

Suprakondylære humerusfrakturer hos barn

Sammendrag

Bakgrunn. Suprakondylære humerusfrakturer hos barn er vanlig. I dag er alvorlige komplikasjoner meget sjeldent. Vi gir her en oversikt over behandlingen av disse bruddene og prognosen.

Materiale og metode. Artikkelen er basert på et ikke-systematisk litteratursøk i PubMed og erfaring fra egen forskning.

Resultater. Skaden skyldes som regel et fall på strak arm fra en høyde. Gjennomsnittsalderen er ca. seks år. Udislokerte brudd behandles konservativt med gips. Dislokerte frakturer bør ikke behandles med gipsing alene da dette ofte fører til feilstillinger og permanente nevrovaskulære sekveler. Strekkbehandling av dislokerte frakturer reduserer andelen komplikasjoner betraktelig sammenliknet med gipsbehandling. Resultatene etter strekkbehandling og perkutan pinning er sammenliknbare, men pinneteknikk er billigere, hovedsakelig fordi antall liggedøgn er færre. I tillegg synes det å være lavere risiko for cubitus varus etter pinning. I dag er lukket reponering og perkutan pinning den vanligste behandlingen. Valg av pinnekonfigurasjon er opp til kirurgen. Kryssede pinner er vanligere enn to laterale pinner, selv om medial pinneplassing kan gi affeksjon av n. ulnaris. Skaden er imidlertid som regel forbigående. Dyp infeksjon ved perkutan pinning forekommer meget sjelden.

Fortolkning. Perkutan pinning av suprakondylære humerusfrakturer er en rimelig behandlingsmetode og gir gode resultater.

Per-Henrik Randsborg

pran@ahus.no

Ortopedisk avdeling

Akershus universitetssykehus

1478 Lørenskog

og

Fakultetsdivisjon Akershus universitetssykehus

Universitetet i Oslo

Einar Andreas Sivertsen

Ortopedisk avdeling

Akershus universitetssykehus

Suprakondylær humerusfraktur er den vanligste bruddet ved albuen hos barn, og representerer omkring 5% av alle brudd blant barn under 16 år (1, 2). Det er litt flere gutter enn jenter blant pasientene, og venstre side affiseres oftere enn høyre (3, 4). I de fleste publikasjoner er gjennomsnittsalderen ved skadetidspunktet ca. seks år (5). Den lave alderen kan forklare hvorfor de fleste bruddene forekommer under lek og ikke i forbindelse med organisert idrett. Skademekanismen er som regel fall på strak arm fra en høyde (3). Når albuen er ekstendert, ligger olecranon låst i fossa olecrani i distale del av humerus. Underarmen vil dermed virke som en brekkstang som forårsaker fraktur anterior i distale humerus rett proksimalt for festet til leddkapselen. Dette fører til en ekstensjonsfeilstilling av distale fragment. Fleksjonsfeilstilling er sjeldent, og skyldes som regel direkte traume mot flektert albue. Trampolinerelaterte skader har økt det siste tiåret, og skadeomfanget er beskrevet i flere studier, også fra Norge (6). Forekomsten av brudd generelt blant barn ser ut til å øke i den vestlige verden (2, 7). Det er uklart om mer bruk av trampoline bidrar til denne økningen, eller om denne aktiviteten har erstattet andre skademekanismer.

Formålet med denne artikkelen er å gi en oversikt over behandlingsalternativer og prognose for suprakondylære humerusfrakturer hos barn.

Materiale og metode

Artikkelen er basert på erfaring fra egen forskning og et ikke-systematisk søk i PubMed. Det er gjort et utvalg av artikler fra søket og av referansene i disse artiklene.

Klassifikasjon

Suprakondylære humerusfrakturer hos barn klassifiseres i dag etter Gartlands klassifika-

sjon (fig 1) (8). Denne klassifikasjonen har god intra- og interobservatør reliabilitet (9). Gartland type 1 er en udislokert fraktur. Type 2 er en dislokert fraktur med intakt bakre cortex. Disse frakturene er av ren ekstensjonstype, ettersom den posteriore cortex stabiliserer bruddet i rotasjon. Type 3 er en helt dislokert fraktur uten kontakt mellom bruddfragmentene og har ofte rotasjonsfeilstilling i tillegg til ekstensjonsfeilstilling. Disse bruddene er assosiert med nevrovaskulær skade. Det er rapportert pulsløs ekstremitet i opptil 20% av Gartland type 3-frakturer (4).

