

COMPUTED TOMOGRAPHY OF POSTERIOR LONGITUDINAL LIGAMENT  
OSSIFICATION: ITS APPEARANCE AND DIAGNOSTIC VALUE WITH  
SPECIAL REFERENCE TO THORACIC LESIONS

後縦靱帯骨化症のCT像，特に胸椎病変の  
骨化形態と診断価値について

JUNJI MURAKAMI, M.D. 村上純滋  
WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.  
NAOFUMI HAYABUCHI, M.D., D.M.Sc. 早淵尚文  
SHOJIRO KIMURA, M.D. 木村昭二郎



RADIATION EFFECTS RESEARCH FOUNDATION  
財団法人 放射線影響研究所  
A Cooperative Japan - United States Research Organization  
日米共同研究機関

## ACKNOWLEDGMENT

### 謝 辞

The authors are indebted to the personnel of the RERF Clinical Contacting Section for facilitating the examinations of the patients in this study. They thank the radiologic technologists, especially Hideo Takaki, R.T., RERF Department of Radiology, and Kazuhiro Masuhara, R.T., Computed Tomography Section, Department of Radiology, Hiroshima Prefectural Hospital. They are grateful to Mrs. Grace Masumoto for her assistance in preparing this manuscript.

著者らはこの研究に当たり、患者の検査が円滑に行えるように努力いただいた臨床連絡課の方々に感謝の意を表す。また、放影研の放射線技師、殊に高木英雄氏や県立広島病院放射線科CTセクションの放射線技師増原和広氏に謝意を表す。更にこの原稿の準備における舛本幸江氏の御援助に対し深く感謝する。

A paper based on this report was published in the following journal:

Journal of Computer Assisted Tomography 6:41-50, 1982

本報告に基づく論文は上記の医学雑誌に掲載された。

## RERF TECHNICAL REPORT SERIES

### 放影研業績報告書集

The RERF Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, and advisory groups. The Technical Report Series is not intended to supplant regular journal publication.

放影研業績報告書は、日米専門職員、顧問、諮問機関の要求に応えるための日英両語による公式報告記録である。業績報告書は通例の誌上発表論文に代わるものではない。

---

*The Radiation Effects Research Foundation (formerly ABCC) was established in April 1975 as a private nonprofit Japanese Foundation, supported equally by the Government of Japan through the Ministry of Health and Welfare, and the Government of the United States through the National Academy of Sciences under contract with the Department of Energy.*

放射線影響研究所(元ABCC)は、昭和50年4月1日に公益法人として発足したもので、その経費は日米両政府の平等分担により、日本は厚生省の補助金、米国はエネルギー省との契約に基づく米国学士院の補助金とをもって運営されている。

COMPUTED TOMOGRAPHY OF POSTERIOR LONGITUDINAL LIGAMENT  
 OSSIFICATION: ITS APPEARANCE AND DIAGNOSTIC VALUE WITH  
 SPECIAL REFERENCE TO THORACIC LESIONS

後縦靱帯骨化症のCT像, 特に胸椎病変の  
 骨化形態と診断価値について

JUNJI MURAKAMI, M.D. (村上純滋)<sup>1</sup>; WALTER J. RUSSELL, M.D., D.M.Sc.<sup>1</sup>;  
 NAOFUMI HAYABUCHI, M.D., D.M.Sc. (早瀬尚文)<sup>1</sup>; SHOJIRO KIMURA, M.D. (木村昭二郎)<sup>2</sup>

*RERF Department of Radiology<sup>1</sup> and Department of Radiology, Hiroshima Prefectural Hospital<sup>2</sup>*

放影研放射線部<sup>1</sup>及び広島県立広島病院放射線科<sup>2</sup>

### SUMMARY

An earlier review of the lateral chest radiographs of 8,610 Hiroshima and Nagasaki Adult Health Study subjects revealed 48 persons with posterior longitudinal ligament ossification (PLLO) in the thoracic region. Seven additional PLLO cases detected outside that observation period brought the total to 55. Among them, 15 patients with neurological signs and/or the greatest degree of thoracic PLLO were selected for computed tomography (CT) of the spine in the present study. CT proved extremely valuable in identifying the location, shape, and severity of PLLO. In two cases, CT differentiated some lesions previously regarded to be PLLO as actually due to hypertrophic margins of vertebral bodies. Possible explanations are included for the development of the laminated or tandem type PLLO, and PLLO which is located laterally rather than in midline.

