine Reposition jedes einzelnen Fragments eine größere Schädigung des Areals verursacht wird.

Zu Punkt 2: Diese Aussage muß mittlerweile etwas relativiert gesehen werden, vor allem aufgrund der im Kommentar zu Punkt 1 gemachten Feststellung, daß eine zu starke interfragmentäre Kompression zu Schädigungen führen kann. Aus diesem Grund versucht man, einen Kompromiß einzugehen zwischen der Stabilisierung durch das Osteosynthesematerial und der interfragmentären Kompression.

Zu Punkt 3: Diese Aussage ist nicht nur weiterhin gültig, sondern läßt sich noch dahingehend ergänzen, daß zusätzlich zur Operationstechnik auch die Osteosynthesetechnik dahingehend weiterentwickelt wurde, daß eine möglichst große Schonung des Gewebes gewährleistet ist. So wurde beispielsweise die LC-DCP (Limited Contact DCP) entwickelt, die durch entsprechende Reduzierung der Kontaktfläche eine gute Durchblutung erlaubt und dadurch das Risiko einer lokalen Osteosynthese verringert.

Zu Punkt 4: Diese Aussage ist unverändert gültig. Nach wie vor wird über eine stabile Osteosynthese eine möglichst frühzeitige Mobilisierung angestrebt, womit die Gefahr einer Frakturkrankheit und Invalidisierung drastisch reduziert wird.

1.2. Frakturen

1.2.1. Frakturursachen

- Direkte Fraktur: Entsteht durch direkte Gewalteinwirkung auf den gesunden Knochen, z.B. Fraktur durch Stoßstange.
- Indirekte Fraktur: Entsteht durch Hebelwirkung, z.B. Torsionsfraktur beim Skiunfall.
- Pathologische Fraktur, Spontanfraktur: Entsteht bei krankhaft veränderten Knochen (Metastase, Zyste, Osteoporose).
- Ermüdungsfraktur, Dauerfraktur: Entsteht bei mechanischer Überbeanspruchung, z.B. Fraktur der Mittelfußknochen bei langen Märschen.

1.2.2. Frakturtypen

- Biegungsfraktur:
Ursächlich für Biegungsfrakturen ist eine direkte Krafteinwirkung auf den Knochen. Dabei wird auf der konkav-deformierten Knochenseite ein Biegungskeil herausgesprengt, während es auf der konvexen Seite aufgrund von Zugkräften zu einem Querriß kommt. Beispiel: Tibiafraktur durch direkten Stoß (Anfahrnfall, Fußball).
- Torsionsfraktur:
Zu einer Torsionsfraktur kommt es, wenn durch Drehung Zugspannungen entstehen, welche zu einer spiralförmigen Fraktur führen. Beispiel: Unterschenkelfraktur bei Skiunfall.
- Abrißfraktur:
Sie ist Folge der Einwirkung von Scherkräften auf den Knochen, z.B. über einen Sehnenansatz. Die Bruchlinie verläuft quer zur Zugrichtung. Beispiel: Olecranonfraktur, Abriß des Tuberculum majus.

- Abscherfraktur:

Die Abscherfraktur kommt im Gelenkbereich vor, wenn neben Zugkräften auch Scherkräfte auf die Kondylen einwirken. Die Scherfraktur kann begleitend zu einer Abrißfraktur oder einer Bandruptur auftreten, der Bruchspalt verläuft senkrecht zur Scherkraft. Beispiel: Malleolarfraktur Typ Weber A, Meißelfraktur des Radiusköpchens, hintere Azetabulumfraktur.

- Kompressionsfraktur, Stauchungsfraktur:

Typische Lokalisationen sind spongiöser Knochen der Epi- bzw. Metaphysen, Wirbelkörper, Hand- und Fußknochen. Die Spongiosa wird eingestaucht, was zu einem irreversiblen Substanzverlust führt. Beispiel: Wirbelfraktur, Impressionsfraktur des Tibiakopfes.

- Trümmerfraktur:

Auslöser einer Trümmerfraktur ist eine starke Gewalteinwirkung. Bei offenen Frakturen werden zum Teil Fragmente versprengt. Typisch ist eine begleitende Verletzung des Weichteilmantels. Beispiel: Schußfraktur.

- Unvollständige Fraktur:

Als unvollständige Fraktur werden Fissuren und Knochenrisse bezeichnet, bei der die Kontinuität nicht völlig gestört sind. Beispiel: Grünholzfraktur.

- Luxationsfraktur:

Die Luxationsfraktur betrifft einen gelenknahen bzw. intraartikulären Bereich. Hierbei tritt zusätzlich zur Fraktur eine Luxation des Gelenks auf, die mit einer Verletzung des Kapsel-Bandapparates verbunden ist und zu einer hohen Instabilität führt. Von großer Bedeutung bei Luxationsfrakturen ist die Therapie eventueller Knorpelschäden. Beispiel: Luxationsfraktur von oberem Sprunggelenk, Hüftgelenk, Humeruskopf, Ellenbogen.

- Gradeinteilung der offenen Fraktur:

Grad 1: Durchspießung durch Fragmentperforation von innen nach außen, kleine Wunde

Grad 2: Durchspießung durch Fragmentperforation von außen nach innen, große Wunde

Grad 3: Breit eröffnete Fraktur, ausgedehnter Haut- und Weichteildefekt, häufig Gefäß- und Nervenläsion

Grad 4: Totale und subtotale Amputation

1.2.3. Frakturheilung

Als Folge einer Fraktur kommt es im geschädigten Gebiet zu einer entzündlichen Reaktion, welche das Ziel der Knochenheilung hat. Die hierfür benötigten Voraussetzungen sind Reposition der Fragmente, Ruhigstellung sowie eine gute Blutversorgung.

Solange der Mensch noch im Wachstum begriffen ist und die Epiphysenfugen noch nicht geschlossen sind, erfolgt die Frakturheilung rasch. In diesem Alter können Achsenknickungen und Verkürzungen noch korrigiert werden, so dass eine konservative Behandlung vertretbar ist.

Bei konservativer Frakturbehandlung erfolgt zunächst eine weitgehende Reposition der Fragmente. Hierbei bleibt ein Frakturspalt bestehen, sodaß Störkräfte einwirken. Das im Frakturbereich entstehende Hämatom wird bindegewebig umgebaut und bildet zusammen mit dem Periost eine Manschette, welche im Röntgenbild als Kallus erscheint. Die Kortikalis im Frakturgebiet wird durch Osteoklasten gelockert, während sich Osteoblasten anlagern. Der entstehende Faserknochen wird schließlich durch Osteone ersetzt und der Kallus weitgehend abgebaut.

Vor einer stabilen osteosynthetischen Versorgung werden die Fragmente anatomisch exakt repositioniert und mittels Platten und Zugschrauben fixiert. Aufgrund dieser Fixation können die Osteone direkt in die gegenüber liegende

Kortikalis einwachsen, Freiräume werden mit Faserknochen gefüllt und mit Osteonen durhbaut. Eine Kallusbildung findet nicht statt. Man spricht von primärer bzw. direkter Frakturheilung.

1.3. Osteosyntheseverfahren

1.3.1. Schrauben und Platten

Es gibt verschiedene Arten von Schrauben, die auf verschiedene Weise klassifiziert werden können: Nach Art der Einbringung (nichtscheidend, selbstschneidend), nach der Funktion (Halteschrauben, Zugschrauben), Größe und nach der Knochenstruktur, für die man sie verwendet (Kortikalis, Spongiosa).

Selbstschneidende Schrauben können nach Vorbohren direkt in den Knochen eingebracht werden, wobei das Bohrloch etwas größer ist als der Durchmesser des Schraubenschafts. Da die Schraube sich ihr Gewinde selbst schneidet, ist ihre Beanspruchung bei der Einbringung um so größer, je dichter die Knochenstruktur ist. Zudem führt ein Verkanten der Schraube beim Eindrehen zu einem neuen Gewinde unter Zerstörung des vorherigen Gewindes. Aus diesen Gründen werden selbstschneidende Schrauben nicht für die Kortikalis verwendet und nicht als Zugschrauben eingesetzt.

Zur Einbringung **nichtscheidender Schrauben** wird nach dem Vorbohren ein Gewinde geschnitten. Da der hierzu verwendete Gewindeschneider dies besser vermag als eine selbstschneidende Schraube, ist diese Methode auch für die Kortikalis geeignet. Eine Ausnahme stellt dünner Knochen dar, z.B. im Gesichtsschädel, wo nach Untersuchungen (Phillips u. Rahn 1989) selbstschneidende Schrauben einen besseren Halt haben.

Kortikalisschrauben sind nichtscheidend und haben ein durchgehendes Gewinde. Es gibt sie in verschiedenen Größen. Von Bedeutung ist hierbei vor

allem der Durchmesser, und zwar insofern, als die Haltekraft einer Schraube abnimmt, sobald der Schraubendurchmesser sich 40% des Knochen-
durchmessers nähert.

Eine Spezialform stellt die 3,5-mm-Kortikalisschraube dar, die aufgrund einer Vergrößerung des Schraubenkerns einen höheren Biegungs- und Torsions-
widerstand aufweist und somit eine besondere Eignung als Spannschraube in
selbstkomprimierenden DC- und LC-DC-Platten besitzt.

Im Unterschied zu Kortikalisschrauben, bei denen der Kern relativ dick und das
Gewinde relativ dünn ist, ist es bei **Spongiosaschrauben** genau umgekehrt.
Dieses Verhältnis zwischen äußerem Durchmesser und Schaft verleiht
Spongiosaschrauben eine hohe Haltekraft in lockerem spongiösem Knochen,
z.B. im Metaphysen- und Epiphysenbereich. Spongiosaschrauben sind im
Regelfall selbstschneidend.

Es gibt zwei Varianten von Spongiosaschrauben: Mit Teilgewinde und mit
durchgehendem Gewinde. Schrauben mit Teilgewinde werden als
Zugschrauben eingesetzt, Schrauben mit durchgehendem Gewinde zur Fixation
von Platten in Metaphyse und Epiphyse.

Eine Sonderform stellen Spongiosaschrauben mit Kanülierung dar, die über
entsprechende Kirschner-Drähte geführt werden können. Sie kommen bei der
Rekonstruktion größerer epiphysärer oder metaphysärer Frakturen zur
Anwendung (z.B. Femurkondylen, proximale Tibia, subkapitaler Femur).

