

Atlantoaksial rotasjonsfiksasjon – en årsak til torticollis

BAKGRUNN En sjelden, men viktig årsak til torticollis hos barn er atlantoaksial rotasjonsfiksasjon. Dersom pasienten går udiagnostisert i mer enn tre måneder, er kirurgi som oftest eneste behandlingsalternativ. I denne artikkelen presenterer vi våre erfaringer med operativ behandling av sent diagnostisert atlantoaksial rotasjonsfiksasjon hos barn.

MATERIALE OG METODE Artikkelen er basert på en gjennomgang av journaler til pasienter som ble operert for atlantoaksial rotasjonsfiksasjon i Nevrokirurgisk avdeling ved Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet, i perioden 2004–10.

RESULTATER Materialet består av seks barn i alderen 7–14 år. Fem hadde vært utsatt for et mindre traume mot øvre nakkeregion, en hadde hatt øvre luftveisinfeksjon. Diagnosen ble stilt 5–36 måneder etter symptomdebut. Hos tre av de seks pasientene ble det forsøkt lukket reponering uten resultat. CT-undersøkelse et år postoperativt viste normalstilling i atlantoaksialleddet hos to pasienter og delvis reposisjon hos tre. Hos den siste var det beinet fusjon på operasjonstidspunktet, og åpen reponering var mislykket. Alle hadde redusert rotasjonsbevegelighet i nakken ved kontroll etter ett år.

FORTOLKNING Alle våre pasienter fikk stilt diagnosen mer enn fem måneder etter symptomdebut. Full eller delvis reposisjon ble oppnådd hos fem av seks.

Atlantoaksial rotasjonssubluksasjon er en sjelden tilstand som første gang ble beskrevet av sir Charles Bell i 1830 (1). Den opptrer stort sett kun hos barn (2–4) (fig 1). Når subluksasjonen i atlantoaksialleddet vedvarer og gir torticollis, kalles den atlantoaksial rotasjonsfiksasjon (5, 6). I litteraturen brukes atlantoaksial rotasjonssubluksasjon og -fiksasjon dels om hverandre (7). Kronisk atlantoaksial rotasjonsfiksasjon defineres typisk som en rotasjonsfiksasjon med en varighet på over 2–3 måneder (7). Tilstandens hyppighet er lite omtalt i litteraturen. I et materiale på 288 barn med torticollis hadde kun to verifisert atlantoaksial rotasjonsfiksasjon (8). Pasientene fremtrer med torticollis der hodet er lagt over mot en side og rotert til den andre siden og med lett fleksjon i nakken. Denne hodestillingen er helt typisk og blir kalt cock robin-posisjonen (3, 6, 9–11), idet den minner om hvordan rødstrupen holder hodet når den lytter etter mark (fig 2).

Den utløsende årsak kan være et mindre nakketraume, infeksjon i øvre luftveier (Grisels syndrom) eller kirurgiske prosedyrer i svelg og nakkeregion (3, 9, 12–16). Hos én av fire er det ingen kjent årsak (9). Pasienten har ofte moderate smerter når hodet blir holdt i ro, mens bevegelser mot normal stilling utløser smerter (13). Nakke- og hodesmertene avtar vanligvis etter hvert, mens skjevstillingen tiltar (9).

Bestemte radiologiske kriterier for å kunne stille diagnosen atlantoaksial rotasjonsfiksasjon ble utarbeidet i 1979 og er basert på opphevet eller betydelig redusert bevegelighet mellom atlas og axis ved rotasjon i nakken under dynamisk CT-skanning (17). Littera-

turen gir imidlertid ikke noe entydig svar på i hvilken grad bevegeligheten mellom atlas og axis reduseres (18). Normalt er atlantoaksialkomplekset ansvarlig for 60% av rotasjonen i nakken og atlantooksipitalleddet for 3–8%, den resterende rotasjonen finner sted nedenfor axis (11). Atlantoaksialleddet er stabilisert av ligamentum transversum, som hindrer overfleksjon, og alarligamentene, som hindrer overrotasjon (3). Patofysiologien ved atlantoaksial rotasjonssubluksasjon/-fiksasjon er ufullstendig forstått. En kombinasjon av høy elastisitet i ligamenter samt mer horisontalt beliggende fasettledd hos barn kan være predisponerende faktorer. I tillegg har barn en mer konveks formet øvre leddflate på axis som artikulere med den nedre konkave leddflaten til atlas, og processus uncinatus er dårlig utviklet. Sammen kan dette tillate større bevegelsesutslag, spesielt for rotasjon og sidebøyning (3, 9). Hos barn er også hodet større i forhold til nakken enn hos voksne, og muskulaturen er dårligere utviklet. En kombinasjon av dette kan være årsaken til at tilstanden nesten utelukkende forekommer hos barn (19).

