

腰椎神経袖の長さや傾きの計測

前田尚利¹， 杉浦 昌²， 安藤伸也² 十八日信男¹

¹市立岡崎病院放射線科 ²同 整形外科

はじめに

脊髄神経根は脊髄神経の始まりの部分で、数本から数十本前後の細根 (rootlet) としてまとまってくも膜下腔を走り (cauda equina)、硬膜を髄節ごとに貫く。その後椎間孔に入り、脊髄神経節に移行し、脊髄神経幹を形成¹⁾する。一般に、くも膜下腔を走る部分を神経根というが、MR 画像上硬膜腔本幹から袖のように突き出た部分を、本論文では神経袖 (nerve sleeve) と呼ぶこととする。(Fig.1).

腰部神経袖の圧迫、偏位などの異常を画像学的に診断するためには、正常な長さや3次元的な走行方向 (傾き) の知識が必要と考えられる。横断および前額断層像より、腰部神経袖の長さ、走行方向の平均値を求め報告する。(Fig. 2).

対象と方法

1989年10月より1990年2月の間にMRI腰部検査を行なった15から76歳の男性36人、女性20人の計56人 (平均年齢38.4±16.8歳) である。

脊髄領域における典型的な pulse sequence として、スピンエコー法 (SE)^{2)~5)}、フィールドエ

コー (FE) 法^{6)~7)}があるが、くも膜下腔内 CSF、神経袖、神経節を高信号として描出することができる FE 法を用いた。

最初に L_{1/2}より L₅/S₁までの各椎間板の中央を横切り、脊髄腔と垂直な横断断面で、計5スライスを撮像した。1横断面撮像ごとに傾きを変える必要があるために、最小の繰り返し時間

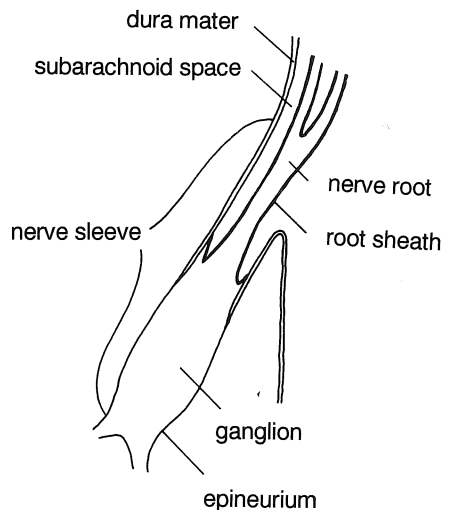


Fig. 1. Schematic drawing of the lumbar spinal region. In this report, a nerve sleeve is defined, on MR image, as a part of the spinal nerve from departure to the ganglion.

キーワード MR studies, lumbar nerve sleeve

(TR) 60 ms を使用した。エコー時間 (TE) 20 ms, フリップアングル (FA) 30°, 画素数 96×128, 視野領域 (FOV) 20 cm, 励起 16 回, スライス厚 7 mm を用いた。次に患者ごとに傾きを -5° から 25° までの間の任意の角度をつけて, 前額断断層像を同じ pulse sequence と FA で, 画素数 128×160, FOV 25 cm, 励起 16 回, スライス厚 5 mm で 3 から 5 スライス撮像した。tuning は, L₁ から L₃ で脊髓腔を前後に二分する面にて行ない, 以降は省略した。検査時被検者は仰臥位をとり, 膝の下に 15 cm の高さの三角形のパッドを入れ撮像した。検査時間は 1 患者あたり 30 から 40 分であった。

前額断断層像上に投影された長さ (L_{coronal}), 横断および前額断断層面上での神経袖の傾き θ_{axial} , $\theta_{coronal}$ の計測は, 当該の神経袖が前額断 1 スライス上に描出されている前額断断層面,

および対応する椎間を切る横断断層像を TV モニター上に選び出し, MR システムに用意されている距離および角度を測定するプログラムを用いて行なった。前額断においては, 神経根, CSF, 神経節の区別が MR 画像上不可能であったので, 脊髓腔本管より斜め外側下方に分枝する周囲組織より高信号の帯状, もしくは線状部分を神経袖とし, 起始部から末梢までの長さ (L_{coronal}) と傾き ($\theta_{coronal}$) を測定した (Fig. 1,2)。神経袖は直線状を示すものと, やや曲線状を示すものがあったが直線として近似した。横断断層像からは脊髓腔の lateral recess より神経袖の一部を結ぶ高または中信号の帯状領域が R-L 方向となす角度 (θ_{axial}) を測定した。測定値は両側の平均値を採用した。(Fig.2,3)

