左右差のある上肢症状を呈した頸椎症における動的因子の関与について

Relation of Cervical Vertebra Dynamic Factors with Unilateral or Asymmetrical Symptoms in Upper Extremities in Patients with Cervical Disk Disease

関 俊 隆^{*1} 谷 川 緑 野^{*1} 杉 村 敏 秀^{*1} 泉 直 人^{*1}
 前 田 高 宏^{*1} 鮫 島 哲 朗^{*1} 坪 井 俊 之^{*1} 矢 野 昭 正^{*1}
 勝 野 亮^{*1} 吉 田 浩 貴^{*1} 橋 本 政 明^{*1} 木 村 輝 雄^{*2}
 川 崎 和 凡^{*2} 青 山 剛^{*2} 野 田 公 寿 茂^{*2} 宮 野 真^{*2}
 金 子 貞 洋^{*2} 橋 爪 明^{*3} 藤 田 力^{*4}

Toshitaka Seki, M. D. ^{*1}, Rokuya Tanikawa, M. D. ^{*1}, Toshihide Sugimura, M. D. ^{*1}, Naoto Izumi, M. D. ^{*1},
 Takahiro Maeda, M. D. ^{*1}, Tetsuro Sameshima, M. D. ^{*1}, Toshiyuki Tsuboi, M. D. ^{*1}, Akimasa Yano, M. D. ^{*1},
 Makoto Katsuno, M. D. ^{*1}, Hiroki Yoshida, M. D. ^{*1}, Masaaki Hashimoto, M. D. ^{*1}, Teruo Kimura, M. D. ^{*2},
 Kazutsune Kawasaki, M. D. ^{*2}, Takeshi Aoyama, M. D. ^{*2}, Kosumo Noda, M. D. ^{*2}, Makoto Miyano, M. D. ^{*2},
 Sadahiro Kaneko, M. D. ^{*2}, Akira Hashizume, M. D. ^{*3}, Tsutomu Fujita, M. D. ^{*4}

Abstract

Introduction : In order to determine the onset mechanisms responsible for upper extremities unilateral or asymmetrical neurological symptoms in cervical spondylosis, we performed 3 Dimensional Computed Tomography (3D-CT) in the neutral and extending positions. Then we examined the association between cervical vertebra dynamic factors and the onset of neurological symptoms.

Materials and Methods : We selected 12 patients with unilateral or asymmetrical neurological symptoms in their upper extremities from 48 patients who underwent anterior decompression and fusion or posterior decompression to treat cervical spondylosis between January 2007 and September 2009. Subjects comprised 11 males and 1 female between the age of 28 and 78 (average 49.9). They included 5 cases of mono-segmental fusion and 7 cases of bi-segmental fusion, and surgery was performed for 2 cases at C4-5 level, 10 cases at C5-6 level, and 7 cases at C6-7 level. Aquilion 16 TSX-101A/GB (Toshiba Medical Systems) was used for the 3D-CT imaging. CT was performed at a 0.5 mm slice thickness for neutral and retroflexed positions, after which we performed volume rendering. The degree of affection of every particular in intervertebral level was assessed according to clinical symptoms and MRI results. The inclination between vertebral bodies was measured and compared (unilateral spondylolisthesis) by drawing a line perpendicular to the line which connected the transverse processes of each vertebral body on the 3D-CT frontal view. We also examined instabilities such as misalignment or gaps of facet joints in the neutral and extending positions.

Results : Of a total of 19 facet joints, instabilities or unilateral facet joints spondylolisthesis were observed in 11 facet joints in the extending position.

Conclusions

1. We investigated the mechanisms involved in the onset of unilateral or asymmetrical neurological symptoms in upper extremities in patients with cervical disk diseases using 3D-CT in the neutral and extending positions.
2. We conclude that instabilities or unilateral spondylolisthesis in unilateral facet joints in the extending position can influence the onset of neurological symptoms.

