

Relationship between spinal cord compression and paralysis in spinal tumors

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/30254

脊椎腫瘍における脊髄圧排と麻痺との関連

金沢大学大学院医学系研究科がん医科学専攻機能再建学

(旧講座名：整形外科学)

(主任：土屋弘行教授)

竹 内 孝 之 郎

MRIを用いて、脊椎腫瘍における脊髄圧排を胸椎レベルで検討し、脊髄圧排の大きさや方向を含めた諸因子と麻痺との関連について推測した。腫瘍が硬膜外腔に進展し、第2胸椎から第11胸椎の椎体レベルで脊髄を最も大きく圧排していた症例のうち、術前にMRIで脊髄面積が計測できた50例を対象とした。術前に施行されたMRIと画像解析ソフト (Image processing and analysis in Java, Image J) を用いて、腫瘍による脊髄の最大圧排部と正常部を設定し、それぞれの脊髄面積を計測した。脊髄圧排の大きさは、最大圧排部の脊髄面積減少率を計測し評価した。また脊髄圧排方向は、最大圧排部が腫瘍により挟み込まれる形態で圧排されるか否かを評価した。その他に、腫瘍による脊髄への前方圧排、最大圧排レベル、癌種、性別、年齢を加えた計7因子と麻痺との関連について、統計学的検討を行った。癌種分類については、富田らの脊椎転移に対する治療戦略 (Surgical strategy for spinal metastases) を用いて、転移性腫瘍をslow群, moderate群, rapid群に分類し、原発性腫瘍はprimary群とした。麻痺の程度は、日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準 [Japanese Orthopaedic Association, JOA) score] のうち、上肢評価を除いた11点満点で術前臨床症状を評価した。その結果、脊髄面積減少率38%を基準とした2群間の検討においては、38%以上の群 (24例) の術前JOA scoreは、 5.5 ± 0.7 点であり、38%未満の群 (26例) の術前JOA score (7.6 ± 0.7 点) に比べて有意に低い値を示した。しかし、偏相関係数及び多重比較検定では、術前JOA scoreは脊髄面積減少率により影響をうけないことが示された。よって、腫瘍による脊髄圧排の大きさだけでは、麻痺の程度は決定されないと考えた。一方、脊髄が挟み込まれる形態は唯一。全ての統計学的検討において、麻痺の程度に強く影響していることが明らかとなった。特に脊髄面積減少率が38%未満の症例で、脊髄が挟み込まれている群 (9例) の術前JOA scoreは 4.9 ± 1.4 点であり、挟み込まれていない群 (17例) の術前JOA score (9.0 ± 0.5 点) に比べて有意に低い値を示した。以上より、脊髄が腫瘍に挟み込まれる形態で圧排されると、腫瘍による脊髄圧排が小さくても、麻痺の程度は強まることが判明した。その理由として、脊髄は挟み込まれることで逃避不能になり、脊髄障害が強まるためと考えた。

Key words MRI, paralysis, spinal cord compression, spinal tumor

MRIは脊椎腫瘍の進展形態、脊髄圧排の程度を正確に評価し、早期診断や治療方針の決定に必要な不可欠な画像検査である。MRIにおいて、腫瘍が脊髄を圧排している場合には麻痺の出現が危惧される^{1)~4)}。特に胸椎レベルは脊椎腫瘍の好発部位であり⁵⁾、急速な下肢麻痺症状を認めやすい。変性疾患においても、胸髄症は頸髄症に比べて、脊髄圧排が軽度でも同じ程度の下肢麻痺を生じると報告されている⁶⁾。

我々は、腫瘍による脊髄圧排が比較的小さくても麻痺が重篤であった症例や、逆に脊髄圧排が大きいにも関わらず全く麻痺を生じなかった症例を経験してきた。これまで腫瘍により脊髄がどのように圧排されると、どの程

度の麻痺が出現するかについての明確な報告はない。本研究では、MRIを用いて、脊椎腫瘍における脊髄圧排を胸椎レベルで検討し、脊髄圧排の大きさや方向を含めた諸因子と麻痺との関連について推測した。

対象及び方法

2003年4月から2010年4月までに、当科で手術加療を行った胸椎レベルの脊椎腫瘍は67例であった。腫瘍が硬膜外腔に進展し、第2胸椎 (Thoracic vertebra, T) から第11胸椎の椎体レベルで脊髄を最も大きく圧排していた症例のうち、術前にMRIで脊髄面積が計測できた50例を対象とした。男性28例、女性22例で平均年齢は

平成23年5月13日受付, 平成23年6月7日受理

Abbreviations : Image J, Image processing and analysis in Java; JOA, Japanese Orthopaedic Association; T, Thoracic vertebra