Behandling av udislokerte brudd

Behandlingen av udislokerte brudd er konservativ og gir nesten aldri komplikasjoner (10). Ved vår avdeling gipses albuen i 90° i tre-fire uker (avhengig av alder), med røntgenkontroll etter en uke.

Behandling av dislokerte brudd

Dislokerte brudd har historisk sett vært forbundet med til dels alvorlige komplikasjoner. Stor hevelse og karskade kan føre til kompartmentsyndrom, iskemi og Volkmanns kontraktur. I tillegg var forekomsten av feilstilling (cubitus varus) høy (11).

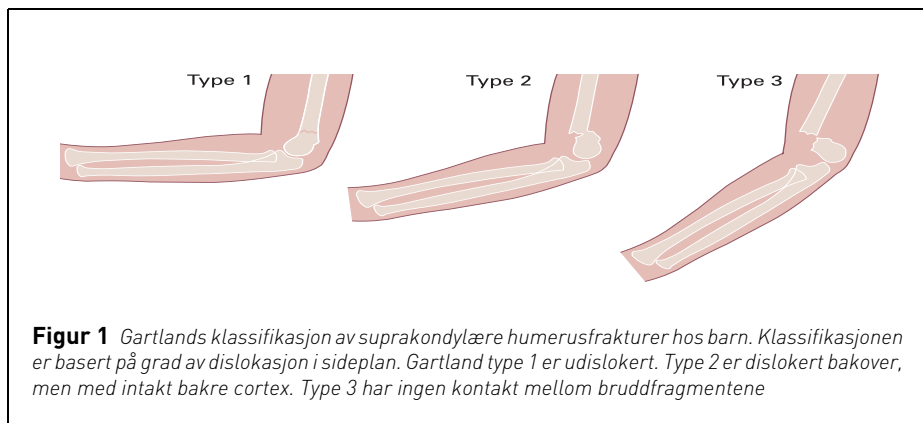
Lukket reponering

og fiksering i gips eller fatle

Tradisjonelt har behandlingen vært lukket reponering og fiksering i gips eller fatle. For å holde det distale fragmentet reponert må albuen flekteres i over 90° i gips. Denne behandlingen gir relativt mange komplikasjoner, der cubitus varus-feilstilling i albuen (fig 2) er den vanligste og kompartmentsyndrom med påfølgende Volkmanns iskemi

Hovedbudskap

- Perkutan pinning av suprakondylære humerusfrakturer hos barn er en trygg behandlingsmetode med gode resultater
- Varusfeilstilling i albuen er den vanligste komplikasjonen og kan være kosmetisk skjemmende, men gir sjelden funksjonelle plager
- Kompartmentsyndrom med påfølgende kontraktur forekommer i dag meget sjelden



uklart hvor mange pinner som er nødvendig (31). I de fleste studier har man benyttet to pinner som standard, og latt kirurgen vurdere behovet for flere pinner peroperativt. I et retrospektivt materiale på 112 brudd fra Akershus universitetssykehus var 67% operert med to kryssede pinner, 26% med tre pinner (to laterale og en medial) og 5% med fire pinner (to laterale og to mediale) (5).

Komplikasjoner

Volkmanns iskemi

Den mest alvorlige komplikasjonen, Volkmanns iskemi med påfølgende kontraktur, kan inntreffe etter kompartmentsyndrom i fossa cubitalis som følge av blødning fra a.brachialis eller postiskemisk ødem. Permanente sekveler etter karskader ved suprakondylære humerusfrakturer er likevel en sjeldenhet i dag. I perioden 2001–07 mottok Rikshospitalet kun fem barn med sirkulasjonssvikt etter suprakondylære humerusfrakturer som var blitt behandlet ved andre sykehus med lukket reposisjon og pinning (32). Disse ble eksplorert og a. brachialis ble funnet interponert i frakturen hos alle. Ved klinisk etterundersøkelse mer enn ett år senere hadde alle normal symmetrisk funksjon i overekstremitetene, inkludert normal nevrovaskulær status og bevegelsesutslag.

