

Statusartikel

Ugeskr Læger 2023;185:V12210956

Antebrachiumfrakturer hos børn

David Gøttsche & Morten Jon Andersen

Afdeling for Led- og Knoglekirurgi, Traumesektionen, Københavns Universitetshospital – Herlev og Gentofte Hospital

Ugeskr Læger 2023;185:V12210956

HOVEDBUDSKABER

- Ikkeoperativ behandling er fortsat en god og effektiv metode.
- Operativ behandling af ustabile frakturer med fleksible marvsøm har få komplikationer.
- Antebrachiumfrakturer har den højeste risiko for refraktur af alle typer brud.

Underarmen er det hyppigste sted for knoglebrud hos børn; ca. 15% af frakturerne findes i den midterste tredjedel af antebrachium [1]. Der ses forskellige frakturtyper med stor forskel i behandlingen. Alvorlige komplikationer er sjældne, men kompartmentsyndrom, nerve- og senelæsioner, infektioner samt iatrogen epifysiodese ses. Denne statusartikel fokuserer på udredningen og behandlingen af frakturer i skaftet af radius og ulna i det umodne skelet.

ANATOMI

Underarmens skelet består af radius og ulna, der mødes i det proximale og distale radioulnarled (P-/DRUJ). Samspillet mellem radius og ulna er komplekst og bør opfattes som én samlet ringstruktur, der ofte skades to steder. Fundet af en isoleret fraktur bør derfor fordre en grundig undersøgelse af hele underarmen. Kombinationer af fraktur og luksation ses sjældent, men er en kompleks skade, der hyppigt overses med risiko for blivende men. Ca. 80% af længdevæksten ligger distalt i radius og proximalt i ulna, hvorfor det største potentiale til remodellering findes der. Fejlstilling i skaftet af radius og ulna bedres næsten udelukkende ved lokal remodellering af knoglen omkring frakturen. Dermed tåles mindre fejlstilling end ved frakturer tæt på de hurtigtvoksende vækstsiver. Potentialet for remodellering afhænger af barnets knoglealder og deraf restvækst [2].

UDREDNING

Skadesmekanisme

Hos mindre børn ses ofte fald fra egen højde eller fra møbler. Frakturer hos børn i alderen 5-8 år sker hyppigst som følge af fald fra legestativer eller trampoliner. Hos de større børn er skaderne ofte relateret til sport, og der ses en kraftig stigning af incidensen hos drenge i alderen 12-15 år [3]. Ved skadesmekanismer med høj energi skal undersøgeren være opmærksom på andre skader, f.eks. samsidig fraktur omkring albuen.

Objektive fund

Den skadede arm observeres for synlig fejlstilling, hævelse og sår samt undersøges for ømhed og bevægelighed

af de tilstødende led. Kar- og nerveforhold undersøges grundigt [4].

Billeddiagnostik

Ved mistanke om fraktur foretages der røntgenundersøgelse af hele underarmen i to plan. Ved tvivl, især ved bøjningsbrud, kan modsatte arm røntgenfotoferes til sammenligning. Ved mistanke om fraktur-luksation fokuseres særligt på, hvorvidt P-/DRUJ er kongruente. Røntgen af underarmen er ikke optimalt til brug for vurdering af albuen og håndledet, og der kan være behov for at supplere med optagelser af disse.

KLASSIFIKATION

Frakturer i underarmen (**Figur 1**) beskrives ud fra de radiologiske fund og bør indeholde information om involverede knogler, niveauet og mønsteret (bøjning, greenstick, komplet eller komminut). Dertil beskrives evt. forkortning, translation, vinkling og rotation.

FIGUR 1 Diafysære frakturtyper hos børn. **A.** Bøjningsbrud i radius og greenstick i ulna. **B.** Greenstickfrakturer i radius og ulna. **C.** Komplet fraktur i ulna og radius med let forskudt niveau, ulna ca. 5 cm mere distal end radius. Begge med komplet translation og forkortning.



