

[総説] 環軸椎回旋位固定の病態と治療

古 矢 丈 雄 山 崎 正 志 大 河 昭 彦
国府田 正 雄 高 橋 和 久

(2008年9月26日受付, 2008年12月9日受理)

要 旨

整形外科診療にて時折遭遇する環軸椎回旋位固定について治療法を中心に文献的考察を行った。斜頸位は牽引や装具などの保存療法により比較的容易に整復されることが多いが、症例によっては再発を繰り返したり、整復不能なものがあり、これらに対しては嚴重な保存療法や手術療法を要した。

保存療法が行われた476例中、87例(18.3%)で斜頸位の再発を認めていた。また、保存療法に抵抗性で最終的に手術療法が施行されたものが20例(4.2%)あった。環軸関節面の変形が時間経過に伴い進行し、これが易再発性の原因となることが示唆された。発症後1ヶ月未満に治療を開始した急性例では保存療法によく反応し、手術療法を必要とした症例がほとんどなかったのに対し、治療開始が遅延した亜急性例・慢性例では手術療法を要した症例が多くみられた。

手術療法としては大多数の例で整復位での後方固定術が施行されていた。しかし骨性癒合などにより整復が困難な例に対しては前方からの解離、整復術が必要となるため、前方法または前後合併手術が選択されていた。

Key words: 環軸椎回旋位固定, 保存療法, 再発例, 慢性例, 手術療法

はじめに

環軸椎回旋位固定は環軸関節が回旋変形した位置で固定され有痛性斜頸を呈する疾患であり、1977年Fieldingらにより提唱された[1]。好発年齢は小児から学童期であり、軽微な外傷や上気道感染、口腔・咽頭の手術などを契機に発症するとされている。斜頸位は装具や牽引により比較的容易に整復されることが多いが、中には再発を繰り返したり、整復不能なものがあり、これらに対しては嚴重な保存療法や時に手術療法を要する。本疾患の治療法については諸家よりさまざまな報告

がなされているが、それらをまとめたものは少なく、今回本疾患の治療法を中心に文献的考察を行ったので報告する。

環軸椎回旋位固定の病態

環軸関節が回旋変形した位置で固定され、斜頸位を呈している状態を1968年Wortzman and Dewar[2]はrotatory fixation of atlantoaxial jointとして報告した。その後1977年にFieldingら[1]によって環軸椎回旋位固定(Atlantoaxial rotatory fixation, 以下AARF)と呼称された。同一

千葉大学大学院医学研究院整形外科

Takeo Furuya, Masashi Yamazaki, Akihiko Okawa, Masao Koda and Kazuhisa Takahashi: Pathogenesis and treatment of atlantoaxial rotatory fixation.

Department of Orthopaedic Surgery, Graduate School of Medicine, Chiba University, Chiba 260-8670.

Tel. 226-2117. Fax. 226-2116.

要旨は第11回ちば脊椎カンファレンスで研究発表として講演した。

Received September 26, 2008, Accepted December 9, 2008.

の病態を表すものとして rotatory subluxation, rotatory dislocation などの名称が現在までに使われている。また、発生原因から呼称された炎症性斜頸, Grisel 症候群といった疾患・症候群は AARF に含まれる。以前より軽症例は本疾患に含めないとする報告がなされており、平井ら [3] は原因のいかにかわらず斜頸位が可逆的で容易に整復されるものは Atlantoaxial rotatory displacement と称し、AARF とは区別した。彼らは、AARF とは斜頸位が難治となったもので、Atlantoaxial rotatory displacement が進行し環軸関節周囲組織が拘縮したもの、または何らかの原因で環軸関節が lock した状態で拘縮が完成したものと定義した。Hicazi ら [4] は従来 AARF と定義されているもののうち、発症早期例では他動回旋角度は健常コントロールと変わらないと述べており、Pang ら [5,6] は CT による動態分析で環軸椎の可動性が減少しているものを AARF と定義している。

原因は不明のことが多いが、軽微な外傷 [7] や上気道感染、口腔・咽頭の手術、長時間の耳疾患の手術 [8] などを契機に発症するとされている。

病因は関節内因子説と関節外因子説に大別される。関節内因子説としては Wittek [9] による環軸関節間の滑液関節に滑液貯留が生じ、これにより靭帯が伸展して脱臼が生じるとする説、Wortzman and Dewar [2] の関節包の断裂や嵌入 impingement によるとする説、Courtts ら [10] の炎症による synovial frings が整復を障害するといった説、大田ら [11] の関節包・靭帯の弛緩によるとする説などがある。本邦では Hosono ら [12] が関節造影により関節包の破綻を証明し本疾患のメカニズムを検証している。関節外因子説としては、Grisel ら [13] の鼻咽頭炎に続発する頸部周囲筋の過緊張によるとする説、Watson-Jones ら [14] の炎症に伴い靭帯付着部の骨の脱灰が進行し、これにより生じた靭帯の弛緩が原因であるとする説、川部ら [15,16] の初期の周辺軟部組織の緊張による固定、慢性期における弛緩とそれに伴う再発性が原因であるとする説などがある。Fielding ら [1] は初期には関節包の腫脹、滑膜・筋のれん縮が起こり、長い期間持続することによって靭帯や関節包が拘縮し回旋位で固定されるとし、関節内

