

胸椎後縦靭帯骨化症の手術治療に関する研究  
研究分担者 種市 洋 獨協医科大学整形外科教授

研究要旨 当科で行った胸椎 OPLL に対する各術式の有効性と問題点を検討した。前方除圧固定術は術後早期から症状が改善するが、他の術式よりも出血量が多かった。後方除圧固定術は、術後 3 ヶ月以降も症状の改善が持続し、前方手術と比較して出血量は少なかった。後方除圧術は、術後に後弯の進行と症状の悪化を認めた症例があった。

A. 研究目的

胸椎 OPLL に対しては様々な術式が存在し、選択基準は明確ではない。当科で行った各術式を評価し、有効性と問題点を明らかにすることを目的に、本研究を行った。

B. 研究方法

2006 年 5 月～2013 年 7 月に胸椎 OPLL で手術加療し、術後経過観察が 1 年以上可能であった 12 例 13 手術を対象とした。調査項目は手術時間、出血量、JOA score (日整会胸髄症判定基準: 11 点満点) 及び改善率 (平林式)、合併症である。

C. 研究結果

術式は後方除圧固定術 (PSF) が 6 例、前方除圧固定術 (ASF) が 4 例、胸骨縦割アプローチ併用の前後合併除圧固定術 (APSF) が 1 例、後方除圧術 (PD) が 2 例であった。

平均手術時間 (分) は PSF: 452、ASF: 331、APSF: 632 で、1 椎間あたりでは PSF: 69、ASF: 122、APSF: 210 であった。平均出血量 (ml) は PSF: 1351、ASF: 3590、APSF: 2518 で、1 椎間あたりでは PSF: 172、ASF: 1016、APSF: 839 であった。

JOA score は全症例の術前平均が 4.4 (0-9) 点、最終観察時が 7.5 (1-10.5) 点で、改善率は 47% であった。術式別の JOA score (術前/術後 1 ヶ月/術後 3 ヶ月/最終観察時) は、PSF: 4.7/6.7/6.8/7.8、ASF: 3.8/5.4/5.9/6.9、APSF: 5/7.5/8/8.5、PD: 8.5/9.3/9.3/8 であった。JOA score の改善率 (術後 1 ヶ月/術後 3 ヶ月/最終観察時: %) は、PSF: 32/33/49、ASF: 22/29/43、APSF: 42/50/58、PD: 32/32/0 であった。

術後合併症は表層感染 1 例、術後創部離開 1 例を、いずれも糖尿病合併患者において認めた。術後神経症状悪化を PSF の 1 例に認めたが、術後 3 ヶ月で術前以上に改善した。

D. 考察

ASF と APSF では術後早期から症状が改善し、更に経時的に改善が継続した。前方除圧の威力は圧迫因子の直接的除圧である。生理的に後弯である胸椎では前方除圧の効果は他の部位より大きく、特に限局した骨化には有効である。一方、難点としては手技に習熟を要し出血量が多いことである。PSF は、術後 1~3 ヶ月よりも術後 3 ヶ月以

降で改善を認めた。後弯減弱による間接的除圧と可動部位の制動による効果と考えられる。PSF は広範囲の病巣に対応が可能で、前方除圧と比較し出血量が少ない利点がある。PD では、術直後に症状は改善したが経時的に悪化した。骨化部での微細な動きと、経時的な後弯化が原因と思われる。骨化が完全に連続していない場合は固定術の併用を考慮する必要がある。

#### E. 結論

胸椎 OPLL に対する、当科の手術治療成績を検討した。ASF、APSF、PSF の各術式で症状の改善が得られた。ASF、APSF では術後早期から症状が改善し、更に経時的に改善が継続した。PSF では術後早期よりも、術後 3 ヶ月以降での改善率が大きく、長期間の経過観察が必要である。PD では長期的には症状が悪化した。骨化が連続していない場合は、固定術の併用が必要である。

#### F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

第 49 回日本脊髄障害医学会

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金 難治性疾患等政策研究事業(難治性疾患政策研究事業)  
分担研究報告書

後縦靭帯骨化症に対する胸椎後方除圧固定術後の骨化巣進展に関する研究

研究分担者 自治医科大学 教授 竹下克志

研究要旨 胸椎後縦靭帯骨化症に対しては現在広範囲にわたる後方除圧固定が一般的に行われている。我々は術前術後の CT データを用いて術後の骨化の増大傾向を測定した。結果として、対象患者 10 名のうちすべての患者において骨化の増大があることが判明した。神経症状の増悪は伴っておらず、少なくとも中期的な期間では当術式は妥当であることが証明された。

A. 研究目的

本研究の目的は後方除圧固定術を行った後の胸椎後縦靭帯骨化症患者で術後経過中の骨化巣の増大の有無を評価する事である。

B. 研究方法

当院で 2004 年から 2007 年の間に胸椎後縦靭帯骨化症に対して後方除圧固定術を受け、なおかつ術後 3 年以上フォローできた患者 10 名(年齢 38 歳~75 歳、平均 56.7 歳)を対象とした。内訳は男性 3 名、女性 7 名。平均フォロー期間は 4.7 年(3~9 年)であった。評価は胸椎疾患の JOA スコア(11 点満点、術前、最新フォロー時)、改善率、および術直前並びに最新フォロー時の CT にて脊柱管最狭窄のレベルでの、軸断像における骨化巣の面積の変化、ならびに前縦靭帯の骨化の有無を観察した。

(倫理面での配慮)

術後一般的に使用されている画像検査を後ろ向きに調査したものであり、倫理的な問題は無いと判断している。臨床・画像データの使用についてはすべての患者より書面で同意を得ている。