### INTRODUCTION

Like posterior longitudinal ligament, PLLO usually courses in midline along the posterior aspects of the vertebral bodies. In varying degrees, PLLO occasionally occludes the spinal canal, resulting in severe spinal disorders. For this reason and because it reportedly occurs more frequently in Japan than elsewhere, PLLO has received much attention and the Japanese Ministry of Health and Welfare has designated PLLO a special disease warranting

### 要約

広島・長崎の成人健康調査対象8,610例の胸部X線側面像を検討したところ, 胸椎部に後縦靱帯骨化症(PLLO)を有する48例を認めた。観察期間外に認められた7例を追加すると, 総計55例となった。このうち, 本調査では神経学的所見陽性のものや高度の胸部PLLOを示すもの15例を選んで胸椎CT検査を行った。PLLOの骨化の位置, 形態及び重症度の把握にCTは極めて有効であった。また2例では, PLLOであると以前に考えられていた病変の一部は, CTによって椎体の肥厚性変化であることが分かった。層状又はタンデム型を呈するPLLOの発達や, 正中より側方へ偏在したPLLOについて, 想定し得る説明を加えた。

### 緒言

後縦靱帯骨化症(PLLO)は, 後縦靱帯と同じく椎体後部の正中線上を進行する。程度の差はあるが, PLLOによって時に脊柱管が狭窄を受け, その結果重篤な脊髄障害が起こる。このことと, 日本における発生率が外国よりも高いと報告されていることによつて, PLLOは特に注目されてきた。日本の厚生省は, PLLOを詳細な調査を必要とする特定疾患に指定

detailed investigation. Since 1975, nationwide surveys have been conducted by the Japanese Ministry of Health and Welfare for this purpose, especially to clarify its manifestations in the cervical region.

Recently, with the assistance of Japanese investigators, a number of PLLO cases have been detected in Southeast Asia<sup>1-5</sup> with nearly the same frequency as in Japan. After the first report of PLLO in two Caucasian patients by Minagi et al,<sup>6</sup> an increasing number of cases have been reported in Western countries.<sup>7-13</sup> Yamauchi et al<sup>14</sup> discovered two cases of cervical PLLO among 854 Caucasian patients at the Mayo Clinic. Though its prevalence among Caucasians (0.2%) is lower than that in Japan (1%-3%),<sup>15-19</sup> PLLO is no longer considered as rare as previously.

Yet, the etiology, pathogenesis, and numerous other features of this disease are not completely understood. Thoracic PLLO has not been fully investigated because studies of PLLO began with observations of the cervical region of symptomatic individuals.

With its improved quality CT has become useful in diagnosing disorders of the spine and spinal cord.<sup>20-22</sup> Fine calcifications and ossifications not clearly identified using ordinary X-ray apparatus can be detected by CT. This is a report of the CT findings of 15 patients with PLLO of the thoracic, cervical, and lumbar regions.

#### MATERIALS AND METHODS

The RERF Adult Health Study (AHS) is a long-term clinical investigation for detecting late effects of the atomic bombs among a fixed population sample originally numbering 20,000 subjects in Hiroshima and Nagasaki.<sup>23</sup> All participants routinely receive complete physical examinations and laboratory studies biennially. Posteroanterior stereoscopic and lateral chest radiography are included. Examinations of other body sites, including radiography, fluoroscopy, and ultrasonography are performed when clinically indicated.

Ono et al<sup>24</sup> reported 55 cases of thoracic PLLO in a review of the lateral chest radiographs of 8,610 Hiroshima and Nagasaki AHS subjects. Fifteen of these with the greatest degree of

している。1975年以降、厚生省は特に頸部における発現状態を究明するための全国的規模の調査を実施してきた。

最近、日本の研究者の協力により、東南アジアの諸国で日本とほとんど同じ頻度に PLLO 例が発見されている。<sup>1-5</sup> Minagi ら<sup>6</sup> が、白人 2 例における PLLO を最初に報告して以来、欧米における報告は増加している。<sup>7-13</sup> 山内ら<sup>14</sup> は、Mayo Clinic で白人 854 例中に 2 例の頸椎 PLLO を認めた。白人間における有病率 (0.2%) は日本のそれ (1%-3%) よりも低い<sup>15-19</sup> が、もはや以前のようにまれな疾患とは考えられていない。