外双方に原因があると報告している。

本疾患は小児に好発する。その理由として①小児は環軸関節の骨性支持が少なく、②関節包が緩く回旋角度が大きく、③関節面の水平化が強く、④環軸関節のなかで軟部組織の占める役割が大きく炎症が容易に波及しやすいことが考えられている [17-20]。

外見上、本症は cock robin position と呼ばれる特徴的な斜頸位 (図 1) を認める。他動的運動を行うと環軸関節以外の椎間で動くことが可能なため運動制限は一見ないようにも見えるが、手を離すと元に戻るのが特徴で弾性固定といわれる [17]。運動に際し、初期には疼痛が見られるが、慢性化すると痛みは軽減あるいは消失する [21]。画像所見としては頸椎単純 X 線側面像における環椎歯突起間距離 (atlas-dens interval, 以下 ADI) の増大の有無、開口位正面像における外側環軸関節裂隙の左右差、歯突起と環椎 lateral mass との距離の左右対称性、環椎 lateral mass の横径の変化を検討する [21]。環椎高位における有効脊柱管前後径の狭小化が単純 X 線上見られても、回旋性のずれのため側方には十分な脊髓のスペースがあり神経麻痺はほとんど見られない [1,21,22]。疼痛のため患児の協力が得られず開口位正面像はうまく撮れないことも多いため、診断には単純 X 線に加え CT が非常に有用である [23-25]。加えて 3D-CT や冠状面、矢状面の再構築画像の有用性が報告されている [19,26-29]。



図 1 環軸椎回旋位固定に特徴的な斜頸位、いわゆる cock robin position.

MRIは靭帯の損傷を把握する上で有用となる[30-32]。

本疾患の分類としてADIで4型に分類したFieldingによる分類[1]が用いられることが多い。Fielding分類Type IはADIが3mm以下のもの、Type IIは3-5mm、Type IIIは5mm以上、Type IVは後方転位となっている。詳細は原著に譲る。近年、Fielding分類以外の新しい分類が提唱されている。Pangら[5,6]は環軸椎の回旋角度に注目した分類を行い、Ishiiら[33]は環軸関節の破壊の程度、CT冠状断における環軸椎のなす角度を指標とした分類を提唱している。どちらも治療予後との関係性を報告しており、治療方針決定のための一助となると考えられる。

当科における治療経験

軽症例の大多数は近隣の関連病院にて治療が行われており、難治例に限って大学病院にて手術療法が行われることが通例である。1998年4月～

2007年3月の10年間に於いて3例の整復困難例に対して観血的治療が行われた[34-36](図2)。

保存療法

本症は診断確定後まず保存療法が選択されることが一般的である。保存療法は装具療法と牽引療法に大別される。平井ら[3]は症例によっては筋のスパズムをとるだけで治癒するものが多いと装具療法の有効性を述べている。一方、大田ら[11]、片山ら[17]は装具療法のみでは不十分と初期からの持続牽引療法を勧めている。康野ら[37]は外傷の程度で装具療法か牽引療法かを決定している。またRocheら[31]、岡田ら[38]は発症から診断までの期間により治療法を決定している。発症から1週以内のものについては装具療法を行っており、1週以上のものには症例に応じて装具療法か牽引療法を施行している。多くの施設では宮坂ら[39]のごとくFielding分類と症状で治療法を選択している。基本的にFielding分類Type I・

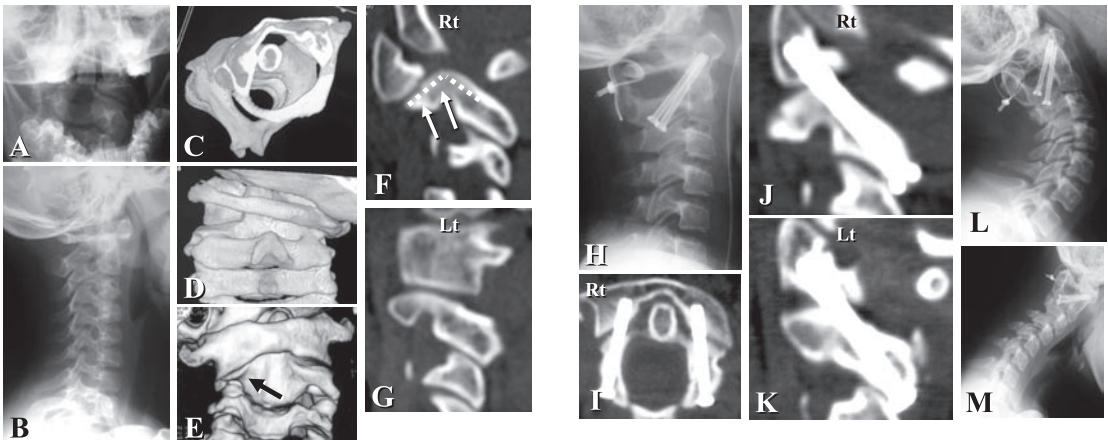


図2 症例. 7歳女児. 手術療法施行例.

