

S. Breusch M. Clarius H. Mau D. Sabo

# Klinikleitfaden

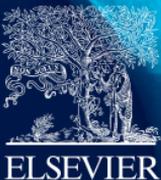
# Orthopädie

# Unfallchirurgie



Leseprobe

9. Auflage



Urban & Fischer

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen der unfallchirurgischen Versorgung</b>	<b>1</b>
1.1	Vorgehen (kein Mehrfachverletzter)	2
1.2	Wunden	3
1.3	Subluxationen und Luxationen	15
1.4	Frakturen	16
<b>2</b>	<b>Notfallmanagement und Schockraum</b>	<b>49</b>
2.1	Notaufnahme – allgemeines Vorgehen	50
2.2	Vorgehen bei stabilen Patienten	50
2.3	Vorgehen bei Polytrauma oder instabilen Patienten	52
<b>3</b>	<b>Ärztliche Arbeitstechniken</b>	<b>55</b>
3.1	Verbände	56
3.2	Gelenkpunktionen	64
3.3	Regionalanästhesie	67
3.4	Chirurgische Nahttechnik	74
<b>4</b>	<b>Bildgebende Diagnostik in der Orthopädie</b>	<b>81</b>
4.1	Röntgen	82
4.2	Röntgenkontrastuntersuchungen	99
4.3	Computertomografie (CT)	102
4.4	Magnetresonanztomografie (MRT)	103
4.5	Skelettszintigrafie	114
4.6	Sonografie	115
4.7	Bildgebung im Wachstumsalter	121
4.8	Knochendensitometrie	122
<b>5</b>	<b>Problemmanagement auf Station und im Nachtdienst</b>	<b>125</b>
5.1	Akute Schmerzen	126
5.2	Blutdruckveränderungen	127
5.3	Blutzuckeränderungen	129
5.4	Fieber	131
5.5	Verwirrheitszustände	133
5.6	Übelkeit und Erbrechen	134
5.7	Thorakale Schmerzen	135
5.8	Tiefe Beinvenenthrombose und Lungenembolie	136
5.9	Kurzatmigkeit	138
5.10	Elektrolytstörungen	139
5.11	Infusionstherapie	142
5.12	Oligurie, Anurie	143
<b>6</b>	<b>Der operative Patient</b>	<b>145</b>
6.1	Stationäre Aufnahme des Patienten	146
6.2	Orthopädische Diagnostik	147
6.3	OP-Vorbereitung	151
6.4	Stationsmanagement, Organisation	153
6.5	Dokumentation	158

- 6.6 Präoperative Phase 160
- 6.7 Bluttransfusionen 169
- 6.8 Operative Phase 178
- 6.9 Postoperative Phase 179
- 6.10 Infusionstherapie 186
  
- 7 Sportmedizin und Orthopädie 189**
  - 7.1 Sportverletzungen 190
  - 7.2 Überlastungsschäden und Überlastungsfolgen 201
  - 7.3 Schulsport 205
  - 7.4 Sport mit Endoprothesen 205
  - 7.5 Behindertensport 209
  - 7.6 Doping 210
  
- 8 Infektionen der Weichteile, Knochen und Gelenke 211**
  - 8.1 Allgemeine Klinik und Diagnostik 212
  - 8.2 Therapie 213
  - 8.3 Infektionen der Weichteile 217
  - 8.4 Osteomyelitis 221
  - 8.5 Eitrige Arthritiden 228
  - 8.6 Infizierter künstlicher Gelenkersatz 230
  - 8.7 Infektiöse Spondylitis, Spondylodiszitis 233
  
- 9 Obere Extremität 235**
  - 9.1 Schulter 237
  - 9.2 Oberarm, Ellenbogen und Unterarm 264
  - 9.3 Hand 297
  
- 10 Wirbelsäule 325**
  - 10.1 Begriffe und Syndrombezeichnungen 326
  - 10.2 Wichtige Differenzialdiagnosen 328
  - 10.3 Klinische Diagnostik 331
  - 10.4 Degenerative Erkrankungen der Wirbelsäule 334
  - 10.5 Traumatologie der Wirbelsäule 356
  - 10.6 Malformationen und idiopathische Deformitäten 363
  - 10.7 Failed-Back-Surgery-Syndrom (FBSS), Postnukleotomiesyndrom 383
  
- 11 Thorax 385**
  - 11.1 Engpass-Syndrom, Thoracic-Outlet-Syndrom (TOS) 386
  - 11.2 Thoraxdeformitäten 389
  - 11.3 Thoraxtrauma 390
  
- 12 Becken 397**
  - 12.1 Verletzungen des Beckens 398
  - 12.2 Verletzungen des Azetabulums 402

- 13 Untere Extremität 405**
  - 13.1 Hüfte und Oberschenkel 407
  - 13.2 Knie und Unterschenkel 449
  - 13.3 Fuß 490
  
- 14 Knochen- und Weichteiltumoren 531**
  - 14.1 Allgemeines 532
  - 14.2 Diagnostische Methoden 532
  - 14.3 Benigne Knochentumoren 539
  - 14.4 Tumorähnliche Knochenläsionen 544
  - 14.5 Maligne primäre Knochentumoren 546
  - 14.6 Knochenmetastasen (sekundäre Knochentumoren) 552
  - 14.7 Tumoren im Bereich der Wirbelsäule 553
  - 14.8 Weichteiltumoren 558
  - 14.9 Hämatologische Erkrankungen, Histozytosen 564
  
- 15 Osteopathien, metabolische und endokrine Arthropathien 567**
  - 15.1 Osteopathien 568
  - 15.2 Metabolische und endokrine Arthropathien 577
  
- 16 Orthopädische Rheumatologie 583**
  - 16.1 Einteilung rheumatischer Erkrankungen 584
  - 16.2 Rheumatologische Untersuchung 584
  - 16.3 Spezielle diagnostische Methoden 585
  - 16.4 Krankheitsbilder 587
  - 16.5 Differenzialdiagnostik 604
  - 16.6 Medikamentöse Therapie 605
  - 16.7 Radiosynoviorthese 615
  - 16.8 Operative Therapie 616
  
- 17 Pädiatrie 623**
  - 17.1 Pädiatrische Untersuchung 624
  - 17.2 Entwicklung und Skelettwachstum 625
  - 17.3 Fehlbildungen, angeborene Skelettsystemerkrankungen 628
  - 17.4 Geburtsverletzungen 640
  - 17.5 Kinder-Neuroorthopädie 642
  
- 18 Neurologie und Neuroorthopädie 651**
  - 18.1 Neurologische Untersuchung 652
  - 18.2 Leitsymptome 655
  - 18.3 Apparative Zusatzdiagnostik 660
  - 18.4 Entzündliche ZNS-Erkrankungen 664
  - 18.5 Perioperativ wichtige ZNS-Erkrankungen 667
  - 18.6 Querschnittlähmung 670
  - 18.7 Erkrankungen des Rückenmarks 681
  - 18.8 Myasthenia gravis 682
  - 18.9 Erkrankungen des peripheren Nervensystems 683

- 18.10 Muskelerkrankungen 687
- 18.11 Orthopädisch relevante Folgen neurologischer Erkrankungen 692
  
- 19 Psychosomatische Aspekte in orthopädischer Diagnostik und Therapie 693**
  - 19.1 Einführung, Diagnostik 694
  - 19.2 Therapie 703
  - 19.3 Krankheitsbilder 704
  
- 20 Physikalische Therapie und Ergotherapie 717**
  - 20.1 Physiotherapie (PT) im stationären Setting 718
  - 20.2 Behandlungsprinzipien 720
  - 20.3 Prophylaktische Maßnahmen der Physiotherapie 722
  - 20.4 Interventionen 722
  - 20.5 Hinweise zu Heilmittelverordnungen im Rahmen des Entlassmanagements 726
  - 20.6 Thermo-therapie 726
  - 20.7 Elektrotherapie 727
  - 20.8 Ultraschall 729
  - 20.9 Massage 729
  - 20.10 Ergotherapie 730
  
- 21 Das Heilverfahren in der gesetzlichen Unfallversicherung 739**
  - 21.1 Allgemeines 740
  - 21.2 Aufgaben des Kassen-/Hausarztes 740
  - 21.3 Durchgangsarztverfahren 740
  - 21.4 Stationäres Durchgangsarztverfahren 743
  - 21.5 Verletzungsartenverfahren (VAV) 743
  - 21.6 Schwerstverletzungsartenverfahren (SAV) 743
  - 21.7 Rehabilitationsverfahren 743
  
- 22 Begutachtung 745**
  - 22.1 Der Orthopäde als Gutachter 746
  - 22.2 Arten von Gutachten 747
  - 22.3 Besonderheiten einzelner Rechtsgebiete 749
  - 22.4 Hinweise für den ärztlichen Gutachter 756
  
- 23 Orthopädietechnik 759**
  - 23.1 Grundlagen 761
  - 23.2 Zervikalorthesen 761
  - 23.3 Mieder 763
  - 23.4 Skoliosekorrekturkorsetts 764
  - 23.5 Reklinationskorsetts 765
  - 23.6 Fixationskorsett 766
  - 23.7 Orthesen der oberen Extremität 766
  - 23.8 Orthesen der unteren Extremität 768
  - 23.9 Kompressionsstrümpfe und -strumpfhosen 776
  - 23.10 Schuhwerk 777
  - 23.11 Grundlagen der Amputationschirurgie 779

- 23.12 Amputationen und Prothesenversorgung der unteren Extremität **783**
- 23.13 Amputationen und Prothesenversorgung der oberen Extremität **791**
- 23.14 Rehabilitationsmittel **795**
- 23.15 Lagerungsschalen aus Schaumstoff **797**
- 23.16 Zuzahlungen **797**
- 23.17 Aufzahlungen **798**
  
- 24 Arzneimitteltherapie 799**
  - 24.1 Schmerztherapie **800**
  - 24.2 Antibiotika und Antimykotika **814**
  - 24.3 Thromboseprophylaxe und -therapie **818**
  - 24.4 Arzneimittel in der Schwangerschaft **825**
  - 24.5 Glukokortikoide **825**
  
- 25 AO-Klassifikation der Frakturen langer Röhrenknochen 829**
  - 25.1 Allgemeines **830**
  - 25.2 Humerus (1) **832**
  - 25.3 Radius, Ulna (2) **835**
  - 25.4 Femur (3) **838**
  - 25.5 Tibia, Fibula (4) **841**
  - 25.6 Handskelett **845**
  
- Register 847**

## 1.4.2 Offene Frakturen

Steffen Breusch und Hans Mau

### Einteilung

Schweregrad offener Frakturen (Gustilo I–IIIa, b, c): Bei den offenen Frakturen und Luxationen ist das Ausmaß des begleitenden Weichteilschadens (Tscherne) für Progn. und Ther. entscheidend:

- Grad I: Durchspießung der Haut von innen ohne erhebliche Schädigung der übrigen Gewebe. Behandlung wie geschlossener Bruch. Inf.-Rate 1 %.
- Grad II: ausgedehnte Hautverletzung von außen mit geringgradiger Schädigung und Kontamination der umgebenden Strukturen. Inf.-Rate ca. 5 %.
- Grad III (a–c): ausgedehnte Eröffnung der Fraktur mit größerem Haut- und Weichteildefekt, Schädigung von tiefen Gefäßen und/oder Nerven. Knochen meist stark fragmentiert. Inf.-Rate ca. 20 %.
- Grad IV (nicht in Originalklassifikation; totale und subtotale Amputation).

Score-Systeme sinnvoll bei Entscheidung zum Extremitätenerhalt (z. B. Hannover Fracture Score, HFS, Mangled Extremity Score, MESS oder NISSSA).