描出不良の場合以外に, 前額断の傾きにより神経袖が 1 スライス上に描出されていなかった場合, 左右の角度に大きな差 (横断断面で 30°,

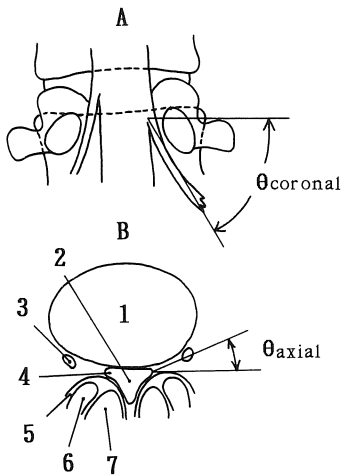


Fig. 2. Measurement of θ_{axial} and $\theta_{coronal}$ from coronal and axial images. 1 : intervertebral disc, 2 : dural sac, 3 : part of nerve sleeve, 4 : lateral recess, 5 : flaval ligament, 6 : surerior articular facet, 7 : inferior articular process.

Definition of angle and slant

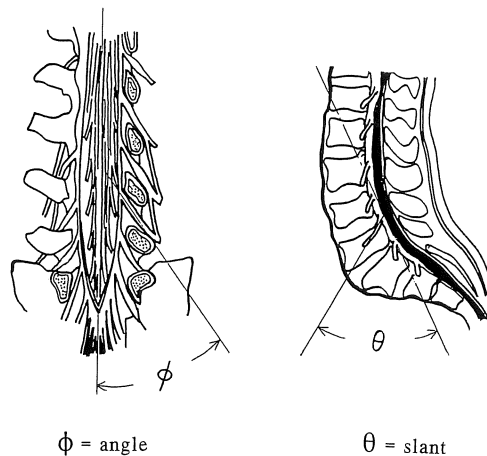


Fig. 3. Diagrams of slant (θ) and angle (ϕ). Slant (θ) is the slope of a plane parallel to the nerve sleeves. Angle (ϕ) is a half angle between the bilateral nerve sleeves on the plane.

前額断面で15°以上)があった場合、また椎間板ヘルニア、迂り症などの病的変化が認められた場合は統計より省いた。

Table 1. Length (L), Slant (θ), and Angle (ϕ) of the nerve sleeves.

	level	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
	n	24	30	37	47	45
length(L)	mean	1.15	1.55	2.06	2.27	3.05
	SD	0.20	0.33	0.31	0.31	0.72
slant(θ)	mean	-6.72	-0.01	3.66	14.68	17.48
	SD	7.43	7.40	7.66	7.93	6.03
angle(ϕ)	mean	37.33	34.08	31.62	32.51	26.96
	SD	9.01	6.38	4.97	6.40	6.07

n is the number of observations. Length is given in centimeters, slant and angle in degrees. Each SD represents one unit of standard deviation.

これらの値から、神経袖の長さ (length, L), 両側の神経袖を含む面と脊髓腔のなす角度 (slant, θ), この面内での両側神経袖間の角度 (angle, ϕ) を幾何学的に計算した (Fig.3). 使用したMRI装置は0.5T超電導 RESONA (横河メディカル社) である。

結 果

長さと同き

L, θ , ϕ の平均値と標準偏差の値を, Table 1 および Fig.4 に示した. 神経袖の長さは下のレベル程長く, θ は L₁, L₂ のレベルでは背側に, L₃以下では腹側に向かい走行していた. また ϕ は下のレベルほど狭くなる傾向があった. これらの値と年齢, 身長, 体重, 性との間に相関は認められなかった.

症例1 (Fig.5) 22歳男性, 正常例.