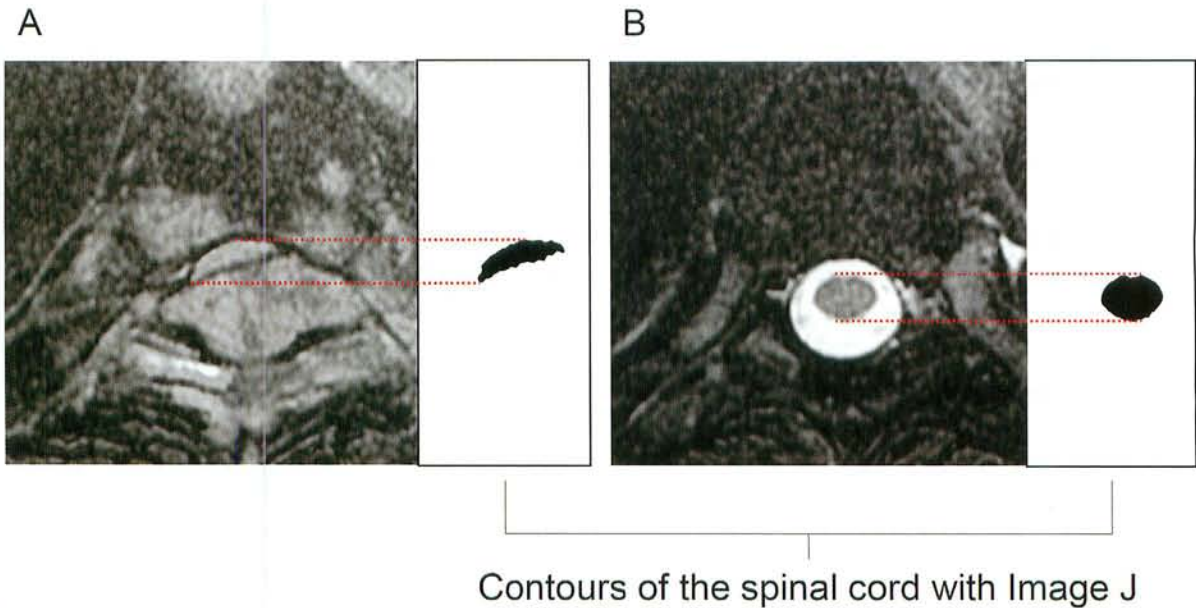


Fig. 1. Method for measuring the transverse area of the spinal cord

(A), maximum compression area ; (B), normal area

T2-weighted horizontal images in preoperative MRI were used. Contours of the normal and maximum compression area of the spinal cord were defined with Image J and the transverse area of the spinal cord in each respective area was subsequently measured.

56.9 ± 1.9 歳 (14 歳 ~ 83 歳) であった。腫瘍は原発性脊椎腫瘍が 10 例、転移性脊椎腫瘍が 40 例であった。腫瘍による脊髓の最大圧排部位が T1 及び T12 胸椎高位であった症例は、比較する脊髓正常部に頸膨大部や円錐部 (馬尾) を含むため、対象から除外した。また、外傷を契機に下肢麻痺が急速に進行した症例も除外した。

I. 各検討因子

評価には、術前に施行された MRI の T2 強調水平断像を用いた。まず、腫瘍による脊髓圧排が最大となる画像を最大圧排部と設定した。また、脊髓変形を認めない画像のうち、最大圧排部より 1 椎体 ~ 2 椎体頭側及び尾側レベルの画像を 1 つずつ選択し、比較に用いる正常部とした。

1. 脊髓圧排の程度

脊髓の大きさには個体差があり⁷⁾⁸⁾、またレベルにより脊髓の太さは異なる⁸⁾⁹⁾。さらに解剖標本より得られる実際の脊髓計測値と MRI による脊髓計測値にも誤差を認める^{10)~12)}。そこで本研究では、腫瘍による脊髓圧排の大きさは、MRI 画像において最大圧排部の正常部と比較した場合の脊髓面積減少率を評価した。脊髓面積は、画像解析ソフト (Image processing and analysis in Java, Image J, version 1.43a, U.S. National Institutes of Health) を用いて、最大圧排部及び正常部の脊髓の輪郭を計測した (図 1)。なお、各計測値は 3 回測定後にその平均値を算出し、代表値とした。正常脊髓面積は、正常部の平均値 (非圧排部頭側脊髓面積 + 非圧排部尾側脊髓面積 / 2) を代表値とし、脊髓面積減少率は $(1 - \text{最大圧排部脊髓面積} / \text{正常脊髓面積}) \times 100 (\%)$ で算出した (つまり脊髓面積減少率が大きいことは、腫瘍による脊髓圧排が大きくなることを示す)。

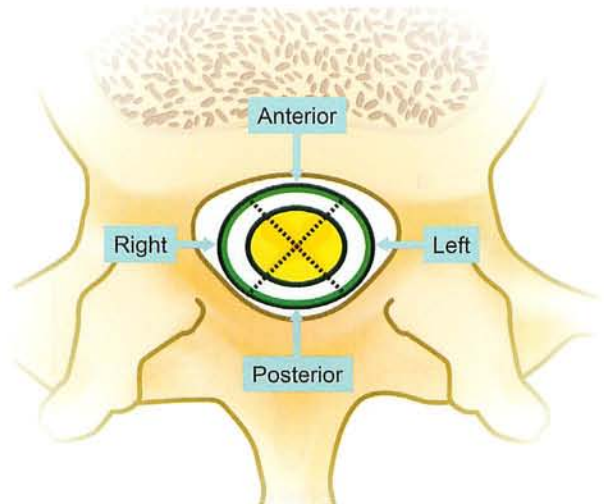


Fig. 2. Orientation of spinal cord compression

The spinal cord was divided into four equal regions consisting of anterior, posterior, left, and right regions. Each regions of maximum compression area were evaluated using Image J. The region with spinal cord deformation by comparing with the normal spinal cord area was established as a compression region.