### Klinik

Auf klin. Zeichen des Kompartmentsy. achten: akut einsetzende, sich steigernde Schmerzen. Parästhesie, Hypästhesie, Anästhesie sind Spätzeichen (► 13.2.35). Palpation sehr schmerzhaft, Gewebe steinhart, periphere Arterienpulse im Frühstadium tastbar. Häufigste Lokalisationen: US-Logen, UA-Logen nach suprakondylärer OA-Fraktur (Volkmann-Kontraktur).



Jede offene Fraktur ist ein chir. Notfall. Der angelegte Transportverband wird bei bekannter Diagnose nach Eintreffen im Krankenhaus erst im OP geöffnet.

### Therapie

- Tetanusprophylaxe nie vergessen (► 1.2.5).
- Antibiotikaprophylaxe bei offenen Frakturen Grad II und III, z. B. mit Cefuroxim  $3 \times 1,5 \text{ g/d}$ .
- Débridement (häufig wiederholt, „second look“), ausgiebige lokale Spülung, anschließende stabile Osteosynthese (z. B. Fixateur externe, KD-Fixation) bei offenen Frakturen Grad II und III.
- Offene Luxationen sind meist mit Frakturen und ausgedehnten Weichteilschädigungen kombiniert, die die weitere Ther. bestimmen. Frühe Weichteildeckung (5–10 d nach Unfall) anstreben.
- Prim. Amputation: zu diskutieren bei schwerer Typ-III-Fraktur mit massiver Kontamination, hohem Knochen- und Weichteilverlust und/oder Nervendurchtrennung.

## 1.4.3 Klinik und Diagnostik bei Frakturen

Steffen Breusch und Hans Mau

### Klinische Frakturzeichen

- Unsichere: Schwellung, Schmerzhaftigkeit, Functio laesa, Schonhaltung.

- Sichere: Fragmente in offenen Wunden, auffällige Achsenfehlstellungen, Krepitation, abnorme Beweglichkeit.
- Bei Prädilektionsstellen an Gefäß-Nerven-Verletzung und sonstige Begleitverletzung denken. Beispiele:
  - Schulterluxationsfraktur: Plexus brachialis, A. axillaris.
  - OS-Fraktur: A. femoralis, N. femoralis.
  - Kniegelenksnahe Verletzung: A. poplitea, N. tibialis.
  - US-Fraktur, Fibulaköpfchenluxation: N. peroneus.
  - Rippenfraktur: Pneumo- oder Hämatothorax, Lungenkontusion.

## Diagnostik

### Anamnese

- Schilderung des Unfallhergangs (Dokumentation mit Ort, Uhrzeit, BG-Fall?).
- Viele Pat. spüren ein deutliches Krachen im Augenblick der Fraktur.
- Häufig ist bereits eine Blickdiagnose aufgrund der Fehlstellung oder der typ. Schonhaltung mögl.

### Untersuchung

I. d. R. nur orientierende, schonende Untersuchung und frühzeitige bildgebende Diagn. (v. a. bei Kindern).

### Apparative Diagnostik

- Röntgen des entsprechenden Körperteils in 2 Eb., ggf. Schräg-, Schicht- oder Funktionsaufnahmen.
- CT oder 3-D-Rekonstruktion bei komplexen Frakturen, z. B. WS-, Beckenfrakturen.
- MRT zur Beurteilung von Weichteil- oder Myelonverletzungen.
- Knochenszinti bei Ermüdungsfrakturen oder prim. aufgrund des Röntgenbilds nicht sicher diagnostizierbaren Frakturen (z. B. Skaphoidfraktur) – nach ca. 10 d (Mehrspeicherung).

### Weitere Untersuchungen

Je nach Begleitverletzung, z. B. Urografie bei Beckenfrakturen mit V. a. Harnröhrenbeteiligung (Blut aus Harnröhre), Angiografie (fehlender peripherer Puls), spezielle neurol. Diagn. bei V. a. Nervenläsionen.

## 1.4.4 Konservative Frakturbehandlung

*Steffen Breusch und Hans Mau*

### Grundlagen

- Prinzip: Reposition bei Fehlstellung, dann Retention bis Abschluss Knochenheilung.
- Vorteil: keine OP-abhängigen KO (insbes. Inf.).
- Nachteil: i. d. R. keine frühfunktionelle Beübung mögl. (Frakturkrankheit, ► 1.4.11).

### Indikationen

- Nicht oder gering dislozierte und nicht abrutschgefährdete Frakturen
- Abrutschgefährdete, aber nicht dislozierte Frakturen unter engmaschiger Kontrolle, z. B. Abrissfraktur des Tub. majus mit Dehiszenz < 10 mm
- Sehr häufig im Kindesalter (► 1.4.9)

- Bei Fehlstellung / Dislokation, wenn Ausheilungsergebnis tolerable Funktion erwarten lässt (häufig im höheren Lebensalter)
- Ruhigstellung vor definitiver OP bei ungünstigen Weichteilverhältnissen
- Vorliegen von KI für eine Osteosynthese, z. B. nicht vertretbares OP-Risiko

## Gipsbehandlung

▶ 3.1.3.

### Prinzip

- Äußere Schienung der Fraktur
- Nachbargelenke mit ruhigstellen

## Extensionsbehandlung

### Prinzip

- Extern oder transossär angebrachtes Zugsystem. Bewirkt Neutralisation des Muskelzugs, Einstellung der Achsen und Adaptation der Fragmente unter geeigneter Lagerung (Schiene; Braun-Lochstabsystem) sowie Retention und Immobilisation. Die Reposition muss oftmals vor Anlage der Extension durchgeführt werden.
- ! Keine Extension bei V. a. Kompartmentsy.
- ! Keine Drahtextension an einem Knochen, den man nicht noch in gleicher Sitzung operieren könnte (Inf.-Gefahr).

### Indikationen

- Präop.: wenn Osteosynthese nicht prim. mögl., bis zur Herstellung der OP-Fähigkeit (Schmerzreduktion).
- Dauerzug: bis Fraktur anfixiert ist, anschließend Gipsbehandlung.
- Aufhängung der Extremität (Doppelbügel) bei schwerem Weichteiltrauma mit und ohne Fraktur (selten).

### Häufigste Anwendungen

- Femurfraktur (▶ Abb. 1.5): zur Dauerextension suprakondylärer Zug, zur präop. Extension Tuberositas tibiae wählen, Letzteres kontraindiziert bei Kindern mit offener Tibiaapophyse. **Cave:** Kniebandlockerung.
- US-Luxationsfraktur, Sprunggelenkluxationsfraktur: Extension am Tuber calcanei.
- Instabile HWS-Fraktur oder diskoligamentäre Ruptur: „Crutchfield“-Extension bzw. Halo-Ring am Schädeldach.

### OP-Technik

- Maskenarkose, falls eine Frakturreposition nötig ist. Sonst Infiltrationsanästhesie der Ein- und Ausstichregion.
- ! Einstich auf der Gefäß-Nerven-Bündelseite.
- KD oder Steinmann-Nagel bis auf das Periost vorschieben (▶ Tab. 1.7).

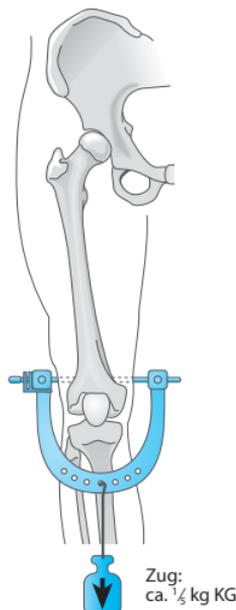


Abb. 1.5 Oberschenkelextension [L106]

Tab. 1.7 Extensionssysteme

System	Beschreibung	Vorteil	Nachteil
Kirschner-Draht (KD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,8–2,0 mm Durchmesser</li> <li>• Wird in Bügel eingespannt</li> <li>• Zug am Bügel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenig traumatisierend</li> <li>• Bügel kann bei Reposition als Griff dienen</li> <li>• Exzentrischer Zug mögl.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motorisches Einbohren</li> <li>• Zielen schwieriger</li> <li>• Draht verschiebt sich leicht im Knochen</li> <li>• Inf. häufiger</li> </ul>
Steinmann-Nagel (SN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchmesser 3,5–5 mm</li> <li>• Zug direkt am Nagel oder Bügel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbringen mit Handgriff ohne Motor</li> <li>• Zielen und Treffen sicherer</li> <li>• Nagel rutscht selten</li> </ul>	Größerer Fremdkörper

- Beim Durchbohren muss der Widerstand beider Kortikales deutlich spürbar sein.
- Nach Anbringen des gespannten Extensionsbügels muss der KD beim Beklopfen klingen → korrekte Spannung. Bei Kalkaneusextension und dist. Tibiafraktur mit ventralem oder dist. Frakturkeil (Volkman-Dreieck) Positionieren des Extensionsdrahts etwas vor oder hinter die Tibialängsachse, um die Fraktur nicht zu dislozieren (► Abb. 1.6).
- Gewicht: ca.  $\frac{1}{5}$  KG bei Femur- und ca.  $\frac{1}{10}$  KG bei Kalkaneusextension.  
**Cave:** Überdistraktion → verzögerte Knochenheilung.

### Komplikationen

- Falsche Lage: schief, tangential, in den Weichteilen. Daher sorgfältig durchführen. Rö-Kontrolle der Lage nur ausnahmsweise erforderlich.
- Gefäß-Nerven-Verletzung.
- Schädigung der Apophysenfuge: keine Tibiakopfextension im Kindesalter.

### Lagerung

- Achse: Großzehe → Patella → Spina iliaca ant. sup.; Fuß in 20° Aro.; Neutralstellung im OSG; Ferse frei lagern; Knie normalerweise in ca. 15° Flexion (es sei denn, die Fraktur klappt in dieser Position); Kniekehle leicht unterpolstert; Fibulaköpfchen druckfrei.
- Bei Femurfraktur OS an Schiene anliegend lagern, um „Durchhängen“ der Fraktur zu vermeiden. Ggf. Lagerungshilfen verwenden bzw. Fixierung mit elastischen Binden. Fußende des Betts hochstellen.

### Kontrollen und Nachbehandlung

Frakturstellung und Position der Extremität ändern sich in den ersten Tagen öfter. Klin. und ggf. Rö-Kontrollen bei jeder Klage über Schmerzen. Tgl. werden kontrolliert:

- Lagerung der Extremität, Frakturstellung.
- DMS: auf Kompartmentsy., Peroneusparesis durch Schienendruck (häufig!) und Dekubitus achten.
- Weichteile auf Frakturhöhe.
- Eintrittsstellen der KD bzw. Steinmann-Nägel: tgl. Wundreinigung, bei Infektzeichen (Schmerzen, Sekretion, Rötung) Extension, falls mögl., neu anlegen oder Verfahrenswechsel.

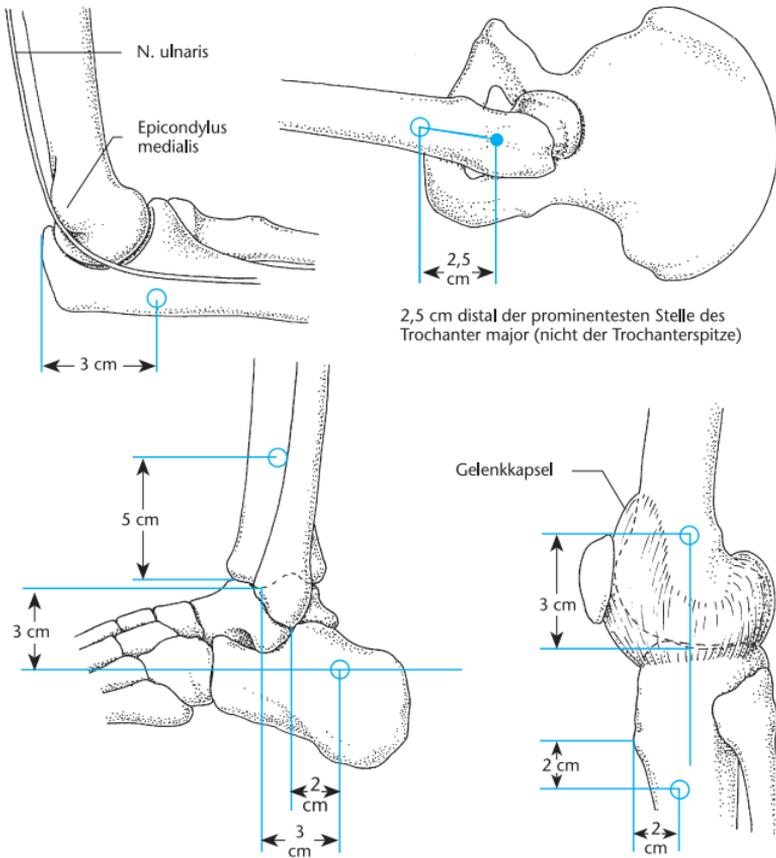


Abb. 1.6 Insertionspunkte für das Anlegen eines Extensionsdrahts [L190]

**Rö-Kontrollen:** anfangs 2-mal/Wo. sowie nach jeder Stellungskorrektur. Korrektur der Fragmentstellung mögl. durch Änderung von Zugrichtung (z. B. exzentrisch), Zuggewicht, Kniebeugung, Lagerung insgesamt.