Specielle frakturer hos børn

Frakturtypen afhænger af størrelsen af den kraft, som knoglen påvirkes af. Børns knogler er plastiske og kan bøje op mod 30 grader, men hvis knoglens elastiske grænse overskrides, opstår der blivende deformitet eller regelrette frakturer [5].

Bøjningsbrud er en blivende plastisk deformitet i knoglen, som skyldes mikrofrakturer i den konkave side af knoglen (Figur 1A). Der opstår ingen blødning eller skade på periost, og derfor er der minimalt potentiale for remodellering.

Torus- (udbuling) eller bucklefrakturer opstår som følge af kompressionskræfter i knoglens længdeakse. Frakturerne ses næsten udelukkende metafysært, hvor knoglen er mest porøs. Disse skader er udislocerede og stabile og kræver kun få ugers bandagering som smertelindring. Der er ikke behov for radiologisk opfølgning [6].

Greenstickfraktur betegner en plastisk deformation i den ene cortex og en gennemgående fraktur i den anden. Den resulterer i tab af knoglens strukturelle styrke (Figur 1B), og bruddene er ustabile [6, 7].

Frakturluksationer

Monteggia-frakturluksation er en fraktur af ulnaskaftet med samtidig luksation af caput radii. Skaden tolkes ofte fejlagtigt som en isoleret ulnafraktur. En overset caput radii-luksation kan have alvorlige konsekvenser for bevægeligheden i albuen [8]. Galeazzi-frakturluksation kan hos børn ses som en fraktur i distale tredjedel af radius sammen med enten luksation af caput ulnae eller epifysiolyse distalt i ulna [9].

IKKEOPERATIV BEHANDLING

Behandlingen afhænger af frakturtype og graden af fejlstilling. Acceptable grænser for fejlstilling er anført i Figur 2, dog bør der altid stiles mod bedst mulige stilling [7, 10, 11].

FIGUR 2 De maksimale acceptable fejlstillinger i diafyse.



Piger < 8 år Drenge < 10 år	15°	
Piger 8-12 år Drenge 10-14 år	10°	
Piger > 12 år ^a Drenge > 14 år ^a	< 10°	
Forskydning: maks. 50% knoglebredde		

a) Afhænger af restvækst/åbne fyser, såfremt disse er lukkede eller tæt herved behandles som voksne med maks. 5° fejlstilling.

