

publiziert bei:



AWMF-Register Nr.	064/019	Klasse:	S1
-------------------	---------	---------	----

## S1 Leitlinie –

### Trauma des muskuloskelettalen Systems im Kindes- und Jugendalter – Bildgebende Diagnostik

**Seit > 5 Jahren nicht aktualisiert, Leitlinie wird zur Zeit überarbeitet**

Präambel. Die Inzidenz für Verletzungen des muskuloskelettalen Systems (MKS) im Kindes- und Jugendalter ist hoch (jedes 3. Kind bis zum 16. Lebensjahr). Dabei können besondere, für Kinder und Jugendliche typische Verletzungsformen auftreten. Insbesondere unter dem Aspekt der Strahlenhygiene und des besonderen Schutzes, den Kinder vor unbegründetem Einsatz von ionisierenden Strahlen benötigen, weicht das Vorgehen bei der bildgebenden Diagnostik nicht selten von dem im Erwachsenenalter etablierten Vorgehen ab. Da ein Mangel an spezialisierten Kinderradiologen besteht, werden verunfallte Kinder und Jugendliche mehrheitlich von Nicht-Kinderradiologen untersucht. Diese Leitlinie soll eine Orientierungshilfe für alle nicht auf Kinder spezialisierte Radiologen und Unfallchirurgen sein, die verletzte Säuglinge, Kinder und Jugendliche untersuchen müssen. Sie entbindet den Fachkundigen nicht, die rechtfertigende Indikation für eine Röntgenuntersuchung in jedem Einzelfall kritisch zu überprüfen. Bei Schädel-Hirn-Trauma und Verdacht auf Kindesmisshandlung wird auf die entsprechenden Leitlinien verwiesen.

### Schlüsselempfehlungen

1. Röntgenaufnahmen in 2 senkrecht aufeinander stehenden Standardebenen mit Abbildung der angrenzenden Gelenke sollen als Basisdiagnostik angefertigt werden.  
JA 11 x                      NEIN                      ENTHALTUNG                      100%
2. Die Magnetresonanztomografie sollte bei Diskrepanz zwischen Klinik und Basisdiagnostik und bei komplexen Knorpel-, Weichteil- bzw. Gelenkverletzungen eingesetzt werden.  
JA 11      x                      NEIN                      ENTHALTUNG                      100%
3. Die Computertomografie, ggf. alternativ die Magnetresonanztomografie, sollte unter Einsatz alters- und gewichtsadaptierter Protokolle bei komplexen Extremitäten-, Becken- und Wirbelsäulenverletzungen und ggf. präoperativ eingesetzt werden, wenn ossifizierte Skelettabschnitte beteiligt sind.  
JA 11      x                      NEIN                      ENTHALTUNG                      100%
4. Die Sonografie kann in der Frakturdiagnostik und zur Verlaufsbeurteilung durch den Kundigen eingesetzt werden.  
JA 10      x                      NEIN                      ENTHALTUNG 1                      91%
5. Die Sonographie kann bei komplizierten Weichteilverletzungen, die mittels Bildgebung abgeklärt werden müssen, durch den Kundigen primär eingesetzt werden.  
JA 8              x                      NEIN 3                      ENTHALTUNG                      73%

### Frakturen

- Röntgenübersichtsaufnahmen
  - Als Basisdiagnostik sollen Röntgenaufnahmen in 2 senkrecht aufeinander stehenden Standardebenen angefertigt werden.
  - Bei klinisch sichtbarer Deformierung und gegebener OP-Indikation kann gegebenenfalls auf die zweite Ebene verzichtet werden.
  - Röntgenaufnahmen der Gegenseite sind obsolet!
  - Das Babygramm ist obsolet!
  - In Abhängigkeit von der Lokalisation der vermuteten Fraktur sollen Röntgenaufnahmen unter Einbeziehung des benachbarten Gelenks/der benachbarten Gelenke angefertigt werden.
  - Bei initial unauffälligem Röntgenbild und persistierender Klinik soll ein Kontrollröntgen nach 7 – 14 Tagen durchgeführt werden (1 – 4). Auf den Aufnahmen können die durch eine Fraktur hervorgerufenen periostalen Reaktionen nachgewiesen werden. Alternativ kann eine MRT-Untersuchung die frische Fraktur bzw. das begleitende Knochenmarködem zeigen. Daher ist aus klinischer Sicht zu entscheiden, ob eine aktuelle Diagnosestellung erforderlich ist.

- Bei Verdacht auf eine Schädelfraktur sollen keine Röntgenaufnahmen angefertigt werden (siehe Leitlinie Schädel-Hirn-Trauma), außer es besteht der Verdacht auf eine Kindesmisshandlung (siehe Leitlinie Kindesmisshandlung).
  