斜頸位発症から6ヶ月経って近医を初診、環軸椎回旋位固定慢性例の疑いで当科に紹介となった。頸椎単純X線開口位および側面像では環軸椎の異常が疑われるが、確定診断は困難である(A, B)。CT3次元再構築画像にて環軸椎の前方亜脱臼および側方傾斜を認め(C-E)、Fielding分類type IIIの環軸椎回旋位固定と診断された。頭蓋直達牽引を試みると整復位は得られるも、牽引を中止すると容易に斜頸位に戻り、易再発性であった。右側の環軸関節面の変形が整復位の保持を困難にし、再発を繰り返す一原因と考えられた(E-G)。全身麻酔下に整復位でのMagerl & McGraw法による環軸椎固定術が行われた(H)。回旋変形は整復され、術後CTでは環軸関節も良好な位置で固定されていた(I-K)。術後3年8ヶ月経過した時点で、整復位での骨癒合は完成し、頸椎の可動域およびアライメントはほぼ正常である(L, M)。

(A, B) 初診時頸椎単純X線開口位および側面像、(C-E) 術前頸椎CT3次元再構築像、矢印: 右環軸関節の変形、(F, G) 術前頸椎CT・MPR矢状断像、矢印および破線: 右環軸関節の変形、(H) 術直後頸椎単純X線側面像、(I) 術後頸椎CT・MPR水平断像、(J, K) 術後頸椎CT・MPR矢状断像、(L, M) 術後3年8ヶ月経過時頸椎単純X線側面前後屈像。

Type IIであれば外来通院による装具療法または入院による持続牽引療法が選択される。山田ら[40]はType Iについては装具療法の選択もあり得るが、Type IIでは牽引療法が有効であると報告している。装具療法はポリネックカラーやボール紙等で作成した手製カラーで行うことが多い。Fielding分類Type I, Type IIにおいて症状が強い例・装具療法施行後1週間程度経過しても改善が見られない症例には入院の上、牽引療法を行う[20]。発症から時間の経っていない初回治療の牽引方法としては最近では直達牽引よりもGlison牽引などの介達牽引を施行する施設が多い。また安全面から幼児以下では砂のう固定のみ行うという報告も見られる[41]。牽引後斜頸位が改善したことを確認したら続けて装具療法を行う。伊藤ら[41]は靭帯損傷の有無で後療法を別けている。靭帯損傷が疑われる症例は回旋制限消失後3週臥床、4週フィラデルフィアカラー、4週ポリネックを施行している。靭帯損傷の可能性が低い症例では回旋制限消失後、1週で離床、ポリネック3週としている。斜頸位は通常装具療法、牽引療法とも1週以内に改善することが多い。伊藤ら[41]は疼痛が消失し、頸椎の可動域が正常に復するまでに要した期間は1～27日、平均5.3日、装具療法では平均4.4日、牽引療法では5.6日と述べている。Type IIIでははじめから牽引療法の適応となることが多い。整復が得られないときは手術療法を考慮する。Type IVでは歯突起形成不全や歯突起骨折のような歯突起異常があるため、頭蓋牽引を試み、その後手術療法を考慮する。

装具療法、牽引療法を施行する前に早期に麻酔下に徒手整復を行った報告がある[38,42]。塩川ら[42]はFielding分類Type Iの発症早期例2例に静脈麻酔下徒手整復を行い良好な成績を得たと報告している。

回旋位固定の再発、斜頸位の遺残

本疾患では治療が適切になされないと回旋固定が再発し、難治例に移行する。渉猟し得た文献(症例報告を除く)における保存療法の内訳を示す(表1)。全476例中、治療後に斜頸位が再発した例は87例(18.3%)、最終的に手術療法を要し

表1 保存療法の内訳

	症例数	再発例 (%)	手術例 (%)
装具療法	93	11 (11.8%)	2 (2.2%)
牽引療法	377	76 (20.6%)	18 (4.8%)
非観血的徒手整復	6	0 (0%)	0 (0%)
計	476	87 (18.3%)	20 (4.2%)

たものは20例(4.2%)であった。田中ら[43]は頸椎カラー群とGlisson牽引群を比較し、牽引群のほうが有意に再発は少なかったとしている。再発までの期間として伊藤ら[41]は再発5例中1ヶ月1例、約1年2例、3年以上2例と報告している。同様に平川ら[44]は1.5ヶ月～3年と報告しており、いずれの報告も再発時期について明らかな傾向はない。再発を繰り返す例では頭蓋直達牽引が必要である[20]。Subachら[45]は再発7例中6例に手術療法を要したと報告している。