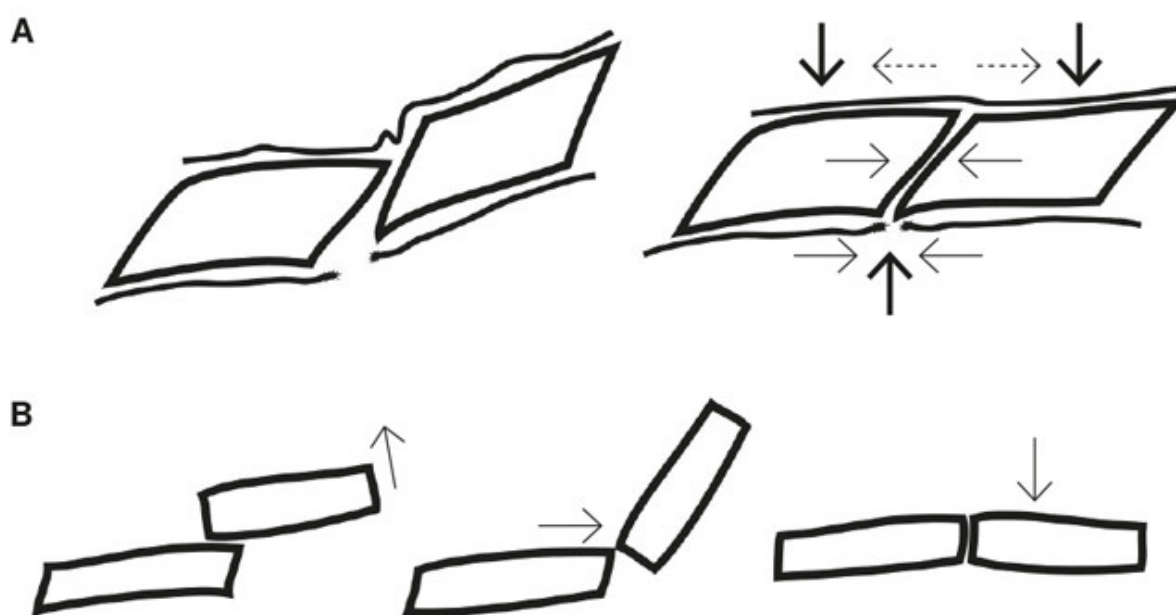
Lukket reponering

Frakturer med svær fejlstilling, som resulterer i neurovaskulær påvirkning eller truede bløddel, skal reponeres umiddelbart i akutmodtagelsen. Ellers reponeres frakturer hos børn bedst i røntgengennemlysning og under tilstrækkelig anæstesi, i Danmark oftest i fuld bedøvelse, men i udlandet tit under kraftig rus. Ved reponering af

frakturer i akutmodtagelsen skal fordelene stå mål med generne, især hvis frakturen alligevel kræver yderligere behandling i anæstesi.

Den tykke periost hos børn er ofte intakt på den konkave side af frakturen og kan udnyttes som hængsel under reponering og bandagering (Figur 3A).

FIGUR 3 A. Den tykke periost hos børn er ofte intakt på den konkave side af frakturen. Ved reponering udnyttes den intakte periost som hængsel. Gipsen modelleres, så den yder 3-punktstøtte (tykke pile), og herved strækkes periosten (stiplede pile), så der opnås kompression over frakturen (tynde pile). **B.** Reponering af forkortede frakturer. Først genskabes stillingen i skadesøjeblikket. Der påføres længdetræk, så fragmenterne frigøres fra hinanden. Knoglernes anatomiske akse genskabes.



Reponering af bøjningsbrud skal foregå ved et stort kontinuerligt pres over flere minutter for at opnå anatomisk stilling. Ved bøjningsbrud, der kan rettes til normal stilling, behøver man ikke at indsætte fleksible marvsøm [12].

Greenstickfrakturer på samme niveau i radius og ulna kan som regel reponeres ved et simpelt modtryk. Behovet for at bryde den intakte cortex debatteres fortsat. Logisk set er greenstickfrakturer mere stabile end komplette brud, men greenstickfrakturs naturlige trang til at displacere sig kræver en kurveret cirkulær gips [13].

Komplette frakturer (Figur 1C) med mindre end én knoglebreddes translation reponeres ved simpelt modtryk. Frakturer på forskelligt niveau tyder på involvering af rotation i skademekanismen. Ved reponering skal underarmen påvirkes med en kraft modsat den, der i skadesøjeblikket forårsagede frakturen.

Forkortede frakturer reponeres ved først at forværre fejlstillingen, derved frigøres fragmenterne fra hinanden, længdetræk påføres, og slutteligt genskabes armens anatomiske akse (Figur 3B) [13]. Længdetræk over flere minutter ved brug af »kinastræk« kan også anvendes. Det tillader bruddet selv at finde den bedst mulige stilling og muliggør anlæggelse af gips under stræk.

Anlæggelse af gips

I 1957 skrev *John Charnley*: »Many failures in conservative treatment can be traced to inadequate plaster technique ... The surgeon who aspires to skill in the conservative method must subject himself to a long apprenticeship in 'plastercraft'. Skill is not to be learned from books but only by continuous repetition for at least one year, and the casualty officer who regards the application of plasters as a menial task to be delegated to juniors or to the nursing staff will be well advised to transfer his attention to another specialty« [13].