Nevrovaskulære utfall preoperativt er et varsel om potensiell karskade. Det er konsensus om at angiografi ikke er indisert i tilfeller med nevrovaskulære utfall, ettersom dette tar tid og ikke endrer behandlingen (33). Dersom ekstremiteten er pulsøs, skal man forsøke lukket reponering og perkutan pinning så raskt som mulig (34). Fraværet av puls kan skyldes trombose, karskade, aneurisme eller at a. brachialis er skadet eller fastklemt i bruddet (32, 35–37), men skyldes som regel karspasme (38). I de aller fleste tilfellene vil pulsen komme tilbake når bruddet reponeres (fig 3). Noen forfattere anbefaler å eksplorere fossa cubitalis dersom ekstremiteten forblir pulsøs etter reponering og pinning av frakturen (35). Reigstad og medarbeidere anbefaler eksplorering av arterien i alle tilfeller der ekstremiteten forblir pulsøs også etter rereponering av frakturen (32). Behovet for eksplorering av en pulsøs, kald og hvit ekstremitet er åpenbar, mens det er noe diskusjon vedrørende håndteringen av en pulsløs, men varm og rosa hånd (39). I en systematisk oversiktsartikkel om emnet ble det konkludert med at behandlingen avhenger av kliniske funn, og at det er forsvarlig å avvente eksplorering av en varm, men pulsøs ekstremitet (33). Det er imidlertid nødvendig med grundig overvåking av armen, og nye tegn på iskemi bør føre til rask eksplorering av arterien.

Cubitus varus

Cubitus varus er den vanligste permanente komplikasjonen etter suprakondylære humerusfrakturer hos barn, uansett behandlingmetode (fig 2). Andelen pasienter med

den mest alvorlige (12). Dessverre er denne metoden fortsatt vanlig i flere deler av verden (13).

Åpen kirurgi

Åpen kirurgi har vært forbundet med stivt ledd, myositis ossificans, vekstforstyrrelser og infeksjoner, samt iatrogene nevrovaskulære komplikasjoner og er derfor ikke å anbefale (8, 14).

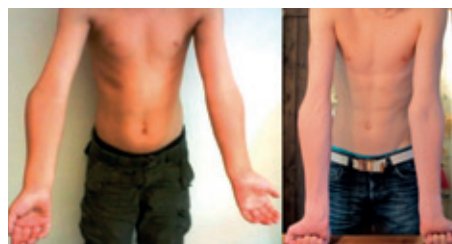
Strekkebehandling

I 1939 beskrev Dunlop lateral strekkebehandling og viste til gode resultater (15). Strekkebehandling kan enten gjøres med armen strukket ut lateralt (3, 15) eller over hodet på pasienten (16–18). Metoden gir ingen risiko for iatrogen nevrovaskulær skade. Den gir redusert risiko for kompartmentsyndrom med påfølgende Volkmanns kontraktur sammenliknet med gipsbehandling alene (10, 16). Ulempen er lang liggetid i sykehus (2–3 uker). Resultater etter strekkebehandling er undersøkt retrospektivt ved Telemark sentralsykehus (16). 26 barn ble etterundersøkt klinisk gjennomsnittlig sju år etter skaden. 15 barn var behandlet med vertikalt olecranonstrekk og 11 med lukket reposisjon og gips. Det var ingen nevrovaskulære komplikasjoner. Selv om pasientmaterialet er lite, fant forfatterne at strekkebehandlingen ga mindre reduksjon av den normale valgusstillingen i albuen enn behandling med lukket reponering og gips.

Perkutan pinneteknikk

Perkutan pinneteknikk ble beskrevet første gang av Judet i 1947 (19), og er den dominerende behandlingsmetoden i verden i dag (14, 20–22). Bruddet reponeres lukket og fikseres med Kirschner-pinner som føres inn perkutant. Pinnene settes enten i kryss fra hver kondyl og opp i diafysen, eller kun fra lateralsiden. I tillegg immobiliseres bruddet i gips. I Skandinavia har man hatt lang tradisjon for både strekkebehandling og perkutan pinneteknikk (10, 23). Fordelen med perkutan pinning sammenliknet med immobilisering i gips alene er bedre kontroll over bruddfragmentene, og dermed bedre reposisjon uten å måtte immobilisere albuen så flektert at faren øker for kompartmentsyndrom i anteriore fossa med risiko for påfølgende Volkmanns kontraktur (24). Det er vist at at perkutan pinning er billigere enn strekkebehandling pga. kortere liggetid i sykehus, og at behandlingsmetoden gir lavere risiko for varusfeilstilling (21). Ulempene ved metoden er hovedsakelig pinneinfeksjon og risiko for iatrogen skade av nevrovaskulære strukturer, hovedsakelig n. ulnaris ved bruk av medial pinne (25). Dyp infeksjon er meget sjeldent, og forekommer i under 0,2% av tilfellene (26). Antibiotika-profylakse i forbindelse med operasjonen er derfor ansett som unødvendig og blir ikke gitt rutinemessig (26).