2. 脊髓圧排方向

脊髓を前方、後方、左側、右側の 4 区画に均一に分割した (図 2)。つぎに Image J を用いて、最大圧排部の脊髓画像を正常部と比較した。腫瘍の圧排による脊髓変形を認めた区画を、圧排のある区画とし、その数により、圧排方向を 1 方向 (図 3a), 2 方向 (図 3b, c), 3 方向 (図 3d), 4 方向 (全周性) (図 3e) からの圧排に分類した。さらに、2 方向のうち前方かつ後方または左側かつ右側

Table 1. Surgical strategy for spinal metastases

Points for each primary tumor	
1 point = Slowly growing cancer	
ex. Breast ca.*	
Thyroid ca.*	
Prostatic ca.	
Testicular ca. etc.	
2 points = Moderately growing cancer	
ex. Renal cell ca.*	
Uterus ca.	
Ovarian ca.	
Colorectal ca. etc.	
4 points = Rapidly growing cancer	
ex. Lung ca.	
Gastric ca.	
Esophageal ca.	
Nasopharyngeal ca.	
Hepatocellular ca.	
Pancreas ca.	
Bladder ca.	
Melanoma	
Sarcoma (Osteosarcoma, Ewing sarcoma, Leiomyosarcoma, etc.)	
Primary unknown metastasis	
Other rare ca. etc.	

ca, cancer *Rare types of the following ca. should be given "4 points" as a rapidly growing cancer.

Breast ca., inflammatory type; Thyroid ca., undifferentiated type; Renal cell ca., inflammatory type

からの圧排症例, 3方向からの圧排症例, 全周性の圧排症例では, 脊髄は腫瘍により挟み込まれる形態で圧排されるため, 脊髄が挟み込まれる群 (図3, c~e) とした. 一方, それら以外の1方向からの圧排症例, 及び2方向のうち, 前方 (または後方) かつ左側 (または右側) からの圧排症例は, 挟み込まれない群 (図3, a, b) とした.

また, 腫瘍が脊髄を前方から圧排する場合は, 解剖学的に脊髄前索や脊髄視床路, 前皮質脊髄路が障害をうけやすく, 麻痺が出現しやすい可能性がある. よって挟み込まれる形態とは別に, 単独で検討因子の1つとした.

3. その他の因子

腫瘍による脊髄の最大圧排レベル, 癌種, 年齢, 性別について検討した. 最大圧排レベルについて, T2~T6を上位胸椎レベル, T7~T11を下位胸椎レベルとし, 2群間で検討した. 癌種の分類については, 富田ら¹³⁾¹⁴⁾の脊椎転移に対する治療戦略 (Surgical strategy for spinal metastases) を用いた. これは, 転移性脊椎腫瘍の治療方針を選択するために用いられるスコアリングシステムの1つで, 原発巣の悪性度を slow growth, moderate growth, rapid growthの3つに分類し, それぞれ1点, 2点, 4点に点数化したものである (点数が高いほど悪性度は高い) (表1). 本研究では, 転移性腫瘍を slow群, moderate群, rapid群に分類し, 原発性腫瘍を primary群とした. 年齢は, 50症例の平均値が56.9歳で

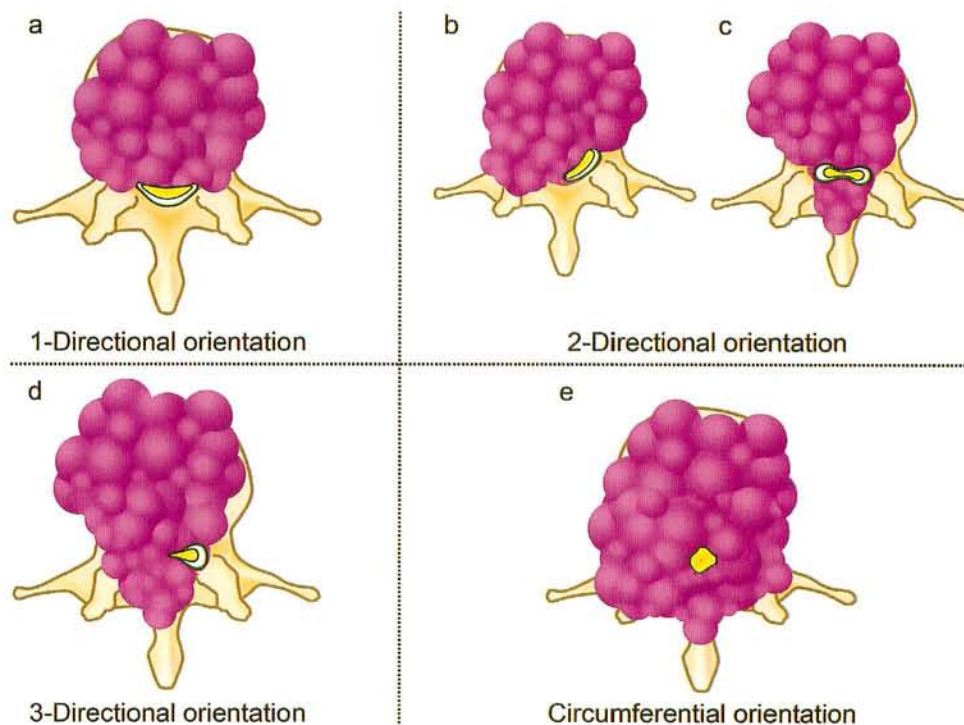


Fig. 3. Orientation of spinal cord compression

Compression was classified as 1-directional, 2-directional, 3-directional, or 4-directional (circumferential) in regions of spinal cord compression. Cases of compression in (c), 2-directional (anterior-posterior or left-right) orientation; (d), 3-directional orientation and (e), circumferential orientation together comprised the impinged spinal cord group caused by the tumor-induced, impinged state-based compression of the spinal cord. The non-impinged group comprised of cases of compression in (a), 1-directional orientation and (b), 2-directional (anterior or posterior and left or right) orientation.