Antebrachiumfrakturer i acceptabel stilling behandles med høj cirkulær gips, der forhindrer bevægelse i albue og håndled og låser underarmens rotation (Figur 4A) [14, 15]. Anvendelsen af cirkulær gips muliggør bandagering med trepunktsstøtte (Figur 3A), så frakturskred modvirkes, og ved behov kan der senere indsættes spredekiler. Det er vigtigt, at den cirkulære gips sidder så tilpas tæt, at den forhindrer uønskede bevægelser og beskytter mod, at gipsen glider.

FIGUR 4 Behandling af antebrachiumfrakturer. **A.** Frakturen er reponeret lukket og holdes på plads af en modelleret cirkulær gips. **B.** Frakturen fra Figur 1C er reponeret og stabiliseret med fleksible metalmarvsøm. Bemærk, at en gipsskinne er tilstrækkeligt efter osteosyntese.



OPERATIV BEHANDLING

Frakturer i den centrale del af underarmen, der er ustabile eller ikke lader sig reponere lukket, behandles operativt. Osteosyntese sker helt overvejende med fleksible metalmarvsøm, såkaldte elastic stable intramedullary nails (ESIN) (Figur 4B). ESIN sættes intramedullært, distalt fra i radius og proksimalt fra i ulna gennem små hudincisioner. Ved operation med ESIN er det vigtigt, at der vælges korrekt diameter, og at operatøren er opmærksom på de faldgruber, der er ved brugen af denne metode [16]. Bioabsorberbare marvsøm, der unødvendiggør implantatfjernelse, er udviklet til samme formål som ESIN og er under kontrolleret indførelse flere steder i verden. Hvis der ikke kan opnås tilfredsstillende resultat med ESIN, er skinneosteosyntese et godt alternativ [4].

Ved Monteggia-fraktur kan lukket reponering af frakturen i ulna være tilstrækkeligt til, at caput radii kommer på plads. Åben reponering og intern fiksering af ulna er påkrævet, hvis frakturen ikke kan reponeres lukket eller er ustabil [8, 9]. Galeazzi-fraktur behandles med osteosyntese af radius og reponering af DRUJ eller epifysiolyse i

ulna [9].

Hvis frakturen ikke kan reponeres ved åbne frakturer eller ved mistanke om kompartmentsyndrom, foretages åben operation.

OPFØLGNING

Ikkeoperativ behandling

Frakturer, der er udislocerede eller reponerede til acceptabel stilling, følges ugentligt de første 2-3 uger med røntgenundersøgelse for at opdage frakturskred. Den samlede bandageringstid er 6-8 uger. Afsluttende røntgenkontrol er kontroversiel, men kan formentlig udelades, hvis der ikke er bekymrende kliniske tegn [17]. Brugen af skinner eller bandager efter fjernelse af gips har ikke vist en overbevisende effekt [18].

Operativ behandling

Osteosynterede frakturer bør være stabile, og en vinkelgips eller præfabrikeret skinne kan bruges kortvarigt for at smertelindre og beskytte operationssåret. Behovet for røntgenkontrol er kontroversielt.

Osteosyntesemateriale kan fjernes efter ca. seks mdr., når røntgenundersøgelse viser, at frakturen er solidt helet. Åben reponering eller åben fraktur forlænger helingstiden og øger risikoen for refraktur [16, 19, 20], hvorfor vi anbefaler, at man fjerner osteosyntesematerialet efter op mod 12 mdr., når der er sikker radiologisk heling.

KOMPLIKATIONER

Gipsbehandling anses generelt for sikker, dog skal man være opmærksom på risikoen for tryksår og kompartmentsyndrom, især ved cirkulær gips. I meget sjældne tilfælde er forbrænding af huden under gipsen beskrevet. Fremmedlegemer, der kommer under gipsen, kan give tryk, og fugt kan give hudnedbrud og infektion. Der skal være særlig opmærksomhed på smerter, løs gips eller dårlig lugt. Ved mistanke om komplikation skal gipsen tages af, huden inspiceres, og gipsen omlægges [21].