(Received : August 31, 2009 ; accepted : December 7, 2009)

Key words

anterior fusion, biomechanics, cervical disk disease, dynamic factors, 3 dimension computed tomography

^{*1} 特別医療法人明生会網走脳神経外科・リハビリテーション病院／〒093-0041 網走市桂町 4 丁目〔連絡先：関 俊隆〕

Address reprint requests to : Toshitaka Seki, M. D., Abashiri Neurosurgical Hospital, 4 Katsuramachi, Abashiri-shi, Hokkaido 093-0041, Japan

^{*2} 特別医療法人明生会道東脳神経外科病院, ^{*3} 特別医療法人明生会桂ヶ丘クリニック, ^{*4} 特別医療法人明生会美幌クリニック

緒 言

頸椎椎間板障害の神経症状の発生機序としては先天的な脊柱管の狭窄、椎間板の変性や骨棘形成、黄色靱帯の膨隆などによる静的要因、動的要因としては頸椎の後屈運動に伴う椎間板の後方への膨隆および黄色靱帯の後側方からの膨隆による脊髄および神経根の圧迫、頸椎前屈時の脊髄の前方への移動による脊髄の圧迫・偏平化、さらに不安定性がある場合の後屈時における上位椎体後下縁と下位椎弓前上縁との間で脊髄が圧迫される *pincers mechanism*¹⁻⁵⁾がある。今回われわれは、一側または左右差のある上肢神経症状を呈した頸椎椎間板障害において、術前の中間位および後屈位頸椎 3D-CT を用いて、正面像における頸椎アライメントおよび手術レベルの左右の椎間関節の動きに注目して神経症状発現における頸椎動的因子の関与について検討した。

対象および方法

対象は 2007 年 1 月から 2008 年 9 月までに頸椎症に対して前方除圧固定術または後方除圧術を行った 37 例のうち一側上肢または左右差のある上肢神経症状を呈し、前方固定術を行った 12 例である (Table 1)。内訳は男性 11 例、女性 1 例で、年齢は 28~77 歳 (平均 49.9 歳) である。椎間固定は 1 椎間固定が 5 例、2 椎間固定は 7 例であった (全 38 罹患椎間レベル、19 罹患椎間関節)。手術レベルは C4/5 が 2 例、C5/6 が 10 例、C6/7 が 7 例であった。前方除圧固定術は Smith and Robinson 法を行ったのちにボックスタイプのチタンケージによる固定を行った。罹患椎間レベルは神経症状、MRI および CT にて診断した。MRI は Gyroscan Intera (PHILIPS 社) 1.0T、で、中間位で矢状断と水平断を撮像した。CT は、Aquilion 16 TSX-101A/GB (Toshiba Medical Systems 社) を使用し、中間位および後屈位にてスライス厚 0.5 mm で撮像し、さらに volume rendering を行い 3D-CT を作製した。検討項目は、中間位 3D-CT と後屈位 3D-CT において左右の罹患椎間関節 (手術レベルの椎間関節) に注目して椎間関節面の“ずれ”や“開き”を観察した (椎間関節の異常可動性または不安定性) (Fig. 1)。また、3D-CT 正面像で各横突起を結んだ線から垂線を引き、C7 椎体を基準として、中間位および後屈位における各椎体間の側方への傾きを計測した (頸椎配列) (Fig. 2)。

結 果

症状側の罹患椎間関節以外で異常可動性および不安定性は認められなかった。全罹患椎間レベルにおいて 19 罹患椎間関節中、11 罹患椎間関節 (58%) で異常可動性または不安定性が認められた。中間位 MRI では明らかな脊髄の圧迫の左右差や椎間孔狭小化の左右差は認められなかったが、後屈位 3D-CT にて罹患椎間関節の異常可動性および頸椎配列の症状側への傾きを 7 罹患椎間関節中 5 罹患椎間関節 (71%) に認めた。後屈位 3D-CT において罹患椎間関節の異常可動性または不安定性が認められ、さらに後屈位において頸椎配列の罹患椎体間の症状側への傾きを 19 罹患椎間関節中 7 罹患椎間関節 (37%) に認めた。また、罹患椎間関節の異常可動性または不安定性は認められなかったが、後屈位 3D-CT における頸椎配列で罹患椎体間の症状側への傾きを 2 罹患椎間関節 (11%) に認めた。さらに、頸椎全体の配列に関しては 12 例中 9 例で後屈位における症状側への傾きを認めた。