### 1.4.5 Operative Frakturbehandlung

*Steffen Breusch und Hans Mau*

#### Ziel

Ziel der Osteosynthese ist die zumindest übungsstabile Versorgung zur Wiederherstellung der Funktion der verletzten Region. Die Nachteile einer länger dauernden Immobilisation können durch eine mögl. frühfunktionelle Behandlung verringert werden, z. B. Thrombose, Embolie, Gelenkeinstellung, Sehnenverklebung, Inaktivitätsatrophie von Muskulatur und Knochen. Angestrebt wird eine anat. Reposition (Gelenke) und stabile Fixation mit Wiederherstellung der ursprünglichen Länge unter Korrektur einer Rotations- bzw. Achsfehlstellung.

## Osteosyntheseprinzipien

- Statische oder dynamische Kompression, z. B. Marknagelosteosynthese
- Intra- oder extramedulläre Krafträger, z. B. Plattenosteosynthese, Nagel
- Kombinationsverfahren

## Schraubenosteosynthese

### Prinzip

Bei alleiniger Versorgung einer Fraktur mit Schraubenosteosynthese soll Kompression und somit absolute Stabilität im Frakturbereich erzeugt werden. Hierbei werden die Schrauben als sog. Zugschrauben eingebracht (► 1.4.5, „Schraubenosteosynthese, OP-Technik“).

### Implantate

**Kortikalisschraube:** zur Frakturversorgung im Bereich der Diaphyse. Durchgehendes enges Gewinde, das nach Bohren des Schraubenlochs mit einem Gewindeschneider vorgeschritten werden muss. In unterschiedlicher Länge und Dicke erhältlich.

**Spongiaschraube:** zur Frakturversorgung im Bereich der Metaphyse. Im Vergleich zum Gewinde kleiner Schraubenkern und weit laufendes Gewinde. Ein Gewinde muss nur im Bereich einer kräftigen Kortikalis geschnitten werden. Es gibt Spongiaschrauben mit durchgehendem Gewinde (z. B. zur Plattenfixation) und mit  $\frac{1}{2}$ - bzw.  $\frac{2}{3}$ -Gewinde.

**Kanülierte Schrauben:** Schrauben mit durchbohrtem Schaft. Eindrehen der Schraube über einen zuvor unter BV-Kontrolle platzierten Führungsdraht. Bsp.: Lochschraubenosteosynthese bei SHF.

**Malleolarschraube:** zur Fixation des Innenknöchels z.B. bei Weber-B- oder -C-Frakturen. Schraube besitzt ein selbst schneidendes Gewinde. Problem: Schraubenkopf trägt stark auf und kann beim Tragen der Schuhe schmerzen (Schraube wird zunehmend seltener eingesetzt).

### OP-Technik

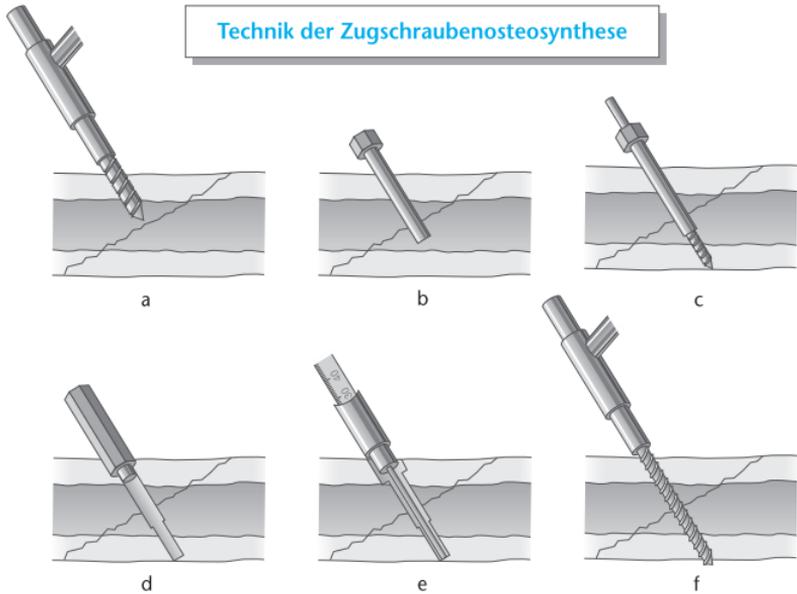
**Zugschraube** (► Abb. 1.7, ► Abb. 1.8): hierfür die schraubenkopfnahen Kortikalis so weit aufbohren, dass eine Kortikalisschraube in diesem Loch gleiten kann („Gleitloch“). Auf der Gegenseite ein kleineres Loch bohren und ein Gewinde schneiden („Gewindeloch“). Beim Eindrehen der Schraube zieht diese das fernere Fragment mit dem Gewindeloch gegen das nähere Fragment mit dem Gleitloch und erzeugt die erwünschte Kompression.

**Spongiaschraube** (► Abb. 1.9): Ihr kurzes Gewinde mit größerem Durchmesser als der Schraubenschaft fasst im spongiösen Knochen oder in dünner Kortikalis gut und bewirkt die Kompression der Fraktur, da der Schraubenschaft im Bohrloch gleiten kann. Das Gleitloch muss für die Spongiaschraube folglich nicht aufgebohrt werden. Bei der Auswahl der Schrauben unbedingt darauf achten, dass der gewindetragende Schraubenanteil sicher im **frakturfernen** Fragment fasst. Liegen die Gewindegänge teilweise auf der kopfnahen Seite, sperrt das Gewinde und es kann keine Kompression der Fragmente entstehen.

## Plattenosteosynthese

### Prinzip

**Klassische Plattenosteosynthese bei offener Reposition** (► Abb. 1.10): je nach Funktion der Platten Schutz- und Neutralisationsplatten (zum Schutz einer



Frakturverschiebung bei Schraubenfehlage

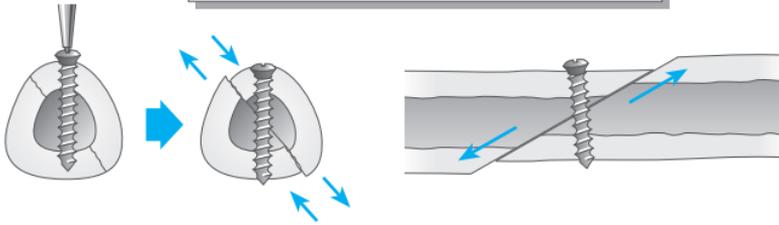


Abb. 1.7 Technik der Zugschraubenosteosynthese. a Bohren des Gleitlochs. b Steckbohrbüchse. c Bohren des Gewindelochs. d Kopfraumfräse. e Längenmessung. f Gewinde schneiden [L106]

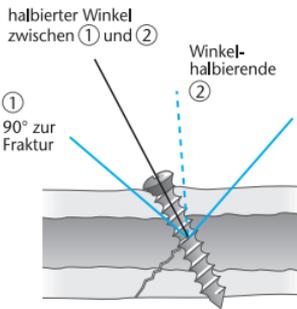


Abb. 1.8 Korrekter Winkel einer Zugschraube zur Frakturlinie [L106]

Zugschraubenosteosynthese), Abstützplatten (um ein Abrutschen eines Fragments zu verhindern, z.B. bei einer Tibiakopffraktur), Kompressionsplatten (zur interfragmentären Kompression) und Zuggurtungsplatten. Häufig Komb. von Platten- und Schraubenosteosynthese, z.B. zunächst korrekte Reposition durch interfragmentäre Zugschraube und anschließend definitive Plattenosteosynthese.

**Moderne, weniger invasive Osteosyntheseverfahren:** mit winkelstabilen Schrauben im Plattenverbund, z.T. selbst schneidende Schrauben mit integriertem Bohrkopf. Die Platten liegen

dabei i. d. R. nicht direkt dem Periost auf. Minimalinvasive Verfahren mit Schraubenplatzierung über Zielbügel und Stichinzision (z. B. LISS). Insbes. bei schwierigen Frakturlokalisationen indiziert (z. B. periprothetische supracondyläre Femurfraktur).

### Implantate

**Plattenformen:** Abhängig von anat. Lokalisation und Osteosynthesetechnik gibt es zahlreiche Plattenformen in unterschiedlichen Größen, z. B. gerade Platte, L-Platte, T-Platte, Winkelplatte, Kleeblatt-Platte, Löffel-Platte, winkelstabile Platten. Tendenz zu Spezialplatten für spezielle Frakturtypen und -lokalisationen.

### Verbundplattenosteosynthese:

Bei pathol. Frakturen kann bei der Plattenosteosynthese der Defekt mit Knochenzement aufgefüllt werden. Die Schrauben fassen im Zement (Verbundplattenosteosynthese). Evtl. zusätzliche Platte auf der Gegenseite.

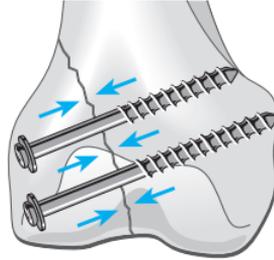
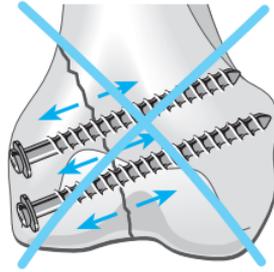
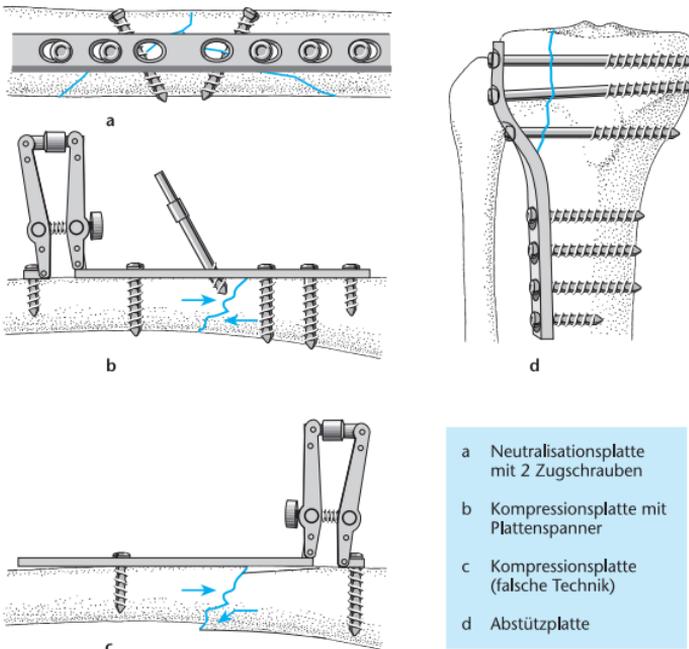


Abb. 1.9 Korrekte und falsche Wahl von Spongiaschrauben. Ein zu langes Gewinde führt zur Distraction des Frakturspalts [L106]



- a Neutralisationsplatte mit 2 Zugschrauben
- b Kompressionsplatte mit Plattenspanner
- c Kompressionsplatte (falsche Technik)
- d Abstützplatte

Abb. 1.10 Platten zur Osteosynthese [L190]

**OP-Technik**

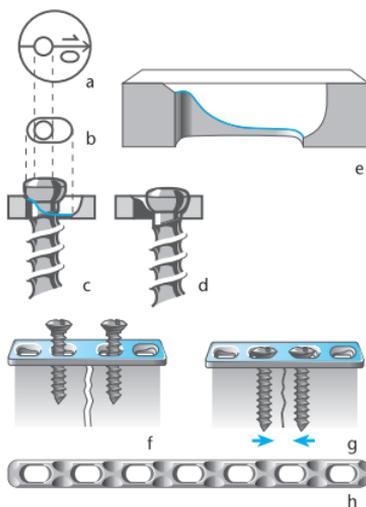
Winkelplattenosteosynthese bei intertrochantärer Umstellungsosteotomie  
 ▶ 13.1.11.