C. 研究結果

10 名すべての患者において骨化巣は増大しており、術前平均  $83.6 \pm 25.3 \text{mm}^2$  から最終フォロー時  $114.8 \pm 32.4 \text{mm}^2$  となっていた(図 1)。前縦靭帯の骨化の有無と後縦靭帯骨化増大の間には有意な関連はなかった。また、JOA スコアは術前最終フォロー時ともに平均 6.3(術前  $6.3 \pm 1.4$ 、最終フォロー時  $6.3 \pm 1.1$ )と不変であった。改善率平均は  $-15.8 \pm 65.8\%$ であった。

D. 考察

後縦靭帯骨化症に対する後方除圧固定はそのメカニカルストレスを軽減し、骨化伸展を予防しうる、という仮説の元に本研究を開始したが、結果は我々の仮説と逆であった。頸椎レベルにおいてはすでに手術後にも骨化巣の増大があることが知られているが、本研究では詳細な CT データを用いて胸椎でも同様の結果が出現することが示された。

E. 結論

後方除圧固定術後の胸椎後縦靭帯骨化症患者ではその後も骨化巣が増大する事が判

明した。しかし数年のフォロー期間では臨床症状の悪化にはつながらなかった。また、前縦靭帯の骨化の有無は後縦靭帯骨化の増大には関連していなかった。

F. 健康危険情報  
総括研究報告書にまとめて記載

G. 研究発表

1. 論文発表

Progression of ossification of the posterior longitudinal ligament of the thoracic spine following posterior decompression and stabilization  
Journal of Neurosurgery Spine 誌  
Volume 21 Page 773-7 2014年に掲載

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金 難治性疾患等政策研究事業(難治性疾患政策研究事業)  
分担研究報告書

Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH)に関する研究  
研究分担者 藤林俊介 京都大学大学院感覚運動系外科学講座整形外科

研究要旨 DISH の有無が腰椎変性疾患に及ぼす影響についての報告は少なく、その臨床的意義は解明されていない。腰椎の変性疾患に対する腰椎固定術の臨床成績に及ぼす DISH の影響について検討したところ、DISH を合併する症例は全体のおよそ 20%にみられ、偽関節や隣接障害による再手術のリスクが DISH を合併しない症例の約 5 倍増加する結果となった。

A. 研究目的

DISH の有無が、腰椎変性疾患に対する腰椎固定術の臨床成績に影響を及ぼすかどうかを調査すること。

B. 研究方法

京大病院で 2004 年以降に施行された椎体間固定術の症例の後ろ向き研究。エンドポイントを偽関節または隣接障害による再手術と定義し、Cox 比例ハザードモデルを用いて解析した。本研究は京都大学倫理委員会により承認されている。

C. 研究結果

208 症例のうち 39 症例で DISH を合併していた。再手術のリスクは DISH の合併で 5.5 倍( $P<0.0001$ )であった。

D. 考察

DISH を有する事で脊椎可動性の減少を生じ、手術部位や隣接部への応力集中が生じる事が再手術リスクの増加につながると推測された。

E. 結論

DISH の合併は腰椎椎体間固定術の臨床成績の成績不良因子の一つである。

F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

第 43 回日本脊椎脊髄病学会学術集会  
2014. 4. 17, 京都

第 87 回日本整形外科学会学術総会  
2014. 5. 22 神戸

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金 難治性疾患等政策研究事業(難治性疾患政策研究事業)  
分担研究報告書

びまん性特発性骨増殖症(DISH)を合併した OPLL 手術後に生じた脊椎骨折に関する研究  
研究分担者 吉田宗人 和歌山県立医科大学整形外科教授

研究要旨 びまん性特発性骨増殖症(DISH)を合併した OPLL 手術後に生じた脊椎骨折について検討した。症例は 3 例で、手術の際に後方から骨化した棘上靭帯列が切除されており、その後誘因なく切除遠位端レベルでの椎体骨折が認められた。DISH に関しては軽微な外傷による骨折が最近問題となっているが、連続骨化した棘上靭帯列を切除することが支持バランスの破綻を来すことが推察された。

#### A. 研究目的

びまん性特発性骨増殖症(DISH)を合併した OPLL 手術後に生じた脊椎骨折について、その症例報告と特徴等について検討を行うこと。

#### B. 研究方法

当科で手術を行った DISH を合併した OPLL 手術患者のうち、術後の椎体骨折を来した患者について、年齢性別、発生高位、手術術式、骨化の分布、対応策、発生メカニズムを検討した。画像を含めた患者データの使用についてはすべて必要十分なインフォームドコンセントの上行った。

#### C. 研究結果

症例①73 歳女性。頸胸椎の OPLL+OYL。DISH による円背著明。骨化の分布は T4-7 に OPLL、T3-4、T7-10 に OYL を認めた。頸椎レベルでは変形性脊椎症性変化による脊髄圧迫を認めた。頸椎症性脊髄症、胸椎 OPLL、OYL 合併例に対して C4-7 椎弓形成術(LAP)、T3-5 椎弓切除、T7-10 椎弓切除が行われた。術後 2 週で特に誘因なく T10 椎体

骨折を来した。下肢筋力低下が新たに発生したため T7-L1 後方固定術にて対応し、神経症状は回復した。

症例②66 歳男性。頸胸椎 OPLL で DISH による円背も著明である。骨化の分布は C2-5 連続型 OPLL、C6-T3 分節型 OPLL である。頸胸椎混合型 OPLL に対して C2-T3 連続椎弓形成術を施行した。術後 2 週で誘因なく T3 骨折を来した。頸部痛や神経脱落症状を認めず、外固定による保存療法で軽快した。症例③66 歳男性。骨化の分布は C7-T1、T3-4、T7-8 に分節型 OPLL を認めた。頸胸椎 OPLL について C5-T4 連続椎弓形成術、T4-T10 後方固定術を施行した。経過は良好であった。特に誘因は無かったが、18 か月後 T10 椎体骨折が認められた。脊髄症状の悪化を来したため、固定を末梢に延長し対応した。