Atlantoaksial rotasjonsfiksasjon kan inndeles i akutt og kronisk type (7). I de akutte tilfellene reponeres ofte feilstillingen spontant i forbindelse med undersøkelse eller ved enkle konservative tiltak, som innebærer smertestillende og antiinflammatorisk medikasjon (7, 10). Hos de resterende vil forsiktig manuell traksjon og etterfølgende nakkekrage som regel føre til reposisjon, selv om enkelte får tilbakefall og må behandles på ny (9). Dersom diagnosen blir stilt for sent, kan imidlertid subluksasjonen mellom atlas og axis bli irreversibel.


Jarle Sundseth
jarle.sundseth@rikshospitalet.no

Jon Berg-Johnsen
Nevrokirurgisk avdeling

Sigrun Skaar-Holme
Radiologisk avdeling

Mark Züchner

Frode Kolstad
Nevrokirurgisk avdeling
Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet

 Engelsk oversettelse på www.tidsskriftet.no

e-fig 6 finnes i Tidsskriftets elektroniske utgaver

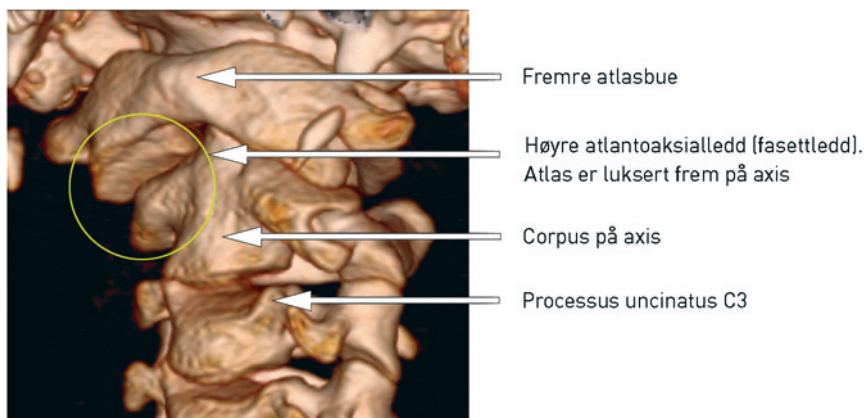
HOVEDBUDSKAP

I perioden 2004–10 ble seks barn operert for atlantoaksial rotasjonsfiksasjon ved Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet

Alle fikk diagnosen mer enn fem måneder etter symptomdebut

Man oppnådde full reposisjon hos to og delvis reposisjon hos tre, mens åpen reponering og kirurgisk fiksasjon ikke lot seg gjøre hos den siste

Ett år etter operasjonen hadde alle nedsatt rotasjonsbevegelighet i nakken



Figur 1 Subluksasjon av høyre atlantoaksialledd, sett fra venstre side/forfra

Atlantoaksial rotasjonsfiksasjon er tidligere blitt omtalt i Tidsskriftet (20). Fortsatt går for mange barn lenge med udiagnostisert torticollis, derfor ønsker vi å minne om tilstanden og behandlingen. I denne artikkelen presenterer vi våre erfaringer med operativ behandling av sent diagnostisert atlantoaksial rotasjonsfiksasjon hos barn. Klinisk presentasjon, radiologiske funn og kirurgisk behandling blir diskutert på bakgrunn av litteraturen.

Materiale og metode

Vi har gått gjennom journalene til pasienter operert for atlantoaksial rotasjonsfiksasjon ved Nevrokirurgisk avdeling, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet, i perioden 2004–10. Pasientene ble funnet etter søk på diagnosekode og ved gjennomgang av aktuelle operasjonsbeskrivelser. Vi gikk også gjennom journalene til alle som hadde vært innlagt med diagnosekoden torticollis i samme periode og fant ikke flere enn de seks som ble operert og som blir omtalt i denne artikkelen.