あり、2群間の検討においては、57歳以上と57歳未満の2群に分類した。

4. 麻痺

上肢の手指 (0点～4点)、肩・肘 (－2点～0点)、下肢 (0点～4点) の運動機能、上肢 (0点～2点)、体幹 (0点～2点)、下肢 (0点～2点) の知覚機能、膀胱機能 (0点～3点) をそれぞれ点数化し、合計17点で頸髄症の重症度を表す、日本整形外科学会頸髄症治療成績判定基準 [(Japanese Orthopaedic Association, JOA) score]¹⁹⁾を用いた (それぞれの点数が小さいほど障害の程度は大きい)。本研究では、合計17点のうち上肢評価を除いた11点満点で術前臨床症状を評価し、麻痺の程度を検討した。

II. 統計学的検討

脊髓面積減少率、脊髓が挟み込まれる形態、前方圧排、最大圧排レベル、癌種、年齢、性別の計7因子と術前JOA scoreとの関連について検討した。2群間の差についてはStudent's t検定、4群間の差については一元配置分散分析法 [One-way (analysis of variance, ANOVA)] を用いて検討した。また相関係数はPearsonの積率相関係数、多重比較検定はTukey-Kramer法を用い、全ての検定に関して危険率 (p値) が5%以下を有意差があると判定した。なお各数値は平均値±標準誤差で表記し、統計解析ソフトは、SPSS® 15.0 for Windows® (SPSS Inc., Chicago, USA) を使用した。

成 績

50症例の脊髓面積減少率は5.0%～87.7%、平均値は37.8±2.8%であり、術前JOA scoreは0.5点～11.0点、平均値は6.6±0.5点であった。

I. 癌種を除く6因子 (性別、年齢、最大圧排レベル、脊髓面積減少率、脊髓が挟み込まれる形態、前方圧排) と術前JOA scoreとの関連

1. 単変量解析 (図4)

6因子を各2群に分類し、術前JOA scoreの各2群間における有意差を検討した。術前JOA scoreは性別、年齢、最大圧排レベルの3因子においては、各2群間で有意差を認めなかった。

脊髓面積減少率は、上記の平均値を参考に38%以上の群 (24例) と38%未満の群 (26例) で検討した。38%以上の群の術前JOA scoreは5.5±0.7点であり、38%未

満の群の術前JOA score (7.6±0.7点) に比べて有意に低い値を示した (p=0.041)。

脊髓が挟み込まれる形態は、挟み込まれる群が24例、挟み込まれない群が26例であった。挟み込まれる群の術前JOA scoreは4.2±0.7点であり、挟み込まれない群の術前JOA score (8.8±0.5点) に比べて有意に低い値を示した (p<0.0001)。

さらに前方圧排についても、前方圧排がある群 (40例) の術前JOA scoreは6.0±0.6点であり、前方圧排がない群 (10例) の術前JOA score (8.8±0.7点) に比べて有意に低い値を示した (p=0.03)。

2. 単相関係数、偏相関係数 (表2) 及び単回帰分析

単相関係数では、Student's t検定 (図4) と同様に、脊髓面積減少率 (p=0.006)、脊髓が挟み込まれる形態 (p<0.0001)、前方圧排 (p=0.029) の3因子は術前JOA scoreと有意な相関関係を示した。しかし偏相関係数を評価すると、脊髓が挟み込まれる形態と術前JOA scoreの相関関係が最も強く、脊髓面積減少率、前方圧排は、どちらも相関関係は弱かった (脊髓が挟み込まれる形態、－0.521；脊髓面積減少率、－0.229；前方圧排、－0.069)。

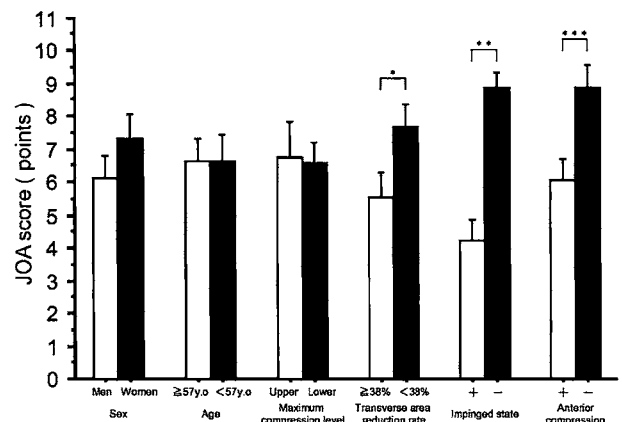


Fig. 4. Relationship between the six factors (excluding cancer types) and preoperative JOA scores in the univariate analyses. Each bar indicates the mean (SEM). y.o., years old; +, presence; -, absence
The Student's t-test showed a significant differences in the mean value of preoperative JOA scores between the two respective groups in the three factors (*p=0.041 for transverse area reduction rate, **p<0.0001 for impinged state, ***p=0.03 for anterior compression).

Table 2. Simple correlation and partial correlation coefficients for preoperative JOA scores in the six factors (excluding cancer types)

Factor	Simple correlation coefficients	P - value	95% confidence interval	Partial correlation coefficients
Sex	0.168	0.245	－0.116～0.426	0.227
Age	－0.213	0.139	－0.464～0.070	－0.130
Maximum compression level	－0.017	0.908	－0.294～0.263	0.088
Transverse area reduction rate	－0.380*	0.006	－0.596～－0.114	－0.229
Impinged state	－0.646**	<0.0001	－0.784～－0.448	－0.521*
Anterior compression	－0.307***	0.029	－0.539～－0.031	－0.069

Simple correlation coefficients for preoperative JOA scores were significant in *transverse area reduction rate of the spinal cord,

impinged state of the spinal cord and *anterior compression of the spinal cord.

*In partial correlation coefficients, impinged state of the spinal cord showed the strongest correlation with preoperative JOA score.