Malleolarschrauben als Zugschrauben entsprechen Kortikalisschrauben mit
einem äußeren Durchmesser von 4,5 mm, sind jedoch selbstschneidend. Am
Innenknöchel inzwischen durch 4,0-mm-Spongiosaschrauben ersetzt, werden
sie u.a. am Tibiakopf eingesetzt.

Der Aufbau von **Zugschrauben** ist dergestalt, daß ihr Gewinde nur in der
gegenüberliegenden Kortikalis greift, so daß sie beim Eindrehen eine
Kompression von Frakturfragmenten bewirkt. Voraussetzung ist, daß das
Schraubengewinde tatsächlich nur im distalen Fragment greift und nicht auch
in einem weiter schraubenkopfnah gelegenen. In die schraubenkopfnah

gelegene Kortikalis wird ein Gleitloch gebohrt. Wird die Zugschraube hierüber eingeführt und liegt das Gewindeloch exakt gegenüber, so wird eine stabile Kompression erreicht. Von Bedeutung ist, daß die Schraube senkrecht zur Frakturbene eingebracht wird, um beim Festziehen Scherkräfte zu vermeiden und damit einer Verschiebung der reponierten Fragmente entgegenzuwirken. Im Bereich der Diaphyse läßt sich allein mit 2-3 Zugschrauben Stabilität erreichen, wenn die Frakturlänge doppelten Knochendurchmesser aufweist und es sich nicht um eine Trümmerfraktur handelt. Besonders gut gelingt eine allein auf Zugschrauben basierende Fixation bei Torsionsfrakturen. Je größer der Abstand zwischen den einzelnen Schrauben ist, desto größer ist die Stabilität.

Platten werden anhand ihrer Form und ihrer Funktion unterschieden: Schutz-/Neutralisations-, Abstütz-, Kompressions- und Zuggurtungsplatten.

Schutz-/Neutralisationsplatten

Platten werden häufig mit Zugschrauben kombiniert, um eine frühe Mobilisation des Patienten zu gestatten. Bei dieser Kombination wird die interfragmentäre Kompression der Fragmente durch die Zugschrauben erreicht, während die Platte einen Teil der einwirkenden Kräfte neutralisiert und so eine Schutzfunktion für die Schrauben übernimmt. Durch eine Anpassung an die Form des Knochens und eine Vorspannung des Implantats läßt sich mit einer Neutralisationsplatte zugleich auch eine gewisse Kompressionswirkung erzielen. Um die Anpassung auch an problematisch geformte Knochen zu ermöglichen, wurden spezielle Werkzeuge wie Biegezange, Biegepresse und Biegeschablonen sowie Rekonstruktionsplatten entwickelt. Rekonstruktionsplatten erlauben eine Biegung in der Längs- und Querachse.

Abstützplatten werden bei Frakturen im epi- und metaphysären Knochen aufgrund der dort bestehenden dünnen Kortikalis und lockeren Spongiosa eingesetzt, da der Knochen den bestehenden Druck- und Scherkräften alleine nicht widerstehen könnte. Die Abstützplatte muß, um ihre Funktion zu

gewährleisten, fest mit dem abstützendem Fragment verbunden sein und, um Knochenschädigungen zu vermeiden, in ihrer Form mit dem Knochen übereinstimmen.

Sogenannte **Formplatten** werden in der Metaphysenregion verwendet, welche bei den verschiedenen Röhrenknochen eine spezifische Anatomie aufweist. Man unterscheidet T- und L-Platten, abhängig von ihrer Form. Sie werden eingesetzt zur Abstützung des proximalen Humerus, des Tibiaplateaus, der distalen Tibia (Kondylen) und des medialen Femurs. Kleinere Ausführungen finden Verwendung bei der Versorgung von distalen Radiusfrakturen sowie Hand- und Fußfrakturen.

Querverlaufende und kurze Schrägfrakturen, die nicht verschraubt werden können, werden mit **Kompressionsplatten** versorgt, welche auf den Knochen einen Druck in seiner Längsachse ausüben, und nach Möglichkeit zusätzlich mit einer Zugschraube, welche der Platte eine höhere Biege- und Torsionsstabilität verschafft. Ist die durch die Platte erzeugte Kompression nicht ausreichend, so läßt sich ein Plattenspanner einsetzen, mit dem auch Kompressionen über 100 kp möglich sind. An Varianten stehen die Halbrohr-, Drittelrohr- und Viertelrohrplatte sowie die Spann-Gleitloch-Platte oder Dynamische Kompressionsplatte (DCP) zur Verfügung.

Die Schraubenlöcher der DCP sind zylinderförmig, so daß es beim Einbringen einer am Lochrand angesetzten Schraube zu einer Verschiebung der Platte gegenüber dem Fragment kommt mit einer axialen Kompression von 60-80 kp. Die entsprechende Positionierung der Schraube erfolgt mittels spezieller Bohrbüchsen.

Eine verbesserte Variante der DCP stellt die LC-DCP (limited contact DCP) dar. Ihre Unterseite ist strukturiert, um eine verbesserte Blutversorgung des darunter liegenden Knochens auch unter Kallusbildung zu erlauben. Durch die verbesserte Blutversorgung wird die Entstehung einer Osteoporose weitgehend verhindert und die Stabilität des Frakturbereichs ist bereits 3 Monate post-OP höher als bei Verwendung herkömmlicher Platten. Die Schraubenlöcher sind so geformt, daß eine Schraubenneigung von 40° möglich

ist gegenüber sonst üblichen 25°, zudem ist die bei der DCP genutzte exzentrische Lochgeometrie bei der LC-DCP symmetrisch ausgelegt, was zu einer Steigerung der Anpassungsfähigkeit bei der Frakturstabilisierung führt.

Auf die Erkenntnis von Pauwels, daß beim exzentrisch belasteten Knochen die konvexe Seite Zugkräften ausgesetzt ist und die konkave Seite Druckkräften, geht die Einführung der **Zuggurtung** als Form der Osteosynthese zurück. Die Biegekräfte werden durch das Zuggurtungsimplantat (Platte, Draht) in Druckkräfte umgewandelt. Voraussetzung für den Einsatz einer Zuggurtung ist eine intakte Kortikalis auf beiden Frakturseiten und eine exakt reponierte Fraktur. Zudem müssen sowohl der Knochen als auch das Implantat den einwirkenden Kräften (Druck auf den Knochen, Zug auf das Implantat) standhalten können.

Ist ein Knochensegment zertrümmert und ist eine anatomische Einpassung der Fragmente nicht möglich, dann wird der Frakturbereich mit einer **Brückenplatte** oder **Wellenplatte** überbrückt. Diese wird im proximalen und distalen Hauptfragment verankert. Eine derartige Osteosynthese erlaubt die Heilung unter Kallusbildung bzw. im Fall der Wellenplatte die Einbringung autologer Spongiosa in die Trümmerzone, ist jedoch nicht als stabil zu bezeichnen.

Zur Stabilisierung von Knochen mit tragender Funktion (u.a. im Rahmen von Korrekturosteotomien) existieren L-förmige **Winkelplatten** mit unterschiedlichen Winkeln. Zwei häufig genutzte Varianten sind die 95°-Winkelplatte (Kondylenplatte) und die 130°-Winkelplatte, die am proximalen Femur zum Einsatz kommen. Mittels eines sogenannten Plattensitzinstruments bohrt man den Femurhals auf und bringt die Plattenklinge ein. Auch im distalen Femur erfolgt die Einbringung mit Hilfe des Plattensitzinstruments.

Eine Weiterentwicklung der Winkelplatten stellt die dynamischen Hüftschraube und die dynamische Kondylenschraube dar.

1.3.2. Marknagelung

Die **Marknagelung** als intramedulläre Schienung wurde 1939 von Küntscher eingeführt, der auf dem Deutschen Chirurgenkongress 1940 über seine Ergebnisse berichtete. Zur Marknagelung werden alle im Markkanal gelegenen Kraftträger gerechnet. Besteht eine stabile Fraktur, so erlaubt die intramedulläre Schienung eine frühzeitige Belastung, wodurch wiederum eine axiale Kompression zwischen den Frakturfragmenten erreicht wird. In den 50er Jahren erweiterte Küntscher die Marknagelung um die intramedulläre Markraumaufbohrung. In den 60er Jahren wurde von ihm das Konzept der Verriegelung eingeführt. Seither unterscheidet man zwischen konventioneller Marknagelung und Verriegelungsmarknagelung.

Angewendet wird die Marknagelung hauptsächlich bei Frakturen des Femurs und der Tibia. Bei schweren offenen Frakturen gibt man aufgrund des mit der Aufbohrung verbundenen Infektionsrisikos der Marknagelung ohne Aufbohrung in Verbindung mit Verriegelung den Vorzug. Die konventionelle Nagelung ist Methode der Wahl bei queren und kurzen Schaftbrüchen des mittleren Femurdrittels und der Tibia sowie bei verzögerter Heilung und Pseudarthrose des mittleren Drittels.

1.3.3. Fixateur externe

Der **Fixateur externe** wird als Rahmenfixateur vor allem zur Versorgung offener Frakturen 2. und 3. Grades verwendet, in der Regel am Unterschenkel. Frakturfern perkutan eingebrachte Schanz-Schrauben bzw. Steinmann-Nägel werden durch Rohre miteinander verbunden und die Fraktur somit fixiert. Das frakturnahe Weichteil wird dabei geschont. Der Klammerfixateur wird für einfache Frakturen mit geringem Weichteilschaden verwendet. Eine erweiterte Variation ist der äußere dreidimensionale Festhalter, der eine Kombination aus Klammerfixateur und Rahmenfixateur darstellt. In modifizierter Form wird der Fixateur als Verlängerungsgerät zur Verlängerungsosteotomie eingesetzt. Beim

Pinlessfixateur, einer weiterentwickelten Form des Fixateur externe, wird der Knochen ohne Eröffnung des Markraums mit 4 Zangen gefaßt.

1.4. Knochenfrakturen und ihre Therapie

1.4.1. Schlüsselbeinfrakturen

Morphologie & Einteilung

Die typische Lokalisation der Schlüsselbeinfrakturen liegt im mittleren Drittel (70%), und zwar in Form von Schräg- oder Keilfrakturen. Eine Dislokation ist im Normalfall aufgrund des Muskelzugs nach kranial gerichtet.