**AO-Kompressionsplatte:** nach Reposition eine Platte mit 1–2 Schrauben auf einer Frakturseite befestigen. Auf der Gegenseite einen Plattenspanner anbringen und die Fraktur komprimieren. Dann die übrigen Schraubenlöcher besetzen. Bei Versorgung von queren Schaftfrakturen muss die Platte vorgebogen („geschränkt“) werden, da sonst die Gegenkortikalis klappt. Falls mögl. Einbringen einer interfragmentären Zugschraube.

**Dynamische Kompressionsplatte (DCP, ▶ Abb. 1.11):** eleganteres Verfahren. Die Fraktur durch exzentrisches Einsetzen der Schrauben zu beiden Seiten der Bruchfläche unter Druck setzen, die Schraubenköpfe gleiten auf einer schiefen Ebene. Beim Bohren auf die korrekte Bohrhülse achten: exzentrische Position (= grüne Markierung) oder Neutralposition (= gelbe Markierung). Der Pfeil muss zur Fraktur zeigen.

**Dynamische Kompressionsplatte mit verringerter Auflagefläche (LC-DCP, ▶ Abb. 1.11):** Vorteile: Spezielles Design mit verringerter Auflagefläche → bessere Periostdurchblutung, MRT bei liegendem Implantat mögl., z. B. bei Tumorpat. oder bei der Pseudoarthrosenbehandlung. Nachteile: Platten bestehen aus teurem Reintitan, spezielles Instrumentarium erforderlich. Durch Resterilisation der Titanimplantate ist jedoch eine Kostensenkung mögl. Bei bekannter Nickelallergie Implantat der Wahl.

**Winkelstabile Plattensysteme (z. B. LCP, LISS, ▶ Abb. 1.12):** Bei komplexen Frakturen, insbes. Trümmerfrakturen kann die Verwendung winkelstabiler Plattensysteme indiziert sein. Einige Systeme werden weichteilschonend submuskulär eingebracht. Vorteile: Atraumat., Fraktur wird nicht eröffnet, erhaltene Periostdurchblutung, stabiles Konstrukt durch winkelstabile Schrauben, ideal bei periprotetischen Frakturen. Die Schrauben haben einen eigenen integrierten Bohrkopf, sind selbst schneidend und werden über Zielbügel nach Stichinzision eingebracht. Rel. einfache Anwendung, aber Lernkurve.



- a Aufsicht auf die exzentrische Bohrhülse, Pfeil weist zur Fraktur
- b Querschnitt durch den Plattenansatz der Bohrhülse
- c exzentrisch eingesetzte Schraube
- d nach dem Festdrehen wurde die Platte um 1 mm nach links gezogen
- e Gleitweg der Schraube
- f/g Kompression der Fraktur nach Festdrehen der Schrauben
- h LC-DCP (Limited Contact Dynamic Compression Plate): durch die Hinterfräsungen auf der Plattenunterseite verringert sich die Auflagefläche auf den Knochen

**Abb. 1.11** Funktionsweise von Kompressionsplatten. DCP (Dynamic Compression Plate, a–g) und LC-DCP (Limited Contact Dynamic Compression Plate, h) [L106]

**Überbrückungsplatte (Wellenplatte):** aufgrund moderner Osteosyntheseverfahren kaum noch üblich. Bei komplexen Frakturen im Schaftbereich kann eine überbrückende Plattenosteosynthese ohne ideale Reposition kleiner Fragmente indiziert sein. Ziel: kein zusätzliches OP-Trauma im Bereich der durchblutungsgefährdeten Fragmente. Bei Frakturen, die unter Biegebelastung stehen, muss die Platte auf der Seite der Zugkräfte angebracht werden. Anderenfalls wird die Fraktur aufgebogen.

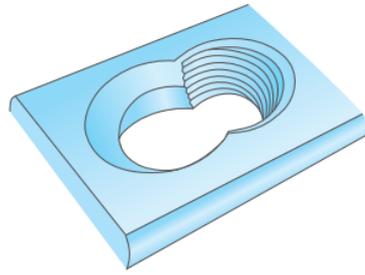


Abb. 1.12 Winkelstabiles System [L157]

## Marknagelosteosynthese

### Prinzip

- Intramedulläre Schienung einer Schaftfraktur eines großen Röhrenknochens. Evtl. mit zusätzlicher Verriegelung an einem oder beiden Enden zum Erhalt der Länge und korrekter Rotation bei längerstreckigen Frakturen mit mehreren Fragmenten (► Abb. 1.13).
- Intramedulläre Fixation von prox. Femurfrakturen mittels kurzem PFN (prox. Femurnagel) oder  $\gamma$ -Nagel erfolgt nach dem gleichen OP-Prinzip.

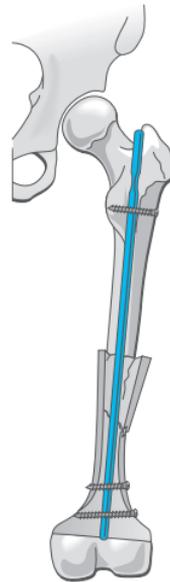


Abb. 1.13 Marknagelosteosynthese mit prox. und dist. Verriegelung [L106]

### Implantate

**AO-Universalnagel:** Aufbohren des gesamten Markraums und Einschlagen eines Hohl Nagels. Verriegelung fakultativ.

**Unaufgebohrter Marknagel:** massiver, aber dünnerer Nagel. Vorteil: weitgehende Schonung der intramedullären Gefäße. Einsatz z.B. bei schweren offenen Frakturen als Alternative zum Fixateur externe. Verriegelung obligat.

**Bündelnagelung:** mehrere elastische Federnägel, die sich im frakturfernen Fragment aufspreizen und die Fraktur gegen Rotation sichern. Bei sich aufweitender Metaphyse im Bereich des Knochenfensters, durch das die Nägel eingebracht werden, müssen zusätzliche kürzere Nägel eingebracht werden, um eine Dislokation zu verhindern. Ind.: z.B. Humerusschaftfraktur, kindl. Femurfraktur.

**PFN und  $\gamma$ -Nagel:** bei prox. Femurfrakturen nur noch als Alternativverfahren zur DHS. Prox. voluminöser Nagel, der je nach Frakturtyp mit oder ohne Schenkelhalschraube implantierbar ist und mehrere Verriegelungsvarianten bietet.

### OP-Technik

Femurnagel, ► Abb. 1.14.

Lagerung und Frakturreposition am häufigsten mittels Fraktur-/Extensions-tisch. Mit einem Pfriem oder KD die Markhöhle im Bereich der prox.

## 12.1 Verletzungen des Beckens

Das Becken wird durch die Knochen von Darmbein (Os ilium), Schambein (Os pubis), Sitzbein (Os ischii) und Kreuzbein (Os sacrum) gebildet (► Abb. 12.1). Verbunden über Synchrondrosen (IS-Fuge und Symphyse) wird durch beide Beckenhälften der sog. Beckenring aufgebaut, der zusätzlich durch starke ventrale und dorsale Bandstrukturen im Kreuzbeinbereich stabilisiert wird.

Funktionell bildet das Becken die Verbindungsstelle zwischen Rumpf und den unteren Extremitäten und beherbergt die inneren Beckenorgane (Urogenitaltrakt, Rektum, Nerven, Gefäße, Muskeln).

Den Verletzungen des Beckens liegt meist eine große äußere Krafteinwirkung zugrunde. Außer Frakturen liegen deshalb oft zusätzlich schwere Weichteilverletzungen im Sinne von Begleitverletzungen vor.

### Ätiologie

Ursachen laut Literatur: > 50 % Verkehrsunfälle, ca. 30 % Sturz aus großer Höhe, ca. 10 % Verschüttungen.

Dabei wirken die notwendigen großen Kräfte in 3 Eb.:

- In der **Sagittalebene** mit vorderer oder hinterer Beckenkompression und Aufklappen des Beckenrings unter Aro. der Beckenhälften
- In der **Frontalebene** mit lat. Beckenkompression und Eindrücken des Rings unter Iro. der getroffenen Beckenhälfte
- In der **Axialebene** mit vertikaler Abscherung und Rotation einer Beckenhälfte in Querrichtung

### Klinik

60–80 % der Beckenverletzten sind polytraumatisiert! Neben Schmerz, Schwellung, Hämatom, Prellmarken und palpabler Instabilität ist mit schweren Blutungen aus Frakturflächen, präsakralen venösem Plexus und verletzten Beckengefäßen zu rechnen.

### Klassifikation

Zentral für die Beurteilung von Stabilität, Diagn., Ther. und Progn.

Fraktуреinteilung nach betroffenen Strukturen:

- Darmbein- / Schaufelfrakturen

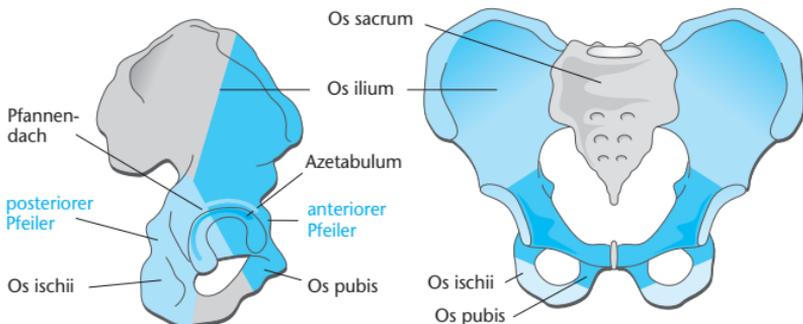


Abb. 12.1 Anatomie des knöchernen Beckens [L106]

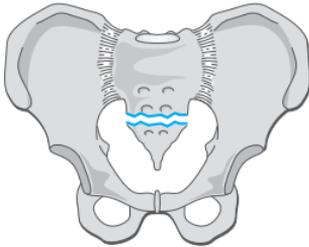
- Sakrum- und Steißbeinfrakturen
- Beckenringfrakturen

### AO-Klassifikation

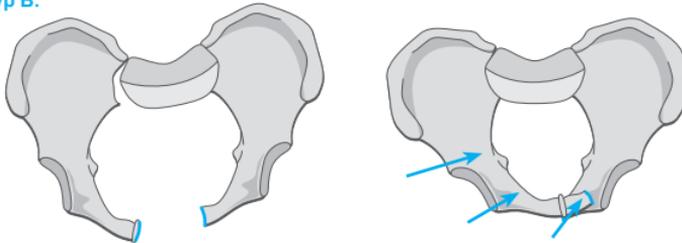
► Abb. 12.2.