Det er uenighet i litteraturen om den optimale pinneplasseringen. En kadaverstudie fra 1994 utført av Zions og medarbeidere viste at kryssende pinner er mer biomekanisk stabile enn to laterale pinner (27), men man har ikke kunnet påvise klinisk konsekvens av dette (20, 22, 28). Hovedargumentet mot kryssende pinner er risiko for skade på n. ulnaris (29). Komplette utfall av n. ulnaris forekommer sjelden, og skyldes som regel skade på nerven i forbindelse med frakturen eller reposisjonen. Mindre alvorlige utfall/nevrapraksi går som regel tilbake etter fjerning av pinnen (26, 30). En metaanalyse fra 2007 konkluderte med at valg av pinnekonfigurasjon betyr lite for komplikasjonsrisikoen og kan derfor være opp til den enkelte kirurg (25). På Akershus universitetssykehus har vi som rutine å bruke kryssede pinner. Det er



Figur 2 Cubitus varus hos en gutt etter en høyresidig suprakondylær humerusfraktur. Til venstre seks år etter skaden, til høyre samme pasient åtte år etter skaden. Pasienten har ingen funksjonelle plager. Pasienten og pasientens foreldre har gitt sitt samtykke til at bildene blir publisert

cubitus varus synes å være høyere etter strekkbehandling enn etter perkutan pinneteknikk, selv om det ikke finnes randomiserte studier der man har sammenliknet metodene (21, 24). Ved Haukeland universitetssykehus gikk man over fra strekkbehandling til pinnefiksasjon i 1990-årene. Young og medarbeidere har etterundersøkt 46 pasienter som ble behandlet med strekk og 45 pasienter som ble behandlet med pinneteknikk ved Haukeland universitetssykehus (40). De fant ingen forskjell i andel komplikasjoner eller funksjonelt resultat mellom de to metodene, men strekkbehandling førte til lengre sykehusinnleggelse (gjennomsnittlig 11 dager mot to dager for pasienter behandlet med pinneteknikk). Forekomsten av cubitus varus etter perkutan pinning er i de fleste studier under 10 %, selv om så høyt som 14 % er rapportert (34). I et retrospektiv materiale fra Akershus universitetssykehus var det også en relativt høy andel varusfeilstillinger blant pasientene som møtte til etterundersøkelse (11 av 78 brudd, 14,1 %) (5). Pasientene hadde imidlertid få funksjonelle plager. En engelsk studie av 291 frakturer rapporterte kun 3 % varusfeilstillinger etter perkutan pinning av slike brudd (41). Denne studien baserte seg imidlertid bare på gjennomgang av journalene, og pasientene ble ikke etterundersøkt. Det er nødvendig å etterundersøke pasientene for å avdekke forekomst av feilstillinger, ettersom de fleste har få plager og ikke kontakter helsevesenet. I studien fra Akershus universitetssykehus er det sannsynlig at pasientene med cubitus varus var overrepresentert i gruppen som møtte til kontroll. Pårørende kan ha sett på undersøkelsen som en anledning til å finne ut om tilstanden kunne behandles. Dersom en slik seleksjonsskjevhet har forekommet, vil vi likevel kunne anse våre behandlingresultater som akseptable. Årsaken til cubitus varus er feiltilheling, og ikke vekstforstyrrelse, som man tidligere antok (42). Dette forklarer hvorfor cubitus varus observeres lenge før man ville forvente å kunne se klinisk feilstilling dersom årsaken hadde vært vekstforstyrrelse i mediale kondyl (14, 28, 43). En god reposisjon og adekvat fiksasjon er nøkkelen til å unngå tilstanden. Vi anbefaler å ekstenkere armen forsiktig etter at frakturen er pinnet for å anslå cubitusvinkelen før man aksepterer osteosyntesen. Med lukket reposisjon og pinnefiksasjon av dislokerte frakturer er risikoen for å få en varusfeilstilling likevel så stor at pasienter og foreldre bør informeres om den i forbindelse med operasjonen. Feilstillingen kan være meget kosmetisk skjemmende, men fører som regel ikke til funksjonelle plager. Noen forfattere har imidlertid rapportert økt risiko for lateral kondylfraktur og posterolateral instabilitet ved stor cubitus varus (44, 45). Behandlingen er eventuelt korrigerende osteotomi, men det finnes i dag ingen konsensus om hvor store feilstillinger som kan aksepteres.