Ursache

Entstehungsmechanismus ist eine direkte oder indirekte Gewalteinwirkung, z.B. durch Sturz auf den ausgestreckten Arm oder die Schulter.

Begleitverletzungen

In seltenen Fällen kann es zur Verletzung des Plexus brachialis und Zerreißung von A. und V. subclavia kommen. Eine Kombination mit Skapulahals- und Rippenfrakturen kommt beim Polytrauma vor.

Komplikationen

Selten kommt es zur Bildung von Pseudarthrosen. Sie werden plattenosteosynthetisch versorgt. Offene Brücken werden operativ versorgt.

Therapie

Die Versorgung erfolgt im Regelfall konservativ mit einem straff sitzenden Rucksackverband mit Ruhigstellung für 4 Wochen und begleitender Schultermobilisation. Bei lateralen dislozierten Frakturen und Luxationsverletzungen im Sternoklavikulargelenk wird operativ reponiert. Die Therapie der lateralen Klavikulafrakturen orientiert sich an einer Einteilung in 4 Typen:

Typ I: Fraktur lateral der korakoklavikulären Bänder, relativ stabil, Behandlung mit Gilchrist-Verband.

Typ II: Das mediale Fragment besitzt keine intakte Bandverbindung, operative Behandlung mit Zuggurtung oder Kleinfragmentplatte.

Typ III: Konservative Behandlung mit Rucksackverband.

Typ IV: Meistens Epiphysenlösung mit Dislokation des medialen Fragments und Luxation aus dem Periost, konservative Behandlung mit Rucksackverband.

1.4.2. Akromiale und sternale Luxationen

Morphologie & Einteilung

Betroffen sind bei Luxationen des Akromioklavikulargelenks die Ligg. acromioclavicular und Ligg. coracoacromiale. Abhängig von der Beteiligung unterscheidet man drei Grade nach Tossy:

I. Subluxation des Akromioklavikulargelenks mit Ruptur der akromioklavikulären Bänder

II. Zusätzlich zu Grad I Teilruptur der Ligg. coracoclavicularia

III. Vollständige Luxation des Akromioklavikulargelenks mit totaler Ruptur beider Ligg. coracoclavicularia (Lig. conoideum und Lig. trapezoideum)

Ursache

Ursächlich ist Gewalteinwirkung durch Sturz.

Begleitverletzungen

Begleitend können Frakturen der Rippen oder Verletzungen des N. axillaris auftreten.

Symptome & Diagnose

Eine Luxation des Akromioklavikulargelenks macht sich durch das sogenannte Klaviertastenphänomen bemerkbar. Hierbei ragt die Klavikula über das Akromion hinaus und läßt sich federnd reponieren.

Therapie

Die Behandlung erfolgt abhängig vom Schweregrad (Tossy). Bis Grad II erfolgt eine konservative Behandlung mittels Klebeverband auf dem lateralen Klavikulaende für 3-4 Wochen. Luxationen nach Tossy Grad III werden mit Naht von Kapsel und Bändern und mit temporärer Fixation des Gelenks für 6-8 Wochen versorgt.

1.4.3. Skapulafrakturen

Morphologie & Einteilung

Frakturieren können der Skapulahals, der Korpus, das Akromion, die Spina und selten der Processus coracoideus. Unter Einwirkung des luxierenden Humeruskopfes kann es zu Pfannenabbrüchen kommen, welche je nachdem im ventralen oder dorsalen Anteil gelegen sind.

Ursache

Skapulafrakturen sind eher selten und entstehen meist im Rahmen eines Polytraumas durch die dabei entstehende Krafteinwirkung.

Begleitverletzungen

Zusammen mit Frakturen der Skapula können Frakturen der Rippen auftreten, wobei es im Rahmen eines Polytraumas zur Lungenkontusion kommen kann. Eine gleichzeitige Beteiligung der Klavikula führt zur völligen Instabilität des Schultergürtels. In seltenen Fällen kommt es zu Verletzungen von N. supra-scapularis und Plexus brachialis.

Komplikationen

Als Komplikation kann die Bewegungseinschränkung auftreten.

Symptome & Diagnose

Zeichen sind Druck- und Bewegungsschmerz im Schulterbereich, eingeschränkte Beweglichkeit. Die Diagnose wird gesichert durch Röntgenaufnahmen in a.p. und tangential.

Therapie

Pfannenrandabbrüche werden operativ behandelt, um einer möglichen Subluxation vorzubeugen. Stark dislozierte, instabile Halsfrakturen werden ebenfalls operativ versorgt; oftmals genügt bei Halsfrakturen eine Osteosynthese einer begleitenden Klavikulafraktur, um Stabilität zu erreichen. Besteht nur eine geringe Dislokation, so wird früh mit Bewegungstherapie begonnen, um eine posttraumatische Versteifung des Gelenks zu vermeiden. Im allgemeinen stellt die Schulterblattmuskulatur hierbei eine gute Schienung dar.

1.4.4. Humeruskopffrakturen

Morphologie & Einteilung

Humeruskopffrakturen werden eingeteilt in extraartikuläre und intraartikuläre Frakturen. Bei intraartikulären Frakturen ist das Komplikationsrisiko größer als bei extraartikulären Frakturen, u.a. durch eine stärkere Gefährdung der Blutversorgung. Des Weiteren ist die Prognose bei gering dislozierten Frakturen besser als bei stark dislozierten bzw. luxierten Frakturen.

Ursache

Ursächlich für Frakturen im Bereich von Humeruskopf und -hals sind Stürze und Gewalteinwirkung.

Begleitverletzungen

Bei einer Humerusfraktur kann es begleitend zu einer Beteiligung des N. axillaris kommen mit daraus resultierender Lähmung des M. deltoideus.

Symptome & Diagnose

Zu diagnostizieren sind Humeruskopffrakturen anhand von nach einem Sturz auftretenden Schmerzen sowie Bewegungsunfähigkeit im Gelenk. Gesichert wird die Diagnose radiologisch.

Therapie

Die Art der Behandlung richtet sich nach der Ausdehnung der Verletzung. Gering dislozierte und nach Reposition weitgehend stabile Frakturen werden konservativ durch Ruhigstellung im Gilchrist- oder Desault-Verband behandelt und ggfs. zusätzlich mit einer Thoraxabduktionsschiene. Nach wenigen Wochen kann bereits mit passiver Schulterbewegung begonnen werden. Dislozierte, instabile und luxierte Frakturen werden operativ reponiert und fixiert. Gelingt die perkutane Fixation mit Kirschner-Drähten nicht, so verwendet man Schrauben und Zuggurtungsdrähte.

1.4.5. Humerusschaftfrakturen

Morphologie & Einteilung

Stabile Torsions- und Mehrfragmentbrüche, instabile Quer- und kurze Schrägfrakturen

Ursache

Ursächlich für Frakturen im Bereich des Humerusschaftes ist im Normalfall indirekte Gewalteinwirkung durch Sturz.

Begleitverletzungen

Aufgrund seines Verlaufs ist der N. radialis besonders gefährdet, und zwar sowohl durch die Fraktur an sich als auch durch die Behandlung. Zeichen sind motorischer Ausfall der Streckmuskulatur von Langfingern und Handgelenk und der Daumenabduktion. Am Daumen und Zeigefingerrücken kommt es zu sensorischen Ausfällen.

Komplikationen

Häufig sind Pseudarthrosen, z.B. als Folge unzureichender Osteosynthese oder konservativer Behandlung instabiler Frakturen

Symptome & Diagnose

Neben den üblichen Frakturzeichen ist eine Verkürzung des Oberarms durch Muskelzug ein Symptom.

Therapie

In erster Linie werden Frakturen des Humerusschaftes konservativ behandelt durch Ruhigstellung mittels Gilchrist-Verband oder Gips und Bewegungstherapie nach Erreichen der Schmerzfreiheit. Im Fall offener Frakturen, pathologischer Frakturen, Polytraumata oder Nervenschädigung wird die Fraktur osteosynthetisch versorgt, wobei die gewählte Methode sich im Laufe der Zeit von der Plattenosteosynthese hin zur Verwendung intra-medullärer Kraftträger gewandelt hat.

1.4.6. Diaphysäre Humerusfrakturen

Morphologie & Einteilung

Frakturen des Humerusschafts werden eingeteilt in relativ stabile Torsions- und Mehrfragmentfrakturen sowie instabile Quer- und kurze Schrägfrakturen.

Ursache

Als Pathomechanismus findet sich häufig eine indirekte Gewalteinwirkung durch Sturz auf Hand oder Ellbogen, gelegentlich direkte Gewalteinwirkung z.B. durch einen Schlag. Zudem stellt der Humerusschaft einen bevorzugten Ort für pathologische Frakturen dar, ausgelöst z.B. durch juvenile Knochenzysten oder Metastasen.

Begleitverletzungen

Aufgrund seines Verlaufs ist der N. radialis häufig betroffen, was zu einem motorischen Ausfall der Langfinger-Streckmuskulatur und des Handgelenks sowie der Daumenabduktion führt. Im Bereich des Daumens und des Zeigefingerrückens kommt es zu einer Hyp- bis Anästhesie. Tritt eine Nervenlähmung erst während der Behandlung auf, so stellt sie eine Operationsindikation dar.

Komplikationen

Bleibt die Fraktur instabil, so kommt es zur Pseudarthrose.

Therapie

Die Therapie von Humerusschaftfrakturen erfolgt primär konservativ mittels Gilchrist-Verband oder Gipsflasche bis zur Schmerzfreiheit, anschließend Manschettenbehandlung nach Sarmiento. Eine seltener genutzte Alternative stellt der Hängegips dar. Mit passiver Bewegung der Schulter sollte bald begonnen werden. Im Fall offener oder beidseitiger Frakturen, Radialislähmung, pathologischer Fraktur oder Polytrauma besteht eine Indikation zur Osteosynthese, welche früher als Plattenosteosynthese erfolgte, heute jedoch vielfach durch Nagelung (Bündelnagelung, (Verriegelungs-) Marknagel) ersetzt wird.

1.4.7. Frakturen des distalen Humerussegmentes

Morphologie & Einteilung

Die Einteilung von distalen Humerusfrakturen erfolgt in drei Typen:

Typ A ist eine Abrissfraktur des ulnaren Epicondylus. Aufgrund von Muskelzug kann es zur Dislokation kommen.