Operasjonsteknikkene som ble benyttet var ulike bakre fiksasjonsmetoder mellom atlas og axis, bl.a. Gallies fusjon (titanvaier og beinkloss fra hoftekam) (fig 3) og Harms teknikk (fiksasjon med skruer og stag på begge sider) (fig 4). Operasjonsteknikk ble valgt ut fra den enkelte pasients anatomi. Det var i hovedsak de beinede forhold og risikoen for å skade a. vertebralis som avgjorde hvilken teknikk som ble brukt. Å bruke titan- eller stålvaier og bein fra hoftekammen anses i dag som gammeldags, men dette er allikevel gode teknikker (21) og benyttes hos oss der skrudefiksasjon anses som for risikabelt eller uegnet. Videre kan det være betydelige sideforskjeller hos den enkelte pasient slik at skrudefiksasjon bare lar seg gjøre på én side, men allikevel med stabil nok fiksasjon til at dette velges fremfor tidligere mer brukte metoder som f.eks. Gallies fusjon.

Fem av pasientene fikk tilpasset stiv nakkekrage og én fikk halovest (fig 5), som de brukte i 8–12 uker postoperativt. Pasientene har vært fulgt klinisk og med CT-kontroll i

minimum ett år. Journaldata som rapporteres er fra dette første året postoperativt.

Etiske overveielser

Personvernombudet ved Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet, har godkjent bruk av persondata til denne artikkelen. De pårørende har gitt informert samtykke til bruk av sykehistorie og bilde. De pasientene som er over 12 år, har i tillegg gitt eget skriftlig samtykke.

Resultater

Seks barn, tre jenter og tre gutter i alderen 7–14 år, ble operert. Fem av dem hadde i forkant vært utsatt for et mindre nakketraume, én hadde hatt en øvre luftveisinfeksjon (tonsillitt). CT-undersøkelse viste feilstilling i atlantoaksialleddet hos alle. Graden av feilstilling, vurdert på CT-bildene, varierte (tab 1). Den ene pasienten hadde preoperativt en totalluksasjon i atlantoaksialleddet på den ene siden (e-fig 6).

Diagnosen ble stilt 5–36 måneder etter symptomdebut. Hos tre av barna mistenkte man juvenil revmatoid artritt før CT-undersøkelse med tredimensjonal rekonstruksjon viste subluksasjon i atlantoaksialleddet. To av disse tre fikk senere diagnosen juvenil revmatoid artritt.

Tre av pasientene ble først forsøkt reponert lukket med skallestrekk (Gardner-Wells) i opptil 15 dager – uten at man oppnådde tilfredsstillende korreksjon av feilstillingen. Diagnosen hos disse ble stilt etter fem, fem og seks måneder. De øvrige tre pasientene, med diagnoseforsinkelse på henholdsvis fem, åtte og 36 måneder, gikk derfor rett til operasjon uten lukket reponeringsforsøk. Fem av seks pasienter ble fiksert kirurgisk. Den siste hadde en fiksasjon som ikke lot seg korrigerer, og operasjonen ble avsluttet uten kirurgisk fiksasjon. Ingen alvorlige postoperative komplikasjoner i form av blødning, infeksjon eller neurologisk utfall var registrert.

CT-undersøkelse gjort ett år etter operasjonen viste full reposisjon hos to og delvis reposisjon hos tre av pasientene som ble kirurgisk fiksert (tab 1), i tillegg beinet fusjon i fasettledd og/eller bakre strukturer (laminae og spinosi) hos alle. Den siste pasienten hadde beinet fusjon allerede på operasjonstidspunktet.

Ved ettårskontrollen ble det rapportert lite smerter, bortsett fra hos barnet som fikk diagnosen 36 måneder etter symptomdebut. Alle pasientene hadde en viss rotasjonsinnkrenkning i nakken ved klinisk undersøkelse. Der vi hadde oppnådd komplett reposisjon, var rotasjonsinnkrenkningen på ca. 25–30% i begge plan. Ett av barna hadde fått gjentatte botoxinjeksjoner i m. sternocleidomastoideus på grunn av uttalt kontraktur i denne, uten at dette hadde gitt noen vesentlig effekt.