【代表症例：症例 4】

患 者：34 歳、男性

主 訴：右上肢尺側のしびれ・痛み

現病歴：右上肢尺側のしびれ・痛みを主訴に当院を受診した。中間位頸椎 MRI では C6/7 レベルで右椎間孔の軽度狭小化を認めた (Fig. 3)。頸椎 3D-CT では罹患椎間関節である右 C6/7 椎間関節で後屈位においてわずかな椎間関節の開きが認められたが (Fig. 4 a-d)、非症状側である左椎間関節では C6/7 椎間関節を含めて後屈位 3D-CT では異常可動性および不安定性は認められなかった (Fig. 4 e, f)。3D-CT 正面像における頸椎の配列では C6-7 レベルでは中間位と後屈位で傾きに変化は認められなかったが、その他のレベルでは後屈位において症状側への傾きを認めた (Fig. 5)。後屈位における右 C6/7 椎間関節の開きと症状側への傾きが症状発現の原因の一つと考えられた。保存療法によっても症状の改善が得られなかったため C6/7 レベルの前方固定術を行った。手術所見は変性した椎間板、肥厚した後縦靱帯および骨棘による右 C7 神経根の圧迫を認めた。これらを摘出し、術後症状は消失した。

【代表症例：症例 5】

患 者：70 歳、男性

主 訴：左上肢の痛み

現病歴：2003 年ころから左手のしびれを自覚していた。2008 年 1 月ころから左上肢機側および第 1 指のし

Table 1 Summary of cases

No.	Sex/ Age	Duration from onset	Pre OP. symptoms	Laterality	Fusion levels	Instability of diseased facet joints	Misalignment of diseased facet joints	Inclination to symptom side in extended position	MRI (neutral position)
1	M/62	3 months	C5, C6 radiculopathy	Lt	C4/5, C5/6	C4/5 : - C5/6 : +	C4/5 : + C5/6 : +	+	C4/5 : Lt IVF narrow C5/6 : laterality (-)
2	M/58	3 years	C6, C7 radiculopathy	Lt	C5/6, C6/7	C5/6 : - C6/7 : -	C5/6 : + C6/7 : -	-	C5/6 : Lt IVF narrow C6/7 : laterality (-)
3	M/28	3 months	C6 radiculopathy	Rt	C5/6	C5/6 : +	C5/6 : +	+	C5/6 : laterality (-)
4	M/34	3 weeks	C7 radiculopathy	Rt	C6/7	C6/7 : +	C6/7 : -	+	C6/7 : Rt IVF narrow
5	M/70	5 years	C6 radiculopathy	Lt	C5/6	C5/6 : +	C5/6 : +	+	C5/6 : Lt IVF narrow
6	M/59	1 year	C6 radiculopathy	Lt	C5/6	C5/6 : +	C5/6 : +	+	C5/6 : laterality (-)
7	M/57	5 years	C6, C7 radiculopathy	Rt	C5/6, C6/7	C5/6 : - C6/7 : -	C5/6 : - C6/7 : -	+	C5/6 : Rt IVF narrow C6/7 : Rt IVF narrow
8	M/52	6 years	C6, C7 radiculopathy	Lt>Rt	C5/6, C6/7	C5/6 : - C6/7 : -	C5/6 : - C6/7 : -	-	C5/6 : laterality (-) C6/7 : Lt IVF narrow
9	M/44	4 years	C5, C6 radiculopathy	Rt>Lt	C4/5, C5/6	C4/5 : + C5/6 : +	C4/5 : + C5/6 : +	+	C4/5 : laterality (-) C5/6 : laterality (-)
10	M/53	2 months	C7 radiculopathy	Lt	C6/7	C6/7 : +	C6/7 : +	-	C6/7 : Lt cervical disk
11	M/51	7 years	C6, C7 radiculopathy	Rt	C5/6, C6/7	C5/6 : + C6/7 : +	C5/6 : - C6/7 : -	+	C5/6 : Rt IVF narrow C6/7 : Rt IVF narrow
12	F/48	5 months	C6, C7 radiculopathy	Lt	C5/6, C6/7	C5/6 : - C6/7 : +	C5/6 : - C6/7 : -	+	C5/6 : Lt IVF narrow C6/7 : Lt IVF narrow