- **Typ A:** stabil (Beckenschäufelfrakturen, Frakturen des Tuber ischiadicus, Abrissfrakturen der Spina iliaca inf.).
- **Typ B:** rotationsinstabil bei erhaltener vertikaler Stabilität.
  - Rotation der Beckenhälften nach außen, z. B. Open Book = Ruptur der Symphyse und der ventralen sakroiliakalen Bänder.
  - Rotation der Beckenhälfte nach innen: Dorsale Beckenstrukturen werden gestaucht und ventrale Beckenstrukturen überlappen sich.
- **Typ C:** Rotationsinstabile und vertikal instabile Verletzungen (entweder transiliakale, transsakrale, transsakroiliakale Fraktur oder Zerreißung der sakroiliakalen Bänder mit gleichzeitiger Fraktur des vorderen Beckenrings oder Symphysenruptur).

Typ A:



Typ B:



Typ C:

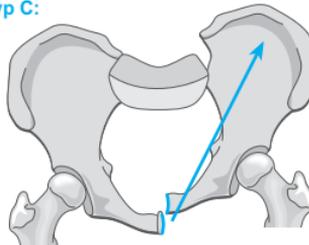


Abb. 12.2 Beckenringfrakturen [L106]

## Diagnostik

- **Klin. Inspektion und prioritätenorientierte Untersuchung nach ATLS-Kriterien:** Analyse des Unfallmechanismus; Vitalparameter; Prellmarken; Wunden? Palpable Instabilitäten bei manueller Untersuchung der Beckenstabilität in verschiedene Richtungen (horizontal, vertikal, gegeneinander)? Sichtbare Fehlstellungen und / oder Beinverkürzung, Hämatome oder Blutaustritt Damm, Harnröhre oder Anus?
- **Sono (FAST; wie bei jeder Polytraumaversorgung):** Überblick über Herz, Oberbauchorgane, Nieren, Blase und Retroperitoneum. Freie Flüssigkeit? Hämatome?
- **Labor:** BB, E'lyte, Gerinnung, klin. Chemie; nötigenfalls frühzeitig Blut kreuzen.
- **Rö:** BÜ, Inlet-Outlet-Aufnahmen, ggf. Sakrum bzw. Steißbein seitlich. Frakturen, Dislokationen?
- **CT mit 3-D Rekonstruktion:** genaue Darstellung der Frakturmorphologie und Verletzungen der Beckenorgane, auch KM-verstärkt zur Darstellung von Begleitverletzungen: Urogenitaltrakt, Beckengefäße.
- **Ausschluss weiterer Begleitverletzungen:** Gefäß-Nerven-Verletzungen, intraabdominelle Verletzungen, Verletzungen von Urogenitaltrakt, Rektum und Anus. Evtl. konsiliarische Diagn. und Mitbehandlung durch Urologen, Viszeralchirurgen, Gynäkologen.

## Therapie

- **Initial:** Sicherung der Vitalfunktionen; Schockbehandlung; Entscheidung über Notfallmaßnahmen.
- Bei Kreislaufinstabilität und klin. Instabilität des Beckens notfallmäßige Stabilisation mit Beckenschlinge, -zwinge, ggf. Fixateur externe (► Abb. 12.3).
- Evtl. ist auch Notfalllaparotomie zur Blutungskontrolle notwendig. Dabei Tamponade / „Packing“ des Beckens mit Bauchtüchern und Second-Look-OP im Verlauf.
- Bei stabiler Kreislaufsituation Fortführen der Diagn. in Bezug auf Bildgebung und Erkennen weiterer Verletzungen: Abdomen, Thorax, Extremitäten.

Nach Abschluss der Diagn. und Klassifikation:

**Kons. Ther.:** indiziert bei stabilen Beckenverletzungen, Typ A nach AO.

- Kurzzeitige Bettruhe
- Frühfunktionelle Behandlung inkl. PT
- Muskeltraining unter Thromboembolieprophylaxe

**Operative Ther.:** indiziert bei instabilen Verletzungen, Typen B und C nach AO (► Abb. 12.3).

- Prim.: Notfallstabilisierung bei instabilem Pat. s. o.; Beckenschlinge, -zwinge, Fixateur externe.
- Sek.: bei stabiler Gesamtsituation als Frühversorgung innerhalb 7 d. Je nach Verletzungsschwere, Begleitverletzungen ggf. zweizeitige OP (ventral, dorsal, Fixateur interne). Zunehmend auch navigationsgestützt (sakrale Verschraubung).
- Begleitend: Versorgung von Begleitverletzungen: Darm- und Harnwegsverletzungen, Weichteilverletzungen (Décollement). Ggf. mehrzeitiges Vorgehen (Second Look). Engmaschige Laborkontrollen, Antibiotikaprophylaxe, ggf. erregerspezifische Ther.

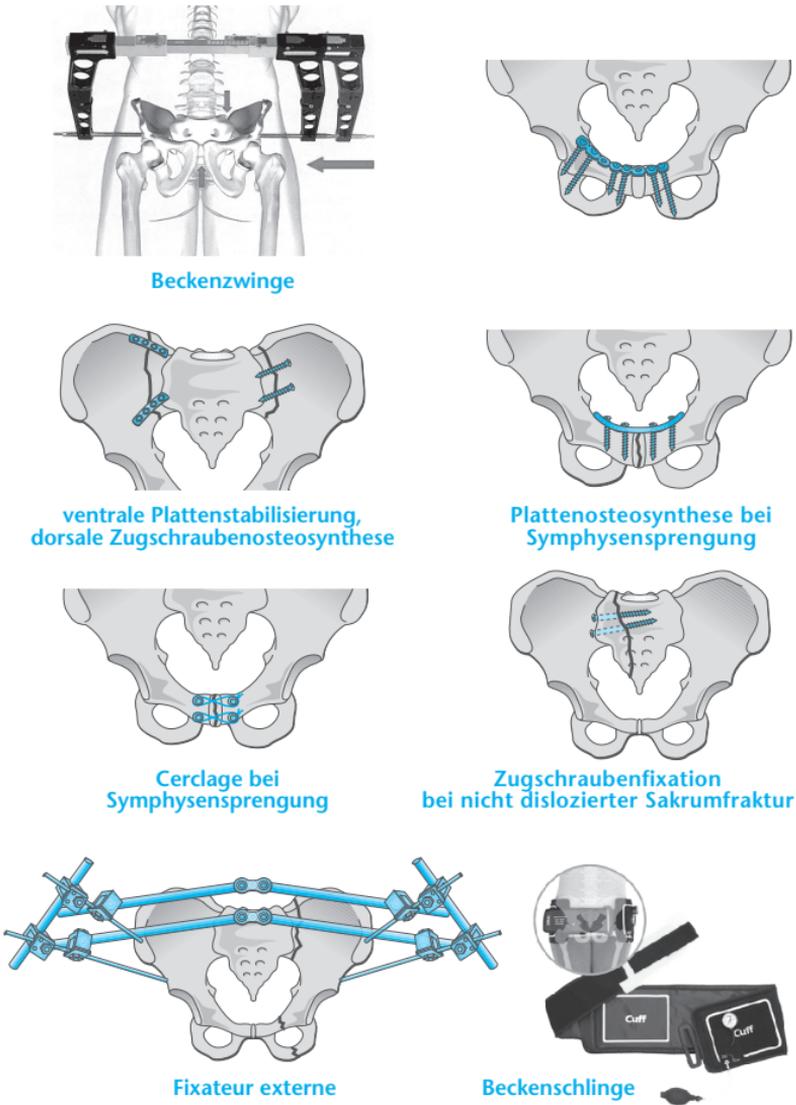


Abb. 12.3 Operative Therapie bei Beckenringfrakturen [L106]

### Nachbehandlung

- Frühe physiother. Mobilisation, zunächst passiv. Nach ca. 2 Wo. Übergang zur Teilbelastung meist mögl. (befundabhängig). Regelmäßige Rö-Kontrollen; selten auch Kontroll-CT.
- Nach ca. 6 Wo. Übergang zur Vollbelastung (befundabhängig). Bis dahin konsequente Thromboseprophylaxe aufgrund erhöhten Thromboserisikos.

## Prognose

Verletzungsabhängig; Störungen von Blasen- und Mastdarmfunktion, Impotenz bei Samenleiterverletzung, BLD, instabile Narbenverhältnisse, Pseudarthrose, Arthrose bes. IS-Fuge, heterotope Ossifikationen.

## 12.2 Verletzungen des Azetabulums

- Die Hüftpfanne wird knöchern aus Anteilen des Darmbeins (Os ilium), Sitzbeins (Os ischii) und Schambeins (Os pubis), die sich Y-förmig treffen, gebildet (► Abb. 12.4). Sie stellt die knöchernen Grundlage des Hüftgelenks zur Artikulation mit dem Femurkopf dar.
- Morphologische Einteilung auch in vorderen und hinteren Pfeiler (► Abb. 12.5).
- Den Verletzungen des Azetabulums gehen meist große Gewalteinwirkungen voraus.

## Ätiologie

Ähnlich den Beckenverletzungen entstehen Azetabulumverletzungen überwiegend im Rahmen von Hochenergetraumata. Dabei typischerweise über eine axiale Krafteinleitung entweder über die Beinachse, meist als „Dashboard Injury“ im Rahmen von Autounfällen, oder mit Krafteinleitung über den Schenkelhals und direktem Anprall in der Trochanterregion (geriatrische Pat.).

## Klinik

Klin. Bild entspricht verletzungsabhängig dem der übrigen Beckenverletzungen.

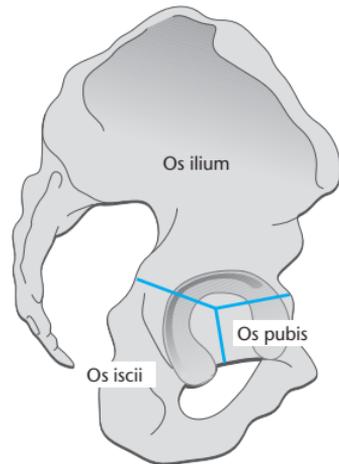


Abb. 12.4 Azetabulum [L106]

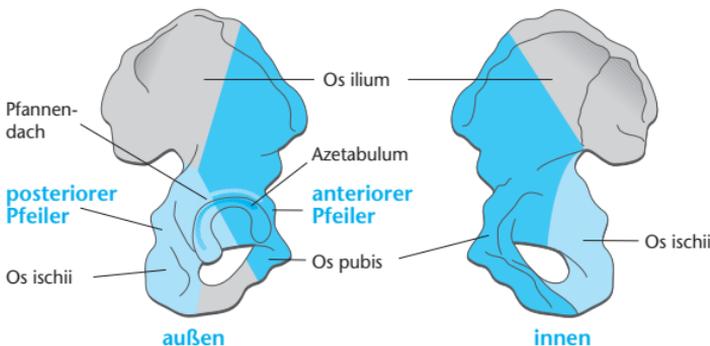


Abb. 12.5 Vorderer und hinterer Pfeiler [L106]

**Klassifikation**

► Abb. 12.6, ► Tab. 12.1.

Einteilung der Azetabulumfrakturen nach Letournel und Judet (► Abb. 12.7):

- Typ I: dorsale Pfannenrandfraktur (häufigste Form).
- Typ II: dorsale Pfeilerfraktur.
- Typ III: Pfannenbodenquerfraktur (beide Pfeiler sind betroffen).
- Typ IV: ventrale Pfeilerfraktur.