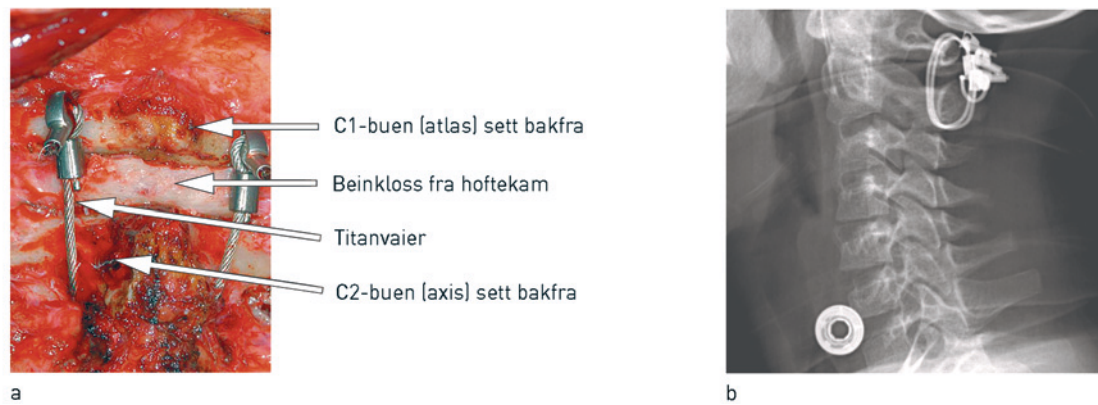
Diskusjon

I perioden 2004–10 ble seks barn i alderen sju til 14 år operert for atlantoaksial rota-



Figur 2 a) Cock robin-feilstilling, benevnt slik fordi den kan likne rødstrupens stilling når den lytter etter mark [b]. Hodet er deviert til én side med rotasjon til motsatt side og fleksjon [C1 lukserer frem på C2]. Pasienten og hans foreldre har gitt samtykke til at bildet blir publisert





Figur 3 C1- og C2-buen fikses til hverandre med ståltråd eller titanvaier på begge sider og beinkloss fra pasientens hoftekam imellom (Gallies fusjon). a) Peroperativt og b) røntgenbilde tatt fra siden

sjonsfiksasjon ved Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet. Det ble oppnådd full reposisjon hos to og delvis reposisjon hos tre. Den siste hadde beinet fusjon på operasjonstidspunktet, og skaden lot seg ikke korrigerende kirurgisk.

Fem av våre seks pasienter hadde vært utsatt for et mindre nakke-traume, mens den siste hadde hatt tonsillitt. I et større materiale var tilstanden vanligst relatert til øvre luftveisinfeksjon (35%), mindre traume (20%) eller kirurgisk prosedyre i svelg eller nakke (20%), i resten av tilfellene var årsaken ukjent (9). Mens det mannlige kjønn er overrepresentert ved spinale skader (22, 23), er det ved atlantoaksial rotasjonsfiksasjon en overvekt av jenter – 70–80% (9, 23). I vårt materiale var halvparten jenter.

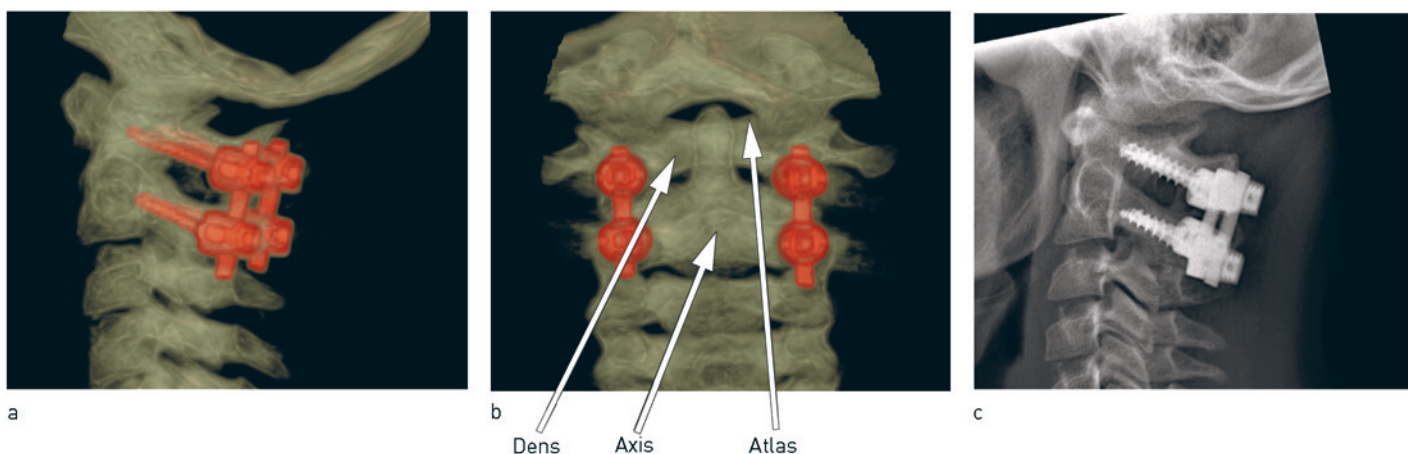
Før CT-undersøkelse var mulig var diagnostisering av atlantoaksial rotasjonsfiksasjon basert på konvensjonell røntgenundersøkelse (24). Resultatet er imidlertid ofte vanskelig å tolke hos et barn med feilstilling i atlantoaksialleddet (6, 24–26), men røntgenundersøkelse anses allikevel også i dag som et nyttig supplement i utredningen for å utelukke annet patologisk, som medfødte misdannelser eller tumor i columna (27). Statisk CT-undersøkelse vil kunne vise feilstilling mellom atlas og axis, men den har