症例2 (Fig.6) 69歳男性, 腰痛にてMRI施

Box Representation of Length, Slant and Angle

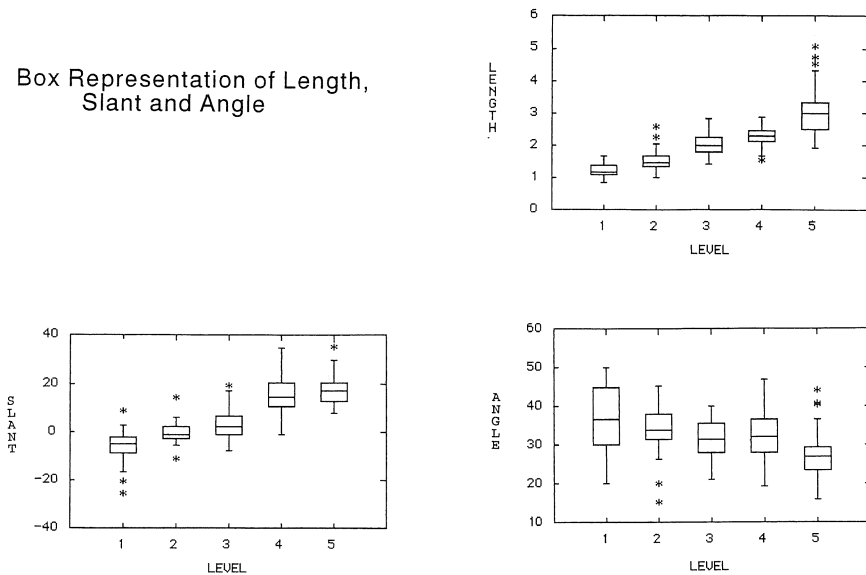


Fig. 4. Length (L), Slant (θ) and Angle (ϕ). Lines in a box represent the median. Boxes and bars indicate one quarterly and 2SD. Asterisks denote abnormal data. Length is given in centimeters, slant and angle in degrees.

行。L₄の神経袖が両側とも外側に圧排偏位し湾曲していた(矢頭)。

症例3 (Fig.7) 63歳男性, 両足の痛みしびれと間欠性跛行を主訴にMRI施行。L₄の脊椎迂り症を認めた。L₄の神経袖の末梢がL_{4/5}の高さに認められ, θ は減少していたが, L と ϕ は正常範囲内であった。L₅についてはその起始部はL_{4/5}の高さで, θ は減少し ϕ は増加していた。

考 察

近年整形外科領域において非侵襲的検査法としてMRIが用いられるようになった。腰痛の原因として脊髄腔の狭窄による神経根の機械的圧迫^{8),9)}のみでなく, 炎症性因子の関与も示唆されている。硬膜外腔における硬膜管, 神経根, そ

の周囲組織の炎症, 肥厚, 浮腫, 癒着およびそれによる循環障害が硬膜管, 神経根を刺激し症状を発現すると現在考えられている¹⁰⁾。

MRIにおいては任意の断面を得ることができ, 種々のpulse sequenceを使用することにより空間分解能, 組織間コントラストも向上してきたので, くも膜下腔本管の圧迫のみならず, 本管から突き出ている神経袖や周囲の組織構造をも描き出すことが可能となった。

神経根を描出し画像学的に診断する方法としてselective radiculography (SR)がある。正常像は末梢より中枢部まで神経根に沿う特徴的な帯状陰影として描かれ, 陽性または陰性像として得られる。田島¹⁰⁾は造影所見の分類として正常, 停止中断, 圧排, 部分陰影欠損, 走行異常, 不整像の6つに分類した。正常像のL₅の分

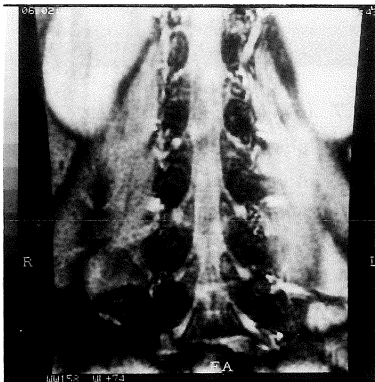


Fig.5. A typical coronal image of the nerve sleeves. A T₂*-weighted coronal image was taken using a gradient field echo technique (TR/TE=60/20, flip angle=30°) in a normal 22-year-old male volunteer. Nerve sleeves are depicted positively on the image.

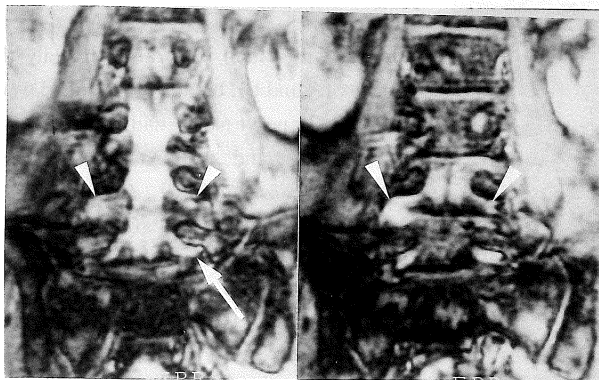


Fig.6. Coronal images in a 69 year old patient with lumbago. Bilateral L₄ nerve sleeves (arrow heads) were displaced laterally ($\theta=17^\circ$, $\phi=70^\circ$). The left L₅ (arrow) was also dislocated and swollen ($\theta=21^\circ$, $\phi=43^\circ$). These nerve sleeves had pedicular kinking.