脊髄が挟み込まれる形態を説明変数、術前JOA scoreを目的変数とした単回帰分析では、脊髄が挟み込まれる形態 ($p < 0.0001$) 及び切片 ($p < 0.0001$) は、有意な回帰係数を示した [回帰式, (術前JOA score) = $13.487 - 4.66 \times$ (脊髄が挟み込まれる形態); 決定係数 (r^2), 0.417 ; $p < 0.0001$].

II. 脊髄面積減少率、脊髄が挟み込まれる形態と術前JOA scoreとの関連

脊髄面積減少率は、38%以上の群と38%未満の2群に、脊髄が挟み込まれる形態は、挟み込まれる群と挟み込まれない群の2群にそれぞれ分類した。それらを組み

合わせて計4群に分類し、術前JOA scoreの4群間における有意差を検討した。

術前JOA scoreは [挟み込まれるかつ38%以上] の群は 3.7 ± 0.7 点 (15例), [挟み込まれないかつ38%以上] の群は 8.5 ± 0.8 点 (9例), [挟み込まれるかつ38%未満] の群は 4.9 ± 1.4 点 (9例), [挟み込まれないかつ38%未満] の群は 9.0 ± 0.5 点 (17例) であり、4群間で有意な差を認めた ($p < 0.0001$) (図5)。

多重比較検定では、術前JOA scoreは [挟み込まれるかつ38%以上] の群と [挟み込まれないかつ38%以上] の群の間 (図5a), [挟み込まれるかつ38%未満] の群と

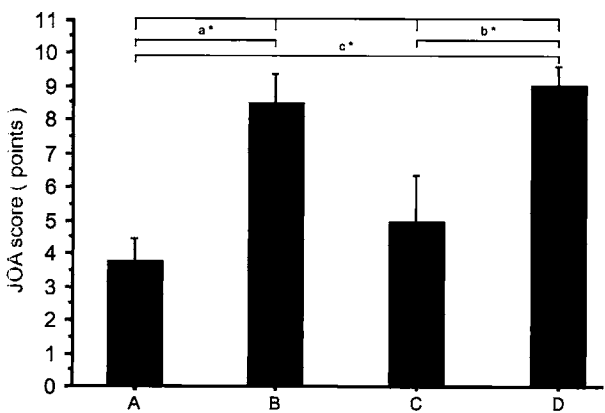


Fig.5. Relationship between the two factors (transverse area reduction rate of the spinal cord, impinged state of the spinal cord) and preoperative JOA scores
Each bar indicates the mean (SEM). (A), impinged and $\geq 38\%$ (transverse area reduction rate) group ($n = 15$); (B), non-impinged and $\geq 38\%$ group ($n = 9$); (C), impinged and $< 38\%$ group ($n = 9$); (D), non-impinged and $< 38\%$ group ($n = 17$)
One-way ANOVA showed a significant difference in mean value of preoperative JOA score between the four groups ($p < 0.0001$). In multiple comparison tests, significant differences ($*p < 0.05$) between the following groups, (a); (b) and (c) were observed for the preoperative JOA scores.

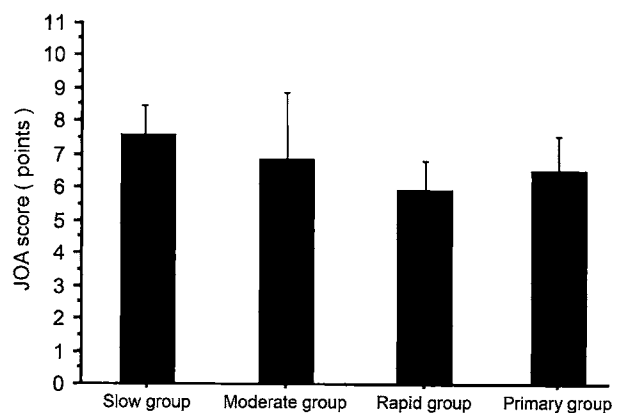


Fig. 6. Relationship between cancer types and preoperative JOA scores
Each bar indicates the mean (SEM). the slow group, 14 cases; the moderate group, 6 cases; the rapid group, 20 cases and the primary group, 10 cases
One-way ANOVA did not show a significant relationship between preoperative JOA scores and the four groups ($p = 0.623$).

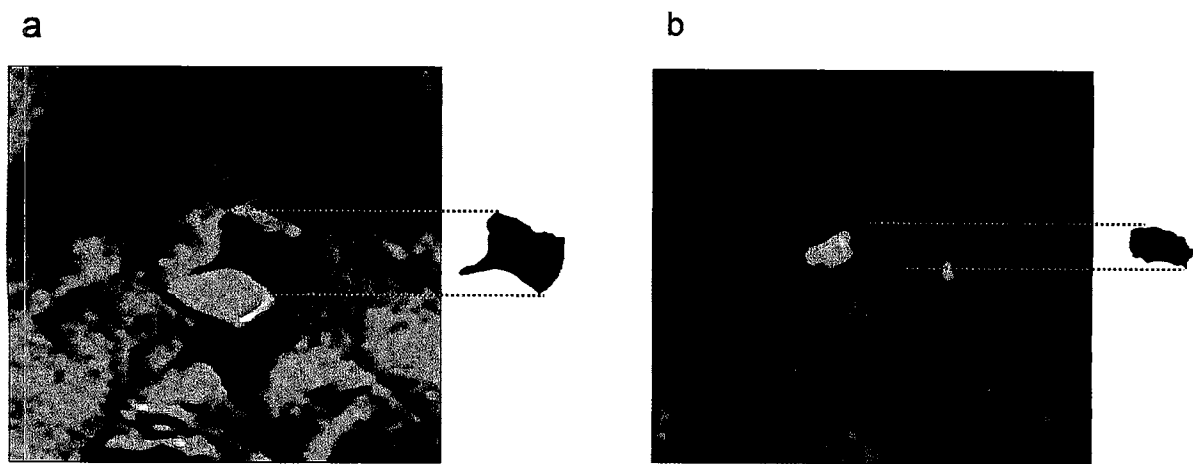


Fig. 7. Representative cases
(a), 56-years-old; male; metastatic tumor by liposarcoma of thigh; maximum compression level, T9; transverse area reduction rate of the spinal cord, 19.1%; orientation of spinal cord compression, anterior-posterior and right side; preoperative JOA score, 1 point
(b), 59-years-old; female; metastatic tumor by lung cancer; maximum compression level, T10; transverse area reduction rate of the spinal cord, 54.6%; orientation of spinal cord compression, posterior and left side; preoperative JOA score, 11 points