Refraktur forekommer i 6-10% af de ikkeoperativt behandlede frakturer op til et år efter fjernelse af gips [4]. Der er påvist en direkte sammenhæng mellem immobiliseringstiden og risikoen for refraktur [22]. Hos børn, som er blevet behandlet med ESIN, er der påvist en forekomst af refraktur på 4% [23]. I et andet studie fandt man, at forekomsten af refraktur var 1,5% med ESIN in situ og 3,5% efter fjernelse af ESIN [24].

Nerveskade kan både opstå i forbindelse med traumet og/eller ved operation; i et studie er forekomsten angivet til ca. 5% [20]. Ved indsættelse af ESIN i radius er der risiko for påvirkning af den kutane gren af n. radialis. Ved korrekt teknik er risikoen for blivende nerveskade lille [25]. Dorsal adgang på radius anbefales ikke rutinemæssigt, da der er risiko for skade på extensor pollicis longus-senen [26].

Incidensen af kompartmentsyndrom angives til 3-10%. Højenergitraumer, langvarig reposition og gentagne forsøg på at sætte ESIN øger risikoen [26-28].

Migration af ESIN ses i ca. 0,5% af tilfældene [29]. Hvis huden trues, eller der er væsentlig bevægeindskrænkning, må marvsømmet fjernes.

Risikoen for infektion efter ESIN er lille, og i et studie med 202 frakturer fandt man en infektionsrate på 0,5% [24].

Fejlstilling efter fraktur i underarmen er en hyppig komplikation [4]. Selv få graders vinkling i diafysen kan have stor indflydelse på rotationen i underarmen [11]. Ved operativ behandling er klinisk betydende fejlstilling

opgjort til 1,5% [24].

Risikoen for epifysiodese efter indsættelse af ESIN kendes ikke præcist, men det er en alvorlig komplikation [12].

KONKLUSION

Antebrachiumfrakturer hos børn er hyppige, og kendskab til de almindelige og sjældne variationer er vigtigt for at give den bedste behandling. Reponering af fejlstillinger, både forskydninger, vinkling og rotation, er afgørende for at genoprette den normale bevægelighed i underarmen. Lukket reponering og gips er at foretrække. Hvis frakturen ikke kan stabiliseres i gips, er anvendelse af ESIN en effektiv og sikker metode.

Korrespondance David Gøttsche. E-mail: dgmadsen@gmail.com

Antaget 22. juni 2022

Publiceret på ugeskriftet.dk 23. januar 2023

Interessekonflikter ingen. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2023;185:V12210956

SUMMARY

Diaphyseal forearm fractures in children

David Gøttsche & Morten Jon Andersen

Ugeskr Læger 2023;185:V12210956

Diaphyseal forearm fractures in children are common and knowledge of both ordinary and rare variations of these are important to deliver the best treatment as presented in this review. Closed reduction and cast immobilisation are effective and well-documented treatments for most fractures. Fractures which cannot be sufficiently treated in a cast are stabilised with elastic stable intramedullary nailing which is an effective treatment with a low complication rate. The focus in reduction is to correct alignment, displacement, and rotation to restore normal function of the forearm.

REFERENCER

1. Hedström EM, Svensson O, Bergström U et al. Epidemiology of fractures in children and adolescents: increased incidence over the past decade: a population-based study from northern Sweden. *Acta Orthop.* 2010;81(1):148-153.
2. Ho CA. Radius shaft fractures – what alignment is acceptable at what age? *J Pediatr Orthop.* 2021;41(Suppl 1):S14-S19.
3. Landin LA. Epidemiology of children's fractures. *J Pediatr Orthop B.* 1997;6(2):79-83.
4. Sinikumpu J-J, Serlo W. The shaft fractures of the radius and ulna in children: current concepts. *J Pediatr Orthop B.* 2015;24(3):200-6.
5. Chamay A, Tschantz P. Mechanical influences in bone remodeling. *J Biomech.* 1972;5(2):173-80.
6. Randsborg P-H, Sivertsen EA. Distal radius fractures in children: substantial difference in stability between buckle and greenstick fractures. *Acta Orthop.* 2009;80(5):585-9.
7. Noonan KJ, Price CT. Forearm and distal radius fractures in children. *J Am Acad Orthop Surg.* 1998;6(3):146-56.
8. Miller TC, Fishman FG. Management of monteggia injuries in the pediatric patient. *Hand Clin.* 2020;36(4):469-478.
9. Rodríguez-Merchán EC. Pediatric fractures of the forearm. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(432):65-72.
10. Matthews LS, Kaufer H, Garver DF et al. The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both