遺残変形につき詳細に報告した文献は少ない。Pangら[46]は29例の報告中8例に遺残変形を生じたと報告している。Miharaら[47]は35例の保存例につき画像検討を行った。単純X線側面像における環軸椎のなす角度により3群に分けたところ、20度以上の群では斜頸位が残存した症例が多かったと述べている。三原ら[48]は遺残斜頸や症状再発の指標としてX線正面像における環軸関節の左右非対称の程度についても検討している。

慢性例

初診が遅れる等の理由で治療開始が遅延した慢性例は治療に抵抗性である。治療開始時期別に最終治療方法をまとめた(表2)。非観血的徒手整復術は手術療法に含まずその他に分類した。斜頸位の発症から1ヶ月未満に治療が開始されたものを急性例、1ヶ月以上3ヶ月未満を亜急性例、3ヶ月以上経ってから治療が開始されたものを慢性例とした。急性例では保存療法によく反応し、手術療法を必要とした症例がほとんどないのに対し、亜急性例・慢性例では手術療法を要した症例が多くみられた。Phillipsら[49]は発症から入院までの期間が1ヶ月以上の群では有意に保存治療の成功率が低いと述べている。手術療法は侵襲的であることから、発症から3ヶ月以内の症例ではまず

表2 治療開始時期別にみた最終治療法の内訳

	装具療法 (%)	牽引療法 (%)	手術療法 (%)	非観血的徒手整復・その他 (%)	計
急性例 (～1ヶ月)	41 (25.6%)	112 (70.0%)	1 (0.6%)	6 (3.8%)	160
亜急性例 (1～3ヶ月)	0 (0%)	16 (50.0%)	10 (31.3%)	6 (18.7%)	32
慢性例 (3ヶ月～)	0 (0%)	10 (10.9%)	72 (78.2%)	10 (10.9%)	92

非観血的治療を試みるべき[8]である。しかし、回旋固定してから3ヶ月以上経過した症例では、整復が容易ではなく[18]、頭蓋直達牽引が必要とされる例[18]、さらには、観血的治療の適応となる例もある[50,51]。Rocheら[31]は治療方針として斜頸位を呈してから治療開始まで1ヶ月以上かかったものには頭蓋牽引を、3ヶ月以上かかっているものには手術を提唱している。Govenderら[52]は発症16週-37週経過した慢性例8例に牽引療法を施行するも7例は手術療法に至ったと報告している。Schwarzら[53]は発症から3ヶ月以上経過した4例の治療経験(うち2例は手術)を報告している。他にも早期治療開始の重要性[54-57]、治療開始までの期間[38,42,45,58-61]に言及した文献は多く認められる。なお、渉猟し得た文献中、手術療法が施行された症例で発症からの期間が最短のものは1ヶ月以内(4歳、保存療法抵抗例)[51]、最長のものは3年であり、側方進入による整復処置と術後halo vestにて整復位を得たと報告されている[51]。他方、星野ら[62]は発症後8ヶ月の慢性例に対し全身麻酔下に非観血的徒手整復を行い整復位が得られたとして、非観血的徒手整復も有効な治療法の1つと述べている。

慢性例が治療抵抗性となる原因として線維性癒着組織[46]、環軸椎椎間関節の骨癒合[63,64]、環軸椎椎間関節の変形・環椎の側方傾斜[33]等が報告されている。

手術療法

小林ら[22]は2回以上再発するか、整復不能なものを手術適応としている。Parikhら[65]は3ヶ月以上の慢性経過例、ADI 4mm以上の前方転位例を手術適応としている。生子ら[66]は慢性例・椎骨動脈走行異常例における手術療法選択例

表3 手術療法の内訳

手術法	症例数
後方法(後方固定術)	54
前後合併手術(前方法による整復術+後方固定術)	31
前方法(前方法による整復術+外固定)	14
その他	2

を報告している。手術療法としては前方法、後方法および前後合併法に大別される[67]。渉猟し得た文献における手術法を表3に示す。後方固定の主な方法としてMcGraw法[68]、Brooks法[69]、Gallie法、これらとMagerl法の組み合わせ、各種screwによる環軸椎固定、後頭骨頸椎固定術がある。なお側方進入による観血的整復術は前方法に含めた。

前方法の目的は回旋位の整復であり、報告の多くは経口進入をとっている。Govenderら[52]は経口的前方解離を加えた7例を報告している。しかし身体の小さな小児例で経口的に椎間関節操作を加えるのは容易ではなく、感染症合併のリスクも増加する。このリスクを回避するため側方進入にて固定位の解離を行うとする報告がある[35,36,51,64]。

後方法の主目的は固定である。固定術としては環軸椎固定術が一般には行われている[70-72]。Belenら[73]は後頭骨-軸椎固定を施行した症例を報告している。かつてFieldingら[1]は脊髄症状増悪や椎骨動脈損傷などの合併症を危惧し、脱臼位のままの後方固定を推奨していた。しかし回旋位のまま固定すれば頭部を中間位に保持しようと下位頸椎が代償性に回旋し早期の変性を引き起こす可能性があり[25]、また後頭環椎関節の代償性亜脱臼の報告がある[74]。現在では整復位にて固定することが多い。すなわち、術前頭蓋牽引等により整復可否の評価を行い、整復自体は可能と