Fig. 1 Assessment of instability and/or abnormal movement of affected facet joints in the neutral and extended position

There is a slightly opened face between left facet joints of C4-5 and C5-6 in extended position. However, there is no instability at all of the right facet joints in the extended position.

a : Cervical 3D-CT of left side lateral view in the neutral position

b : Cervical 3D-CT of left side lateral view in the extended position

Fig. 2 A-P views of the 3D-CT in the neutral and extended position. On the left side is neutral position (a) and on the right side is extended position (b)

A line was drawn which connects the transverse processes of each vertebral body. Furthermore, the inclination was measured between vertebral bodies in the neutral and extended positions.

Fig. 3 Case 1

Preoperative MRI of T2WI in the neutral position showing slightly narrow right at intervertebral foramen C6-7 level in the axial view.

a : Sagittal image of cervical T2WI MRI.

b : Axial image of cervical T2WI MRI.

Fig. 4

The right side lateral views of cervical 3D-CT in the neutral position (a) and extended position (b).

c : The right facet joint demonstrated closed at the C6-7 level (open arrow heads) in the neutral position.

d : The right facet joint demonstrated open at the C6-7 level (arrow heads) in the extended position. However, the other facet joints showed normal movement in the extended position.

The left side lateral views of 3D-CT in the neutral (e) and extended position (f) in the same case. All facet joints showed normal movement in extended position including C6-7 level.

びれ・痛みが増強した。左 C6 radiculopathy と診断し、保存療法を行ったが症状の改善がみられないため手術目的で入院となった。中間位頸椎 MRI では C5/6 レベルで左椎間孔の狭小化を認めた (Fig. 6)。頸椎 3D-CT では後屈位において左 C5/6 椎間関節のわずかな“ずれ”を認めたが、そのほかのレベルでは明らかな異常可動性や不安定性は認められなかった (Fig. 7 a-d)。また、非症状側の椎間関節においても C5-6 レベルを含めて中間位および後屈位で明らかな異常可動性は認められなかった (Fig. 7 e, f)。中間位および後屈位の頸椎の配列では責任病巣の C5-6 レベルを含めて後屈位において症状側の左側への傾きを認めた (Fig. 8)。後屈位における左 C5/

6 椎間関節のわずかなずれと左側への傾きが症状発現の誘因の一つと考えられた。C5/6 レベルの前方除圧固定術を行い。術後左上肢の痛みは消失した。

【代表症例：症例 6】

患 者：59 歳，男性

主 訴：左上肢橈側の痛み

現病歴：左上肢橈側の痛みが半年以上続き、他院にてビタミン剤の処方などを受けていたが改善せず、仕事にも支障がでてきたとのことで当院を受診した。中間位頸椎 MRI では脊柱管の狭窄をし、さらに C5/6 レベルで脊髄周囲のくも膜下腔は消失し脊髄の圧迫・変形を認めたが、脊髄の圧迫・変形および両側椎間孔の狭小化には明

Fig. 5 Cervical vertebral alignment of A-P view (case 4)

The graph demonstrates cervical vertebral alignment of A-P views in neutral and extended positions. The white dots represent the neutral position and black ones represent the extended position. The C6-7 level does not incline from neutral to extended position. However, the other levels incline to the right in the extended position.

らかな左右差は認められなかった (Fig. 9). 頚椎 3D-CT では後屈位において左 C5/6 椎間関節の異常可動性を認めた (Fig. 10). 中間位および後屈位の頚椎の配列では責任病巣である C5-6 を含めて後屈位において症状側である左側への傾きを認めた (Fig. 11). これら左 C5/6 椎間関節の異常可動性と後屈位での左への傾きが症状発現の一つの原因と考えられた. 左 C6 radiculopathy と診断し前方除圧固定術を行い, 術後症状は軽快した.