sin begrensning i at den ikke kan demonstrere den dynamiske sammenhengen mellom atlas og axis ved rotasjon (27, 28). Dynamisk CT-undersøkelse av et barn som roterer hodet maksimalt mot den ene siden vil som normalfunn vise at atlas roterer ca. 23° på axis før denne begynner å rotere med atlas (29). For å verifisere en fiksert rotasjonsfeilstilling er dynamisk CT-undersøkelse, der bildene tas med hodet maksimalt rotert mot høyre, mot venstre og rett frem, det beste. Det er først da man kan se om feilstillingen i leddet lar seg korrigerende ved rotasjon i nakken. Dersom feilstillingen/sublukkasjonen endrer seg lite eller ingenting ved rotasjon, kan man radiologisk konkludere med atlantoaksial rotasjonsfiksasjon (27, 28, 30). Undersøkelsen anbefales for kartlegging av de anatomiske forhold i øvre cervikalcolumna hos barn (31).

Torticollis hos barn kan ha ulike årsaker, og vedvarende skjevstilling bør alltid utredes nærmere. Hos barn er vanligste årsak kongenital muskulær torticollis (8). Denne tilstanden er forårsaket av kontraksjon og etter hvert kontraktur i m. sternocleidomastoideus på motsatt side av den hodet er rotert til. Slik krampe i muskulaturen finnes vanligvis ikke ved atlantoaksial rotasjonsfiksasjon (20). Imidlertid hadde vår pasient med

totaluksasjon i atlantoaksialleddet kontraktur i muskulaturen. Hos tre av våre pasienter mistenkte man i forkant av operasjonen juvenil revmatoid artritt. To har senere fått diagnosen. Det er uvisst hvorvidt det er en sammenheng mellom tilstandene, men én teori er at rotasjonsfiksasjon kan oppstå som følge av slappere ligament og synovial fortykkelse ved juvenil revmatoid artritt (32). Samtidig forekomst er også beskrevet i en kasuistikk fra 2011 (33). Vi mener derfor det er viktig med bred utredning av barn med atlantoaksial rotasjonsfiksasjon for å utelukke juvenil revmatoid artritt. Dersom man ikke finner årsaken til torticollis hos barn, må tumor utelukkes. Tumor i bakre skallegrup kan komprimere/affisere nervestrukturer som innnerverer nakkemuskulaturen og dermed sekundært gi torticollis (34).

De fleste tilfeller av torticollis forårsaket av ligament- eller muskelskade responderer godt på smertestillende og antiinflammatorisk medikasjon. Man oppnår oftest spontan bedring og normalisering av feilstillingen innen en uke (35). Når årsaken er atlantoaksial rotasjonsfiksasjon kan imidlertid tilstanden vedvare på tross av medikamentell behandling, eventuelt kragebehandling. Ved tidlig diagnose lar imidlertid også de fleste med denne tilstanden seg lett reponere luk-



Figur 4 Atlas og axis er fiksert med skruer og stag på begge sider (Harms teknikk). CT-bilder fra a) siden og b) bakfra (der skruer og stag i atlas og axis er markert rødt). c) Vanlig røntgenbilde tatt fra siden



Figur 5 Postoperativ eksternfiksasjon i halovest. Pasienten og hennes foreldre har gitt samtykke til at bildet blir publisert

ket uten sekvele. Enkelte pasienter i tidlig fase oppnår til og med reposisjon under lett manipulasjon i forbindelse med undersøkelse og røntgendiagnostikk. Ved sykehistorie i opptil 30 dager bør antiinflammatorisk og eventuelt muskelrelakserende medikasjon i 1–2 uker kombinert med lett traksjonsbehandling og nakkekrage forsøkes (22). Traksjonsbehandling startet opp innen 30 dager etter symptomdebut fører i 90 % av tilfellene til reponering og normal bevegelighet i atlantoaksialleddet (11).