判断できた症例については後方法のみを、整復が困難であると予想される症例については前方法による観血的整復術の併用を考慮する[75]。Katoら[76]はポリエチレンテープを用いた後方からの整復例を報告している。なお今回渉猟し得た範囲では術中整復操作による合併症を報告している文献は認めなかった。

術後療法としては、前方法、前後合併術後は halo vest などの比較的強固な外固定を 2～3 ヶ月、後方固定術後は 6～8 週のカラー固定とする施設が多い[22,34-36,51,67,74,75]。

固定術の合併症として頚椎のアライメント、可動域、隣接椎、成長に及ぼす影響がそれぞれ危惧される。Parisiniら[77]は術直後の後弯変形は長期的には矯正されたとし、Richardら[78]は6歳以下の小児では環軸椎固定後の脊柱変形はきたさずアライメント異常は生じないとしている。残存した回旋運動制限に関しては、小児では時間経過により下位頚椎の代償によって日常生活ではほとんど問題とならないとされている[18,65]。隣接椎に対する影響としてFieldingら[1]は小児環軸椎間後方固定では隣接椎との癒合が起きやすいと指摘し、後頭骨とC3を展開しないように勧めているが、実際の手技上は困難なことが多い。成長に関しては、頚椎固定術後の長期経過報告は少ない。小林ら[22]によると長径成長は固定術により抑制される。矢状径成長については明確な結論は得られていない。

結 語

1. 環軸椎回旋位固定 atlantoaxial rotatory fixation について、治療法を中心に文献的考察を行った。
2. 保存療法が行われた症例のうち18.3%で斜頸位が再発した。保存療法に抵抗性で最終的に手術療法に至ったものは4.2%あった。
3. 発症から治療開始までの時間経過に伴い側方の環軸関節面の変形が進み、次第に保存療法に抵抗性となることが推察された。
4. 発症後1ヶ月未満に治療を開始した急性例では保存療法によく反応し、手術療法を必要とした症例がほとんどないのに対し、1ヶ月以上経

過して治療が開始された亜急性例・慢性例では手術療法を要した症例が多くみられた。

5. 治療期間の短縮および観血的治療の回避には、早期診断と早期治療開始が重要な鍵になると考えられた。

謝 辞

本研究発表に御協力いただいた藤由崇之、川辺純子、遠藤友規、林 浩一先生および千葉大学整形外科学教室頚椎脊髓診療班の諸先生に深謝する。

SUMMARY

Atlantoaxial rotatory fixation (AARF) occasionally develops in children and causes torticollis. In this review, we analyzed previous papers that described the conservative and surgical treatments for AARF. In acute cases that were diagnosed at early stage after the onset of AARF, most patients were treated successfully with conservative treatment such as traction therapy and brace therapy. However, delayed diagnosis and/or inadequate therapy led to the failure of conservative treatment, and recurrence of AARF occurred. For patients with irreducible and recurrent AARF, surgical treatment was required to correct the rotatory fixation. In 87 out of 476 patients (18.3%) who were treated conservatively, recurrence of AARF occurred. Among them, surgery was performed in 20 patients (4.2%). Osseous deformity at atlanto-axial facet joint is thought to be one of factors that cause irreducible and recurrent AARF. We conclude that an adequate diagnosis and treatment at early stage from the onset is quite important to prevent the development of irreducible and recurrent AARF.

文 献

- 1) Fielding JW, Hawkins RJ. Atlanto-axial rotatory fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59: 37-44.
- 2) Wortzman G, Dewar FP. Rotatory fixation of atlantoaxial joint: rotational atlantoaxial subluxation. *Radiology* 1968; 90: 479-87.
- 3) 平井三知夫, 秋山典彦, 土屋恒篤. Atlanto-axial rotatory fixation の検討. *整・災外* 1980; 8: 897-909.
- 4) Hicazi A, Acaroglu E, Alanay A, Yazici M, Surat A. Atlantoaxial rotatory fixation-subluxation revisited: a computed tomographic analysis of acute torticollis in pediatric patients. *Spine* 2002; 27: 2271-5.
- 5) Pang D, Li V. Atlantoaxial rotatory fixation: Part 1-Biomechanics of normal rotation at the atlantoaxial joint in children. *Neurosurgery* 2004; 55: 614-25.