[挟み込まれないかつ38%未満]の群の間(図5b), [挟み込まれるかつ38%以上]の群と[挟み込まれないかつ38%未満]の群の間(図5c)で, それぞれ有意な差を認めた($p < 0.05$).

Ⅲ. 癌種と術前JOA scoreとの関連

slow群は14例(乳腺, 6例; 甲状腺, 5例; 前立腺, 3例), moderate群は6例(腎臓, 5例; 直腸, 1例), rapid群は20例(肺, 7例; 胃, 2例; 食道, 1例; 肝臓, 3例; 骨肉腫, 2例; 平滑筋肉腫, 1例; 脂肪肉腫, 1例; 血管肉腫, 1例; 原発不明, 2例), primary群は10例(脊索腫, 3例; 多発性骨髄腫, 2例; 血管腫, 2例; 骨芽細胞腫, 2例; 悪性リンパ腫, 1例)であった. slow群の術前JOA scoreは 7.6 ± 0.9 点, moderate群の術前JOA scoreは 6.8 ± 2.0 点, rapid群の術前JOA scoreは 5.9 ± 0.9 点, primary群の術前JOA scoreは 6.5 ± 1.0 点であった. 術前JOA scoreは4群間で有意な差を認めなかった($p = 0.623$) (図6).

考 察

脊椎変性疾患においては, MRIを用いた脊髄形態についての検討が過去に報告されている⁹⁾¹⁰⁾¹⁶⁾¹⁷⁾. Yuら^{18)~20)}は, 脊髄形態を9種類に細分化し, 変形の強さと臨床症状の重篤度が関連したと報告している. またMatsuyamaら²¹⁾は, MRIの水平断像において, 頸髄最狭部をboomerang型, tear-drop型, triangle型の3型に分類し, その中でtriangle型は, 術後のJOA score改善率が不良であると報告している. さらに市原ら²²⁾も, 有限要素解析を用いた検討により, triangle型は脊髄内応力が高く, 脊髄症状が発症しやすいと報告している. このように, 変性疾患では脊髄圧排の程度や形態が臨床症状に影響を与えることが示されている. しかし脊椎腫瘍においては, 腫瘍による脊髄圧排が臨床症状へどのように影響するかについて, 一定の見解は得られていない.

本研究では, 脊髄圧排の大きさについて, 腫瘍による脊髄圧排が大きくなれば, それに比例して麻痺の程度は強くなるのではないかと推測した. 脊髄面積減少率38%を基準とした2群間の検討においては, 38%以上の群の術前JOA scoreは, 38%未満の群の術前JOA scoreに比べて有意に低い値を示し, その結果から, 脊髄圧排の大きさ(脊髄面積減少率)が麻痺の増大に関連すると考えられた. しかし, 偏相関係数及び多重比較検定では, 術前JOA scoreは脊髄面積減少率により影響をうけないことが示された. よって本研究では, 腫瘍による脊髄圧排の大きさ(脊髄面積減少率)だけでは, 麻痺の程度(術前JOA score)は決定されないと考えた.

これまでに脊椎腫瘍による脊髄圧排方向を検討した報告はない. 我々は, 麻痺が重篤であった症例のなかに, 腫瘍により脊髄が挟み込まれる形態で圧排されている症例が多く存在したことに注目した. さらに, これらの症例は必ずしも, 腫瘍による脊髄圧排は大きくなかった(代表症例; 56歳; 男性; 原発巣, 大腿部の脂肪肉腫;

最大圧排レベル, T9; 脊髄面積減少率, 19.1%; 脊髄圧排方向, 前方かつ後方及び右方向; 術前JOA score, 1点) (図7a). 逆に, 麻痺が軽度であった症例のなかには, 腫瘍による脊髄圧排が大きい症例も存在した(代表症例; 59歳; 女性; 原発巣, 肺癌; 最大圧排レベル, T10; 脊髄面積減少率, 54.6%; 脊髄圧排方向, 後方かつ左方向; 術前JOA score, 11点) (図7b). よって本研究では変性疾患と同様に, 腫瘍による脊髄圧排の形態も麻痺の程度に関係しているのではないかと推測し, 脊髄圧排方向を検討した. その結果, 脊髄が挟み込まれる形態は唯一, 単変量及び多変量解析を含めた全ての統計学的検討において, 麻痺の程度(術前JOA score)に強く影響していることが明らかとなった. 特に脊髄面積減少率が38%未満の症例において, 脊髄が挟み込まれている群の術前JOA scoreは, 挟み込まれていない群の術前JOA scoreに比べて有意に低い値を示した. これより, 腫瘍により脊髄が挟み込まれる形態は, 脊髄圧排が小さい場合でも, 麻痺の程度に影響をあたえることが明らかとなった. 我々は脊髄が腫瘍に挟み込まれる形態で圧排されると, 脊髄は柔軟性を失い, 逃避不能になるのではないかと推測する. その結果, 挟み込まれない形態に比べて, 脊髄障害が強まるために麻痺の程度が強くなると考えている. なお本研究では, 脊髄が腫瘍に前方から圧排されるだけでは, 麻痺の程度は影響をうけないことも明らかとなった.