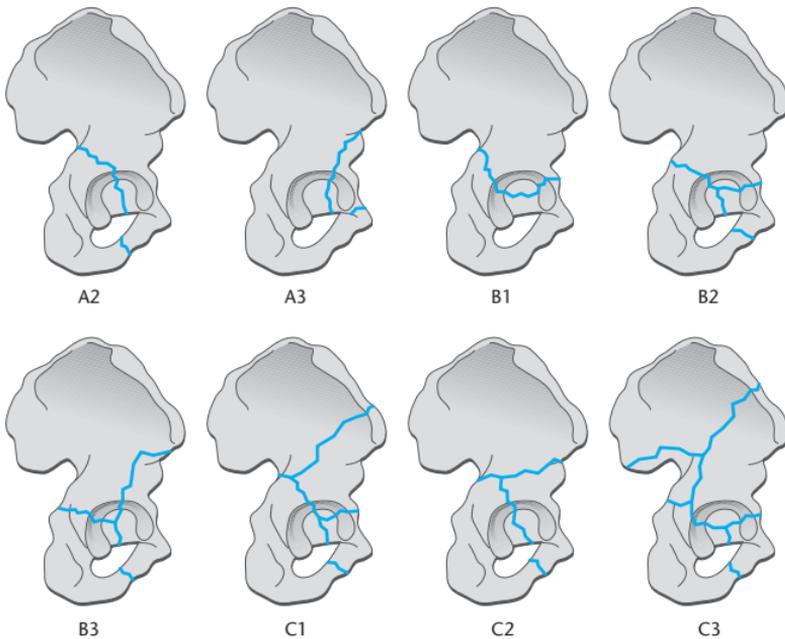


Abb. 12.6 AO-Klassifikation Azetabulumfrakturen [L106]

Tab. 12.1 AO-Klassifikation der Azetabulumfrakturen

<b>A-Frakturen</b>	Beteiligung von nur einem Pfeiler des Azetabulums, während der zweite intakt ist. <ul style="list-style-type: none"> <li>• A1: Frakturen des hinteren Pfannenrands mit Varianten</li> <li>• A2: Frakturen des hinteren Pfeilers mit Varianten</li> <li>• A3: Frakturen des vorderen Pfannenrands und des vorderen Pfeilers</li> </ul>
<b>B-Frakturen</b>	Charakterisiert durch eine quer verlaufende Frakturkomponente, wobei mind. ein Teil des Pfannendachs intakt ist. <ul style="list-style-type: none"> <li>• B1: Querfrakturen durch die Gelenkpfanne mit/ohne Fraktur des hinteren Pfannenrands</li> <li>• B2: T-förmige Frakturen mit verschiedenen Varianten</li> <li>• B3: Frakturen des vorderen Pfeilers/Pfannenrands, verbunden mit hinterem „hemitransversalem“ Bruch</li> </ul>
<b>C-Frakturen</b>	Frakturen beider Pfeiler: Alle gelenkbildenden Fragmente einschließlich des Pfannendachs sind vom restlichen Os ilium getrennt.

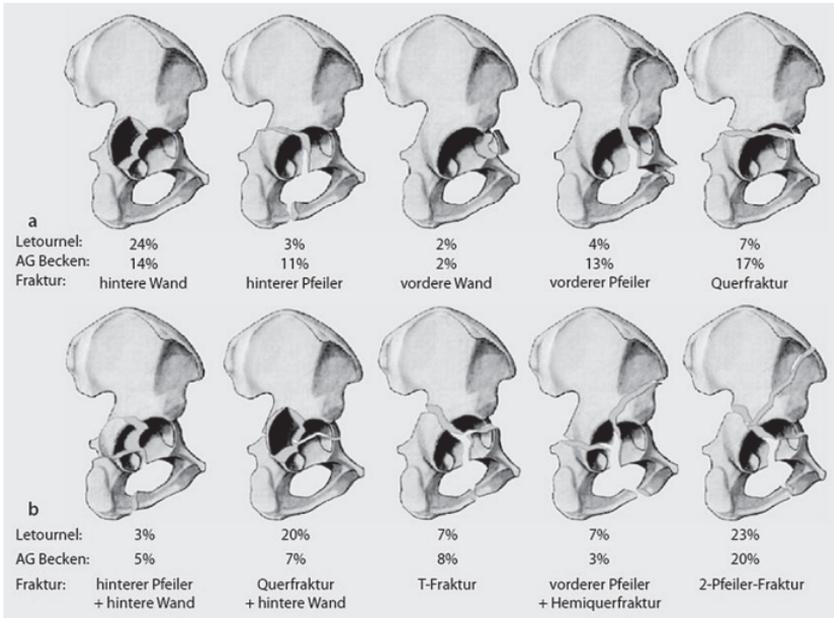


Abb. 12.7 Einteilung der Azetabulumfrakturen nach Letournel und Judet [G468]

## Diagnostik

- Klin. Untersuchung, Sono, Labor und Ausschluss von Begleitverletzungen wie bei allen Beckenverletzungen.
- Rö: BÜ, Ala- und Obturator-Aufnahme (Judet Views).
- CT: genaue Darstellung der Frakturmorphologie, ergänzend auch 3-D-Rekonstruktion.

## Therapie

**Initial:** sofortige Reposition bei luxiertem Hüftkopf, ggf. Oberschenkel-Drahtextension (► 1.4.4, ► Abb. 1.5 ► Abb. 1.5), ggf. auch frühzeitige OP zur Verhinderung weiterer Luxationsereignisse.

**Kons. Ther.:** unverschobene Frakturen, Pfannenrandfrakturen ohne große Dislokation und Rekonstruierbarkeit. Vorgehen s. o.

**Operative Ther.:** Früh-OP nach ca. 3–10 d anstreben. Präop. CT-Planung. Schrauben- und/oder Plattenosteosynthese, ggf. navigationsunterstützt.

## Nachbehandlung

Frühe physiother. Mobilisation. Teilbelastung mit 20 kg KG für 6 Wo. Thromboprophylaxe. Regelmäßige Rö-Kontrollen.

## Prognose

Je nach Verletzungsschwere der gelenkbildenden Strukturen. Heterotope Ossifikationen (PAO), Hüftkopfnekrose und posttraumat. Arthrose mit weiterer Behandlungsnotwendigkeit im Sinne einer Kunstgelenkimplantation.

zudem Indometacin. Ggf. bewegungsverbessernde OP bei Ankylosierung nach Beruhigung des Ossifikationsprozesses (frühestens nach 1–2 J. **Cave:** hohe Rezidivrate).

- Schwere sek. Skoliosen und Kyphoskoliosen mögl. bei Para- oder Tetraplegie im Wachstumsalter oder durch Fehlhaltungen, z. B. im Rollstuhl.

### Sonstige

- Kreislaufdysregulation, da vegetatives Nervensystem insbes. über sympathische Gefäßinnervation mitbetroffen (bei Hypotonie z. B. Etilefrin-Tr.).
- Chron. Schmerzen (Prophylaxe: frühzeitige, suffiziente und kontinuierliche Schmerzmedikation), die unbefriedigend auf Ther. ansprechen, z. B. Schulterschmerzen bei Tetraplegikern → Ther.-Versuche z. B. mit NSAR, TENS-Gerät, Nervenmobilisation nach Butler, Wärme (Fango), spezieller Lagerung, Massage. Spezielle Schmerzther.
- Neuropathischer Schmerz, Deafferenzierungsschmerz als Folge der Nervenschädigung, oft als Überempfindlichkeit. Einschießender, brennender oder einschnürender Schmerz. Ther.-Versuch mit Gabapentin oder Pregabalin, ggf. in Komb. mit NSAR, Opiaten, Antidepressiva und topischer Ther. (Lidocain-Pflaster) im Rahmen multimodaler spezieller Schmerzther.
- Posttraumat. Siringomyelie bei 4–5% der Fälle. Ggf. dadurch zusätzliche (aufsteigende) Lähmungen oberhalb der Läsionshöhe Monate bis Jahre v. a. nach traumat. QS-Lähmung durch Höhlenbildung im RM (► 18.7.2) mögl. Neurochir. Abklärung mit Frage operativer Intervention empfohlen.
- Sek. passagere Amenorrhö (kann mehrere Monate andauern, meist stellt sich normale Periode spontan wieder ein).
- Selten Verschlechterung der neurol. Symptomatik bei prim. inkompletter traumat. Lähmung (z. B. infolge Thrombose, Hämatom, ggf. erneute OP-Ind.).

### Prognose

**Neurol. Symptomatik:** Zu Beginn der Behandlung nur schwer beurteilbar. Bei initial kompletter Lähmung vollständige Remission sehr selten. Konkrete Aussagen nicht mögl. Derzeit kein direkter Einfluss auf Regeneration des RM mögl. Prim. inkomplette Lähmung prinzipiell günstiger als prim. komplette.

**Lebenserwartung:** bei Paraplegikern i. d. R. nicht eingeschränkt (allerdings auch abhängig von Compliance bzw. Behinderungsbewältigung), bei Tetraplegikern teils um einige Jahre verkürzt.

## 18.6.2 Konus-Kauda-Syndrom



Beachte die Diskrepanzen zwischen knöchernen und medullären Läsionshöhen (► Abb. 18.2, ► Tab. 18.10).

### Wichtige Internetadressen:

[www.awmf.org](http://www.awmf.org): Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen

Fachgesellschaften, Suchbegriff: „Querschnittlähmung“ (aktuell 13 Leitlinie).

[www.dsqr.de](http://www.dsqr.de): Deutsche Stiftung Querschnittlähmung.

[www.stiftung-rueckenwind.de](http://www.stiftung-rueckenwind.de): Hilfe für Querschnittgelähmte.

www.behindertenbeauftragte.de: Beauftragte für die Belange behinderter Menschen der Bundesregierung Deutschland.  
 www.drs.org (www.rollstuhlsport.de): DRS – Deutscher Rollstuhl-Sportverband.  
 www.paranet.ch/: Schweizer Paraplegiker Vereinigung.  
 www.asia-spinalinjury.org/: American Spinal Injuries Association.  
 www.dmgp.de: Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegie e. V.

## 18.7 Erkrankungen des Rückenmarks

Johannes Binder

Poliomyelitis ▶ 18.4.1.

### 18.7.1 Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)

#### Definition

Deg. Erkr. der oberen und unteren Motoneurone.

#### Ätiologie

Ungeklärt, zumeist sporadisch, nur selten familiär gehäuft oder hereditär.

#### Klinik

Progrediente, initial dist. betonte Muskelschwäche und -atrophien. Auch Beteiligung der kaudalen motorischen Hirnnerven mit Schluck- und Atemstörungen im Verlauf. Darüber hinaus Spastik und Crampi, keine sensiblen oder zerebellären Defizite, teilweise frontale ZNS-Symptome.

#### Diagnostik

Anamnese, Klinik, Neuro- und Myografie, transkranielle Magnetstimulation: Verzögerungen der peripheren NLG, Denervierungszeichen im EMG, Läsion des zentralen Motoneurons, MRT HWS, Liquordiagn.

#### Therapie und Prognose

- Keine kausale Ther. bekannt. Riluzol (NMDA-Antagonist, Rilutek®) scheint Überlebenszeit signifikant zu verbessern. Darüber hinaus symptomatische Ther. (Pyridostigmin bei bulbärer Symptomatik, Fluvoxamin, Amitriptylin oder Scopolamin bei erhöhtem Speichelfluss, Baclofen bei Spastik).
- Progredienter Verlauf, 50 % Mortalität innerhalb von 3 J., 90 % innerhalb von 6 J., bei prim. bulbärer Form schlechtere Progn.

### 18.7.2 Syringomyelie

#### Definition

Flüssigkeitsgefüllte Höhlenbildung im RM. Langsam progrediente Erkr. häufig mit Entwicklung dissoziierter Sensibilitätsstörungen.

#### Ätiologie

Fehlentwicklung des Neuralrohrs, Liquorzirkulationsstörung, posttraumat. Veränderungen oder Tumoren.

### Klinik

Schmerzen, zentromedulläres Sy. (segmentale oder polysegmentale, teilweise dissoziierte sensible Störungen, schlaffe Paresen und Atrophien oder spastische Paresen, vegetativ-trophische Störungen), WS-Veränderung und teilweise Syringobulbie (Hirnnervenausfälle).

### Diagnostik

Anamnese, Klinik, Elektrophysiologie (SEP, MEP, EMG), Rö HWS, spinale MRT mit KM, ggf. präop. Myelografie (Kommunikation mit Liquorraum).