- bones of the forearm. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(1):14-7.
11. Colaris J, Reijman M, Allema JH et al. Angular malalignment as cause of limitation of forearm rotation: an analysis of prospectively collected data of both-bone forearm fractures in children. *Injury.* 2014;45(6):955-9.
 12. Slongo TF. Complications and failures of the ESIN technique. *Injury.* 2005;36Suppl 1:A78-85.
 13. Charnley J. *The closed treatment of common fractures.* 4th ed. Cambridge University Press, 1957.
 14. Vopat ML, Kane PM, Christino MA et al. Treatment of diaphyseal forearm fractures in children. *Orthop Rev (Pavia).* 2014;6(2):5325.
 15. Bowman EN, Mehlman CT, Lindsell CJ, Tamai J. Nonoperative treatment of both-bone forearm shaft fractures in children: predictors of early radiographic failure. *J Pediatr Orthop.* 2011;31(1):23-32.
 16. Lascombes P, Haumont T, Journeau P. Use and abuse of flexible intramedullary nailing in children and adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2006;26(6):827-34.
 17. Bochang C, Katz K, Weigl D et al. Are frequent radiographs necessary in the management of closed forearm fractures in children? *J Child Orthop.* 2008;2(3):217-20.
 18. Soumekh L, Sylvanus T, Karlen A et al. Refracture rate of both bone forearm fractures: a retrospective comparison of casting alone versus casting and extended functional bracing. *J Pediatr Orthop.* 2021;41(5):267-272.
 19. Fernandez FF, Langendörfer M, Wirth T, Eberhardt O. Failures and complications in intramedullary nailing of children's forearm fractures. *J Child Orthop.* 2010;4(2):159-67.
 20. Sinikumpu J-J, Lautamo A, Pokka T, Serlo W. Complications and radiographic outcome of children's both-bone diaphyseal forearm fractures after invasive and non-invasive treatment. *Injury.* 2013;44(4):431-6.
 21. Nguyen S, McDowell M, Schlechter J. Casting: pearls and pitfalls learned while caring for children's fractures. *World J Orthop.* 2016;7(9):539-45.
 22. Bould M, Bannister GC. Refractures of the radius and ulna in children. *Injury.* 1999;30(9):583-6.
 23. Han B, Wang Z, Li Y et al. Risk factors for refracture of the forearm in children treated with elastic stable intramedullary nailing. *Int Orthop.* 2019;43(9):2093-2097.
 24. Kruppa C, Bunge P, Schildhauer TA, Dudda M. Low complication rate of elastic stable intramedullary nailing (ESIN) of pediatric forearm fractures: a retrospective study of 202 cases. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(16):e6669.
 25. Schmittenebecher PP. State-of-the-art treatment of forearm shaft fractures. *Injury.* 2005;36Suppl 1:A25-34.
 26. Chia B, Kozin SH, Herman MJ et al. Complications of pediatric distal radius and forearm fractures. *Instr Course Lect.* 2015;64:499-507.
 27. Kalyani BS, Fisher BE, Roberts CS, Giannoudis PV. Compartment syndrome of the forearm: a systematic review. *J Hand Surg Am.* 2011;36(3):535-43.
 28. Yuan PS, Pring ME, Gaynor TP et al. Compartment syndrome following intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop.* 2004;24(4):370-5.
 29. Pogoreli Z, Gulin M, Jukić M et al. Elastic stable intramedullary nailing for treatment of pediatric forearm fractures: a 15-year single centre retrospective study of 173 cases. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2020;54(4):378-384.