#### D. 考察

DISH は軽微な外傷で椎体骨折を来すことや、はじめは骨折の程度が軽微なものでも診断の遅れから遅発性麻痺の原因になることが知られている。今回 DISH を合併した OPLL 手術後に発生した椎体骨折を検討したが、共通するのは手術範囲である後方の

骨化した棘上靭帯列を切除していること、骨折の誘因となるイベントが明らかでないことであった。そのため連続骨化した棘上靭帯列の切除は術後脊柱支持バランス不良の原因となる可能性が考えられた。ただし、今回の症例報告のみでは結論を導き出すには不十分であるため、発生率や症状、予防策や治療法などについて後更なる検討が必要になると考えられた。

#### E. 結論

DISH 患者の脊椎手術を行う際、特に後方手術の場合は骨化した棘突起列を切除することで支持バランスの破綻を来し、切除端付近での椎体骨折を惹起する可能性がある。発生頻度や対策等今後更なる検討が必要である。

#### F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

なし

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

胸部 CT 受験者からみた胸椎びまん性特発性骨増殖症 (DISH) の有病率

研究分担者 森 幹士 滋賀医科大学整形外科講師  
西澤和也 滋賀医科大学整形外科助教

研究要旨 びまん性特発性骨増殖症 (以下 DISH) は胸椎に好発するとされているが、その有病率についての詳細な報告はあまりなされていない。本研究では、当院で施行済みの胸部 CT 検査結果を用いて本疾患の有病率を調査した。3013 名中、8.7%に胸椎 DISH が認められた。胸椎 DISH は男性に有意に多く (女性の約 5 倍)、胸椎 DISH 患者は有意に高齢であった。胸椎 DISH を認めた男性は body mass index が有意に高く、女性も同様の傾向が見られた。胸椎 DISH の骨化形態などと臨床症状との相関や DISH の原因と考えられている内分泌・代謝異常や遺伝子多型との関連についての調査が今後の課題である。

A. 研究目的

びまん性特発性骨増殖症 (以下 DISH) の有病率に関する詳細な報告はなされていない。既報の胸椎 DISH の有病率は、胸椎もしくは胸部単純レントゲン (以下 Xp) による評価でありコンピューター断層撮影 (CT) を用いたものは殆どない。しかし、胸椎では、その解剖学的な位置関係から Xp のみでは脊柱靭帯骨化の診断には限界がある。本研究の目的は、胸椎靭帯骨化症の描出に優れた CT を用いて、胸椎 DISH の有病率を詳細に調査することである。

B. 研究方法

当院にて呼吸器疾患、またはその疑いのために施行された胸部 CT 検査のうち、15 歳以下の小児、脊椎手術の既往が有るもの、全胸椎の評価が不可能であるものを除く連続症例を対象とした。胸部 CT 撮影データをソフトウェア (AquariusNet Viewer, TeraRecon, Inc., CA) を用いて骨条件に変

換し、DISH の有無や骨性架橋椎間数などについて調査した (図 1)。



図 1. 胸部 CT を骨条件にて再構築した矢状断画像。椎体前方の骨性架橋がはっきりと確認できる。

DISH の診断には Resnick の診断基準を用いたが、本調査の方法では仙腸関節の罹患については調

査ができないために、評価から除外した。

また、年齢や性別、body mass index (以下 BMI) なども併せて調査した。

(倫理面での配慮)

本研究は当施設の倫理委員会の承認を得ている。



### C. 研究結果

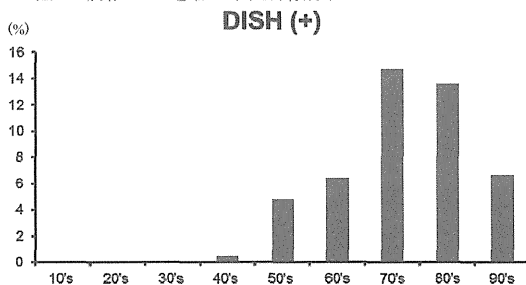
3013名（男性 1752名、女性 1261名、平均年齢 65歳）についての調査が可能であった。DISHは、男性 230名（男性の13%）、女性 31名（女性の2.5%）の計 261名（全体の8.7%）に認められた（表1）。胸椎 DISH患者は非患者と比較して、男女ともに有意に高齢であった（ $p < 0.001$ ）。BMI については、男性では胸椎 DISH 患者が有意に高値（ $p < 0.001$ ）をしめしたが、女性では男性と同じ傾向にあるものの有意な差には至らなかった（ $p = 0.064$ ）。

表1. Characterization of DISH-positive and -negative individuals.

	DISH					
	male		female		total	
Number	230	1522	31	1230	261	2752
Age (mean±SD) (yr)	73 ± 8.6	65 ± 14	70 ± 8.3	64 ± 15	73 ± 8.6	64 ± 15
p		<0.001*		<0.001*		<0.001*
BMI (mean±SD) (kg/m <sup>2</sup> )	23 ± 3.1	22 ± 3.4	24 ± 6.0	22 ± 3.6	23 ± 3.6	22 ± 3.5
p		<0.001**		0.064*		<0.001**

胸椎 DISH の年代別罹患率を見てみると、70歳代にピークを認めた（図2）。

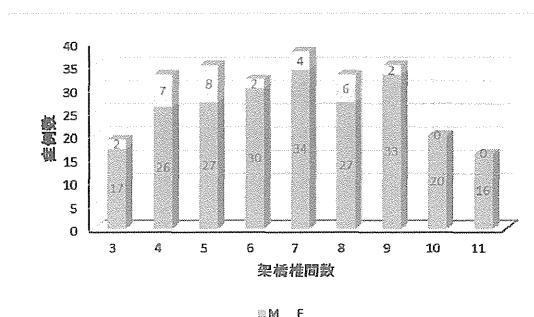
図2. 胸椎 DISH 患者の年代別有病率



Age and BMI were presented as mean±SD. DISH indicates diffuse idiopathic skeletal hyperostosis, BMI: body mass index, SD: standard deviation.