Dersom det ikke blir reposisjon og bedring av smerter og bevegelighet, bør man gå

videre med lukket reposisjonsforsøk med skallestrekk, fysioterapi og relaksantia. Pasientene ligger med skallestrekk i i gjennomsnitt to uker. Etter at det ved hjelp av CT-undersøkelse er bekreftet at feilstillingen er reponert, går pasienten med nakkekrage i seks uker. Den enkelte pasient relukserer imidlertid i gjennomsnitt to ganger (11), og enkelte anbefaler da nytt reponeringsforsøk (9, 22). Det er vist at i inntil 2–3 måneder etter oppstått torticollis er traksjonsbehandling kombinert med nakkekrage vanligvis tilstrekkelig for å oppheve feilstillingen (6, 9, 36–38). Ved atlantoaksial rotasjonsfiksasjon over 2–3 måneder er gjerne lukkede reposisjonsforsøk mislykket (9, 36, 38–40), og kirurgisk behandling med åpen reposisjon og intern fiksasjon kan bli nødvendig (2, 6, 39, 41, 42).

Etter det vi kjenner til, er det kun gjort én prospektiv studie som omhandler diagnose, behandling og utfall ved atlantoaksial rotasjonsfiksasjon (42). Anbefalt behandlingsstrategi er ellers i all hovedsak basert på retrospektive oppfølgingsstudier.

Våre erfaringer med mislykket lukket reposisjonsforsøk hos tre pasienter med symptomvarighet over fem måneder er i tråd med rapporter om at skallestrekk ikke er tilstrekkelig til å kunne reponere en sent diagnostisert atlantoaksial rotasjonsfiksasjon (14, 37). Det kan være livstruende (2) og det er også beskrevet «plutselig død» ved forsøk på lukket reponering av en fiksert rotasjonsfeilstilling i atlantoaksialleddet (6).

Kirurgisk behandling av atlantoaksial rotasjonsfiksasjon fører ikke til normalisering av de anatomiske forhold i nakken. Rotasjonsbevegeligheten etter fiksasjonskirurgi blir redusert med ca. 25 % (6). Det er også vist at hos 30 % oppstår en degenerasjonsprosess i naborivået innen ti år etter fiksasjonskirurgi (16). Konsekvensene av mislykket reponering

og vedvarende feilstilling er imidlertid så store at vi mener kirurgi er det beste behandlingsalternativet etter ett mislykket lukket reponeringsforsøk. Ved svært forsinket diagnose bør åpen reposisjon og fiksasjon gjøres uten først å forsøke lukket reponering.

Begrensninger i denne gjennomgangen skyldes et lite og selektert pasientmateriale, at dataene er innhentet retrospektivt og at vi ikke har hatt sammenlikningsgrupper. Å lage retningslinjer for behandling av denne pasientgruppen basert på vårt materiale blir således vanskelig. Det er imidlertid en internasjonal tendens i retning av operativ behandling ved atlantoaksial rotasjonsfiksasjon i over tre måneder, selv om tidspunktet for anbefalt kirurgisk intervensjon varierer (6, 42).

Begge foreldre til alle barna og alle barn over 12 år har gitt samtykke til publisering av artikkelen.