- 6) Pang D, Li V. Atlantoaxial rotatory fixation: Part 2-New diagnostic paradigm and a new classification based on motion analysis using computed tomographic imaging. *Neurosurgery* 2005; 57: 941-53.
- 7) Crook TB, Eynon CA. Traumatic atlantoaxial rotatory subluxation. *Emerg Med J* 2005; 22: 671-2.
- 8) 前田純一郎, 馬場秀夫, 衛藤正雄, 森口昇, 小関弘展, 西村誠介ほか. 環軸椎回旋位固定の治療経験. *整外と災外* 2005; 54: 35-9.
- 9) Wittek A. Ein Fall von Distensionsluxation im Atlanto-epiphyseal-Gelenke. *Munch Med Wochr* 1908; 55: 1836-7.
- 10) Coutts MB. Atlanto-epiphyseal subluxations. *Arch Surg* 1934; 29: 297-311.
- 11) 大田秀一, 浜田勲, 中村孝志, 林卓司, 長谷川良一. Atlanto-axial rotatory fixationの検討. *中部整災誌* 1984; 27: 1383-6.
- 12) Hosono N, Yonenobu K, Tada K, Yoshikawa H. Lateral atlantoaxial joint arthrography in atlanto-axial rotatory fixation. *J Spinal Disord Tech* 2003; 16: 216-20.
- 13) Grisel P. Enucleation de l'atras et torticollis nasopharyngien. *Presse Med* 1930; 38: 50-3.
- 14) Watson JR. Spontaneous hyperaemic dislocation of the atlas. *Proc Roy Soc Med* 1931 ~ 2; 25: 586-90.
- 15) 川部直巳, 西川梅雄, 安藤義博, 都谷治利, 藤新重治, 広谷速人. 環軸椎回旋固定について. *中部整災誌* 1984; 27: 1386-8.
- 16) 川部直巳, 藤新重治, 西川梅雄, 浪江和生, 安藤義博, 山本仁. 小児環軸椎回旋位固定の病態と発生機序. *整形外科* 1986; 37: 433-40.
- 17) 片山直樹, 森健躬, 横田慎太郎, 岡村和彦. 小児の骨折を伴わないatlanto-axial rotatory fixationについて. *整形外科* 1981; 32: 121-8.
- 18) Ono K, Yonenobu K, Fujii T, Okada K. Atlanto-axial rotatory fixation. Radiographic study of its mechanism. *Spine* 1985; 10: 602-8.
- 19) 山田博信, 佐藤雅人, 梅村元子, 加藤有紀. 環軸椎回旋位固定の検討-3D CTの有用性-. *日小整会誌* 2003; 12: 13-7.
- 20) Crossman JE, Thompson D, Hayward RD, Ransford AO, Crockard HA. Recurrent atlantoaxial rotatory fixation in children: a rare complication of a rare condition. Report of four cases. *J Neurosurg* 2004; 100 (3Suppl): 307-11.
- 21) 里見和彦. 小児の環軸関節脱臼の病態と治療. *MB Orthop* 1989; 16: 27-35.
- 22) 小林慶二, 平林冽, 藤村祥一. 小児の環軸関節固定術の検討. *臨整外* 1983; 18: 395-402.
- 23) Fielding JW, Stillwell WT, Chynn KY, Spyropoulos EC. Use of computed tomography for the diagnosis of atlanto-axial rotatory fixation. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 60: 1102-4.
- 24) Rinaldi I, Mullins WJ Jr, Delaney WF, Fitzer PM, Tornberg DN. Computerized tomographic demonstration of rotational atlanto-axial fixation. Case report. *J Neurosurg* 1979; 50: 115-9.
- 25) 岡田孝三, 米延策雄, 富士武史, 小島伸三郎, 小野啓郎, 天野敬一. CT像からみた小児atlanto-axial rotatory fixationの病態と機序について. *臨整外* 1983; 18: 429-38.
- 26) Scapinelli R. Three-dimensional computed tomography in infantile atlantoaxial rotatory fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1994; 76: 367-70.
- 27) 村角恭一, 川内義久, 鮫島浩司, 宮口文宏. 環軸椎回旋位固定における3-D CTの有用性. *整外と災外* 2000; 49: 982-4.
- 28) 大楠郁子, 北村正幸, 岡田良行, 野坂俊介, 正木英一. 環軸椎回旋位固定における3D-CTの有用性. *IRYO* 2005; 59: 159-63.
- 29) Been HD, Kerkhoffs GM, Maas M. Suspected atlantoaxial rotatory fixation-subluxation: the value of multidetector computed tomography scanning under general anesthesia. *Spine* 2007; 32: E163-7.
- 30) Maheshwaran S, Sgouros S, Jeyapalan K, Chapman S, Chandy J, Flint G. Imaging of childhood torticollis due to atlanto-axial rotatory fixation. *Childs Nerv Syst* 1995; 11: 667-71.
- 31) Roche CJ, O'Malley M, Dorgan JC, Carty HM. A pictorial review of atlanto-axial rotatory fixation: key points for the radiologist. *Clin Radiol* 2001; 56: 947-58.
- 32) Missori P, Miscusi M, Paolini S, DiBiasi C, Finocchi V, Peschillo S, et al. A C1-2 locked facet in a child with atlantoaxial rotatory fixation. *J Neurosurg* 2005; 103 (6Suppl Pediatrics): 563-6.
- 33) Ishii K, Chiba K, Maruiwa H, Nakamura M, Matsumoto M, Toyama Y. Pathognomonic radiological signs for predicting prognosis in patients with chronic atlantoaxial rotatory fixation. *J Neurosurg Spine* 2006; 5: 385-91.
- 34) Goto S, Mochizuki M, Kita T, Murakami M, Nishigaki H, Moriya H. Transoral Joint release of dislocated atlantoaxial joints combined with posterior reduction and fusion for a late infantile atlanto-axial rotatory fixation. *Spine* 1998; 23: 1485-9.
- 35) 蓮江文男, 後藤澄雄, 村上正純, 山崎正志. 後側方到達法により矯正を得た陳旧性環軸椎回旋位固定の1例. *臨整外* 1999; 34: 229-32.
- 36) Goto S, Mii K, Murakami M, Mochizuki M, Moriya H. Reduction of late infantile atlanto-axial rotatory fixation: comparative report of two cases adopting a transoral joint release and an extreme lateral approach. *千葉医学* 2000; 76: 219-25.
- 37) 康野公則, 新井治男, 森下益多朗, 飯島康司, 瀬山雅博, 権藤宏ほか. atlanto-axial rotatory fixation症例の検討. *日整会誌* 1987; 61: S655.
- 38) 岡田文, 黒瀬眞之輔, 齊藤太一, 犀川勲, 入江努, 木村慎吾. 小児の環軸椎回旋位固定に対する治療経験. *整外と災外* 2003; 52: 549-52.
- 39) 宮坂芳郎, 里見和彦. 小児の環軸椎回旋脱臼の原因と治療. *MB Orthop* 1996; 9: 75-83.
- 40) 山田圭, 吉田健治, 山下寿, 星子久, 中村英智, 渡部裕一ほか. 環軸椎回旋位固定の治療方針の検討. *整外と災外* 2003; 52: 67-72.
- 41) 伊藤隆, 川上裕史, 勝呂徹. Atlanto-axial rotatory fixation 55例の検討. *骨・関節・靭帯* 2005; 18: 43-50.
- 42) 塩川浩規, 徳山満, 和久尅, 本田良宣. 環軸