- Sonografie
  - Die Sonografie ist kein allgemein akzeptiertes Standardverfahren in der Frakturdiagnostik.
  - Bei erfahrenen Untersuchern besitzt die Sonografie eine hohe Sensitivität und Spezifität (5 - 8).
  - Die Sonografie kann v.a. bei unklarer Lokalisation und Klinik hilfreich sein.
  - Begleitverletzungen wie subperiostales Hämatom, Periostzerreißung (9), Quetschungen, Hämatome und Gefäßverletzungen können erfasst werden.
  - Die Sonografie ist bei Rippen-, Sternum- und Claviculafrakturen (10 - 13) sowie Knorpelverletzungen der Epiphysen (14) den Standard-Röntgenaufnahmen überlegen.
  - Die Sonografie kann bei entsprechender Expertise und Akzeptanz zum Ausschluss oder Nachweis einer nicht oder tolerabel dislozierten Unterarmfraktur, die sicher keiner operativen Therapie bedarf, ausreichen (15).
  - Subkapitale Humerusfrakturen können bei entsprechender Expertise und Akzeptanz sonografisch sicher ausgeschlossen werden (15). Wird eine subkapitale Humerusfraktur sonografisch nachgewiesen, soll ein Röntgenbild in zwei Ebenen zum Ausschluss einer pathologischen Fraktur angefertigt werden.
  
- MRT/CT
  - Ist anhand von Röntgenaufnahmen keine ausreichende Beurteilung möglich, sollte in Abhängigkeit von der Klinik und Lokalisation (z.B. Becken/Wirbelsäule) sowie vom Ausmaß der Verletzung (z.B. komplexe Frakturen, Übergangsfrakturen) bzw. zur Therapieplanung ergänzend eine Schnittbild-Untersuchung angeschlossen werden. Aus Strahlenschutzgründen ist bei gleicher Aussagekraft der MRT der Vorzug zu geben.
  - Die MRT ist das Verfahren der Wahl bei eindeutiger klinischer Symptomatik ohne sicheren Frakturachweis im Röntgenbild (16, 17).
  - Die MRT ist das Verfahren der Wahl zur Diagnostik von Knorpel- und begleitenden Weichteilverletzungen (Nerven, Gefäße) (18 – 20).
  - Die CT sollte nur bei speziellen Fragestellungen zur Diagnostik und Therapieplanung bei Beteiligung ossifizierter Skelettabschnitte eingesetzt werden (z.B. Übergangsfrakturen, komplexe Becken-, Wirbelsäulen-, Ellenbogen- und Handfrakturen), wenn es sich um lebensbedrohliche Zustände handelt oder wenn das MRT nicht ausreichend diagnostisch ist .

### **Weichteilverletzungen**

- Sehnen-, Muskel-, Bandverletzungen
  - Verfahren der ersten Wahl sollte bei entsprechender Expertise die Sonografie sein (21, 22).

- Zur erweiterten Diagnostik soll die MRT eingesetzt werden (21). Die MRT kann bei entsprechender Lokalisation Bildgebung der ersten Wahl sein.
  - Gelenkbinnenschaden
    - Als Methode der Wahl soll bei Verdacht auf einen Gelenkbinnenschaden die MRT eingesetzt werden (45-48).
  - Nervenverletzungen
    - Initiales bildgebendes Verfahren zur Abklärung von Nervenverletzungen sollte bei entsprechender Expertise die Sonografie sein (23-27).
    - Die weiterführende Diagnostik sollte mit der MRT durchgeführt werden (28-32).
  - Gefäßverletzungen
    - Als Methode der ersten Wahl und Screening-Verfahren soll bei Verdacht auf Gefäßverletzungen die farbkodierte Duplexsonografie durch den Kundigen eingesetzt werden (33-39).
    - Durch Applikation von Ultraschall-Kontrastmittel (CEUS – Contrast enhanced ultrasound; Off label use) können im Ultraschall aktive Blutungen nachgewiesen werden (40,42).
    - Ist die sonographische Diagnostik nicht ausreichend genau, kann zur weiterführenden Diagnostik eine MR-Angiografie angefertigt werden (41).
    - Eine CT-Angiografie soll nur in speziellen Fällen durchgeführt werden, in denen kleine Gefäße beurteilt werden müssen, die unterhalb der Auflösung des MRTs liegen oder im Ultraschall nicht übersichtlich genug dargestellt werden können (33,42,43,44).
    - Eine digitale Subtraktionsangiografie sollte nur bei zusätzlich geplanter Intervention durchgeführt werden.
- 
1. Von Laer L, Kraus R, Linhart WE (2013) Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. Thieme Verlag, Stuttgart, New York 6. Auflage.
  2. O’Dell MC, Jaramillo D, Bancroft L, Varich L, Logsdon G, Servaes S (2016) Imaging of sports-related injuries of the lower extremity in pediatric patients. RadioGraphics 36: 1807 – 1827
  3. Alison M, Azoulay R, Tilea B, Sekkal A, Presedo A, Sebag G (2009) Imaging strategies in paediatric musculoskeletal trauma. Pediatr Radiol 39 (Suppl 3) S414 – S421
  4. Powell-Doherty RD, Raynor NE, Goodenow DA, Jacobs DG, Stallion A (2017) Examining the role of follow-up surveys in non-accidental trauma. Am J Surg 213: 606 - 610
  5. Rabiner JE, Khine H, Avner JR, Friedmann LM, Tsung JW (2013) Accuracy of point-of-care ultrasonography for diagnosis of elbow fractures in children. Ann Emerg Med 61: 9 – 17
  6. Eckert K, Ackermann O, Janssen N, Schweiger B, Radeloff E, Liedgens P (2014) Accuracy of the sonographic fat pad sign for primary screening of pediatric elbow fracture: a preliminary study. J Med Ultrasonics DOI 10.1007/s10396-014-0525-0
  7. Moritz JD, Berthold LD, Soenksen SF, Alzen GF (2008) Ultrasound in diagnosis of fractures in children: unnecessary harassment or useful addition to x-ray? Ultraschall in Med 29: 267 - 274