Diskusjon

Suprakondylære humerusfrakturer hos barn har i dag en meget god prognose. Perkutan pinning og fiksering i gips er en god og trygg metode som langt på vei har eliminert de tidligere fryktede komplikasjonene ved brudd med feilstilling.

Strekkbehandling var tidligere en vanlig behandling ved bruddskader, men er i dag i stor grad erstattet av invasive fiksasjonsmetoder. Nye implantater og miniinvasive teknikker som begrenser bløtvevsskader og arddanning har ført til at stadig flere brudd opereres. En god osteosyntese tillater rask mobilisering, slik at man unngår stivhet, selv om dette ikke er noe stort problem hos barn. Ulempen er at mange metoder krever en ny operasjon for å fjerne osteosyntesematerialet. Vår praksis er å la pinnene stikke ut gjennom huden slik at de kan fjernes på poliklinikken. Tid med gips er 3–4 uker, avhengig av alder. Rutinemessig kontroll etter en uke er ikke nødvendig (46). Det er heller ikke nødvendig med fysioterapi etter avgipsing og pinnefjerning. Det er vist at over 90 % av bevegelsesutslaget i albuen

kommer tilbake uten fysioterapi innen fem uker, og ytterligere forbedring kan forventes i opptil et år etter skaden (47, 48). Dette var også Gartlands kliniske erfaring. I sin klassiske artikkel fra 1959 skriver han: «Formal physical therapy is not required (...) Children possess their own special brand of magic and will regain full function if left to their own devices» (8).

I de kirurgiske fag har man i økende grad innsett at operasjoner utført om natten gir høyere risiko for komplikasjoner (49). Gartland 3-frakturer hos barn er likevel en fraktur som tradisjonelt er blitt operert så fort som mulig, også om natten. Det ortopediske miljøet har i de seneste årene debattert hvorvidt tid til operasjon affiserer resultatet. Flere retrospektive serier viser ingen forskjell i perioperative komplikasjoner eller behov for åpen reposisjon mellom pasienter operert før sammenliknet med pasienter operert etter at det har gått åtte timer fra skadetidspunktet. Noen forfattere hevder at det er trygt å vente til neste dag med å operere selv helt dislokerte (Gartland 3) frakturer (50–52). En artikkel presenterte 11 pasien-



Figur 3 Pre- og postoperativ front- og sideprojeksjon av en dislokert Gartland 3 suprakondylær humerusfraktur hos en fem år gammel gutt. Pasienten hadde en pulsløs, men varm ekstremitet og ble operert 2,5 time etter skaden. Pulsen kom tilbake da frakturen ble reponert. Ved etterundersøkelse et par år senere var pasienten helt uten plager

ter som utviklet kompartmentsyndrom etter en lukket, nevrovaskulær intakt suprakondylær humerusfraktur (53). Pasientene var identifisert i datasystemene til åtte sykehus i tre land i perioden 1995–2005. Gjennomsnittlig tid til operasjon fra skadetidspunktet var 22 timer. Dette viser at alvorlige komplikasjoner kan forekomme også etter tilsynelatende ukompliserte frakturer, selv om det forekommer meget sjelden. En systematisk metaanalyse av Loizou og medarbeidere konkluderte med at Gartland 3-rakturer bør opereres innen 12 timer (54). I materialet fra Akershus universitetssykehus var verken lang tid fra skade til operasjon eller operasjon på natten assosiert med mindre tilfredshet (5). Det er likevel risikabelt å endre praksis basert på retrospektive studier ettersom det er en stor fare for seleksjonsskjevhet. Bruddene som vakthavende lege valgte å operere om natten, kan ha skilt seg vesentlig ut fra dem som ble operert dagen etter. I vår studie fant vi at Gartland 3-frakturere ble operert raskere og av mer erfarne kirurger enn Gartland 2-rakturer (5). Vi slutter oss derfor til andre forfattere som fremdeles anbefaler å vurdere operasjon så raskt som mulig, spesielt ved stor dislokasjon og nevrovaskulære utfall (53–56).