考 察

頚椎椎間板障害では椎間板の後方または側方への膨隆, Luschka 関節の肥厚, 椎間関節の変性や黄色靱帯の肥厚によって脊柱管または椎間孔が狭窄した結果, 脊髄または神経根を圧迫する. さらに神経症状の発現にはこれらの静的因子の関与だけではなく頚椎の前・後屈運動に伴う脊髄の偏位や椎間板の後方への膨隆および黄色靱帯の前方への膨隆による脊髄の圧迫といった動的因子が関係している¹⁻⁵⁾. しかし一側上肢または左右差のある上肢神経症状の発現に関しての報告は少ない⁶⁻⁸⁾. 竹林ら⁶⁾は一側上肢の症状を呈した頚椎椎間板障害症例に対して MRI および CT ミエログラフィーを用いた放射線学的検討を行い, 脊柱管の中心部や中心部近傍に病変がある場合でもわずかな前正中裂の偏位の左右差などによっても 13 例中 11 例に症状に左右差が認められたと報告している. 関ら⁷⁾は MRI や中間位の CT ミエログラフィーでは明らかな圧迫病変は認められず, 後屈位 CT

Fig. 6 Case 2

Preoperative MRI in the neutral position showing narrow intervertebral foramen of left C5-6 level.

a : Sagittal image of cervical T2WI MRI.
b : Axial image of cervical T2WI MRI.

ミエログラフィーにて病変部位が明らかとなった一側上肢のみの神経症状を呈した頚椎椎間板障害の 2 症例を報告している. 症状発現の機序として後屈位運動に伴う上位椎体の回旋および側屈運動によって症状側の椎間孔が狭小化した結果であると推測している. また Kubo ら⁸⁾は cadaver を用いた検討で頚髄の anterior root exit zone が正中より 1~3 mm 外側に位置していることから正中型頚椎椎間板ヘルニアでも anterior rootlets の障害で神経根症を呈する可能性があるとして述べている.

今回のわれわれの検討では 19 罹患椎間関節中 11 罹患関節になんらかの異常可動性を認めた. また, 症例 6 のように中間位の頚椎 MRI では脊髄の圧迫の程度や両側の椎間孔の狭窄に明らかな左右差が認められない症例で, 後屈位 3D-CT にて罹患椎間関節の異常可動性および頚椎配列の症状側への傾きを認めた症例が 6 例 7 罹患椎間関節中, 4 例 5 罹患椎間関節に認められた. また, 後屈位 3D-CT における頚椎全体の配列では 12 例中 9 例に症状側への傾きを認めている. 以上のことから変性した椎間板, 肥厚した後縦靱帯, さらに骨棘などに加え, 頚椎の後屈運動に伴う一側椎間関節の異常可動性または側方への傾きが症状発現の一因となっていると考えられた. 頚椎の biomechanics を考える場合, 前後屈運動, 側屈運動および回旋運動を単一の運動としてとらえるのではなくそれぞれの運動の組み合わせで考える必要がある⁵⁾. 頚椎の側屈運動は前後屈運動に伴って生じ, 側屈運動に伴って回旋運動が生じている. 頚椎の前方要素と

Fig. 7

The left side lateral oblique views of cervical 3D-CT in the neutral (a) and extended position (b).

c : The left facet joint demonstrated closed at the C5-6 level (circle) in the neutral position.

d : The left facet joint demonstrated a slight gap at the C5-6 level (circle) in the extended position. However, the other facet joints showed normal movement in the extended position.

The right oblique views of 3D-CT in the neutral position (e) and extended position (f) in the same case. All facet joints showed normal movement in extended position including C5-6 level.

Fig. 8 Cervical vertebral alignment of A-P view (case 5)

This graph demonstrating cervical vertebral alignment of A-P views in neutral and extended positions. The white dots represent the neutral position and black dots represent the neutral position. The cervical vertebra inclines to left side in the extended position including the C5-6 level.

後方要素が正常であれば生理的な運動では異常なパターンはないとされている。今回の報告のように一側上肢または左右差のある上肢症状を呈するような症例では、頸部脊柱管を構成する靭帯や筋群などがなんらかの原因で生理的な運動機能を失い、頸椎前後屈運動に伴う一側優位の側屈運動が脊髄または神経根に対して慢性反復性に繰り返されたと考えられた。頸椎症性神経根症の手術法には、前方除圧固定術、経椎体アプローチによる anterior foraminotomy、後方到達法による椎間孔拡大術といった

Fig. 9 Case 3

Presenting symptom is left arm pain. Preoperative MRI in the neutral position showing narrow spinal canal. The subarachnoid space disappears at the C5-6 level. However, It does not reveal laterality of spinal cord compression and bilateral intervertebral foramina.

a : Sagittal image of cervical T2WI MRI.

b : Axial image of cervical T2WI MRI.