転移性脊椎腫瘍における原発巣に関しては, 肺癌, 肝癌等の場合は, 乳癌, 甲状腺癌等の場合に比べて悪性度が高く, 生命予後が悪い²³⁾. よって, 脊髄を同じ程度の大きさで圧排しても, 癌種の悪性度により, 麻痺の程度は異なるのではないかと推測した. Hamamotoら²⁴⁾は, 転移性脊椎腫瘍患者において肺癌や乳癌を含めて癌種別に検討した結果, 癌種は下肢麻痺の発生に有意な因子ではないと報告している. 本研究においても, 脊椎転移に対する治療戦略(Surgical strategy for spinal metastases)を用いて検討した結果, 術前JOA scoreはprimary群を含めた4群間で有意な差を認めなかった. しかし今回は, 胸椎レベルの50症例に限定した検討であり, 脊髄圧排の大きさや方向について各癌種内での評価はしていない. さらに, 術前JOA scoreはrapid群で最も低い値を示し, slow群で最も高い値を示す傾向にあった. よって, 癌種が麻痺にある程度は影響している可能性があると考えており, 今後さらなる検討が必要である.

今回の検討から, 脊髄が腫瘍に挟み込まれる形態で圧排されると, 脊髄圧排が小さくても, 麻痺の程度は強くなることが明らかとなった. 今後, 脊椎腫瘍患者のMRIを評価する際には, 腫瘍により脊髄がどの程度圧排されているかに加えて, 脊髄が挟み込まれる形態で圧排されているか否かを評価することが麻痺の進行の予測に重要であると考えた.

結 論

脊椎腫瘍における脊髓圧排をMRIを用いて検討した結果、以下の点が明らかとなった。

1. 腫瘍による脊髓圧排の増大は麻痺増悪の因子の1つではあるが、それだけでは麻痺の程度は決定されない。
2. 麻痺の程度は、腫瘍により脊髓が挟み込まれる形態で圧排される場合に強くなる。

以上の結果から、腫瘍により脊髓が挟み込まれる形態で圧排されると、脊髓は逃避不能になり、脊髓障害が強まる結果、脊髓圧排が小さくても麻痺の程度は強くなると考えられた。

謝 辞

稿を終える臨み、御指導と御校閲を賜りました恩師富田勝郎名誉教授、土屋弘行教授に深甚の謝意を捧げるとともに、直接の御助言と多大なる御指導を頂きました金沢医科大学整形外科科川原範夫特任教授、金沢大学整形外科科上英樹准教授に深謝いたします。さらに本研究の遂行に際し多大なる御協力と御助言を頂きました金沢大学医薬保健研究域医学系環境生態医学・公衆衛生学中村裕之教授に深く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Cole JS, Patchell RA. Metastatic epidural spinal cord compression. *Lancet Neurol* 7: 459-466, 2008
- 2) Pollono D, Tomarchia S, Drut R, Ibañez O, Ferreyra M, Cédola J. Spinal cord compression: a review of 70 pediatric patients. *Pediatr Hematol Oncol* 20: 457-466, 2003
- 3) Maranzano E, Trippa F, Chirico L, Basagni ML, Rossi R. Management of metastatic spinal cord compression. *Tumori* 89: 469-475, 2003
- 4) Hill ME, Richards MA, Gregory WM, Smith P, Rubens RD. Spinal cord compression in breast cancer: a review of 70 cases. *Br J Cancer* 68: 969-973, 1993
- 5) 日本整形外科学会骨軟部腫瘍委員会(編). 全国骨腫瘍患者登録一覧表, 38-45頁, 国立がんセンター, 2007
- 6) 田所伸朗, 谷俊一, 武政龍一, 川崎元敬, 喜安克仁, 池内昌彦. 圧迫性胸髄症では頸髄症よりも軽い脊髓圧迫で同等の下肢痙性麻痺を生じる. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌 53 (秋季学会号): 209, 2010
- 7) Kameyama T, Hashizume Y, Ando T, Takahashi A. Morphometry of the normal cadaveric cervical spinal cord. *Spine* 19: 2077-2081, 1994
- 8) 加藤文彦, 湯川泰紹, 須田浩太, 山縣正庸, 植田尊善. 非骨傷性頸髄損傷の予防法と早期治療体系の確立に係わる研究・開発, 普及: 日本人の正常頸髄・硬膜管形態について. 日本職業・災害医学会会誌 58: 52-64, 2010
- 9) Sherman JL, Nassaux PY, Citrin CM. Measurements of the normal cervical spinal cord on MR imaging. *Am J Neuroradiol* 11: 369-372, 1990
- 10) 鈴木正弘, 嶋村正. MRIによる頸髄横断面の形態学的研究. 日本整形外科学会雑誌 68: 1-13, 1994
- 11) Yousem DM, Janick PA, Atlas SW, Hackney DB, Glasser SA, Wehrli FW, Grossman RI. Pseudoatrophy of the cervical

portion of the spinal cord on MR images: a manifestation of the truncation artifact? *Am J Neuroradiol* 11: 373-377, 1990