この疾患の病因及び多くの特徴はまだ完全には解明されていない。PLLLO の調査は症状のある患者の頸部から始められたので、胸椎 PLLLO の調査はまだ完全には行われていない。

CT はその質的進歩に伴い、脊椎及び脊椎障害の診断に有用となった。<sup>20-22</sup> 通常の X 線装置では明白に確認できない微細な石灰化や骨化も、CT によれば探知できる。本報は、胸椎、頸椎、及び腰椎に PLLLO が認められる 15 例の CT 所見に関するものである。

#### 材料及び方法

放影研の成人健康調査は、最初広島及び長崎の対象者 20,000 人で構成された固定集団における原子爆弾の後影響を探知するための長期の臨床調査である。<sup>23</sup> 対象者はすべて 2 年ごとに通常の全身の診察及び臨床検査を受ける。この中には背腹方向の立体及び側方向胸部 X 線検査も含まれている。その他の部位にも、臨床的な必要に応じて直接撮影、透視、及び超音波などによる検査を行う。

小野ら<sup>24</sup> は、広島・長崎の成人健康調査対象者 8,610 名の胸部 X 線側面像を検討した結果、55 例に胸椎 PLLLO の存在を報告した。この 55 例の中より脊椎側面断層

spinal canal occlusion on lateral spine tomography and/or the most severe myeloradiculopathy on neurological examinations performed by neurologists were selected for spinal CT. Though 11 of the 15 cases were diagnosed as having minimal myelopathy and/or radiculopathy, there was no definite neurological evidence of spinal cord involvement.<sup>24</sup> There were 12 females and 3 males whose ages ranged from 49 to 85 years.

In addition to having thoracic PLLO, 5 of the 15 patients had cervical PLLO, 2 had lumbar PLLO; and 4 had combined cervical and lumbar PLLO. CT was performed at the levels of involvement in the cervical, thoracic, and lumbar regions.

For 13 of the patients, CT scans were performed using a General Electric CT/T X 2-8800 in the Department of Radiology, Hiroshima Prefectural Hospital. For two of the patients CT was performed using a Toshiba TC/T 60A in the Department of Radiology, Juzenkai Hospital, Nagasaki. In Hiroshima, except for three cases, "slice" thicknesses were 0.5 cm; the window level was 200; and the window widths, 500 and 1,000. In Nagasaki, the conditions varied. A CT localizer described elsewhere greatly facilitated the localization of the lesions in this series.<sup>25</sup>

## RESULTS

### Structure and Location

The various shapes and locations of the PLLO observed using CT are shown in Figure 1 A-I. Some of the ossifications were irregular in shape, but most were ovoid or oblong (A-E). Anatomically, the posterior longitudinal ligament is in midline and attached to the posterior aspects of the vertebral bodies, but PLLO was occasionally observed unattached to the vertebral bodies (F), and sometimes it was asymmetric (G, H). Among the 15 PLLO cases in the present study, 2 were encountered which had a laminated appearance in the lateral projection using plain radiography and a tandem appearance with CT (Figure 1-I & Figure 2). The typical appearance of thoracic PLLO on lateral tomography and CT is shown in Figure 3. In the lateral projection the ossification appeared linear, but CT revealed it to be of a different shape (Figure 3D).

### Occlusion of Spinal Canal

Using the CT examinations, the maximum occlusion of the spinal canal was assessed in two ways: a) the percent occlusion was calculated as

撮影によって脊柱管狭窄の高度な者、ないしは神経科医による神経学的検査で脊髄神経根症を認められた者15例を選んで、脊椎CTを実施した。15例中11例は、軽度の脊髄症又は根症を有すると診断されたが、神経学的に脊髄障害と断定できるものはなかった。<sup>24</sup> この群は女12例、男3例から成り、年齢は49歳から85歳までであった。

胸椎 PLLO のほかに、5例には頸椎 PLLO、2例には腰椎 PLLO、4例には頸椎及び腰椎 PLLO が認められた。これらの例については、それぞれ頸椎、胸椎、及び腰椎の病変の位置でCTを行った。