種々の方法がある⁹⁻¹³⁾。本研究の症例は一例を除き（症例 8）、椎間関節の異常可動性、かつ/または後屈位における頸椎配列の症状側への傾きを認め、頸椎の不安定性があると判断した。そのため脊髄および神経根の圧迫原因である椎間板ヘルニア、骨棘および肥厚した後縦靭帯

Fig. 10 The P-A views of cervical 3D-CT in the neutral position (a) and extended position (b)

All of the right facet joints shows normal movement in the extended position. However, the left facet joint at the C5-6 level shows excessive movement in the extended position.

Fig. 11 Cervical vertebral alignment of A-P view (case 6)

This graph demonstrates cervical vertebral alignment of A-P views in neutral and extended positions. The white dots represent the neutral position and black dots represent the extended position. The cervical vertebra inclines to the left side in the extended position including C5-6 level.

などを確実に除去しさらに固定を行うことが症状の改善には重要と考え前方除圧固定術を選択した。

今後の課題としては、今回提示した症例と normal control または無症状の頸椎椎間板障害例との比較、今回の動態 3D-CT での変化と動態 CT ミエログラフィー・MRI などほかの神経放射線学的診断との相関性を検討し、dynamic 3D-CT の有用性をより明らかにしていく必要があると思われる。

文 献

- 1) Adams CB, Logue V : Studies in cervical spondylotic myelopathy. 3. Some functional effects of operations for cervical spondylotic myelopathy. *Brain* **94** : 587-594, 1971
- 2) Penning L : Some aspects of plain radiography of the cervical spine in chronic myelopathy. *Neurology* **12** : 513-519, 1962
- 3) Reid JD : Effects of flexion-extension movements of the head and spine upon the spinal cord and nerve roots. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **23** : 214-221, 1960
- 4) White AA III, Panjabi MM : Biomechanical considerations in the surgical management of cervical spondylotic myelopathy. *Spine* **13** : 856-860, 1988
- 5) White AA III, Panjabi MM : Clinical Biomechanics of the Spine. Second edition. Philadelphia, J. B. Lippincott, 1990, pp314, 511-528
- 6) 竹林誠治, 井須豊彦, 瀧川修吾, 他 : 一側上肢のみの自覚症状, 神経症状を呈した頸椎椎間板障害例の放射線学的検討. *脊椎外科* **10** : 108-112, 1996
- 7) 関 俊隆, 井須豊彦 : 頸椎椎間板障害における後屈位 CT myelography の有用性について. *脊椎外科* **12** : 281-285, 1998
- 8) Kubo Y, Waga S, Kojima T, et al : Microsurgical anatomy of the lower cervical spine and cord. *Neurosurgery* **34** : 895-902, 1994
- 9) 飛驒一利, 岩崎喜信, 阿部 弘 : 頸部脊椎症に対するチタン製ケージ 1 年以上使用の経過観察. *脊椎脊髄* **13** : 47-50, 2000
- 10) 飛驒一利, 矢野俊介, 関 俊隆 : 頸椎症に対する前方アプローチ : 現時点でのスタンダード. *Jpn J Neurosurg (Tokyo)* **16** : 604-610, 2007
- 11) Jho HD : Microsurgical anterior cervical foraminotomy for radiculopathy : a new approach to cervical disc herniation. *J Neurosurg* **84** : 155-160, 1996
- 12) 関 俊隆, 井須豊彦, 竹田 誠, 他 : Williams microsurgi-

cal saw を用いた経椎体アプローチ. *Video J Jpn Neurosurg* 8:2000

13) 田中靖久, 国分正一, 佐藤哲朗, 他: 頸部神経根症の手術. 脊椎脊髓 12:791-796, 1999