Typ B bezeichnet eine partielle Fraktur der Kondylen in Sagittal- oder Frontalebene.

Typ C ist eine artikuläre totale Fraktur.

Ursache

Der typische Pathomechanismus ist der Sturz auf den ausgestreckten Arm oder den Ellenbogen.

Begleitverletzungen

Begleitend zur Fraktur kann es zu Verletzungen der A. cubitalis kommen, in selteneren Fällen zu Verletzungen des N. medianus bzw. ulnaris.

Komplikationen

Infolge von Zirkulationsstörungen im Ellenbogengelenk kann eine Volkmann-Kontraktur auftreten. Daher ist nach Reposition bzw. Operation auf Zeichen einer peripheren Zirkulationsstörung zu achten, um ggfs. reagieren zu können. Eine häufige Komplikation ist die Versteifung des Gelenks. Bei der Gelenkversteifung bringt eine Flexionsstellung von über 90° die geringste Problematik mit sich, da die wichtigsten Tätigkeiten damit noch ausgeführt werden können.

Symptome & Diagnose

Fehlstellung, Schwellung. Sicherung der Diagnose durch Röntgenaufnahme in 2 Ebenen.

Therapie

Geschlossene Reposition, Fixation in 90°-Stellung mit Gipsschiene. Bei Instabilität offene Fixation mit Kirschner-Drähten. Ulnarseitig Darstellung des N. ulnaris.

1.4.8. Olecranonfraktur

Morphologie & Einteilung

Bei Frakturen des Olecranon handelt es sich typischerweise um Quer- und Schrägfrakturen, bei direkter Gewalteinwirkung kommen auch Trümmerfrakturen vor.

Ursache

Frakturen des Olecranon entstehen durch direkte Einwirkung beim Sturz auf den Ellenbogen oder durch indirekte Einwirkung beim Sturz auf die ausgestreckte Hand bei überstrecktem Ellenbogengelenk.

Begleitverletzungen

In seltenen Fällen können der N. radialis oder der N. ulnaris mit betroffen sein.

Komplikationen

Als Folge der Fraktur können Einschränkungen der Beuge- und Streckfähigkeit auftreten sowie eine Arthrose bzw. Pseudarthrose.

Symptome & Diagnose

Klinische Zeichen sind Schwellung, tastbare Lücke durch Zug der Tricepssehne, Bewegungseinschränkung durch Schmerz, unvollständige Streckbarkeit. Die Frakturform wird durch eine Röntgenaufnahme in zwei Ebenen erkennbar.

Therapie

Die Behandlung erfolgt durch osteosynthetische Versorgung der Fraktur mittels Zuggurtung bei Querfraktur, mittels interfragmentäre Schraube und Zuggurtung bei Schrägfraktur, und Rekonstruktion sowie Versorgung mittels Plattenosteosynthese bei Trümmerfraktur. Sobald Übungsstabilität erreicht ist, wird mit der Krankengymnastik begonnen. Nicht dislozierte Frakturen beim Kind können mittels Oberarmgipsverband konservativ behandelt werden.

1.4.9. Frakturen des Radiusköpfchens

Morphologie & Einteilung

Unterschieden werden zwei Typen: die Meißelfraktur, eine Teilabscherung der Gelenkfläche am gegenüberliegenden Kondylus, die Impressionsfraktur der Gelenkfläche und die Halsfraktur.

Ursache

Radiusköpfchenfrakturen entstehen durch Sturz auf die ausgestreckte Hand.

Komplikationen

Komplizierend können eine Gelenksteife oder sekundäre Arthrose auftreten.

Symptome & Diagnose

Als klinisches Zeichen besteht eine Schmerzhaftigkeit des Unterarms bei Drehbewegung. Die Diagnosesicherung erfolgt durch Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen.

Therapie

Nicht dislozierte Meißelfrakturen werden konservativ behandelt. Dislozierte Frakturen stellen eine Indikation zur Operation dar. Bei Kindern verwendet man Kirschner-Draht oder resorbierbare Stifte, beim Erwachsenen geschieht die Fixation mittels kleinen Schrauben. Im Falle von Trümmerfrakturen entscheidet man sich ggfs. zur Resektion des Radiusköpfchens. Nach der Osteosynthese erfolgt die funktionelle Nachbehandlung.

1.4.10. Diaphysäre Unterarmfrakturen

Morphologie & Einteilung

Die häufigere Form stellen Schrägfrakturen dar, seltener sind Keilfrakturen und komplexe Brüche. Weiterhin unterschieden werden zwei Formen von Luxationsfrakturen: die proximale Ulnafraktur mit Radiusköpfchenluxation, Monteggia genannt, und die isolierte Radiuschaftfraktur mit distaler Radio-ulnarluxation, Galeazzi.

Ursache

Ursächlich für Schafffrakturen sind vorwiegend Biegekräfte.

Komplikationen

Gelenksteife und Pseudarthrose sowie Ischämie sind denkbare Komplikationen, ebenso Bewegungseinschränkungen bei Achsenfehlstellung des Radius.

Symptome & Diagnose

Bei einer Fraktur kann der Unterarm nicht bewegt werden. Tritt begleitend eine Luxation hinzu, so kann als Symptom eine Verkürzung auftreten. Zur Diagnosesicherung dient eine Röntgenaufnahme in zwei Ebenen, die zum Ausschluß einer Luxation das proximale und distale Gelenk mit erfaßt.

Therapie

Während im Fall von diaphysären bei Kindern eine konservative Behandlung versucht wird, wählt man bei Erwachsenen grundsätzlich eine Plattenosteosynthese. Im Fall von Luxationsfrakturen wird der Knochen osteosynthetisch versorgt, die Luxation reponiert sich im Regelfall spontan. Galeazzi-Frakturen werden anschließend für 6 Wochen in Gips geschient.

1.4.11. Distale Radiusfrakturen

Morphologie & Einteilung

Die häufigere Form ist die Extensionsfraktur mit Neigung der Gelenkfläche nach dorsal. Seltener kommt die Flexionsfraktur mit Neigung der Gelenkfläche nach volar vor. Man unterscheidet eine extraartikulär verlaufende Fraktur Typ A und eine intrakulär verlaufende Fraktur Typ B. Bei älteren Menschen kann es zu einer spongiösen Impaktion kommen.

Ursache

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen. Sie entsteht durch Sturz auf die Hand oder Anprall beim Polytrauma.

Begleitverletzungen

In vielen Fällen kommt es zu einer metaphysären Eintauchung mit Substanzverlust, eher selten ist der N. medianus in Mitleidenschaft gezogen, was sich dann in einer Sensibilitätsstörung in den radialen Fingern äußert.

Symptome & Diagnose

Auffällig ist eine „Gabelrückenstellung“, welche durch eine Dorsalneigung der Gelenkfläche zustande kommt, oder eine „Bajonettstellung“ mit Radialabweichung und Verkürzung. Bei intraartikulären Frakturen kann eine Tomographie zur Diagnosebestätigung führen.

Therapie

Die Behandlung extraartikulärer Frakturen erfolgt durch eine unblutige Reposition mit Zug und Druck. Retiniert wird in dorsovolarer Gipsschiene oder primär gestaltetem Zirkulärgips unter Freilassung der Digitae II-V. In regelmäßigen Abständen (alle 4 Tage) sollte jedoch eine Röntgenkontrolle erfolgen, da es durch Muskelzug zu einer sekundären Dislokation kommen kann. Eine solche sekundäre Dislokation macht, ebenso wie ein intraartikulärer Bruch, Irreponibilität oder primäre Instabilität ein operatives Vorgehen notwendig. Hierbei kommen folgende Techniken zur Anwendung: perkutane Kirschner-Draht-Fixation, bei Abbruchfrakturen und artikulären Stufen Schrauben und Abstützplatten, sowie zur Stabilisierung ein Fixateur externe zwischen Metacarpale II und Radiuschaft.

1.4.12. Wirbelsäulenfrakturen

Morphologie & Einteilung

HWS:

Typ A: Verletzungen des Atlas

- Atlasringfrakturen, vorderer oder hinterer Bogen einfach oder doppelt

Typ B: Verletzungen des Axis

- Isthmusfrakturen
- Densfrakturen
 - Typ I: Abrißfraktur an der Densspitze
 - Typ II: Abrißfraktur an der Densbasis
 - Typ III: Abrißfraktur im Körper des Dens

Typ C: Kombinationsverletzungen von Atlas und Axis

BWS/LWS:

- Typ A: Kompressionsverletzungen (1-3 Säulen betroffen, keine Translationsverschiebung, stabil)
- Typ B: Distraktionsverletzungen (alle 3 Säulen betroffen, hohes Risiko für Translationsverschiebung, häufig instabil)
- Typ C: Torsionsverletzungen (alle 3 Säulen betroffen, immer Translationsverschiebung, immer instabil)

Vordere Säule: vordere zwei Drittel des Wirbelkörpers, vordere zwei Drittel der Bandscheibe, vorderes Längsband.

Mittlere Säule: hinteres Drittel des Wirbelkörpers, hinteres Drittel der Bandscheibe, hinteres Längsband

Hintere Säule: Bogenwurzeln, Gelenkfortsätze + -kapseln, Dornfortsätze, Ligamenta (flavum, intra- und supraspinale)

Ursache

Trauma, z.B. durch Überbeugungsverletzung oder Stauchung bei Verkehrsunfall. Pathologische Fraktur, z.B. Osteoporose, Metastase

Begleitverletzungen

Verletzungen des Rückenmarks

Komplikationen

Querschnittslähmung

Symptome & Diagnose

Klinisch bei BWS/LWS Klopfeschmerz, Druckempfindlichkeit, bei HWS Nackenschmerzen. Bei LWS evtl. Bauchmuskelspannung aufgrund eines retroperitonealen Hämatoms, paralytischer Ileus. Radiologisch Form- und Stellungsänderung der Wirbelkörper. Bei nervaler Beteiligung motorische, sensible und vegetative Funktionsausfälle.

Therapie

Axis-Isthmus-Frakturen: Konservativ mit Gips, ggfs. Spondylodese.