\*Welch test, \*\*t-test

図3. 男女別骨性架橋椎間数の分布



また、骨性架橋椎間数は3椎間（診断基準を満たす最少数）から11椎間（胸椎での最大数）までほぼ万遍なく分布していたが、10もしくは11椎間といった架橋椎間が最大に近いものは男性に限られた（図3）。

### D. 考察

既報の DISH の有病率は 2.6~28%と報告により大きく異なる。この原因として、調査に用いられた診断基準の違いや、診断方法、調査対象の違いなどが挙げられている。比較的先進国での有病率が高いために、画像診断機器の普及度の関与を指摘するものや人種差の関与を指摘するものもある。これまでの調査では、Asian や、Black、Native-American は Caucasian に比べて DISH の有病率が低いと指摘されてきた。近年、本邦から発表された ROAD study の結果によれば、日本人の DISH の有病率は男性 22%、女性 4.8%、合計 11%であり、既報の Asian の有病率と比べると高い。本調査の結果は ROAD study とほぼ同じであった。

本調査の手法は被験者に新たな被曝を課すことなく調査が可能である利点がある。さらに、整形外科ではなく、他科受診者を対象とすることで、被験者選択のバイアスを軽減できたと考えている。一方で、本研究の限界としては、対象が呼吸器疾患またはその疑い患者であり、一般人口を対象としたものではないことに加え、胸部疾患と胸椎靭帯骨化症との関連が不明であること、本調査で使用した Resnick の診断基準のうち仙腸関節の罹患については調査できなかったこと、胸椎 DISH の骨化形態などと臨床症状との関連についての調査ができなかったこと、DISH の原因と考えられている内分泌・代謝異常や遺伝子多型についての調査ができなかったことなどが挙げられる。これらを今後の研究課題としたい。

## E. 結論

胸部疾患、またはその疑い患者を対象とした胸部 CT データから算出された胸椎 DISH の有病率は、男性 13%、女性 2.5%、全体では 8.7%であった。

## F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- Mori K, Imai S, Kasahara T, Nishizawa K, Mimura T, Matsusue Y. Prevalence, Distribution, and Morphology of Thoracic Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament in Japanese: Results of CT-Based Cross-sectional Study. *Spine* (Phila Pa 1976). 2014;39(5):394-9.
- Nakajima M, Takahashi A, Tsuji T, Karasugi T, Baba H, Uchida K, Kawabata S, Okawa A, Shindo S, Takeuchi K, Taniguchi Y, Maeda S, Kashii M, Seichi A, Nakajima H, Kawaguchi Y, Fujibayashi S, Takahata M, Tanaka T, Watanabe K, Kida K, Kanchiku T, Ito Z, Mori K, Kaito T, Kobayashi S, Yamada K, Takahashi M, Chiba K, Matsumoto M, Furukawa KI, Kubo M, Toyama Y; Genetic Study Group of Investigation Committee on Ossification of the Spinal Ligaments, Ikegawa S. A genome-wide association study identifies susceptibility loci for ossification of the posterior longitudinal ligament of the spine. *Nat Genet.* 2014;46(9):1012-6.
- Mori K, Imai S, Nishizawa K, Matsusue

Y. Cervical myelopathy due to calcification of the posterior atlantoaxial membrane associated with general articular deposition of calcium pyrophosphate dehydrate. A case report and review of the literature. *J Orthop Sci.* (in press)

• 森 幹士. 胸部CTからみた胸椎黄色靱帯骨化症の有病率、分布と形態 最新原著レビュー 整形外科 2014; 65巻 13号 1382-4.

### 2. 学会発表

- 森 幹士、笠原俊幸、西澤和也、西川淳一、今井晋二、松末吉隆. 当院胸部 CT 受験者からみた胸椎後縦靱帯骨化症の有病率 第 87 回日本整形外科学会学術総会 神戸市 2104 5 22-25.
- 森 幹士. 多機能幹細胞を用いた機能解析. 後縦靱帯骨化症の病態解明・治療法開発に関する研究 Kickoff meeting (厚生労働省科学研究委託業務 難治性疾患実用化事業) 東京 2014, 7, 5
- 森 幹士. 胸部CTからみた胸椎DISHの有病率. 厚生労働省科学研究費補助金難治性疾患等克服研究事業【脊柱靱帯骨化症に関する調査研究】平成26年度第2回班会議 東京2014, 11, 29.  
(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

## H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

### 1. 特許取得

該当するものなし。

### 2. 実用新案登録

該当するものなし。

### 3. その他

該当するものなし。

高齢者における頸椎椎弓形成術の手術成績

研究分担者 前野考史 奥田真也 山下智也 山崎良二 松本富哉 岩崎幹季  
大阪労災病院 整形外科

研究要旨

頸椎椎弓形成術の術後成績において年齢による影響を調査した。高齢になるほど JOA score は術前から悪く、術後の JOA score、改善率も不良であった。しかし、獲得ポイントは年齢を問わず同等で、高齢者においても有意義な術式であると考えられた。

A. 研究目的

頸椎椎弓形成術の手術成績における、年齢による影響を明らかにすること。

B. 研究方法

132 例の頸椎椎弓形成術を施行した患者を対象とした(頸椎症性脊髄症 106 例、頸椎後縦靭帯骨化症 26 例)。年齢と JOA score の相関係数および、各年代(80 代: 13 例、70 代: 45 例、60 代: 39 例、50 代: 29 例)における臨床項目(JOA score、術後合併症)を比較検討した。