- 椎回旋位固定の治療経験. 中部整災誌 2002; 45: 463-4.
- 43) 田中順子, 山田 圭, 吉田健治, 山下 寿, 田中憲治, 中村英智ほか. 環軸椎回旋位固定の治療経験. 西日本脊椎研究会誌 2005; 31: 162-7.
 - 44) 平川 敬, 栄 輝巳, 内田 仁, 城石達光. 当院での環軸椎回旋位固定に対する治療経験. 西日本脊椎研究会誌 2005; 31: 174-9, 188.
 - 45) Subach BR, McLaughlin MR, Albright AL, Pollack IF. Current management of pediatric atlantoaxial rotatory subluxation. Spine 1998; 23: 2174-9.
 - 46) Pang D, Li V. Atlantoaxial rotatory fixation: Part 3-A prospective study of the clinical manifestation, diagnosis, management, and outcome of children with atlantoaxial rotatory fixation. Neurosurgery 2005; 57: 954-72.
 - 47) Mihara H, Onari K, Hachiya M, Toguchi A, Yamada K. Follow-up study of conservative treatment for atlantoaxial rotatory displacement. J Spinal Disord 2001; 14: 494-9.
 - 48) 三原久範, 大成克弘, 蜂谷将史, 藤井栄世, 山田勝久, 戸口 淳. 環軸椎回旋位固定の保存治療成績. 日整会誌 1997; 71: S632.
 - 49) Phillips WA, Hensinger RN. The management of rotatory atlanto-axial subluxation in children. J Bone Joint Surg Am 1989; 71: 664-8.
 - 50) 井上裕文, 河合伸也, 田口敏彦, 金子和生, 森信謙一, 大藤 晃ほか. 環軸椎回旋位固定の臨床的検討. 整外と災外 1997; 53: 1403-5.
 - 51) Crossman JE, David K, Hayward R, Crockard HA. Open reduction of pediatric atlantoaxial rotatory fixation: long-term outcome study with functional measurements. J Neurosurg 2004; 100 (3Suppl): 235-40.
 - 52) Govender S, Kumar KPS. Staged reduction and stabilisation in chronic atlantoaxial rotatory fixation. J Bone Joint Surg Br 2002; 84: 727-31.
 - 53) Schwarz N. The fate of missed atlanto-axial rotatory subluxation in children. Arch Orthop Trauma Surg 1998; 117: 288-9.
 - 54) El-Khoury GY, Clark CR, Gravett AW. Acute traumatic rotatory atlanto-axial dislocation in children. A report of three cases. J Bone Joint Surg Am 1984; 66: 774-7.
 - 55) Lee SC, Lui TN, Lee ST. Atlantoaxial rotatory subluxation in skeletally immature patients. Br J Neurosurg 2002; 16: 154-7.
 - 56) 吉田雅喜, 曾根滋巳. 環軸椎回旋位固定8例の臨床的検討. 小児科診療 2004; 8: 1339-41.
 - 57) Wang YF, Teng MM, Sun YC, Yuan WH, Chang CY. Torticollis due to atlantoaxial rotatory fixation. J Clin Neurosci 2008; 15: 316-8.
 - 58) Johnson DP, Fergusson CM. Early diagnosis of atlanto-axial rotatory fixation. J Bone Joint Surg Br 1986; 68: 698-701.
 - 59) 海渡貴司, 加藤泰司, 若林 元, 相原雅治, 山本浩司. 環軸椎回旋位固定の治療経験. 中部整災誌 2002; 45: 467-8.
 - 60) 高田英一, 中原進之介, 竹内一裕, 土居克三, 田中雅人. 小児環軸椎回旋位固定の治療経験. 西日本脊椎研究会誌 2005; 31: 180-4, 188-9.