Dens-Frakturen: Typ I benötigt keine Therapie. Typ II wird mit Schraubenosteosynthese fixiert. Typ III wird mit Gips und ggfs. einer Schraube oder Abstützplatte versorgt.

BWS/LWS: Versorgung mit 3-Punkte-Korsett oder Gips-Korsett, Flachlagerung, ggfs. Spondylodese.

1.4.13. Beckenfrakturen

Morphologie & Einteilung

Begründet durch die Ringform des Beckens kommt es bei überstarker Deformation zu einer Verletzung im anterioren Bereich, z.B. Symphyse. Hinzu kommt in nahezu allen Fällen eine dorsale Läsion. Im dorsalen Beckenbereich kommt es zu Zerrung oder Luxation des Iliosakralgelenks, zudem können gelenknahe Längsfrakturen auftreten. Unterschieden werden:

- Abrißfrakturen: Spina iliaca anterior superior/inferior, Tuber ischiadicum, Schambein, Sitzbein, Sakrum. Sie liegen außerhalb des Beckenrings und sind somit stabil.
- Einfache Beckenringfrakturen: ventral, dorsal. Sie sind stabil.
- Komplexe Beckenringfrakturen: Frakturen oder Bandsprengungen an zwei Stellen, damit instabil.
- Symphysensprengung

Ursache

Ursächlich sind vorwiegend Verkehrsunfälle sowie Stürze aus großer Höhe.

Begleitverletzungen

Bei einem Polytrauma kann es zur massiven retroperitonealen Blutung durch Gefäßzerreißen kommen, vielfach auch zu Verletzungen von Blase und Harnröhre. In selteneren Fällen können auch Vagina und Mastdarm betroffen sein. Nur selten werden auch Nerven wie der N. obturatorius geschädigt. Zu erwägen ist auch immer die Möglichkeit einer begleitenden Zwerchfellruptur. Zudem sollte eine Thromboseprophylaxe betrieben werden.

Komplikationen

Gefäßzerreißen (Plexus sacralis, Plexus prostaticus) mit massiver retroperitonealer Blutung. Verletzung von Blase und Harnröhre, seltener von Vagina und Mastdarm.

Symptome & Diagnose

Da Beckenfrakturen keine auffallenden Deformationen verursachen, ist bei Polytraumata eine Röntgenübersicht des Beckens, ggfs. zusätzlich ein CT indiziert.

Therapie

Stabile extraartikuläre Frakturen werden konservativ behandelt. Operiert werden hingegen alle instabilen Frakturen sowie Symphysen- und Sakroiliakalfugensprengungen. Die Osteosynthese erfolgt durch Platten, Verschraubung oder Fixateur externe.

1.4.14. Azetabulumfrakturen

Morphologie & Einteilung

Die Einteilung der Azetabulumfrakturen erfolgt in dorsale Pfannenbrüche, Frakturen des dorsalen und ventralen Pfeilers sowie Kombinationsfraktur

beider Pfeiler. Typische Frakturformen sind die Querfraktur mit einer von vorne nach hinten durch das Azetabulum ziehenden Frakturlinie, die dorsale Randfraktur und die Trümmerfraktur.

Ursache

Typische Ursachen sind die indirekte Gewalteinwirkung durch ein Knieanpralltrauma und die direkte seitliche Gewalteinwirkung. Am häufigsten ist die dorsale Randfraktur, ein Hüftverrenkungsbruch. Hierbei bricht der hintere Azetabulumrand ab und es kommt zu einer Luxation des Hüftkopfs nach dorsal.

Begleitverletzungen

Im Zusammenhang mit Azetabulumfrakturen auftretende Begleitverletzungen sind Femurkopfabrischerfrakturen und Knorpelschäden sowie Läsion des N. ischiadicus (Neuropraxie oder Axonotmesis).

Komplikationen

An möglichen Komplikationen gibt es paraartikuläre Verknöcherungen, Sekundärarthrose und Hüftkopfnekrosen. Ggfs. ist bei älteren Patienten dabei eine endoprothetische Versorgung in Betracht zu ziehen.

Symptome & Diagnose

Die Diagnose erfolgt klinisch anhand der Beinverkürzung und Rotationsfehlstellung. Beurteilung mittels Spezialröntgenaufnahmen im schrägen Strahlengang ("Obturator"-Aufnahme): Becken frakturseits 45° angehoben (hinterer Pfeiler und innerer Beckenrand). "Ala"-Aufnahme: nicht frakturierte Seite um 45° angehoben (vorderer Pfeiler und Beckenschaufel). Eventuell CT zur präziseren Beurteilung spezieller Läsionen.

Therapie

Primäres Ziel der Behandlung ist die frühzeitige Reposition des luxierten Hüftkopfes zur Vermeidung von Hüftkopfnekrosen. Liegt eine Dislokation vor

oder eine Instabilität, z.B. bei dorsalen Pfannenrandbrüchen, so wird durch Osteosynthese therapiert mittels zwei Spongiosaschrauben. Ohne Dislokation ist eine konservative Therapie mit Längszug.

1.4.15. Schenkelhalsfrakturen

Morphologie & Einteilung

Unterschieden werden mediale, intrakapsuläre und laterale, extrakapsuläre Schenkelhalsfrakturen.

Die Einteilung der intrakapsulären Schenkelhalsfrakturen erfolgt nach Pauwels:
Pauwels I: Der Neigungswinkel zwischen Frakturebene und Horizontalebene beträgt $< 30^\circ$. Die Fraktur wird durch axiale Kräfte ineinandergestaucht und ist kaum disloziert.

Pauwels II: Der genannte Neigungswinkel beträgt ca. 50° ($30-70^\circ$). Die am Trochanter major ansetzende Muskulatur führt zur Dislokation des Femurs nach kranial. Die Fraktur steht unter Zug- und Scherkräften.

Pauwels III: Der genannte Winkel beträgt $> 70^\circ$. Zug- und Scherkräfte führen zur starken Dislokation der Fragmente. Die Gefäßversorgung des Hüftkopfes ist gefährdet.

Eine weitere Möglichkeit der Einteilung ist die nach Garden. Sie orientiert sich an der Dislokation der Fragmente und der damit verbundenen Gefäßzerstörungen (Garden I-IV).

Ursache

Schenkelhalsfrakturen entstehen beim Einwirken hoher Biege-, Dreh- und Scherkräfte. Zur eingestauchten stabilen Abduktionsfraktur kommt es bei Frakturen, die unter Abspreizung des Beines erfolgen. Einen größeren Anteil haben instabile Adduktionsbrüche. Schenkelhalsfrakturen kommen typischerweise bei Menschen mit osteoporotischem Skelett vor.

Begleitverletzungen

Zusätzlich zum Femurhals kann auch der Femurschaft betroffen sein.

Komplikationen

In 30% der Fälle kommt es zu einer Hüftkopfnekrose, in 15% zu einer Schenkelhalspseudarthrose, vorwiegend bei Schenkelhalsfrakturen mit steilem Bruchlinienverlauf. Bei Pseudarthrosen kann eine intertrochantäre Umlagerungsosteotomie zur Ausheilung führen.

Symptome & Diagnose

Abduktionsfrakturen sind stabil, die Gelenkfunktion ist erhalten. Am Hüftgelenk bestehen Stauchungs- und Klopfschmerzen. Bei Pauwels II und III zeigen sich eine leichte Beinverkürzung und Außenrotationshaltung, die Funktion ist aufgrund der bestehenden Schmerzhaftigkeit eingeschränkt. Information über Art und Ausmaß erhält man durch Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen.

DD: beim Jugendlichen: akute Epiphysenlösung (Rö: Lauenstein I bei Hüftbeugung, Abspreizung und Außendrehung).

Therapie

Die Behandlung erfolgt bei stabilen Abduktionsfrakturen konservativ über 3-6 Wochen; das Bein kann zwischen Sandsäcken oder in einer Schaumstoff-schiene gelagert werden. Das Hüftgelenk wird in Streckstellung gelagert. Nach Rückgang der anfänglichen Schmerzen erfolgt die Mobilisierung; die Eintauchung des Abduktionsbruchs wird anfangs engmaschig röntgenologisch kontrolliert. Bei Positionsänderung oder Instabilität besteht die Indikation zur Operation.

Alle übrigen Schenkelhalsfrakturen werden operativ behandelt, insbesondere bei älteren Patienten. Bei Patienten bis zum 65. Lebensjahr wird bei medialen Schenkelhalsfrakturen hüftkopferhaltend operiert, jenseits des 65. Lebensjahres ist die Totalendoprothese indiziert. Diese werden mit Hilfe von Polymethylmethacrylat im Knochen verankert.

Operationsverfahren sind Stabilisierung mit Winkelplatten und Winkelschrauben (Pohl, DHS) sowie Zugschrauben nach offener oder geschlossener Reposition auf dem Extensionstisch. Bei geschlossener Reposition wird zur Stabilisierung ein 3-Lamellen-Nagel verwendet. Frakturen

vom Typ Pauwels III erfordern gelegentlich primäre intertrochantäre Umlagerungsosteotomien.

Im Fall von Kindern und Jugendlichen wird frühzeitig offen reponiert, da die Gefahr eines intrakapsulären Hämatoms besteht. Zur Stabilisierung verwendet man Zugschrauben; hierbei ist darauf zu achten, daß die Epiphysenfuge unverletzt bleiben muß.

1.4.16. Pertrochantäre Frakturen

Morphologie & Einteilung

Stabile Schrägfraktur, instabile Mehrfragmentfrakturen mit Beteiligung des Trochanter minor, intertrochantäre und subtrochantäre Frakturen.

Ursache

Als ursächlich finden sich Biege- und Torsionstraumen bei forcierter Außenrotations- und Adduktionsbewegung, vorwiegend bei alten Menschen.

Begleitverletzungen

Gefäßverletzungen, Beckenfrakturen, Kettenfrakturen.

Komplikationen

Neben den verfahrensspezifischen Komplikationen (siehe unter Therapie) können Pseudarthrosen, Thrombosen, Embolie und Infekte des Urogenitaltrakts auftreten.

Symptome & Diagnose

Kennzeichnend für die instabile Fraktur sind starke Außenrotationshaltung und Verkürzung des Beins. Zur Diagnosesicherung und Klassifizierung dienen Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen.