Jarle Sundseth (f. 1964)

er spesialist i nevrokirurgi og overlege. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Jon Berg-Johnsen (f. 1955)

er spesialist i nevrokirurgi, professor dr.med. og overlege. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Sigrun Skaar-Holme (f. 1971)

er spesialist i radiologi og overlege. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Mark Züchner (f. 1972)

er spesialist i nevrokirurgi og overlege. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

>>>

Tabell 1 Seks barn operert for atlantoaksial rotasjonsfiksasjon ved Nevrokirurgisk avdeling, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet, i perioden 2004–10

	Tid fra symptomdebut til diagnose (md.)	Preoperativ feilstilling (grader)	Postoperativ feilstilling (grader)	Operasjonsmetode
Pasient 1	6	38	16	C1 fiksert til C2 med sublaminarvaier og autolog beinkloss fra hoftekam (Gallies fusjon)
Pasient 2	5	50	18	Atlantoaksial fiksasjon med skruer og stag kun på den ene siden. Skruel plassering på den andre siden ble ansett som for risikabelt ut fra fare for skade på a. vertebralis
Pasient 3	8	8	0	Skruer i lateralmassivene i C1 og i pediklene i C2 på begge sider, koblet med titanstag (Harms teknikk)
Pasient 4	5	Totaluksasjon i leddet C1/C2 på den ene siden.	20	Fiksasjon med ståltråd som cerclage og autologt bein fra hoftekammen
Pasient 5	5	21	0	Harms teknikk
Pasient 6	36	16	16	Feilstillingen ble forsøkt reponert under operasjonen, men det hadde allerede oppstått en autofiksasjon som ikke lot seg korrigerer. Operasjonen ble avsluttet uten videre kirurgisk fiksasjon

Frode Kolstad (f. 1960)

er spesialist i nevrokirurgi, ph.d. og seksjons-
overlege ved Seksjon for spinalkirurgi.
Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir
ingen interessekonflikter.