(倫理面での配慮)

本研究は、手術前の病態と手術後の経過を後ろ向きに検討したものであり倫理面での問題はない。また、収集した個人情報には関しては漏洩のないよう管理して研究に用いた。

C. 研究結果

手術時平均年齢は 67.2 歳(43~93 歳)、平均経過観察期間は 50.2 ヶ月(12~88 ヶ月)であった。

年齢と JOA score の相関係数は、術前、

術後最大、最終それぞれ-0.177、-0.387、-0.4 であり、いずれも負の相関にあった( $P < 0.05$ )。しかし、年齢と獲得ポイントの相関係数は術後最大、最終それぞれ-0.14、-0.16 でありともに相関を認めなかった( $P > 0.05$ )。

術前の JOA score は 80 代、70 代、60 代、50 代でそれぞれ 8.4、8.1、9.2、9.5 と各群間に有意差を認めなかった。術後最大 JOA score はそれぞれ 11.6、12.2、13.8、14.2、最終 JOA score はそれぞれ 11.1、11.5、13.1、13.8 で、50 代、60 代と 70 代、80 代の間に有意差を認めた。

しかし、術後最大獲得ポイントは 80 代、70 代、60 代、50 代でそれぞれ 3.2、4.1、4.7、4.7、最終獲得ポイントはそれぞれ 2.7、3.4、3.9、4.3 であり、各年代、各時期を通じて有意差を認めなかった。

また、術後合併症として 70 代、80 代にせん妄がそれぞれ 5 例、2 例に見られたが、供観を要した脳梗塞は 60 代に 1 例みられ、周術期死亡例は認めなかった。

#### D. 考察

高齢者に対する頸椎椎弓形成術の術後成績は多くの報告があるが、高齢者の定義はさまざまであり結論も一定の見解が得られていない。高齢者の定義をあえて行わず解析を行ったところ、年齢と術前、術後 JOA score は負の相関があり、高齢になるほど JOA score が低くなる傾向がみられた。これは変形性関節症など加齢性の変化による影響と考えられた。

しかし、獲得ポイントは年齢を問わず同等であり、術後合併症としてせん妄以外重篤なものを認めなかった。

#### E. 結論

高齢になるほど JOA score は術前から悪く、術後の JOA score、改善率も不良であった。しかし、獲得ポイントは年齢を問わず同等で、高齢者においても有意義な術式であると考えられた。

#### F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. Fujimori T, Iwasaki M, Okuda S, et al. Long-term results of cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament with an occupying ratio of 60% or more. *Spine (Phila Pa 1976)* 39: 58-67, 2014
2. Fujimori T, Inoue S, Le H, Schairer WW, Berven SH, Tay BK, Deviren V, Burch S, Iwasaki M, Hu SS. Long fusion from sacrum to thoracic spine for adult spinal deformity with sagittal imbalance: upper versus lower thoracic spine as site of upper instrumented vertebra. *Neurosurg Focus* 36 (5): E9, 2014
3. Sugiura T, Nagamoto Y, Iwasaki M, et al. In vivo 3D kinematics of the upper cervical spine during head rotation in rheumatoid arthritis. *J Neurosurg: Spine* 20:404-410, 2014
4. Okuda S, Oda T, Yamasaki R, Maeno T, Iwasaki M. Repeated adjacent-segment degeneration after posterior lumbar interbody fusion. *J Neurosurg: Spine* 20:538-541, 2014
5. Makino T, Kaito T, Fujiwara H, Ishii T, Iwasaki M, et al. Does fusion status after posterior lumbar interbody fusion affect patient-based QOL outcomes? An evaluation performed using a patient-based outcome measure. *J Orthop Sci* 19:707-712, 2014
6. Aono H, Nagamoto Y, Tobimatsu H, Takenaka S, Iwasaki M. Surgical outcomes for painless drop foot due to degenerative lumbar diseases. *J Spinal Disord Tech* 27:E258-61, 2014
7. Okuda S, Oda T, Yamasaki R, Haku T, Maeno T, Iwasaki M. Posterior lumbar interbody fusion with total facetectomy for low-dysplastic isthmic spondylolisthesis: effects of

- slip reduction on surgical outcomes. *J Neurosurg:Spine* 21:171-178, 2014
8. Nagamoto Y, Sugiura T, Fujimori T, Matsuo Y, Kashii M, Sugamoto K, Iwasaki M. In vivo 3D kinematic changes in the cervical spine after laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg: Spine* 21: 417-424, 2014
9. Kawaguchi Y, Matsumoto M, Iwasaki M, et al. New classification system for ossification of the posterior longitudinal ligament using CT images. *J Orthop Sci* 19: 530-536, 2014
10. Yamasaki R, Okuda S, Maeno T, Haku T, Iwasaki M, Oda T. Radiculopathy due to fracture of an inferior articular process anomaly at the 5th lumbar vertebra: a case report. *J Spine Neurosurg* 3:5-7, 2014
11. Morimoto T, Kaito T, Kashii M, Matsuo Y, Sugiura T, Iwasaki M, Yoshikawa H. Effect of intermittent administration of teriparatide (Parathyroid Hormone 1-34) on bone morphogenic protein-induced bone formation in a rat model of spinal fusion. *J Bone and Joint Surg[AM]* 96 : e107 (1-8), 2014
12. Shibuya R, Wada E, Iwasaki M, et al. Motor conduction measurement in myelopathy hand. *Functional Neurology* 29: 177-182, 2014
13. Fujimori T, Iwasaki M, Nagamoto Y, et al. Kinematics of the thoracic spine in trunk lateral bending: in vivo three-dimensional analysis. *Spine J* 14: 1991-1999, 2014
14. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Iwasaki M, Yoshikawa H. C3-6 laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy maintains satisfactory long-term surgical outcomes. *Global Spine J* 4: 169-174, 2014
2. 学会発表
1. 前野考史、奥田真也、山下智也ほか. 頰椎症性脊髄症に対する椎弓形成術後の頰部痛と頰椎 alignment の関係. 第43回日本脊椎脊髄病学会(平成26年4月京都)
2. 藤森孝人、Hai Le、岩崎幹季ほか. 米国サンフランシスコにおけるCTを使用した頰椎後縦靱帯骨化の有病率. 第43回日本脊椎脊髄病学会(平成26年4月京都)
3. 柏井将文、松尾庸平、杉浦剛ほか. 後縦靱帯骨化症患者における骨形成抑制蛋白 Sclerostin/Dkk1 を中心とした骨代謝動態解析. 第87回日本整形外科学会学術集会(平成26年5月22日神戸)
4. 藤森孝人、Le Hai、Chin Cynthina ほか. アメリカ、サンフランシスコにおける頰椎後縦靱帯骨化の有病率. 第87回日本整形外科学会学術集会(平成26年5月24日神戸)
5. 岩崎幹季. 頰椎後縦靱帯骨化症診療ガイドライン. 第87回日本整形外科学会学術集会(平成26年5月25日神戸)
- H. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む)
1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