Therapie

Eine Form der Therapie stellt die Extensionsbehandlung über 12-14 Wochen dar. Aufgrund der Anfälligkeit alter Menschen gegenüber Komplikationen kardiopulmonaler oder thromboembolischer Art wird man hier dem operativen Eingriff den Vorzug geben. Eine Möglichkeit ist die geschlossene Reposition auf dem Extensionstisch mit Stabilisierung der Fraktur durch mehrere elastische Rundnägel (Ender, Simon-Weidner). Dies erlaubt eine frühzeitige Belastung des Beins. Jedoch treten häufig Rotationsfehler oder das Zurückwandern der suprakondylär eingeschlagenen Nägel auf. Als weitere Möglichkeit findet daher die offene Reposition und Osteosynthese mit Winkelplatten und Schrauben Verwendung. Im Fall von Trümmerfrakturen ist auf eine gute Anlagerung des Trochanter minor zu achten und medial gelegene Knochendefekte werden mit Spongiosa aufgefüllt, da andernfalls die Gefahr verzögerter Bruchheilung oder Varusdeformität besteht und es zudem zu einem Metaller müdungsbruch kommen kann. Eine Vollbelastung ist nach 8-12 Wochen zu erwarten.

Bei osteoporotischem Knochen empfiehlt sich die Verbundosteosynthese mit Knochenzement und einer Winkelplatte.

Isolierte Frakturen am Trochanter major, die meistens durch direkte Gewalteinwirkung entstehen, werden reponiert und mit einer Zuggurtungsosteosynthese fixiert. Isolierte Frakturen am Trochanter minor, meist als Ausrißfrakturen entstanden, bedürfen in der Regel keiner operativen Behandlung, sondern werden durch Schonung kuriert.

1.4.17. Subtrochantäre Frakturen

Ursache

Ursächlich sind größere Torsions- und Biegekräfte. Am häufigsten sind Mehrfragmentbrüche, seltener Torsionsbrüche.

Komplikationen

Es kann zu hohem Blutverlust, Schock, verzögerter Heilung sowie Varus- und Rotationsfehlern kommen.

Symptome & Diagnose

Es findet sich eine Beinverkürzung, welche daraus resultiert, daß der M. iliopsoas und die Glutäalmuskulatur das proximale Femurfragment in Beuge-, Außenrotations- und Abduktionsfehlstellung ziehen.

Therapie

Als nichtoperative Therapie bietet sich die ausbalancierte Extensionsbehandlung für 12-14 Wochen an, die sich jedoch oft schwierig gestaltet und zu Achsen- und Rotationsfehlern führt. Aus diesem Grund bevorzugt man die operative Osteosynthese mit Winkelplatten, wobei auf eine Defektauffüllung mit Spongiosa im Bereich von Trümmerzonen zu achten ist.

1.4.18. Femurschaftfrakturen

Morphologie & Einteilung

Quer-, kurze und lange Torsionsfrakturen mit und ohne Biegungskeil, Mehrfragmentfrakturen.

Ursache

Typischerweise sind diese Frakturen die Folge des Einflusses hoher Biege- und Torsionskräfte. Ursächlich ist oft ein Sturz aus großer Höhe oder Verkehrsunfälle.

Begleitverletzungen

In seltenen Fällen sind Begleitverletzungen am N. ischiadicus oder an den Hauptgefäßen festzustellen.

Komplikationen

Bei operativer Behandlung kann es zu Infektionen, Pseudarthrose und Implantatbrüchen kommen.

Symptome & Diagnose

Bei Frakturen im proximalen Drittel ist eine Flexion, Abduktion und Außenrotation des proximalen Fragments festzustellen, wohingegen Frakturen im distalen Drittel mit einer Adduktions- und Außenrotationsstellung des proximalen Fragments einhergehen.

Therapie

Als konservative Behandlung kommt die Extension für 10-14 Wochen zum Einsatz. Da Extensionen am Tibiakopf nicht länger als 2-3 Wochen andauern sollten, um Überdehnungen des Kapsel-Band-Apparats zu vermeiden, wird anschließend eine Umsetzung der Extension auf die suprakondyläre Region durchgeführt. Nach 6 Wochen kann eine Weiterbehandlung im Becken-Bein-Bereich vorgenommen werden. Bei der konservativen Behandlung besteht jedoch die Gefahr von Immobilisationsschäden, insbesondere am Kniegelenk, sowie Achsen- und Drehfehler, verzögerte Heilung und Pseudarthrosen.

Anhängig von Lokalisation und Frakturform verwendet man die Marknagelung und die Plattenosteosynthese als operative Verfahren. Die Marknagelung - sie kann offen oder gedeckt durchgeführt werden - ist insbesondere für Quer- und Schrägfrakturen im mittleren Drittel des Femurs. Der Nagel wird nach der Aufbohrung der Markhöhle von der Spitze des Trochanter major her eingeschlagen. Aufgrund der durch Marknagelung im mittleren Drittel bei Quer- und kurzen Schrägfrakturen erzielten hohen Fragmentstabilität kann nach 2-4 Wochen mit der Belastung begonnen werden. Der Verriegelungsnagel dient zur Osteosynthese bei Mehrfragmentfrakturen. Die Plattenosteosynthese ist besonders für Frakturen im proximalen und distalen Drittel geeignet.

1.4.19. Distale Femurfrakturen

Morphologie & Einteilung

Typ A: extraartikuläre suprakondyläre Frakturen

Typ B: intraartikuläre monokondyläre Frakturen

Typ C: intraartikuläre bikondyläre Frakturen

Ursache

Frakturen in diesem Bereich sind zumeist durch direkte Traumen verursacht.

Begleitverletzungen

In seltenen Fällen kann es bei Abkipfung des distalen Frakturfragments, unter Zug des M. Gastroknemius, zu einer Läsion der A. poplitea kommen. Außerdem sind Verletzungen am Tibiakopf und an der Patella möglich. Bei Knieanpralltraumen kann es durch Stauchung zu Kettenverletzungen mit Beteiligung am Femurkopf und/oder der Hüftpfanne kommen.

Komplikationen

Verletzung der A. poplitea oder des N. peroneus, Zerreißen des Kapselbandapparates.

Symptome & Diagnose

Vordergründig sind Schwellung und Deformierung des Kniegelenks, Beinverkürzung und Achsenfehlstellung. Zur Beurteilung der Frakturform wird eine Röntgenaufnahme in 2 Ebenen durchgeführt, zusätzlich eine Beckenübersichtsaufnahme zum Ausschluß von Begleitverletzungen, sowie eine Angiographie beim Verdacht auf eine periphere Minderdurchblutung.

Therapie

Suprakondyläre Frakturen werden konservativ durch eine 6-8wöchige Extension über den Tibiakopf behandelt, wobei die Rekurvation des distalen Femurfragments durch Lagerung über ein Hypomochlion und Beugung im Kniegelenk ausgeglichen wird. Eine offene Reposition und operative Stabilisierung ist bei Frakturen der Femurkondylen sowie ihrer Kombination mit suprakondylären Frakturen indiziert. Die Operation wird mit der Rekonstruktion der Gelenkflächen und Fixierung der reponierten Fragmente mit Zugschrauben begonnen. Bei gleichzeitigem Vorliegen einer suprakondylären Fraktur werden die rekonstruierten Femurkondylen über eine Winkelplatte zum Schaft hin stabilisiert. Trümmerzonen in der suprakondylären Region werden mit Spongiosa aufgefüllt. Durch diese Osteosynthese kann früh mit

Übungsbehandlungen begonnen werden, nach 12 Wochen ist die Vollbelastung möglich.

1.4.20. Patellafrakturen

Morphologie & Einteilung

Häufig Querfrakturen mit beidseitigem Einriß des Kapselbandes, selten Längsfrakturen.

Ursache

Patellafrakturen entstehen durch direkte Traumen, in seltenen Fällen kann auch eine plötzliche Quadrizepsanspannung bei gebeugtem Kniegelenk zu einer Fraktur führen.

Begleitverletzungen

An Begleitverletzungen sind Knoepelläsionen an den Femurkondylen und Bursaverletzungen zu nennen.

Komplikationen

Häufig kommt es zu einer retropatellaren Arthrose, gelegentlich können Pseudarthrosen entstehen.

Symptome & Diagnose

Die Kniestreckung ist schmerzhaft eingeschränkt bzw. gänzlich aufgehoben, zugleich sind ein Hämarthros sowie eine sicht- oder tastbare Diastase und Stufenbildung im Patellarelief typisch. Die Diagnose wird durch Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen und bei Längsfrakturen durch Tangentialaufnahmen bestätigt.

Therapie

Eine konservative Behandlung mit einer Gipshülse für 4 Wochen ist bei nichtdislozierten, fest im Verband der Retinakula stehenden Fissuren sowie bei

Längsfrakturen ausreichend. Dislozierte Frakturen stellen als Traktionsfrakturen eine Indikation für eine Zuggurtungsosteosynthese dar, Schräg- und Randfrakturen werden verschraubt. Die Übungsbehandlung sollte frühzeitig erfolgen, nach 6 Wochen kann mit der Vollbelastung begonnen werden. Liegt hingegen ein Trümmerbruch vor, der keine Rekonstruktion zuläßt, entscheidet man sich für eine Patellektomie.

1.4.21. Schienbeinkopfbrüche

Morphologie & Einteilung

Orientierend an der Gelenkfläche unterscheidet man Spalt-, Depressions-, Impressionsfrakturen und kombinierte Formen wie Depressions-Impressionsfrakturen. Je nach Lokalisation unterteilt man in mono- und bikondyläre Frakturen, wobei bei den monokondylären Formen überwiegend die laterale Tibiakonsole betroffen ist.

Ursache

Ursächlich sind zumeist komplexe Unfallmechanismen, wobei es je nach Überwiegen eines axialen, valgusierenden oder varusierenden Kraftvektors zu verschiedenen Frakturformen kommt.

Begleitverletzungen

Es kommen Abrisse eines Meniskus, Knorpelläsionen, Bandrupturen, Ausrisse der Eminentia intercondylaris, Lähmung des N. peroneus, Fibulaköpfchenfrakturen sowie Weichteilschäden vor.

Komplikationen

Komplizierend können Nerven- und Gefäßläsionen, eine postoperative Infektion mit Gelenkempyem sowie Achsenfehlstellungen, Bandlockerungen und Inguenz der Gelenkflächen mit nachfolgender Fehlstellung auftreten.