Oppgitte interessekonflikter: Ingen

Litteratur

1. Bruudvik C, Hove LM. Childhood fractures in Bergen, Norway: identifying high-risk groups and activities. *J Pediatr Orthop* 2003; 23: 629–34.
2. Hedström EM, Svensson O, Bergström U et al. Epidemiology of fractures in children and adolescents. *Acta Orthop* 2010; 81: 148–53.
3. Piggot J, Graham HK, McCoy GF. Supracondylar fractures of the humerus in children. Treatment by straight lateral traction. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 577–83.
4. Pirone AM, Graham HK, Krajchich JI. Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70: 641–50.
5. Randsborg PH, Sivertsen EA, Skråmm I et al. The need for better analysis of observational studies in orthopedics. A retrospective study of elbow fractures in children. *Acta Orthop* 2010; 81: 377–81.
6. Nysted M, Drogset JO. Trampoline injuries. *Br J Sports Med* 2006; 40: 984–7.
7. Khosla S, Melton LJ 3rd, Dekutoski MB et al. Incidence of childhood distal forearm fractures over 30 years: a population-based study. *JAMA* 2003; 290: 1479–85.
8. Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *Surg Gynecol Obstet* 1959; 109: 145–54.
9. Barton KL, Kaminsky CK, Green DW et al. Reliability of a modified Gartland classification of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 27–30.
10. Lund-Kristensen J, Vibild O. Supracondylar fractures of the humerus in children. A follow-up with particular reference to late results after severely displaced fractures. *Acta Orthop Scand* 1976; 47: 375–80.
11. Mann TS. Prognosis in supracondylar fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1963; 45: 516–22.
12. Henrikson B. Supracondylar fracture of the humerus in children. A late review of end-results with special reference to the cause of deformity, disability and complications. *Acta Chir Scand Suppl* 1966; 369: 1–72.
13. Bhende HS. Clinical measurement of varus-valgus deformity after supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1994; 76: 329–30.
14. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Sixteen years' experience with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1974; 56: 263–72.
15. Dunlop J. Transcondylar fractures of the humerus in childhood. *J Bone Joint Surg Am* 1939; 21: 59–73.
16. Aamodt A, Gronmark T. Suprakondylære humerusfrakturer hos barn. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1991; 111: 1240–2.
17. Kramhøft M, Keller IL, Solgaard S. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop Relat Res* 1987; nr. 221: 215–20.
18. Rodriguez Merchán EC. Supracondylar fractures of the humerus in children: treatment by overhead skeletal traction. *Orthop Rev* 1992; 21: 475–82.
19. Judet J. Traitement des fractures épiphysaires de l'enfant par broche transarticulaire. *Mem Acad Chir (Paris)* 1947; 73: 562–6.
20. Foead A, Penafort R, Saw A et al. Comparison of two methods of percutaneous pin fixation in displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2004; 12: 76–82.
21. Prietto CA. Supracondylar fractures of the humerus. A comparative study of Dunlop's traction versus percutaneous pinning. *J Bone Joint Surg Am* 1979; 61: 425–8.
22. Topping RE, Blanco JS, Davis TJ. Clinical evaluation of crossed-pin versus lateral-pin fixation in displaced supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 435–9.
23. Danielsson L, Pettersson H. Open reduction and pin fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scand* 1980; 51: 249–55.
24. France J, Strong M. Deformity and function in supracondylar fractures of the humerus in children variously treated by closed reduction and splinting, traction, and percutaneous pinning. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 494–8.
25. Brauer CA, Lee BM, Bae DS et al. A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. *J Pediatr Orthop* 2007; 27: 181–6.
26. Bashyal RK, Chu JY, Schoenecker PL et al. Complications after pinning of supracondylar distal humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2009; 29: 704–8.
27. Zions LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76: 253–6.
28. Ariño VL, Lluch EE, Ramirez AM et al. Percutaneous fixation of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59: 914–6.
29. Slobogean BL, Jackman H, Tennant S et al. Iatrogenic ulnar nerve injury after the surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus: number needed to harm, a systematic review. *J Pediatr Orthop* 2010; 30: 430–6.
30. Brown IC, Zinar DM. Traumatic and iatrogenic neurological complications after supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 440–3.
31. Vlahovic T, Bumci I. Biomechanical evaluation of the value of osteosynthesis in supracondylar fracture of the humerus using Kirschner pins in children. *Eur J Pediatr Surg* 2002; 12: 410–5.