8. Moritz JD, Hoffmann B, Meuser S, Sehr D, Caliebe A, Heller M (2010) Ist die Sonographie der Röntgendiagnostik in der pädiatrischen Frakturdiagnostik gleichwertig? Fortschr Röntgenstr 182: 706-714
9. Mayr JM, Grechning W, Höllwarth ME (2004) Musculoskeletal ultrasound in pediatric trauma. Eur J Trauma 30: 150-160
10. Blab E, Geissler W, Rokitansky A (1999) Sonographic management of infantile clavicular fractures. Pediatr Surg Int 15: 251-254
11. Engin G, Yekeler E, Guloglu R et al. (2000) US versus conventional radiography in the diagnosis of sternal fractures. Acta Radiol 41: 296-299
12. Kayser R, Mahlfeld K, Heyde C et al. (2003) Ultrasonographic imaging of fractures of the clavicle in newborn infants. J Bone Joint Surg Br 85: 115-116
13. Kara M, Dikmen E, Erdal HH et al. (2003) Disclosure of unnoticed rib fractures with the use of ultrasonography in minor blunt chest trauma. Eur J Cardiothorac Surg 24: 608-613
14. Grechning W, Clement HG, Schatz B, Tesch NP (2002) Ultrasound diagnosis in trauma: elbow and hand. Orthopäde 31: 271-277
15. Eckert K, Ackermann O (2015) Sonographische Frakturdiagnostik. Radiologe 55: 992-999
16. Stiris MG, Lilleas FG (1997) MR findings in cases of suspected impacted fractures of the femoral neck. Acta radiol 38: 863-868
17. Gufler H, Schulze CG, Wagner S, Baumbach L (2013) MRI for occult physeal fracture detection in children and adolescents. Acta Radiol 54: 467-472
18. Jaramillo D, Shapiro F (1998) Musculoskeletal trauma in children. Magn Reson Imaging Clin N Am 6: 521-536
19. Ecklund K (2002) Magnetic resonance imaging of pediatric musculoskeletal trauma. Top Magn Reson Imaging 13: 203-2017
20. Snachez TR, Jadhav SP, Swischuk LE (2009) MR imaging of pediatric trauma. Magn Reson Imaging Clin N Am 17: 439-450
21. Piccolo CL, Galluzzo M, Ianniello S et al. (2017) Pediatric musculoskeletal injuries: role of ultrasound and magnetic resonance imaging. Musculoskel Surg 101 (suppl 1): S85-S102
22. Pai DR, Thapa M (2013) Musculoskeletal ultrasound of the upper extremity in children. Pediatr Radiol 43 Suppl1: S48-S54
23. Somashekar DK, Di Pietro MA, Joseph JR (2016) Utility of ultrasound in noninvasive workup of neonatal brachial plexus palsy. Pediatr Radiol 46: 695-702
24. Lee J, Bidwell T, Metcalfe R (2013) Ultrasound in pediatric peripheral nerve injuries: can this affect our surgical decision making? A preliminary report. J Pediatr Orthop 33: 152-158
25. Padua L, Di Pasquale A, Liotta G et al. (2013) Ultrasound as a useful tool in the diagnosis and management of traumatic nerve lesions. Clin Neurophysiol 124: 1237-1243
26. Hollister AM, Simoncini A, Sciuk A, Jordan J (2012) High frequency ultrasound evaluation of traumatic peripheral nerve injuries. Neurol Res 34: 98-103