### Therapie

Bei klin. Progredienz OP mit Syringostomie, Fensterung oder Kathetereinlage. Medikation bei neuropathischen Schmerzen (Pregabalin, Duloxetin).

## 18.7.3 Friedreich-Ataxie

### Definition

Hereditäre (autosomal-rezessive Trinukleotid-Repeat-Erkr.), chron.-progrediente spinocerebelläre Erkr.

### Klinik

Meist vor 25. Lj. beginnende, zunehmende Ataxie mit Sensibilitätsstörungen und zerebellärer Dysarthrie, kardiale Symptome (Reizleitungsstörung, obstruktive Kardiomyopathie).

### Diagnostik

Anamnese, Klinik, EKG, SEP, MEP, spinale MRT, Mutationsnachweis.

### Therapie und Prognose

- Keine kausale Ther. bekannt, Versuche mit N-Acetylcystein, Selen oder Vit. E. Sonst symptomatische Ther. mit PT und Behandlung der kardialen Symptome.
- Nach rund 15 J. meist rollstuhlpflichtig. Lebenserwartung nach Beginn der Symptome durchschnittlich 35 J.

## 18.8 Myasthenia gravis

*Johannes Binder*

### Definition

Autoimmunerkr. mit AK gegen postsynaptische Acetylcholinrezeptoren der neuromuskulären Endplatten mit belastungsabhängiger Muskelschwäche.

### Ätiologie

Ungelklärt, Assoziation mit Thymusveränderungen (Hyperplasie, Thymom), z. T. nach vorausgehendem Virusinfekt.

### Klinik

- Belastungsabhängige, prox. betonte Muskelschwäche, teilweise am Abend verstärkt, Ptosis und Doppelbilder, Schluckstörungen. Keine sensiblen Defizite.

- Exazerbation unter Allgemeininfekten oder Medikamentengabe (Muskelrelaxanzien, Antibiotika, LA, Antiarrhythmika, Benzodiazepine, Betablocker, Kortikoide, Schilddrüsenhormone, orale Antikonzeptiva).

### Diagnostik

- Anamnese, Klinik, serologische Bestimmung der Acetylcholinrezeptor- und ggf. MuSK-AK, EMG mit repetitiver Stimulation.
- Tensilon-Test (probatorische Gabe eines Cholinesterasehemmers mit klin. und elektrophysiol. Beurteilung einer Symptombesserung).
- Rö Thorax und CT/MRT Thorax z. A. eines Thymoms.

### Therapie

- Cholinesterasehemmer Pyridostigmin einschleichend 4–6 × 60 mg/d bis max. 600 mg/d.
- Kortikoide, z. B. Methylprednisolon einschleichend 80–100 mg/d.
- Bei schwerer Myasthenie Azathioprin 2,5–3 mg/kg/d nach Leuko- und Lymphozytenzahl.
- Thymektomie bei allen Pat. bis 60 J., > 60 J. nur bei Nachweis eines Thymoms.
- Bei myasthener Krise Intensivüberwachung, Prostigmin-Perfusor, ggf. Plasmapherese oder Ig.

#### Perioperatives Management bei Myasthenie-Patienten

- Keine Cholinesterasehemmer am OP-Tag. Prednisolon weitergeben. Azathioprin 2 d vor OP absetzen. Einmalig hoch dosiert Cephalosporine prophylaktisch.
- Narkose: Thiopental, Lachgas, O<sub>2</sub> und Fentanyl. Vermeidung von Succinylcholin. Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien nur 10–15 % der normalen Dosierung.
- Postop. Cholinesterasehemmer nach 4–6 h (oral Hälfte der vorherigen Tagesdosis, parenteral 6–24 mg Pyridostigmin i. v.).

## 18.9 Erkrankungen des peripheren Nervensystems

Johannes Binder

### 18.9.1 Umschriebene Nervenläsionen

#### N. medianus

##### Ätiologie

- Oberarm: Humerusfraktur, Drucklähmung im Schlaf.
- Handgelenk: Karpaltunnelsy.

##### Klinik

- Läsion am OA: Pronatorennlähmung. Bei intendiertem Faustschluss „Schwurhand“ durch Ausfall der tiefen Fingerbeuger I–III. Bei Umfassen eines runden Gegenstands liegt Daumen durch fehlende Abduktion und Opposition nicht an („Flaschenzeichen“).

- Läsion am Handgelenk: erschwerte Daumen-Kleinfinger-Opposition durch Ausfall der *Mm. opponens pollicis* und *abductor pollicis brevis*. Thenaratrophy.
- Sensibilitätsstörungen der Finger I–III (und lat. Anteil IV) und Handinnenfläche (► Abb. 18.4).

### Diagnostik und Differenzialdiagnosen

- Klinik, Elektrophysiologie (Ausmaß, Höhe, Differenzierung zu radikulärer Genese der Schädigung).
- Bei radikulärer Läsion C6 kleine Handmuskeln nicht betroffen. Bizepsschwäche mit abgeschwächtem BSR. Im Bereich der Hand ähnliche Sensibilitätsstörung, jedoch nur auf Daumen und Zeigefinger beschränkt, hier auch radial und auf UA übergehend (► Abb. 18.4).

## N. ulnaris

### Ätiologie

Meistens Trauma oder Druckschädigung im Sulcus ulnaris.

### Klinik

- Beugung der Fingerendglieder IV und V durch Lähmung der langen Fingerbeuger bei Schädigung im Bereich des Ellenbogens. Krallenstellung durch Überwiegen der *Mm. flexor* bzw. *extensor digitorum superficiales* (*Nn. medianus* bzw. *radialis*) wegen Ausfalls der *Mm. interossei* und *lumbricales*. Abduktionsschwäche des Kleinfingers.
- Sensibilitätsstörungen der Finger IV (med. Anteil) und V und ulnare Handkante (► Abb. 18.4).

### Diagnostik und Differenzialdiagnosen

- Klinik, Elektrophysiologie (Ausmaß, Höhe, Differenzierung zu radikulärer Genese der Schädigung).
- Bei radikulärer Läsion C8 sind die medianusversorgten kleinen Handmuskeln (z. B. *M. abductor pollicis brevis*) mitbetroffen. Im Bereich der Hand ähnliche Sensibilitätsstörung, jedoch auf UA übergehend (► Abb. 18.4).

## N. femoralis

### Ätiologie

Retroperitoneale Hämatome, Schädigungen bei Hüft-OP.

### Klinik

- Hüftbeuge- und Kniestreckerschwäche.
- Sensibilitätsstörungen med. Ober- und Unterschenkel (► Abb. 18.4).

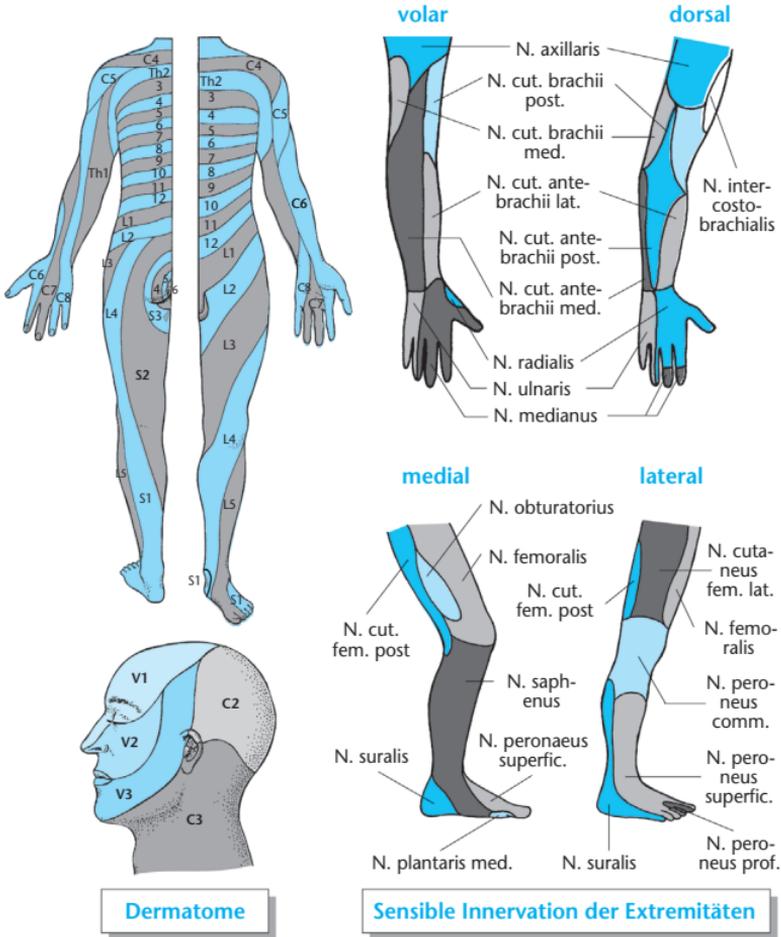
### Diagnostik und Differenzialdiagnosen

- Klinik, Elektrophysiologie (Ausmaß, Höhe, Differenzierung zu radikulärer Genese der Schädigung), Ultraschall Hüfte, CT/MRT Becken.
- Bei radikulärer Läsion L4 ist evtl. zusätzlich die Fußhebung (*M. tibialis ant.*) mitbetroffen, nicht jedoch die Hüftbeugung (*M. iliopsoas*). Sensibilitätsstörung am OS lat. (► Abb. 18.4).

## N. peroneus

### Ätiologie

Meistens Druckläsion im Bereich des Fibulaköpfchens (z. B. OP-Lagerung, langes Knien oder Hocken).



**Dermatome**

**Sensible Innervation der Extremitäten**

Abb. 18.4 Dermatome; sensible Innervation der Extremitäten [L190]

**Klinik**

- Parese der Fuß- und Zehenheber („Steppergang“), Pronationsschwäche.
- Sensibilitätsstörung an lat. US, Fußrücken und Großzehe (► Abb. 18.4).

**Diagnostik und Differenzialdiagnosen**

- Klinik, Elektrophysiologie (Ausmaß, Höhe, Differenzierung zu radikulärer Genese der Schädigung).
- Bei radikulärer Läsion L5 ebenfalls Fuß- und Zehenheberschwäche. Nicht peroneusversorgte L5-Muskeln sind zusätzlich betroffen (z. B. M. tibialis post. [N. tibialis] oder M. gluteus medius [N. gluteus sup.]). Ähnliche Sensibilitätsstörung des lat. US, des med. Fußrückens und der Großzehe (► Abb. 18.4).

## N. tibialis

### Ätiologie

Fraktur oder OP im Bereich des Knies, Fraktur oder Druckläsion (Tarsaltunnelsy.) im Bereich des Knöchels.

### Klinik

- Läsion im Bereich des Kniegelenks: Parese der Fuß- und Zehenbeuger mit Schwierigkeiten des Abrollens und Abstoßen beim Gehen. Zehenstand und Hüpfen nicht mögl.
- Läsion im Bereich des US: Parese der kleinen Fußmuskeln mit Entwicklung eines Krallenfußes durch Überwiegen der langen Zehenbeuger (prox. N. tibialis) und der kurzen Zehenstrecker (N. peroneus).
- Sensibilitätsstörung dorsolat. US, Palmarfläche und Außenkante des Fußes (► Abb. 18.4).

### Diagnostik und Differenzialdiagnosen

- Klinik, Elektrophysiologie (Ausmaß, Höhe, Differenzierung zu radikulärer Genese der Schädigung).
- Bei radikulärer Läsion S1 ebenfalls Fuß- und Zehensenkenschwäche. Nicht tibialisversorgte S1-Muskeln sind jedoch zusätzlich betroffen (z. B. M. gluteus maximus [N. gluteus inferior]). Ähnliche Sensibilitätsstörung an dorsolat. US, lat. Plantarfläche und Außenkante des Fußes (► Abb. 18.4).