Symptome & Diagnose

Symptomatisch treten Schwellung, Hämarthros, Fehlstellung sowie schmerzhafte Bewegungseinschränkungen in den Vordergrund. Zur genaueren Beurteilung von Impressionsfrakturen werden Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen bzw. Schräg- oder Schichtaufnahmen gemacht.

Therapie

Konservativ durch Ruhigstellung im Oberschenkelliegegipsverband, baldige funktionelle Behandlung und Belastung nach 8-12 Wochen werden nichtdislozierte Spalt- und schwer rekonstruierbare Trümmerbrüche bei Osteoporose behandelt. Die anatomische Wiederherstellung der Gelenkfläche und übungsstabile Fixierung der Fragmente wird operativ unter Verwendung von Schrauben und abstützenden Platten erreicht, bei Impressionsfrakturen ist zudem eine Hebung und Spongiosaunterfütterung der Gelenkfläche erforderlich. Auch hier erfolgt anschließend die funktionelle Behandlung auf der Bewegungsschiene.

1.4.22. Frakturen des Tibia- und Fibulaschaftes

Morphologie & Einteilung

Die Unterteilung erfolgt anhand der Lokalisation in Brüche im oberen, mittleren und unteren Drittel, man unterscheidet Biegungs-, Stauchungs- und Torsionsbrüche.

Ursache

Direkte und indirekte Gewalteinwirkung ist die häufigste Ursache für Unterschenkelschaftbrüche, wobei aufgrund der subkutanen Lage der Tibia offene Tibiafrakturen häufig sind.

Begleitverletzungen

Begleitend können Haut- und Weichteilquetschungen beobachtet werden, welche zu starken Blutungen innerhalb der Muskellogen führen können, woraus das Tibialis-anterior-Syndrom entstehen kann.

Komplikationen

Neben iatrogenen Weichteilschäden, Pseudarthrosen, Infektionen und Achsen- und Rotationsfehlern stellen das Tibialis-anterior-Syndrom und eine Dehnungs-lähmung des N. peroneus mögliche Komplikationen dar.

Symptome & Diagnose

Neben typischen Frakturzeichen ist die Fehlstellung der Fragmentenden auffällig. Zur Feststellung von Frakturform und Ausmaß werden Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen mit Darstellung der angrenzenden Gelenke angefertigt.

Therapie

Konservativ mit Oberschenkelliegegips und später mit Gehgips behandelt man geschlossene Unterschenkelschaftfracturen ohne Verschiebung. Unterschenkelbrüche mit Verschiebung werden hingegen mit Hilfe einer Kalkaneusdrahtextension und Ruhigstellung im Oberschenkelgipsverband behandelt. Das obere Sprunggelenk wird in Neutral-Null-Stellung eingestellt. Nach einer und nach drei Wochen erfolgt eine Röntgenkontrolle, anschließend Erneuerung des Gipsverbandes und Beginn der Teilbelastung. Nach etwa 8-12 Wochen kann die Gipsbehandlung beendet werden.

Offene Frakturen werden operativ behandelt. Liegen ausgedehnte Weichteilschäden vor, so stabilisiert man mit Hilfe eines als ventraler Klammerfixateur oder V-förmig montierten Fixateur externe. Nur in Ausnahmefällen bei großen knöchernen Defekten kommt der dreieckig montierte Fixateur zum Einsatz, da durch eine durch ihn bewirkte Einschränkung der Muskulatur der lateralen Unterschenkelseite eine Bewegungseinschränkung im oberen Sprunggelenk resultiert. Eine ggfs. begleitend vorhandene Fibulafraktur im mittleren und distalen Unterschenkel-

drittel wird ebenfalls stabilisiert. Ist der Weichteilschaden abgeheilt, so kann man zur weiteren Stabilisierung zu einem anderen Osteosyntheseverfahren wie beispielsweise Platte oder Nagel übergehen.

Geschlossene kurze Schräg- und Querbrüche im mittleren Drittel des Unterschenkels werden durch Marknagelung stabilisiert, für Trümmerbrüche oder Brüche außerhalb des mittleren Diaphysenabschnitts bietet sich die Stabilisierung durch einen Verriegelungsnagel an, wobei die statische Verriegelung beidseits der Fraktur proximal und distal erfolgt. Durch die Verriegelung werden Rotationskräfte neutralisiert und das Übereinandergleiten der Fragmente verhindert. Bei metaphysären Brüchen erfolgt die dynamische Verriegelung; hier besteht im diaphysären Anteil ein ausreichender Kontakt des Marknagels. Eine Dynamisierung kann erreicht werden, indem bei einem statisch verriegelten Bruch die proximale oder distale Schraube entfernt wird, wodurch eine raschere Durchbauung und Strukturierung des Knochens erreicht wird.

Frakturen im oberen und unteren Drittel des Unterschenkels werden mit einer Plattenosteosynthese stabilisiert.

1.4.23. Malleolarfrakturen

Morphologie & Einteilung

Frakturen der Fibula-Malleolen werden nach Weber (Wilhelm Weber, Chirurg, 1872-1928) in die Typen A bis C eingeteilt, abhängig von der Höhe der Fraktur. Typ A entspricht einer queren Abrißfraktur distal der Syndesmose, hervorgerufen durch einen Supinationsmechanismus. Die Syndesmosenbänder sind hierbei intakt. Typ B entspricht einer Fraktur auf Höhe der Syndesmose, hervorgerufen durch einen Pronations-Eversionsmechanismus und nach proximal-lateral verlaufend. Ein Ein- oder Ausriß der Syndesmose ist möglich, ebenso eine Ruptur des Lig. deltoideum. Typ C entspricht einer Fraktur proximal der Syndesmose, hervorgerufen durch einen Pronations-Eversions-Mechanismus. Die Syndesmosenbänder sind zerrissen, die Membrana interossea ist bis zur Höhe der Fraktur eingerissen, es kommt zu einer

Destabilisierung des oberen Sprunggelenks. Ergänzend sei die Maisonneuve-Fraktur erwähnt (Jacques G. Maisonneuve, Chirurg, 1809-1897), eine subkapitale hohe Fibulafraktur.

Für die Tibia gibt es zwar keine der Weber-Klassifikation vergleichbare Einteilung, aber auch hier gibt es verschiedene Typen der Malleolarfrakturen, denn neben dem medialen Malleolus kann auch das dorso-laterale Kantendreieck der Tibia frakturieren. Ist dies der Fall, so liegt zugleich eine Beteiligung der hinteren Syndesmose bzw. des tibio-fibularen Bandes vor.

Ursache

Pronations- und Supinationsbewegungen, häufig kombiniert mit Eversions- oder Inversionskräften.

Begleitverletzungen

Begleitend treten Hautverletzungen auf. Kommt es zu Abscherung von Knorpel-Knochen-Schuppen der Talusrolle, so kann daraus eine Arthrose resultieren.

Komplikationen

Posttraumatische Arthrose nach Luxation

Symptome & Diagnose

Zur Diagnosefindung dient eine Röntgenaufnahme des oberen Sprunggelenks in zwei Ebenen.

Therapie

Ziel der Behandlung ist die Wiederherstellung der Artikulation, da bereits eine leichte Fehlstellung zur Arthrose führen kann. Daher wird die früher übliche konservative Behandlung heute auf nicht dislozierte Frakturen beschränkt sowie auf inoperable alte Patienten. Methode der Wahl ist die Operation mit anatomisch korrekter Wiederherstellung der Incisura fibulae. Die gewählte Osteosynthesetechnik ist die Schraubenosteosynthese, ggfs. in Kombination mit einer Neutralisationsplatte. Im Fall der Maisonneuve-Fraktur wird zwischen

Tibia und Fibula eine Stellschraube eingebracht, die zur Stabilisierung dient, ohne zu komprimieren.

1.4.24. Brüche des distalen Unterschenkels, Pilon tibial

Morphologie & Einteilung

Unterschieden werden extraartikuläre Frakturen von Gelenkbrüchen. Bei den Gelenkbrüchen (Pilon-tibial-Frakturen) ist die tragende Tibiagelenkfläche verletzt. Es können ein- oder mehrfache Spaltungen, metaphysäre oder artikuläre Impaktionen bzw. Impressionen vorliegen.

Ursache

Ursächlich ist eine axiale Gewalteinwirkung wie z.B. beim Sturz aus großer Höhe.

Begleitverletzungen

In einem großen Teil der Frakturen ist auch die Fibula frakturiert, die Syndesmose bleibt in aller Regel erhalten.

Komplikationen

Hautschäden mit Spannungsblasen können als Früh-, posttraumatische Arthrose als Spätkomplikation auftreten.

Symptome & Diagnose

Der distale Unterschenkel und das Sprunggelenk sind geschwollen, Diagnosesicherung durch Röntgenaufnahme in 2 Ebenen.

Therapie

Um die Tragfunktion des Gelenks wiederherzustellen, ist eine Reposition notwendig, bei Vorliegen von irreponiblen Stufen und Gelenkimplosionen wird operativ vorgegangen und mit Abstützplatten stabilisiert. Einfache Frakturen

werden mit einer Extensionsbehandlung therapiert, offene Frakturen temporär mit einem Fixateur externe stabilisiert.

1.4.25. Sprunggelenkfrakturen

Morphologie & Einteilung

Malleolarfrakturen sind im wesentlichen durch eine Kombination einer ossären Verletzung mit Bandläsionen gekennzeichnet. Aufgrund des Umstandes, daß die seitliche Führung der Talusrolle vor allem durch den Außenknöchel erfolgt, stellt die Fibula bei Sprunggelenksfrakturen die wichtigste der betroffenen Strukturen dar.

Die Unterscheidung der Frakturtypen erfolgt nach Danis und Weber in 3 Grundtypen von Außenknöchelfrakturen:

Typ A, eine Fibulafraktur distal der Syndesmose, entsteht durch Supination oder Adduktion. In der Regel bleiben die Syndesmosenbänder intakt, es kann medial eine Abscherfraktur des Malleolus medialis bestehen.

Typ B, eine Fibulafraktur in Höhe der Syndesmose, entsteht durch Pronation oder Abduktion. Es kann ein Riß eines oder beider Syndesmosenbänder vorliegen. Medial kann es zu einer Ruptur des Lig. deltoideum oder zu einer Fraktur des Malleolus internus kommen.