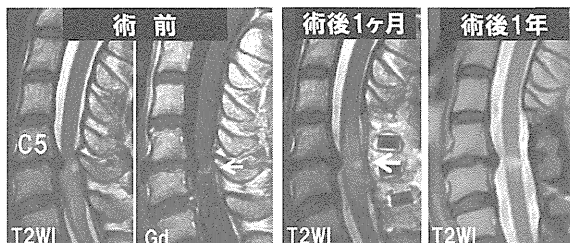
頸髄症における術後脊髄腫脹に関する研究

研究分担者 小澤 浩司 東北大学整形外科准教授

研究要旨 頸髄症術後早期に脊髄腫脹をきたす例の術後成績と腫脹の変化、術前の Gd-DTPA 造影効果、髄内 T2 高輝度との関係を検討した。術後の脊髄腫脹は髄内造影効果がみられた群に高頻度に出現し持続することが多い。一方造影効果のみられない群にも稀に出現するが消失しやすい。術前の横断 MRI でびまん性の T2 高輝度がみられた例に脊髄腫脹が発生しやすい。また、髄内造影効果を伴う術後早期の脊髄腫脹は術後成績の不良因子であった。

A. 研究目的

頸髄症術後早期に脊髄腫脹をきたす症例があり、これまで症例報告として報告されてきた。本研究では多数例に prospective study を行い、その術後成績と腫脹の変化、術前の髄内 Gd-DTPA 造影効果、T2 強調画像における髄内高輝度との関係を検討した。



脊髄腫脹例 (55 歳 女性)

B. 研究方法

本研究は東北大学脊椎外科懇話会による多施設研究として行った。

黒川式椎弓形成術を行った頸髄症 683 例を対象に、術前にガドリニウム造影 MRI を行った。除外基準は、外傷、脊椎手術の既往、関節リウマチ、脳性麻痺、脳血管障害、パーキンソンなどの脳疾患、Gd-DTPA 過敏、閉所恐怖症、研究への不同意とした。髄内造影効果の有無により、造影あり群と

造影がみられない連続 50 例(造影なし群)を設定した。それらに術後 1 ヶ月と 1 年に造影 MRI を行った。髄内造影効果の発生率、術後 1 ヶ月での脊髄腫脹の発生率と 1 年後の変化、術前の T2 強調横断像で 5 型に分けた髄内高輝度領域との関係、術前と術後 1 年の JOA スコア (17 点法) の変化について検討した。

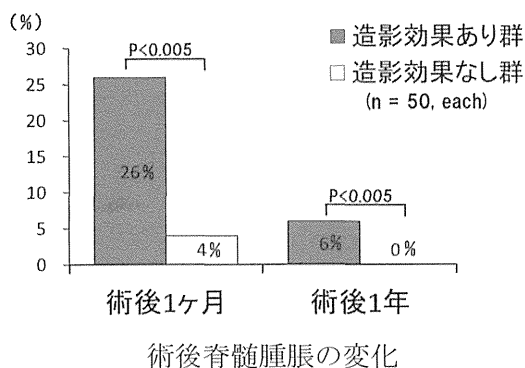
脊髄腫脹の定義は、MRIT1 強調正中矢状断像で、除圧高位の脊髄が頭尾側の圧迫のない高位の脊髄より前後径が大きいものとした。

本研究はヘルシンキ宣言に則り参加者の倫理面に配慮し研究機関の指針に従って行われた。

C. 研究結果

683 例中 50 例 (7.3%) に髄内造影効果がみられた。術後 1 ヶ月で造影あり群の 13 例 (26%) に、造影なし群の 2 例 (4%) に脊髄腫脹がみられた。造影効果がみられた群では高率に脊髄腫脹がみられた ( $p=0.0038$ )。術後 1 年の MRI で造影あり群の脊髄腫脹 13 例中 2 例 (15%) で腫脹が残り、造影なし群で

は全例腫脹が消失した。



脊髄腫脹例では高率に術前にびまん型の T2 高輝度領域がみられた ( $p < 0.05$ )。術前と術後1年の JOA スコアは、脊髄腫脹例(造影あり群)で 9.2→11.8、脊髄腫脹例(造影なし群)9.0→12.5、脊髄非腫脹例(造影あり群)10.0→13.0、脊髄非腫脹例(造影なし群)9.8→14.3 点であった。術前に有意差はなかったが、術後のスコアは造影あり群の脊髄腫脹例は造影なし群の非腫脹例に比べて有意に劣っていた ( $p < 0.05$ )。