岐角を 34° と報告しているが、我々の得た値を正面からの投影像として計算しなおすと $35.0 \pm 7.8^\circ$ でよく一致した。

SR の停止、中断像は神経根直下のヘルニア、脊椎管狭窄症、perineural fibrosis, spondylolisthesis などに見られるが、我々の経験範囲

では MR 前額断面層像上で神経袖が細くなっている像を見ることはあったものの、途中で消失している像は見られなかった。圧排、部分陰影欠損像は神経根全体もしくは一部が圧迫されたものであるが、MR 像では空間分解能が X 線写真と比較して劣るために、不整像とともに診断

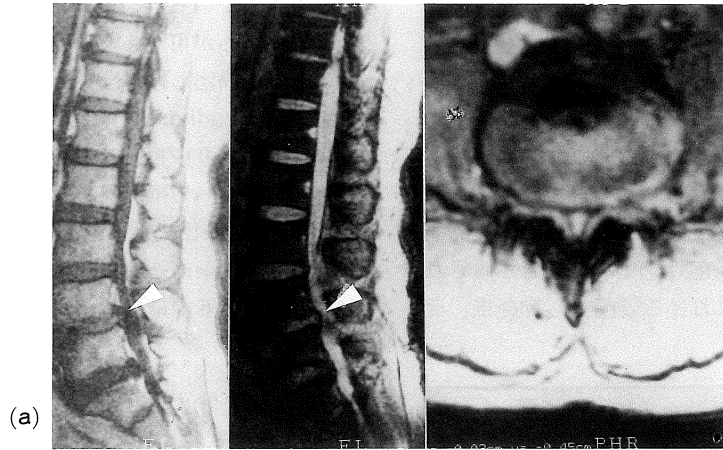
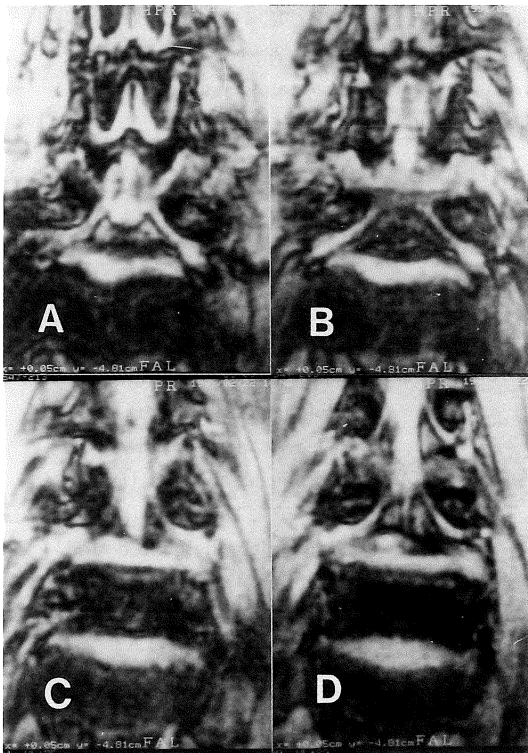


Fig. 7. Displacement of the nerve sleeve resulted from spondylolisthesis. A 63-year-old male patient had claudication after 200 meters walk and bilateral leg paresthesia for months. Spondylolisthesis of L_4 was seen on sagittal T_1 and T_2^* -weighted images (arrow head, a). On axial image, the spinal canal was narrowed. Figure b indicates coronal images of the nerve sleeves. These images were taken with TR/TE=150/30, flip angle=30°, 128×160 matrix size, FOV=25cm, 16 excitations, thickness of 5 mm, and overlap of 1 mm. Images A to D were arranged from dorsal to ventral with 3 mm intervals. Not only the L_5 nerve sleeves (A and B), but also L_4 (C and D) were shifted laterally. L_4 nerve sleeve had values of $\theta = (5.8 \text{ and } 6.2^\circ)$, $\phi = (37.9 \text{ and } 32.7^\circ)$ and $L = (2.29 \text{ and } 2.00 \text{ cm})$. L_5 had $\theta = (5.6 \text{ and } 6.1^\circ)$, $\phi = (41.8 \text{ and } 39.7^\circ)$, and $L = (2.69 \text{ and } 2.90 \text{ cm})$. Parenthesized are values of the right and left nerve sleeves respectively.