Typ C, eine Fibulafraktur proximal der Syndesmose, entsteht durch Pronation und Außenrotation. Regelmäßig sind die Syndesmosenbänder gerissen, zudem liegt eine Fraktur oder ein Riß des Lig. deltoideum vor. Typ C wird weiter unterteilt in

Typ C1 mit Luxation im proximalen Tibiofibulargelenk und Ruptur des Lig. deltoideum und

Typ C2 mit knöchernem Ausriß der Syndesmose an der Fibula sowie Abrißfraktur des Innenknöchels.

Begleitverletzungen

Es sind Hautschädigungen wie Kontusionen, Schürfwunden oder Hautzerreißen möglich, insbesondere bei Luxationstendenz nach lateral oder

nach dorsal. Ein grob dislozierter Fuß sollte bereits am Unfallort provisorisch reponiert werden.

Komplikationen

Gelenkinstabilität und posttraumatische Arthrose sind mögliche Komplikationen.

Symptome & Diagnose

Richtungsweisend sind Fehlstellung, Funktionseinschränkung, Druckschmerz und Schwellung, gesichert wird die Diagnose durch Röntgenaufnahme in 2 Ebenen (a.p. in 20° Innenrotation), Bandrupturen werden mittels gehaltener Aufnahme ausgeschlossen.

Therapie

Die elastische tibiofibuläre Gabel wird rekonstruiert. Da schon die kleinste Inkongruenz zur Arthrose im oberen Sprunggelenk führt, werden Malleolarfrakturen operativ versorgt. Die konservative Behandlung erfolgt nur bei nichtdislozierten Brüchen und dies nur, wenn eine geregelte Osteosynthese nicht möglich ist. Ziel der Osteosynthese ist die Reposition der Fibula, die - im Fall von Torsions- und langen Schrägfrakturen - durch Verschraubung erfolgt, evtl. kombiniert mit einer Neutralisationsplatte. Hierdurch wird, sofern kein hoher Riß der Membrana interossea vorliegt, die Fibula eingepaßt und stabilisiert. Ergänzend wird eine Naht des gerissenen vorderen Syndesmosenbandes bzw. eine Osteosynthese begleitender Abrißfrakturen vorgenommen.

1.4.26. Talusfrakturen

Morphologie & Einteilung

Talusfrakturen sind zwar selten, jedoch von biomechanischer Bedeutung, da sie sowohl das obere als auch das untere Sprunggelenk betreffen können. Unterteilt wird in die Gruppe der peripheren Frakturen, die Abrisse des

Processus lateralis, des Processus posterior anterior tali sowie ventrale Kopffrakturen umfaßt, und die Gruppe der zentralen Frakturen, welche Frakturen des Talushalses oder der Talusrolle betrifft. Bei den zentralen Frakturen ist die Zirkulation des fast ausschließlich aus Gelenkfläche bestehenden Talus betroffen, wodurch es zur Entstehung von Nekrosen der Talusrolle kommen kann.

Ursache

Typischer Pathomechanismus sind Abscherung und Stauchung.

Begleitverletzungen

Eine begleitende Luxation im oberen Sprunggelenk ist häufig. Die zugehörigen Bandverbindungen sowie der Gelenkknorpel sind stets beteiligt.

Komplikationen

Verletzung der A. tibialis posterior, posttraumatische Arthrose, Sprungbeinnekrose.

Symptome & Diagnose

Klinisches Zeichen ist die Schwellung, die Diagnose wird durch Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen gesichert.

Therapie

Zentrale Frakturen können in vielen Fällen durch Reposition so adaptiert werden, daß eine konservative Therapie zum Erfolg führt. Periphere dislozierte sowie disloziert gebliebene Frakturen werden operativ versorgt, da nur eine anatomische Reposition der Bruchflächen in Verbindung mit einer Schraubenfixation eine Revaskulisation der Talusfläche von ventral erlaubt. Zur Entlastung wird in den folgenden Monaten ein Gehapparat verwendet.

1.4.27. Kalkaneusfrakturen

Morphologie & Einteilung

Unterschieden werden periphere Frakturen, welche Abrisse des Tuber calcanei, der Achillessehne, des Processus anterior, Entenschnabelfrakturen aufweisen, und den Korpus betreffende zentrale Frakturen, bei denen es sich im allgemeinen um Impressions- bzw. Depressionsfrakturen handelt. Die Einteilung nach Vidal unterscheidet isolierte Frakturen ohne, Frakturen mit geringer und Trümmerfrakturen mit ausgedehnter Gelenkbeteiligung. Bei der zentralen Form ist das hintere Talokalkanealgelenk lateral eingedrückt und das in die Tiefe imprimierte Fragment verkippt und verklemmt, zugleich bestehen

Ursache

Die relativ häufig auftretenden Kalkaneusverletzungen sind zumeist durch Stürze aus großer Höhe, gelegentlich auch durch Auffahrunfälle verursacht, das Verletzungsprinzip ist eine Stauchung des Fersenbeins.

Begleitverletzungen

An Begleitverletzungen sind Malleolarfrakturen, Kuboidimpressionsfrakturen sowie Luxationen im Intertarsalgelenk (Chopart) zu nennen.

Komplikationen

An Spät komplikationen können posttraumatische Arthrose im USG und Platt- oder Knickfuß auftreten.

Symptome & Diagnose

Es besteht eine gedachte Verbindungslinie zwischen dem höchsten Punkt der vorderen oberen Gelenkkante und dem höchsten Punkt der hinteren Gelenkfläche des Fersenbeins, und eine weitere gedachte Verbindungslinie zwischen entlang der oberen Fläche des Tuber calcanei. Diese beiden Linien bilden einen Winkel von 140-150° mit einem als Tubergelenkwinkel bezeichneten Komplementärwinkel von 20-40°. Der Tubergelenkwinkel wird

bei einem Fersenbeinbruch kleiner und kann damit einen Hinweis auf das Ausmaß der Deformierung geben. Weiterhin finden sich ein Klopfschmerz des Fersenbeins, eine Schwellung, ein Hämatom und eine Deformierung des Fußrückens. Um Dislokationen besser erkennen zu können, sind axiale Aufnahmen zum Vergleich mit der gesunden Seite sowie Tomogramme erforderlich, die besten Ergebnisse erzielt man mit einem CT.

Therapie

Ohne Dislokation wird mit Unterschenkelgips für 6-8 Wochen behandelt, bei Verschiebung und Deformierung erfolgt die Fixation mit Kirschner-Drähten. Die zentral Impressionsfraktur kann konservativ behandelt werden, vielfach wird jedoch eine Rekonstruktion des Gelenks und der Morphologie des Hinterfußes in Verbindung mit einer Plattenosteosynthese angestrebt. Periphere dislozierte Frakturen mit Band- oder Sehnenabrissen werden operativ versorgt und durch Verschraubung oder Zuggurtung stabilisiert mit Gewichtsentlastung für 8-12 Wochen.

1.4.28. Frakturen der Fußwurzelknochen

Ursache

Zu Brüchen der Fußwurzelknochen kommt es zumeist durch direkte Gewalt- einwirkung.

Begleitverletzungen

Eine häufige Begleitverletzung sind Verrenkungen in Chopart- oder Lisfranc- Gelenk.

Komplikationen

Posttraumatische Arthrose und Weichteilschädigung können auftreten.

Symptome & Diagnose

An Frakturzeichen findet man Hämatom, Schwellung, Prellmarke und Deformierung, die Diagnose wird durch Röntgen-Aufnahmen in zwei Ebenen bestätigt.

Therapie

Nach der Reposition erfolgt die Ruhigstellung im Gipsverband für 6 Wochen. Bei verschobenen Brüchen und Luxationen wird eine Plattenosteosynthese vorgenommen, bei stark dislozierten Frakturen eine Versorgung mit Kirschner-Draht und Gipsverband.

1.4.29. Mittelfußbrüche

Morphologie & Einteilung

Isolierte Frakturen an Metatarsale I und V, subkapitale Frakturen der mittleren Metatarsalia. Fraktur der Tuberositas (Sehnenansatzpunkt) des Metatarsale V. Abriß- und Kondylenfraktur der Grundphalanx I.

Ursache

Frakturen des Mittelfußes sind in den meisten Fällen durch direkte Gewalteinwirkung verursacht, doch kann es sich in seltenen Fällen auch um eine Ermüdungsfraktur handeln, zu der es beispielsweise bei langen Fußmärschen kommen kann.

Begleitverletzungen

Durch Schwellung kann es zu Weichteilschädigungen kommen.

Komplikationen

Verheilen Metatarsaleköpfchenfrakturen in Fehlstellung, so kann dies zu Belastungsschmerzen führen.

Symptome & Diagnose

Schwellung und Belastungsschmerzen geben einen Hinweis zur Diagnosefindung, durch Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen werden Lokalisation und Dislokation ermittelt.

Therapie

Ist die Dislokation gering, so ist ein Unterschenkelgehgips für 6-8 Wochen ausreichend. Bei größerer Dislokation wird mit Kirschner-Draht fixiert und anschließend mit Gips ruhiggestellt.

2. VERWENDETE LITERATUR

- BRUCH HP, TRENTZ O, BERCHTOLD R
Chirurgie, 4. Auflage
Urban & Fischer, 2001
- HÄRING R, ZILCH H
Chirurgie, 4. Auflage
de Gruyter, 1997
- HEBERER G, KÖLE W, TSCHERNE H
Chirurgie und angrenzende Gebiete, 6. Auflage
Springer, 1993
- HELLNER H, NISSEN R, VOSSSCHULTE K
Lehrbuch der Chirurgie, 7. Auflage
Thieme, 1982
- KOSLOWSKI L, BUSHE KA, JUNGINGER T, SCHWEMMLE K
Die Chirurgie, 4. Auflage
Schattauer, 1999
- MÜLLER M
Chirurgie für Studium und Praxis, 4. Auflage
Med. Verlag Dr. Müller, 1999
- MÜLLER ME, ALLGÖWER M, SCHNEIDER R, WILLENEGGER H
Manual der Osteosynthese, 3. Auflage
Springer, 1992
- SCHUMPELICK V, BLEESE NM, MOMMSEN U
Chirurgie, 4. Auflage
Enke, 1999
- SIEWERT JR, ALLGÖWER M
Chirurgie, 7. Auflage
Springer, 2001