#### D. 考察

今回の検討により術後脊髄腫脹は MRI ガドリニウム造影効果と密接な関係があることが明らかになった。また腫脹の多くはその後消退することが明らかになった。髄内造影効果も経時的に消失することが知られており (Spinal Cord. 48, 415-422, 2010)、脊髄腫脹と造影効果は同じ機序により発生している可能性がある。

脊髄内の微小血管には Blood-Spinal cord-barrier があり、星神経膠細胞によりその開閉がコントロールされている。慢性圧迫によるメカニカルストレスや虚血により Blood-Spinal cord-barrier の機能不全が生じ、ガドリニウム造影剤の間質への漏出が生じて造影効果が生じると推察できる。除圧後も、その機能不全が続くと浸透圧に

より間質への水分の移動が生じて、造影効果と脊髄腫脹が生じる。その後、Blood-Spinal cord-barrier の機能が回復すると、造影効果や腫脹が改善することが推定される。

術後1年で臨床成績が不良な症例がみられた。これらでは造影効果、脊髄腫脹とも継続しており、脊髄が Blood-Spinal cord-barrier の機能が回復しないほどの損傷を受けていたと考えられる。

本研究の結果を臨床に応用すると、術前の MRIT2 強調画像でびまん性の大きな高信号領域がみられたら、造影 MRI 検査を行う。そして髄内に造影効果がみられたら、術後に脊髄が腫脹する可能性、成績不良の可能性を患者に術前に説明することができる。

#### E. 結論

頸髄症術後早期の脊髄腫脹は、MRI でびまん型の髄内 T2 高信号と造影効果がみられた群に高頻度に出現し、持続することが多い。一方造影効果のみられない群にも稀に出現するが消失しやすい。髄内造影効果を伴う術後早期の脊髄腫脹は術後成績の不良因子である。

#### F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

#### G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

第 87 回日本整形外科学会学術総会 (神戸) にて口演発表



歩行分析を用いた頸椎症性脊髄症の転倒リスク評価（第4報）

研究分担者 鈴木秀和、遠藤健司、西村浩輔、宍戸孝明、山本謙吾  
東京医科大学大学整形外科

研究要旨 シート式足圧計測装置を用いて頸髄症の重症度別に歩行分析を行い、頸髄症の転倒危険因子について考察した。CSMの痙性歩行は、歩行速度を低下させると同時に、歩幅の減少、歩角の増加によって安定化させていたが、歩行周期に関する歩行変動は歩行が不安定になるに従い増大していた。歩行リズムの変動は歩行の安定性と関連しており、OPLLを原因としている頸髄症患者の歩行障害を評価し、手術適応を決定する際の補助診断となる。

#### A. 研究目的

先行研究により、頸髄症患者の歩行分析では歩角、歩幅の増大と歩行速度の減少がみられることを報告したが、重症度との関連と歩行の不安定性を示すパラメータについては不明な点が残った<sup>1)</sup>。転倒によって脊髄損傷となる頸椎 OPLL 患者は多いが、頸椎 OPLL 患者の歩行機能を研究することで、転倒予防ができたならば脊髄損傷を減少することができると考えた。我々は歩行可能な頸椎症性脊髄症(CSM)患者に対して荷重分析による歩行解析器を使用し、歩行の安定性にかかわるパラメータとして、変動係数に着目した。変動係数とは集団のばらつきを示す値で、標準偏差/平均値 ×100で算出される。高齢者においては歩行周期の変動係数が増大するという報告<sup>2)</sup>もあり、変動係数が、頸髄症患者の転倒リスクの指標とならないかと考えた。

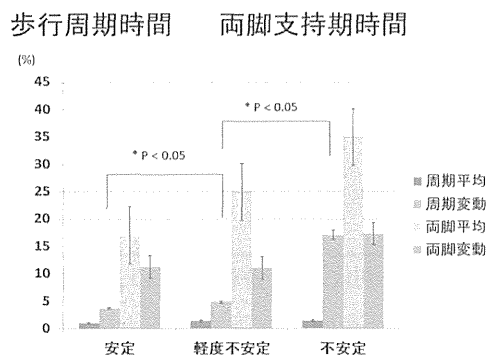
#### B. 研究方法

CSMの重症度を Nurick grade<sup>3)</sup>で分類し、歩行可能な Grade 0 から Grade 4 までを対象とし、Grade 0,1 を安定群、Grade 2,3 をやや不安定群、Grade 4 を不安定群とし

た。全患者 132 例（Grade 0:34 例、Grade 1:32 例、Grade 2:14 例、Grade 3 : 22 例、Grade 4 : 30 例）に対し、歩容を荷重分析による歩行解析器 Walk way MV1000（アニマ社）を用いて計測した。被験者は 2.4 m のシート型の荷重計上を連続 3 回のモニタリングを行い、数値の平均値を記録した。計測項目は velocity, step angle, step length, step width, stance phase, swing phase の計測とともに各測定値の変動係数を算出した。研究は、学内倫理委員会の承認を得て、被験者との十分なインフォームドコンセントの後に了解を得て行われた。

#### C. 研究結果

CSM 患者では歩行が不安定になるに従い velocity は低下、step length は減少し、stance phase は延長していた。一方変動係数は、歩行が不安定になるに従い歩行周期時間及び stance phase での変動係数が増大していた（図 1）。



(図 1)

#### D. 考察

近年、運動器不安定症<sup>4)</sup>という概念が述べられており、「高齢化により、バランス能力および移動歩行能力の低下が生じ、閉じこもり、転倒リスクが高まった状態」と定義されている。しかし頸髄症に対するバランス異常、平衡機能に関する研究は少ない。後縦靭帯骨化症を合併した頸髄症における外傷は、予後不良因子(OPLLガイドライン2005)であり、15/156(9.6%)は、外傷で悪化<sup>6)</sup>であるという報告もある。また、遠藤ら<sup>6)</sup>の先行研究において頸椎 OPLL の転倒の背景には痙性障害に加えて、体幹前方傾斜、深部知覚障害、脊椎不撓性による平衡機能障害が加わり、転倒しやすい状態となっている可能性が示唆されている。