 - 61) Weisskopf M, Naeve D, Ruf M, Harms J, Jeszenszky D. Therapeutic options and results following fixed atlantoaxial rotatory dislocations. Eur Spine J 2005; 14: 61-8.
 - 62) 星野啓介, 坪内俊二, 荻久保修, 和田郁雄, 松井宣夫. 小児環軸関節回旋位固定の治療経験. 整形外科 2002; 53: 1403-5.
 - 63) 嶋村 正, 一戸克明, 双木 慎, 白倉義博, 村上秀樹. 環軸間自然癒合をみた環軸椎回旋位固定の放置例. 整形外科 1991; 42: 1522-5.
 - 64) Crockard HA, Rogers MA. Open reduction of traumatic atlanto-axial rotatory dislocation with use of the extreme lateral approach. J Bone Joint Surg Am 1996; 78: 431-5.
 - 65) Parikh SN, Crone KR, Crawford AH. Chronic atlantoaxial rotatory fixation with anterolisthesis: case report. J Trauma 2004; 57: 392-5.
 - 66) 生子 明, 中川 洋, 原野秀之, 奥村輝文, 杉山忠光. Atlanto-axial rotatory fixationのCT診断と外科的治療. 脳神経外科 1984; 12: 987-91.
 - 67) 原田征行, 東野修治, 近江洋一, 森山明夫, 林 篤, 中野恵介ほか. 環軸椎亜脱臼に対する環軸関節固定術 経口法と後方法との比較. 臨整外 1983; 18: 457-65.
 - 68) McGraw RW, Rusch RM. Atlanto-axial arthrodesis. J Bone Joint Surg Br 1973; 55: 482-8.
 - 69) Brooks AL, Jenkins EB. Atlanto-axial arthrodesis by wedge compression method. J Bone Joint Surg Am 1978; 60: 279-84.
 - 70) Moon MS, Choi WT, Moon YW, Moon JL, Kim SS. Brooks' posterior stabilisation surgery for atlanto-axial instability: review of 54 cases. J Orthop Surg (Hong Kong) 2002; 10: 160-4.
 - 71) 住吉康之, 清水健詞, 池田 聡, 高橋良正, 成沢研一郎, 中村利孝. 環軸椎回旋位固定に対して観血的治療を行った1例. 整災外 2004; 47: 1409-12.
 - 72) 濱中秀昭, 久保紳一郎, 黒木浩史, 公文崇詞, 福嶋秀一郎, 帖佐悦男. 発症後1ヶ月以上経過した小児の環軸椎回旋位固定の3例. 西日本脊椎研究会誌 2005; 31: 168-73.
 - 73) Belen D, Simsek S, Yigitkanli K, Bavek M. Internal Reduction Established by Occiput-C2 Pedicle Polyaxial Screw Stabilization in Pediatric Atlantoaxial Rotatory Fixation. Pediatric Neurosurgery 2006; 42: 328-32.
 - 74) Clark CR, Kathol MH, Walsh T, Tomas W, El-Khoury GY. Atlantoaxial rotatory fixation with compensatory counter occipitotlantal subluxation. A case report. Spine 1986; 11: 1048-50.
 - 75) 植田義之, 中村雅也, 小川祐人, 松本守雄, 千葉一裕, 戸山芳昭. 前・後方進入による整復固定を要した小児陳旧性環軸関節回旋位固定の1治験例. 関東整災誌 2004; 35: 93-8.
 - 76) Kato Y, Ito S, Kubota M, Kanaya K, Itoh Tatsuo. Chronic atraumatic atlantoaxial rotatory fixation with anterolisthesis. J Orthop Sci 2007; 12: 97-100.
 - 77) Parisini P, Di Silvestre M, Gregg T, Bianchi G. C1-C2 posterior fusion in growing patients: long-term follow-up. Spine 2003; 28: 566-72.

- 78) Richard CEA, Peter K, Wayne MG, Douglas LB. Long-term maintenance of cervical alignment after occipitocervical and atlantoaxial screw fixation in young children. J Neurosurg 2006; 105 (1Suppl): 55-61.
-