27. Karabay N, Toros T, Ademoglu Y, Ada S (2010) Ultrasonographic evaluation of the iatrogenic peripheral nerve injuries in upper extremity. *Eur J Radiol* 73: 234-240
28. Gunes A, Bulut E, Uzumcugil A, Oquz KK (2018) Brachial plexus ultrasound and MRI in children with brachial plexus birth injury. *AJNR* 39: 1745-1750
29. Aqqarwal A, Srivastava DN, Jana M et al. (2017) Comparison of different sequences of magnetic resonance imaging and ultrasonography with nerve conduction studies in peripheral neuropathies. *World Neurosurg* 108: 185-200
30. Mitchell CH, Brushart TM, Ahlawat S et al. (2014) MRI of sports-related peripheral nerve injuries. *AJR* 203: 1075-1084
31. Cortes C, Ramos Y, Restrepo R et al. (2013) Practical magnetic resonance imaging evaluation of peripheral nerves in children: magnetic resonance neurography. *Radiol Clin North Am* 51: 673-688
32. Birchansky S, Altman N (2000) Imaging the brachial plexus and peripheral nerves in infants and children. *Semin Pediatr Neurol* 7: 15-25
33. Jaiparia J, Sagar S, Singhal M et al. (2014) Paediatric extremity vascular injuries – experience from a large urban trauma centre in India. *Injury* 45: 176-182
34. Benedetti Valentini M, Farsetti P, Martinello O et al. (2013) The value of ultrasonic diagnosis in the management of vascular complications of supracondylar fractures of the humerus in children. *Bone Joint J* 95: 694-698
35. Mollberg NM, Wise SR, Banipal S et al. (2013) Color-flow duplex screening for upper extremity proximity injuries: a low yield strategy for therapeutic intervention. *Ann Vasc Surg* 27: 594-598
36. Kirkwood ML, Chamseddin KH, Hanson B et al. (2018) Continued ultrasound surveillance required after hand ischemia associated with trauma in children. *Ann Vasc Surg* 51: 119-123
37. Salvati S, Settembrini AM, Bissacco D et al. (2017) Vascular injury due to humerus fracture in pediatric age: When the treatment is mandatory. *Ann Vasc Surg* 44: 420.e11-420.e15
38. Jones SD, Fischer J, Kwan C et al. (2016) Traumatic femoral artery thrombosis diagnosed by point-of-care ultrasonography in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 32: 885-887
39. Bergqvist D, Karacagil S, Westman B (1998) Paediatric arterial trauma. *Eur J Surg* 164: 723-731
40. Miele V, Piccolo CL, Galluzzo M et al (2016) Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in blunt abdominal trauma. *Br J Radiol* 89(1061):20150823
41. Menichini G, Sessa B, Trinci M et al. (2015) Accuracy of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the identification and characterization of traumatic solid organ lesions in children: a retrospective comparison with baseline US and CE-MDCT. *Radiol Med* 120: 989-1001
42. Tolhurst SR, Vanderhave KL, Caird MS et al. (2013) Cervical arterial injury after blunt trauma in children: characterization and advanced imaging. *J Pediatr Orthop* 33: 37-42

43. Babar S, Amin MU, Kamal A, Rana A (2016) The role of 320 Slice CT angiography in predicting vascular trauma. J Coll Physicians Surg Pak 26: 23-26
44. Fishman EK, Horton KM, Johnson PT (2008) Multidetector CT and three-dimensional CT angiography for suspected vascular trauma of the extremities. Radiographics 28: 653-665
45. Würfel A, Hofmann-von-Kap-herr SH, Engel V, Linke F (1995) Diagnostic possibilities and treatment approaches for fracture of the intercondylar eminence in the growth period. Unfallchirurgie 21: 124-129
46. Andrish JT (1996) Meniscal injuries in children and adolescents: Diagnosis and management. J Am Acad Orthop Surg 4: 231-237
47. Soler R, Lopez-Fernandez F, Rodriguez E, Marini M (2002) Hemophilic arthropathy. A scoring system for magnetic resonance imaging. Eur Radiol 12: 836-843
48. Kreitner KF, Romaneehsen B, Krummenauer F et al. (2006) Fast magnetic resonance imaging of the knee using a parallel acquisition technique (mSENSE): a prospective performance evaluation. Eur Radiol 16: 1659-1666

18.1.2022: Gültigkeit der Leitlinie nach inhaltlicher Überprüfung durch das Leitliniensekretariat verlängert bis 31.5.2024

**Erstveröffentlichung:**

06/2019

**Überarbeitung von:**

**Nächste Überprüfung geplant:**

06/2021

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

**Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online**