32. Reigstad O, Thorkildsen R, Grimsgaard C et al. Supracondylar fractures with circulatory failure after reduction, pinning, and entrapment of the brachial artery: Excellent results more than 1 year after open exploration and revascularization. *J Orthop Trauma* 2010; e-publisert 16.11.2010.
33. Griffin KJ, Walsh SR, Markar S et al. The pink pulseless hand: a review of the literature regarding management of vascular complications of supracondylar humeral fractures in children. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008; 36: 697–702.
34. Cheng JC, Lam TP, Shen WY. Closed reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma* 1995; 9: 511–5.
35. Copley LA, Dormans JP, Davidson RS. Vascular injuries and their sequelae in pediatric supracondylar humeral fractures: toward a goal of prevention. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 99–103.
36. Luria S, Sucar A, Eylon S et al. Vascular complications of supracondylar humeral fractures in children. *J Pediatr Orthop B* 2007; 16: 133–43.
37. Noaman HH. Microsurgical reconstruction of brachial artery injuries in displaced supracondylar fracture humerus in children. *Microsurgery* 2006; 26: 498–505.
38. Harris IE. Supracondylar fractures of the humerus in children. *Orthopedics* 1992; 15: 811–7.
39. Korompilias AV, Lykissas MG, Mitsionis GI et al. Treatment of pink pulseless hand following supracondylar fractures of the humerus in children. *Int Orthop* 2009; 33: 237–41.
40. Young S, Fevang JM, Gullaksen G, et al. Deformity and functional outcome after treatment for supracondylar humerus fractures in children: a 5- to 10-year follow up of 139 supracondylar humerus fractures treated by plaster cast, skeletal traction or crossed wire fixation. *J Child Orthop* 2010; 4: 445–53.
41. Mangwani J, Nadarajah R, Paterson JM. Supracondylar humeral fractures in children: ten years' experience in a teaching hospital. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88: 362–5.
42. Smith L. Deformity following supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42: 235–52.
43. D'Ambrosia RD. Supracondylar fractures of humerus—prevention of cubitus varus. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 54: 60–6.
44. Abe M, Ishizu T, Shirai H et al. Tardy ulnar nerve palsy caused by cubitus varus deformity. *J Hand Surg Am* 1995; 20: 5–9.
45. O'Driscoll SW, Spinner RJ, McKee MD et al. Tardy posterolateral rotatory instability of the elbow due to cubitus varus. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83-A: 1358–69.
46. Ponce BA, Hedequist DJ, Zurakowski D et al. Complications and timing of follow-up after closed reduction and percutaneous pinning of supracondylar humerus fractures: follow-up after percutaneous pinning of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2004; 24: 610–4.
47. Wang YL, Chang WN, Hsu CJ et al. The recovery of elbow range of motion after treatment of supracondylar and lateral condylar fractures of the distal humerus in children. *J Orthop Trauma* 2009; 23: 120–5.
48. Zions LE, Woodson CJ, Manjra N et al. Time of return of elbow motion after percutaneous pinning of pediatric supracondylar humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467: 2007–10.
49. Rothschild JM, Keohane CA, Rogers S et al. Risks of complications by attending physicians after performing nighttime procedures. *JAMA* 2009; 302: 1565–72.
50. Iyengar SR, Hoffinger SA, Townsend DR. Early versus delayed reduction and pinning of type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children: a comparative study. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 51–5.
51. Leet AI, Frisancho J, Ebramzadeh E. Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 203–7.
52. Mehlman CT, Strub WM, Roy DR et al. The effect of surgical timing on the perioperative complications of treatment of supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83-A: 323–7.
53. Ramachandran M, Skaggs DL, Crawford HA et al. Delaying treatment of supracondylar fractures in children: has the pendulum swung too far? *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 1228–33.
54. Loizou CL, Simillis C, Hutchinson JR. A systematic review of early versus delayed treatment for type III supracondylar humeral fractures in children. *Injury* 2009; 40: 245–8.
55. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 1121–32.
56. Walmsley PJ, Kelly MB, Robb JE et al. Delay increases the need for open reduction of type-III supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88: 528–30.

Mottatt 9.4. 2010, første revisjon innsendt 14.6. 2010, godkjent 28.10. 2010.
Medisinsk redaktør Siri Lunde.