## 18.9.2 Polyneuropathien (Auswahl)

### Definition

Schädigung mehrerer peripherer Nerven durch systemischen Prozess (hereditär, metabolisch, tox., paraneoplastisch, entzündl., immunologisch).

### Diabetische Neuropathie

#### Definition

Zumeist dist. symmetrische sensomotorische PNP mit chron.-progredientem Verlauf, seltener asymmetrisch prox. betont oder als Mononeuropathie aufgrund eines Diab. mell.

#### Klinik

- Socken- und handschuhförmige Sensibilitätsstörung mit Schmerzen, Pallesthesie und vegetative Störungen.
- Schlaffe, dist. Paresen mit Abschwächung der MER (bes. ASR).

#### Diagnostik

Neuro-, Myografie, Labordiagn., ggf. Liquordiagn.

#### Therapie

Möglichst ursächliche Ther. Bei Diab. mell. gute Einstellung notwendig, bei neuropathischen Schmerzen symptomatisch Antidepressiva (z. B. Amitriptylin, Duloxetine) oder Antiepileptika (z. B. Gabapentin, Pregabalin).

### Guillain-Barré-Syndrom

#### Definition

Akut oder subakut auftretende Erkr. mit symmetrischen motorischen Ausfällen, die dist. an den unteren Extremitäten beginnen und mehr oder weniger rasch

aufsteigen, sowie autonomer Dysfunktion. Sensible Ausfälle stehen im Hintergrund.

### Ätiologie

Ungeklärt, vermutlich autoimmunologisch mit AK-Reaktion gegen peripheres Myelin.

### Klinik

- Schlaaffe, innerhalb von Tagen aufsteigende symmetrische Paresen mit erloschenen MER.
- Initial Parästhesien, jedoch wenig sonstige Sensibilitätsdefizite.
- Autonome Störungen mit kardialen Arrhythmien (regelmäßige EKG-Kontrollen!), RR-Schwankungen, Harnverhalt und E'lyt-Entgleisung.

### Diagnostik

- Liquor: zytoalbuminäre Dissoziation (Gesamtprotein deutlich ↑, Zellzahl normal oder leicht ↑).
- Neuro- und Myografie (NLG deutlich ↓, nach 2 Wo. pathol. Spontanaktivität).
- Serologie (E'lyte, GM1-AK, Campylobacter-, CMV-, EBV-Titerbestimmung).

### Therapie und Prognose

- Ig (0,4 g/kg) i. v. für 5 d. Bei KI Plasmapherese. Darüber hinaus symptomatische Ther., Thromboseprophylaxe, ggf. Beatmung bei Ateminsuff.
- Innerhalb von 4–6 Wo. Beschwerdemaximum, dann Rückbildung der Paresen in umgekehrter Reihenfolge. Selten schwere Defektzustände. Häufiger gute bis vollständige Rückbildung mögl., selten Übergang in chron. Guillain-Barré-Sy.

## 18.10 Muskelerkrankungen

Michael Akbar



### Hauptsymptom

Muskelschwäche. Fakultativ Schmerzen und Muskelschwund.

### 18.10.1 Progressive Muskeldystrophie

#### Definition

Gruppe von Muskelerkr., die aufgrund von genetischen Muskelstoffwechselstörungen zu unterschiedlich progredientem und verschiedentlich lokalisiertem, deg. Muskelabbau führen (► Tab. 18.11). Der Defekt liegt in der Muskelzelle selbst. Häufigster und bösartigster Typ: Duchenne.

#### Charakteristika

##### Klinik

► Tab. 18.11.

- Schleichender Beginn, symmetrische Manifestation.
- Zunächst Paresen der stammnahen Muskulatur (Schulter, Beckengürtel), dann der Antischwerkraft-Muskulatur (Hüft- und Kniestrecker).

Tab. 18.11 Charakteristika von Muskeldystrophien

Typ (Vererbung)	Alter	Ort	Symptomatik und Verlauf
Duchenne-Aran (X-chromosomal rezessiv)	0.–3. Lj.	Beckengürtel	Maligne Verlaufsform, meist vor 25. Lj. letal. Nur Knaben befallen! Schnell progrediente Becken- und OS-Muskelschwäche (Trendelenburg- und Gowers-Zeichen pos.), Kyphoskoliose, Kardiomyopathie, Gehunfähigkeit mit 12–15J.
Becker-Kiener (X-chromosomal rezessiv)	12.–15. Lj.	Beckengürtel	Benigne Verlaufsform, Treppensteigschwäche, Aufstehprobleme (Trendelenburg- und Gowers-Zeichen pos.), Gnomenwaden (Pseudohypertrophie); Kardiomyopathie, Gehunfähigkeit erst nach dem 50. Lj.
Leyden-Möbius (autosomal-rezessiv)	2.–40. Lj.	Gliedergürtel	Benigne Verlaufsform, im Becken- oder Schultergürtelbereich beginnende, langsam progrediente Schwäche und Parese, keine Pseudohypertrophie, Kardiomyopathie
Erb-Landousy-Déjerine (autosomal-dominant)	7.–25. Lj.	Skapulohumeral	Benigne Verlaufsform, Dystrophie der prox. Arm-Schulter-Muskulatur mit „losen Schultern“, Armheberschwäche; mimische Muskulatur früh betroffen (Facies myopathica), Beinparese erst spät. Verlauf evtl. schubweise, Taubheit

Seltene Muskeldystrophieformen sind die generalisierte, kongenitale Dystrophie De Lange mit malignem, früh letalem Verlauf, die okuläre, benigne Dystrophie Kiloh-Nevin, die okulo-pharyngeale, benigne Dystrophie Barbeau und die benigne, dist. Dystrophie Welander

- **Später** Atrophien und Pseudohypertrophien (bes. Waden) durch Ersatzlipomatose.
- Charakteristische Zeichen durch motorische Einbußen und Kompensationsmechanismen.
  - Gowers-Zeichen: Kniestrecker-Lähmung → Aufrichtung des Pat. beim Aufstehen durch Hochstemmen mit den Armen am eigenen Körper.
  - Trendelenburg-Zeichen (Duchenne): Abkippen des Beckens zur gesunden Seite aufgrund der Glutealmuskulinsuff. → watschelnder Gang.
  - „Tapirschnauze“: rüsselförmige Vorwölbung der Lippen bei Affektion der Gesichtsmuskeln.
- ! Oft Herzmuskel mitbetroffen (kann den Verlauf der Erkr. bestimmen).
- Gel. Intelligenzdefekte.

## Diagnostik

- EMG (kleine, myopathisch veränderte Potenziale, „myogenes Muster“).
- MRT des Muskels.
- Muskelbiopsie (histologisch, biochem., Dystrophinbestimmung).
- Serum: Erhöhung der Muskelenzyme (GOT, GPT, LDH, Aldolase und bes. der CK  $\uparrow$ ).
- EKG (Kardiomyopathie?).
- Genanalyse (diagn. Sicherung erfolgt häufig durch molekulargenetische Analyse).
- Ggf. Pränataldiagn.
- DD: Muskeldystrophien sind von neuromuskulären Ekr. abzugrenzen.

## Therapie und Prognose

Eine kausale Ther. existiert bis heute nicht. Inwieweit sich in Zukunft die Genther. in diesem Bereich durchsetzen wird, bleibt abzuwarten. Die Ther.-Optionen sind rein symptomatisch (KG, Muskelaufbautraining), orthop. Korrektur-OP, Stützprothesen. Ziele des symptomatischen Behandlungsspektrums: möglichst langer Erhalt der Geh- und Stehfähigkeit sowie Kontraktur- und Skolioseprophylaxe zur Verbesserung von Lebensqualität und -erwartung. Eine kardiologische bzw. kardiochir. Ther. kann ebenso wie eine apparativ assistierte Beatmung erforderlich werden. Sehr unterschiedliche Progn., je nach Typ.

## Muskeldystrophie Typ Duchenne

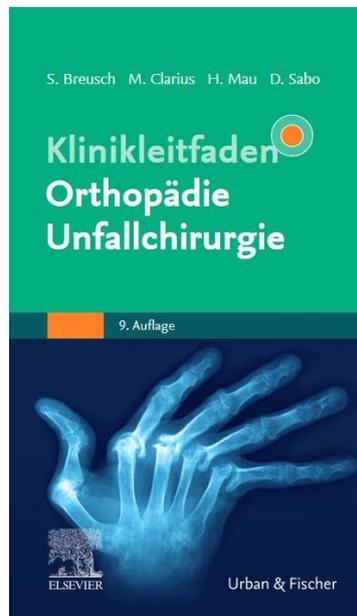
### Definition

Infantile aufsteigende Form. Phänotypisch und von der Schwere des Krankheitsverlaufs ausschließlich M betroffen. F sind Konduktorinnen mit allenfalls milden klin. Zeichen. Inzidenz 30 : 100 000 Neugeborene (M). Erbgang: X-chromosomal rezessiv. Pathogenetisch Fehlen bzw. hochgradiger Mangel ( $\leq 3\%$ ) des Muskelzellmembranproteins Dystrophin. Genauer Pathomechanismus unbekannt.

### Klinik

- Je früher der Beginn, desto langsamer die Progredienz.
- Einteilung in Schweregrade von 0 (klin. unauffällig) bis 10 (ständig bettlägerig, Vollinvalide).
- Typ. Verlauf:
  - Beginn überwiegend um 3. Lj. mit Neigung zum Stolpern und Fallen, Watschelgang (Glutealmuskelschwäche; auch ► 17.1.2).
  - 5.–7. Lj.: Treppensteigen erschwert, zunehmende Lendenlordose, Gehunfähigkeit, „Gnomenwaden“.
  - Meistens 7.–12. Lj. Rollstuhlstadium und Bettlägerigkeit.
  - Progressive Skolioseentwicklung mit Verlust der Gehfähigkeit, Beeinträchtigung der Sitzfähigkeit und Entwicklung von Kontrakturen von Hüft-, Knie- und Sprunggelenk.
  - Tod meist 18.–22. Lj. (wegen Kardiomyopathie und Abbau der Atemmuskulatur).
- Orthop. Probleme:
  - Hypotonie, Pseudohypertrophie sowie Atrophie und Schwäche der Muskulatur.
  - Frühzeitige Beugekontrakturen der Extremitäten ( $\rightarrow$  vorzeitiger Verlust der Geh- und Stehfähigkeit).
  - Rasch progrediente Lähmungsskoliosen (Schmerzen, pulmonale Insuff.), Trichterbrust.

# Erhältlich in Ihrer Buchhandlung oder im Elsevier-Webshop



Ob Assistenzarzt in der Orthopädie Unfallchirurgie, Facharzt oder angehender Mediziner – der Klinikleitfaden bietet Ihnen genau das Wissen, das Sie brauchen – anschaulich und praxisgerecht auf den Punkt gebracht.

- Operative und konservative Orthopädie, Unfallchirurgie, Rheumatologie, orthopädische Onkologie und Pädiatrie
- Eigene Kapitel für Neurologie und Neuroorthopädie, Psychosomatik, Schmerztherapie, Sportmedizin, Physikalische Therapie
- Inklusive Atlas der AO-Klassifikation
- Mit angrenzenden Themen wie Begutachtung, Orthopädietechnik, Arzneimitteltherapie

## Neu in der überarbeiteten und aktualisierten 9. Auflage:

- DMARDs, Biologica (mit Evidenz)
- Einarbeitung der aktuellen Leitlinien und neuester Studien
- Aktualisierung der Osteoporose-Therapie und der Endoprothesenversorgung / Überarbeitung des Psychosomatik-Kapitels

## Klinikleitfaden Orthopädie Unfallchirurgie

9. Aufl. 2019. 871 S., 179 farb. Abb., 131 farb. Tab., PVC  
ISBN: 978-3-437-22475-1 | € [D] 59,- / € [A] 60,70



ELSEVIER

elsevier.de

Empowering Knowledge