Litteratur

- Bell C. The nervous system of human body, embracing papers delivered to the Royal Society on the subject of nerves. London: Longman, Rees and Orme, 1830: 403.
- Muñiz AE, Belfer RA. Atlantoaxial rotary subluxation in children. *Pediatr Emerg Care* 1999; 15: 25–9.
- Sobolewski BA, Mittiga MR, Reed JL. Atlantoaxial rotary subluxation after minor trauma. *Pediatr Emerg Care* 2008; 24: 852–6.
- El-Khoury GY, Clark CR, Gravett AW. Acute traumatic rotary atlanto-axial dislocation in children. A report of three cases. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66: 774–7.
- Wortzman G, Dewar FP. Rotary fixation of the atlantoaxial joint: rotational atlantoaxial subluxation. *Radiology* 1968; 90: 479–87.
- Fielding JW, Hawkins RJ. Atlanto-axial rotary fixation. (Fixed rotary subluxation of the atlanto-axial joint). *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59: 37–44.
- Ishii K, Toyama Y, Nakamura M et al. Management of chronic atlantoaxial rotary fixation. *Spine* 2012; 37: E278–85.
- Ballock RT, Song KM. The prevalence of nonmuscular causes of torticollis in children. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 500–4.
- Subach BR, McLaughlin MR, Albright AL et al. Current management of pediatric atlantoaxial rotary subluxation. *Spine* 1998; 23: 2174–9.
- Fernández Cornejo VJ, Martínez-Lage JF, Piqueras C et al. Inflammatory atlanto-axial subluxation (Grisel's syndrome) in children: clinical diagnosis and management. *Childs Nerv Syst* 2003; 19: 342–7.
- Pang D. Atlantoaxial rotary fixation. *Neurosurgery* 2010; 66 (suppl 3): 161–83.
- Grisel P. Enucléation de l'atlas et torticollis nasopharyngien. *Presse Med* 1930; 38: 50–4.
- Chiapparini L, Zorzi G, De Simone T et al. Persistent fixed torticollis due to Atlanto-axial rotary fixation: report of 4 pediatric cases. *Neuropediatrics* 2005; 36: 45–9.
- Schwarz N. The fate of missed atlanto-axial rotary subluxation in children. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998; 117: 288–9.
- Grøgaard B, Dullerud R, Magnæs B. Acute torticollis in children due to atlanto-axial rotary fixation. *Arch Orthop Trauma Surg* 1993; 112: 185–8.
- Weisskopf M, Naeve D, Ruf M et al. Therapeutic options and results following fixed atlantoaxial rotary dislocations. *Eur Spine J* 2005; 14: 61–8.
- Rinaldi I, Mullins WJ jr., Delaney WF et al. Computerized tomographic demonstration of rotational atlanto-axial fixation. Case report. *J Neurosurg* 1979; 50: 115–9.
- Beier AD, Vachhrajani S, Bayerl SH et al. Rotary subluxation: experience from the Hospital for Sick Children. *J Neurosurg Pediatr* 2012; 9: 144–8.
- Kim YS, Lee JK, Moon SJ et al. Post-traumatic atlantoaxial rotary fixation in an adult: a case report. *Spine* 2007; 32: E682–7.
- Kvistad KA, Myhr G, Anda S et al. Atlantoaksial rotasjonsfiksasjon. Aktuell diagnose ved torticollis. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1991; 111: 333–6.
- Lowry DW, Pollack IF, Clyde B et al. Upper cervical spine fusion in the pediatric population. *J Neurosurg* 1997; 87: 671–6.
- Martinez-Lage JF, Martinez Perez M, Fernandez Cornejo V et al. Atlanto-axial rotary subluxation in children: early management. *Acta Neurochir (Wien)* 2001; 143: 1223–8.
- Maheshwaran S, Sgouros S, Jeyapalan K et al. Imaging of childhood torticollis due to atlanto-axial rotary fixation. *Childs Nerv Syst* 1995; 11: 667–71.
- Hicazi A, Acaroglu E, Alanay A et al. Atlantoaxial rotary fixation-subluxation revisited: a computed tomographic analysis of acute torticollis in pediatric patients. *Spine* 2002; 27: 2771–5.
- Johnson DP, Fergusson CM. Early diagnosis of atlanto-axial rotary fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68: 698–701.
- Murray JB, Ziervogel M. The value of computed tomography in the diagnosis of atlanto-axial rotary fixation. *Br J Radiol* 1990; 63: 894–7.
- McGuire KJ, Silber J, Flynn JM et al. Torticollis in children: can dynamic computed tomography help determine severity and treatment. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 766–70.
- Kowalski HM, Cohen WA, Cooper P et al. Pitfalls in the CT diagnosis of atlantoaxial rotary subluxation. *AJR Am J Roentgenol* 1987; 149: 595–600.
- Pang D, Li V. Atlantoaxial rotary fixation: Part 1 – Biomechanics of normal rotation at the atlantoaxial joint in children. *Neurosurgery* 2004; 55: 614–25, discussion 625–6.
- Nicholson P, Higgins T, Forgarty E et al. Three-dimensional spiral CT scanning in children with acute torticollis. *Int Orthop* 1999; 23: 47–50.
- Bertozzi JC, Rojas CA, Martinez CR. Evaluation of the pediatric craniocervical junction on MDCT. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 192: 26–31.
- Haque S, Bilal Shafi BB, Kaleem M. Imaging of torticollis in children. *Radiographics* 2012; 32: 557–71.
- Fusco MR, Hankinson TC, Rozzelle CJ. Combined occipitoatlantoaxial rotary fixation. *J Neurosurg Pediatr* 2011; 8: 198–204.
- Gupta AK, Roy DR, Conlan ES et al. Torticollis secondary to posterior fossa tumors. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 505–7.
- Fleisher GR, Ludwig S, Henretig FM et al. Textbook of pediatric emergency medicine. 5. utg. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- Ishii K, Chiba K, Maruiwa H et al. Pathognomonic radiological signs for predicting prognosis in patients with chronic atlantoaxial rotary fixation. *J Neurosurg Spine* 2006; 5: 385–91.
- Govender S, Kumar KP. Staged reduction and stabilisation in chronic atlantoaxial rotary fixation. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84: 727–31.
- Phillips WA, Hensinger RN. The management of rotary atlanto-axial subluxation in children. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71: 664–8.
- Crossman JE, David K, Hayward R et al. Open reduction of pediatric atlantoaxial rotary fixation: long-term outcome study with functional measurements. *J Neurosurg* 2004; 100 (suppl spine 3): 235–40.
- Mihara H, Onari K, Hachiya M et al. Follow-up study of conservative treatment for atlantoaxial rotary displacement. *J Spinal Disord* 2001; 14: 494–9.
- Lee SC, Lui TN, Lee ST. Atlantoaxial rotary subluxation in skeletally immature patients. *Br J Neurosurg* 2002; 16: 154–7.
- Pang D, Li V. Atlantoaxial rotary fixation: part 3—a prospective study of the clinical manifestation, diagnosis, management, and outcome of children with atlantoaxial rotary fixation. *Neurosurgery* 2005; 57: 954–72.

Mottatt 28.12. 2011, første revisjon innsendt 6.5. 2012, godkjent 27.11. 2012. Medisinsk redaktør Siri Lunde.