このうち13例については、県立広島病院放射線部で General Electric 社製 CT/TX 2-8800 を用い、2例については、長崎十善会病院放射線部で東芝社製 TC/T 60A を用いて、それぞれ CT 検査が行われた。広島での検査の場合は、3例を除き各「スライス」幅は0.5cm、「Window level」は200、Window 幅は500と1,000であった。長崎での検査条件は一定でなかった。別報<sup>25</sup>で述べたCTロカライザーは、この一連の症例における病変の位置合わせに極めて有効であった。

## 結果

### 構造及び部位

CTによって認められた PLLO の各形状及び部位は図1のとおりである。骨化巣の幾つかは不整形であったが、ほとんどは卵形又は長方形であった(A-E)。後縦靭帯は正中線上にあり、椎体後部に密着しているが、椎体に密着していないものもあり(F)、また時に左右非対称性であった(G,H)。本調査における PLLO 15症例中、側面のX線像で層状を呈し、CTではタンデム状にみられた PLLO 2症例を経験した(図1-I及び2)。側面断層撮影及びCTにおける胸椎 PLLO の典型像は、図3のとおりである。側面撮影では骨化像は線状を呈するが、CTではD部において別の形状を示した。

### 脊柱管の狭窄

CTを用いて脊柱管最大狭窄率を次の二つの方法で求めた。a) 脊柱管の前後径と骨化の厚さとの比率と

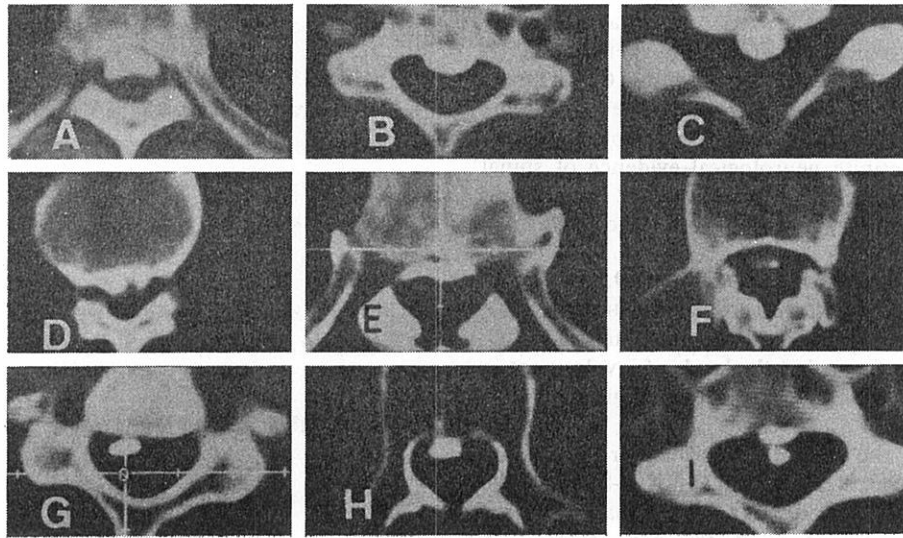


Figure 1. Various shapes of PLLO. A: Thoracic PLLO of ovoid configuration, nearly 50% of the spinal canal is occluded (Case 3). B & C: Cervical PLLO of ovoid configuration of lesser degree (Case 4). D & E: Lumbar (D) and thoracic (E) PLLO of irregular configuration (Cases 2 & 10). F: Lumbar PLLO not attached to the vertebral bodies (Case 15). G & H: Cervical (G) and thoracic (H) PLLO not situated in midline (Cases 12 & 9). I: Cervical PLLO, tandem type (Case 4).

図1 PLLOの各種形態。A: 卵円形の胸椎 PLLO。脊柱管にほぼ50%の狭窄がみられる(症例3)。B, C: 卵円形の頸椎 PLLOでAより軽度のもの(症例4)。D, E: 不整形の腰椎(D)及び胸椎(E) PLLO(症例2及び10)。F: 椎体に付着していない腰椎 PLLO(症例15)。G, H: 正中線上に位置していない頸椎(G)及び胸椎(H) PLLO(症例12及び9)。I: タンデム型頸椎 PLLO(症例4)。