(b)

は困難であると思われた。

走行異常はヘルニア腫瘍、神経根形成異常^{11,12)}などに見られ、症例3の脊椎迂り症においても θ の減少、 ϕ の増加として偏位が認められた。これはL₄の椎体が腹側に迂ることにより、L₄の神経袖の末梢が背側に相対的に移動すること、L₅については起始部が腹側に偏位して θ が減少すると考えられた。 ϕ が増加する原因としては、起始部が足方に引っ張られるのか、または末梢が頭側に持ち上げられるのかは不明であった。

測定値の誤差は横断層像に投影される神経袖が短かく、そのために θ axialに誤差が生ずる。これは1 pixel異なることにより角度として約±5°の差がでるが、これは最終的な誤差としては10%以下であった。

神経袖の傾きは被検者の姿勢により変化すると考えられる。したがって、傾きを離れた一定部位との間の角度として測定することは、姿勢により異なり^{8,9)}好ましくない。そこで傾きを局所的な脊髓腔となす角度として求めた。flexionとextensionによる変化を求めることで、腰痛の原因がより明瞭になると考えられるが、機器の制約があり施行しなかった。

神経袖の形態異常を診断するためには、正常な神経袖の長さ、傾きの値を知っておく必要があり、これらの値を用いることにより悪性腫瘍、椎間板ヘルニア等による神経袖の圧迫偏位がより明確になると考えられた。

文 献

- 1) 大浜栄作：神経根の解剖と病変：神経進歩，26：737-752，1982.
- 2) N. I. Chatez, H. K. Genant, K. L. Moon, et al.: Recognition of lumbar disk herniation with NMR. AJR, 141：1153-1156, 1983.
- 3) C. Crawshaw, D. M. Keen, R. C. Mulholland, et al.: The use of nuclear magnetic resonance in the diagnosis of lateral canal entrapment. J Bone and Joint Surg, 66-B：711-715, 1984.
- 4) 大竹正一郎, 金 良昌, 水谷 優, ほか：後縦靭帯骨化症 (OPLL) のMRI. 臨方, 33：989-993：1988.
- 5) 宗広秀史, 高田広一郎：腰椎神経根のMRI像. 中部整災誌, 33：569-572, 1990.
- 6) D. R. Enzmann, J. B. Rubin.: Cervical spine: MR imaging with a partial flip angle, gradient-refocused pulse sequence: Part I. General considerations and disk disease Radiology, 166：467-472, 1988.
- 7) 新藤雅章, 橋本 学, 宮内孝治ほか：Fast scan法による頸髄、頸椎MRIの至適撮影条件の検討—中磁場装置において—。日医放, 49：S193, 1989.
- 8) L. Penning, J. T. Wilmink：Posture-dependent bilateral compression of L₄ or L₅ nerve roots in facet hypertrophy. A dynamic CT-myelographic study. Spine, 12：488-500, 1987.
- 9) D. Liyanag, X. Yinkan, Z. Wenming, et al.: The effect of flexion-extension motion of the lumbar spine on the capacity of the spinal canal. An experimental study. Spine, 14：523-525, 1989.
- 10) 田島 健：Selective Radiculography and Block. 日整会誌, 56：71-90, 1982.
- 11) 菊地臣一, 蓮江光男, 西山慶治, ほか：腰仙部神経根症状の多様性の検討. 臨整外, 19：739-747, 1984.
- 12) R. M. Scott, S. M. Wolpert, L. E. Bartoshesky, et al.: Neurosurgery, 22：739-744, 1988.

Measurements of Length and Slant of the Lumbar Nerve Sleeves

Hisatoshi MAEDA¹, Shou SUGIURA², Shinya ANDOH²,
Nobuo TOYOOKA¹

*¹Department of Radiology, ²Department of Orthopedics,
Okazaki Municipal Hospital
2-2 Wakamiya Okazaki, Aichi 444*

The length and slant of the lumbar nerve sleeves were measured from axial and coronal images taken using a gradient-refocused pulse sequence in 56 patients. The respective average lengths of L₁ to L₅ were 1.15, 1.55, 2.06, 2.27, and 3.05cm. The slant between the nerve sleeves and spinal canal were -6.72, -0.01, 3.66, 14.7 and 17.5 degrees. The angle between bilateral nerve sleeves were 37.3, 34.1, 31.6, 32.5 and 27.0 degrees. These values are useful references for diagnosing dislocation and compression of the nerve sleeves.