頸椎症性脊髄症性による歩行障害は、易転倒性となり頸髄損傷の発症など重大な後遺症を引き起こす可能性がある。しかし、歩行障害、転倒予防に対する客観的な手術適応の尺度は不明である。痙性歩容異常を評価するため、以前より歩行分析が行われていたが<sup>7,8)</sup>CSM が重症となるにしたがってどのようにして歩行を安定化させようとしているかその代償機能

と破綻についての機序は不明である

今回の計測では、CSM では歩行が不安定になるに従い、歩行速度の低下と歩幅の減少、両脚支持期の延長とともに、歩行周期時間及び両脚支持期の変動係数の増大を認めた。歩行速度の低下や歩幅の減少、両脚支持期の延長は高齢者においても認められ、いわば歩行不安定性に対する代償作用ともいえるが、CSM 患者における歩行リズムの変動はその代償作用を阻害し、転倒リスクを高めると考えられた。

#### E. 結論

CSM の痙性歩行は、歩行速度を低下させると同時に、歩幅の減少、両脚支持期の増加によって安定化させていた。一方、歩行が不安定な CSM 患者では歩行周期にかかわる変動係数の増加が認められ、変動係数は CSM 患者の転倒リスク評価に有用である可能性が示唆された。これらの結果は、OPLL を原因としている頸髄症患者の歩行障害を評価し、手術適応を決定する際の補助診断となる。

#### F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

#### G. 研究発表

学会発表

- 1) 遠藤健司 他：日整会基礎2014 発表

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし

## 参考文献

- 1) 西村浩輔 他：シート式足圧計測装置を用いた頰椎症性脊髄症に対する歩行時解析（第3報）、脊柱靱帯骨化症に関する調査研究班平成25年度報告書, 2013.
- 2) Gabell A. The effect of age on variability in gait. *J Gerontol* 39; 662-666, 1984.
- 3) Nishimura H. et al. Gait analysis in cervical spondylotic myelopathy. *Asian Spine J* 2014 (in press).
- 4) Nurick S. The pathogenesis of the spinal cord disorder associated with cervical spondylosis. *Brain* 95; 87-100, 1972.
- 5) Nakamura K. The concept and treatment of locomotive syndrome: its acceptance and spread in Japan. *J Orthop Sci* 16: 489-9, 2011.
- 6) Matsunaga S et al. Radiographic predictors for the development of myelopathy in patients with ossification of the posterior longitudinal ligament: a multicenter cohort study. *Spine* 33: 2648-2650: 2008.
- 7) 遠藤健司 他：頰椎 OPLL の全脊椎アライメントと平衡機能に関する研究, 脊柱靱帯骨化症に関する調査研究班平成20年度報告書, 2008.
- 8) Malone A, Meldrum D, Bolger C. Gait impairment in cervical spondylotic myelopathy: comparison with age- and gender-matched healthy controls. *Eur Spine J* 21: 2456-2466, 2012.
- 9) Singh A, Crockard HA. Quantitative assessment of cervical spondylotic myelopathy by a simple walking test. *Lancet* 354: 370-3, 1999.

分担研究報告書

胸椎後縦靭帯骨化症に対するロボットスーツ HAL を用いたリハビリテーション

藤井賢吾<sup>1)</sup>, 安部哲哉<sup>1)</sup>, 中山敬太<sup>1)</sup>, 久保田茂希<sup>2)</sup>, 上野友之<sup>2)</sup>, 丸島愛樹<sup>3)</sup>,  
山海嘉之<sup>4)</sup>, 山崎正志<sup>1, 5)</sup>

- 1) 筑波大学医学医療系整形外科
- 2) 筑波大学附属病院リハビリテーション部
- 3) 筑波大学医学医療系脳神経外科
- 4) 筑波大学大学院サイバニクス研究センター
- 5) 筑波大学附属病院未来医工融合研究センター

分担研究者：山崎正志 筑波大学医学医療系整形外科教授

【研究要旨】歩行困難となった重度の胸椎後縦靭帯骨化症の2例に対して、後方除圧術後に Hybrid Assistive Limb (HAL) を用いたリハビリテーションを導入した。いずれも術直後に麻痺の増悪はなかったが、術後7日目と18日目にそれぞれ脱力発作と起立性低血圧を生じ、リハビリテーションが一時中断となった。安静臥床後に通常のプログラムに加えて、HAL を用いた歩行リハビリテーションを導入した。1回60分を週2回行い、総時間は420-600分であった。歩行速度と1分あたりの歩数は改善し、Walking index for SCI II はそれぞれ8から16、0から8へ著明に改善し、自宅退院となった。胸椎後縦靭帯骨化症は、術直後のみならず動的要素で麻痺が増悪する可能性を有する。さらに、痙性や運動失調を伴うため、歩行能力の獲得に長期間を要する。本研究の結果から、重度の胸椎後縦靭帯骨化症の術後早期に HAL を用いたリハビリテーションを行うことが、筋力の回復のみならず協調運動障害の改善に効果があると推察された。

#### A. 研究目的

重度脊髄症を呈する胸椎後縦靭帯骨化症 (OPLL) で歩行困難となった症例は、麻痺の改善に時間を要するため、自宅復帰するまでに長期間を要する。

本年度の研究では、脳卒中後や脊髄損傷後の

慢性期に有用性が報告[1-3]されているロボットスーツ Hybrid Assistive Limb (HAL) を、重度胸椎 OPLL で歩行困難となった2症例の術後リハビリテーションに導入し、その効果を検討することを目的とした。