- 12) Tsurumi T, Goto N, Shibata M, Goto J, Kamiyama A. A morphological comparison of cervical spondylotic myelopathy: MRI and dissection findings. *Okajimas Folia Anat Jpn* 81: 119-122, 2005
- 13) Tomita K, Kawahara N, Kobayashi T, Yoshida A, Murakami H, Akamaru T. Surgical strategy for spinal metastases. *Spine* 26: 298-306, 2001
- 14) Tomita K, Kawahara N, Murakami H, Demura S. Total en bloc spondylectomy for spinal tumors: improvement of the technique and its associated basic background. *J Orthop Sci* 11: 3-12, 2006
- 15) Fukui M, Chiba K, Kawakami M, Kikuchi S, Konno S, Miyamoto M, Seichi A, Shimamura T, Shirado O, Taguchi T. An outcome measure for patients with cervical myelopathy: Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ) : Part 1. *J Orthop Sci* 12: 227-240, 2007
- 16) Fukushima T, Ikata T, Taoka Y, Takata S. Magnetic resonance imaging study on spinal cord plasticity in patients with cervical compression myelopathy. *Spine* 16: 534-538, 1991
- 17) Okada Y, Ikata T, Katoh S, Yamada H. Morphologic analysis of the cervical spinal cord, dural tube, and spinal canal by magnetic resonance imaging in normal adults and patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 19: 2331-2335, 1994
- 18) Yu YL, Stevens JM, Kendall B, du Boulay GH. Cord shape and measurements in cervical spondylotic myelopathy and radiculopathy. *Am J Neuroradiol* 4: 839-842, 1983
- 19) Yu YL, du Boulay GH, Stevens JM, Kendall BE. Morphology and measurements of the cervical spinal cord in computer-assisted myelography. *Neuroradiology* 27: 399-402, 1985
- 20) Yu YL, du Boulay GH, Stevens JM, Kendall BE. Computed tomography in cervical spondylotic myelopathy and radiculopathy: visualisation of structures, myelographic comparison, cord measurements and clinical utility. *Neuroradiology* 28: 221-236, 1986
- 21) Matsuyama Y, Kawakami N, Yanase M, Yoshihara H, Ishiguro N, Kameyama T, Hashizume Y. Cervical myelopathy due to OPLL: clinical evaluation by MRI and intraoperative spinal sonography. *J Spinal Disord Tech* 17: 401-404, 2004
- 22) 市原和彦, 森田英隆, 宮崎誠也, 大木順司. 脊髓圧迫形態慢性による脊髓障害の変化—有限要素解析を用いて. 日本整形外科学会雑誌 84: S1301, 2010
- 23) Tatsui H, Onomura T, Morishita S, Oketa M, Inoue T. Survival rates of patients with metastatic spinal cancer after scintigraphic detection of abnormal radioactive accumulation. *Spine* 21: 2143-2148, 1996
- 24) Hamamoto Y, Kataoka M, Senba T, Uwatsu K, Sugawara Y, Inoue T, Sakai S, Aono S, Takahashi T, Oda S. Vertebral metastases with high risk of symptomatic malignant spinal cord compression. *Jpn J Clin Oncol* 39: 431-434, 2009

Relationship between spinal cord compression and paralysis in spinal tumors Koushirou Takeuchi, Department of Restorative Medicine of Musculoskeletal System, Graduate School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa 920-8640 Jusen Med. Soc., **120**, 34 – 41 (2011)

Key words MRI, paralysis, spinal cord compression, spinal tumor

Abstract

Although MRI is very important instrument to determine spinal cord compression produced by spinal tumors, the relationship between spinal cord compression and paralysis remains to be elucidated. Therefore, we studied factors related to the extent of paralysis by examining the extent and orientation of spinal cord compression in cases of thoracic spinal tumors using MRI. The subjects included 50 cases in which the preoperative transverse area of the spinal cord was measured by MRI. Cases were selected from those in which the highest degree of compression by the tumor was indicated on the vertebral body level in the 2th-11th thoracic vertebrae and in which tumors had invaded the epidural space. The transverse area of the spinal cord was measured along with the normal and tumor-induced maximally compressed area of the spinal cord using preoperative MRI and image analysis software (Image processing and analysis in Java, Image J). The extent of spinal cord compression was evaluated using the transverse area reduction rate of the spinal cord in the maximally compressed area. Orientation of spinal cord compression was evaluated by whether the maximally compressed area was compressed into an impinged state by the tumor. Additionally, we determined the relationship between the extent of paralysis and seven factors including tumor-induced anterior compression of the spinal cord, maximum compression level, cancer types, sex, and age. Surgical strategy for spinal metastases by Tomita, et al. was used for cancer types. The extent of paralysis was evaluated on an 11-point maximum scale using the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, excluding the evaluation of the upper extremities. The univariate analyses including Student's t-test used for the two-group who divided on the criteria of 38% transverse area in the spinal cord reduction demonstrated that the preoperative JOA score of 5.5 ± 0.7 points in the group more than 38% (24 cases) was significantly lower than that of 7.6 ± 0.7 points in the group less than 38% (26 cases). However, partial correlation coefficients and multiple comparison tests for preoperative JOA scores did not show a significant relationship for the transverse area reduction rate of the spinal cord. On the other hand, significant relationships between impinged state of the spinal cord and the preoperative JOA score were observed by both univariate and multivariate analyses. Especially, in cases where the transverse area reduction rate of the spinal cord was less than 38%, the preoperative JOA score of 4.9 ± 1.4 points in the impinged group (9 cases) was significantly lower than that of 9.0 ± 0.5 points in the non-impinged group (17 cases). Our results showed that the extent of paralysis was not determined solely by the extent of spinal cord compression, suggesting that the extent of paralysis was exacerbated even in cases of a small spinal cord compression when the spinal cord was compressed into an impinged state by the tumor. It seems likely that escape becomes impossible when the spinal cord is impinged, exacerbating spinal cord disorders.