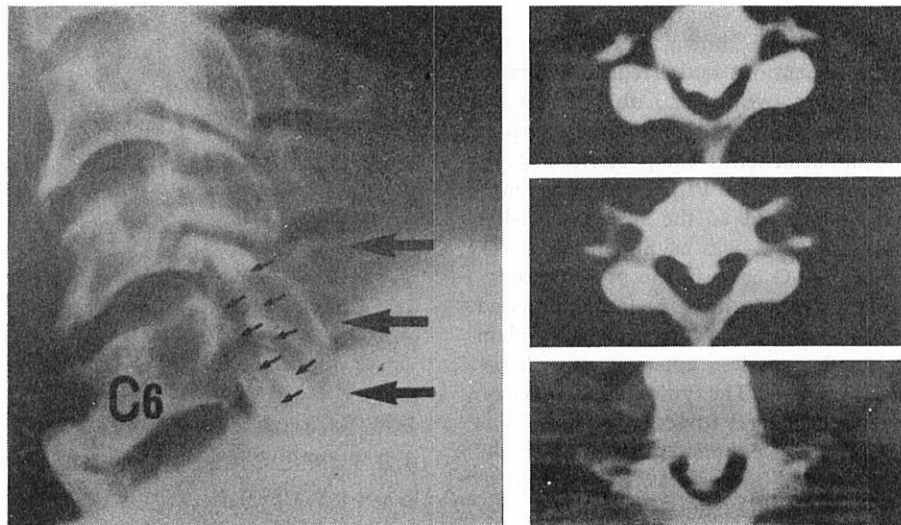


Figure 2. Laminated type of PLLO in the lateral projection and tandem type on CT at the level of C6 (Case 2).

図2 C6の位置で、側面撮影によって認めた層状型 PLLOで、CTではタンデム型を呈する(症例2)。

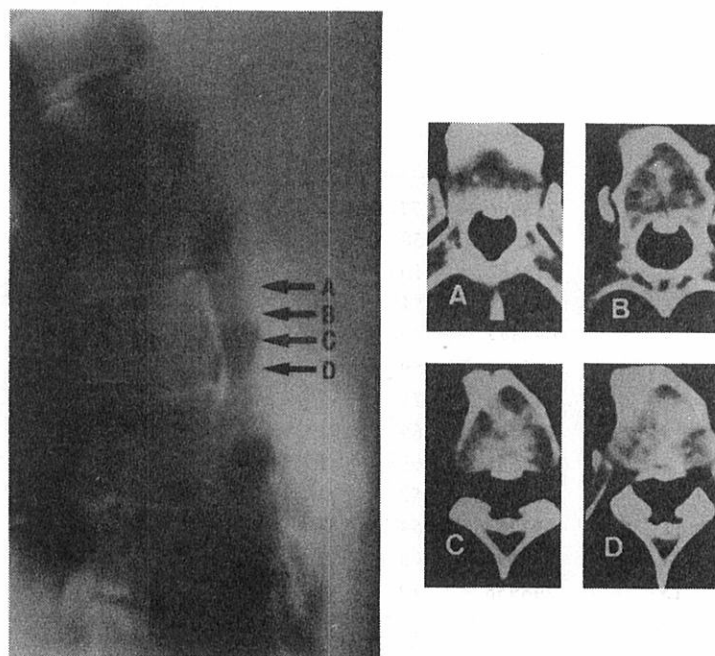


Figure 3. Thoracic PLLO at T6 and T7. The PLLO appears linear on lateral tomography but is irregular on CT (D) (Case 10).

図3 T6及びT7における胸椎PLLO。Dの部位において、PLLOは側面撮影では線状で、CTでは不整形を呈する(症例10)。

the ratio of the thickness of the ossification to the anteroposterior (AP) diameter of the spinal canal (Figure 4A); and b) the maximum occlusion of the spinal canal was determined from the CT scans using the ratio of the ossified area to the area of the spinal canal in cross section (Figure 4B). These areas were calculated by the computer in the scanners.

The correlation of the maximum percentages of occlusion is shown in Table 1. The maximum areas of occlusion according to CT ranged from 8% to 50%. In general, the percent occlusion according to area was smaller than that according to AP diameter. The lateral tomogram and CT of Case 1 which revealed the greatest degree of occlusion (50%) is shown in Figure 5.

#### Unusual CT Findings of Ossification in the Lower Thoracic Region

As shown in Table 1, the precise percentages of occlusion of the spinal canals of Cases 14 and 15 could not be determined using CT because their ossifications were near the corners of the posterior margins of the vertebral bodies (Figures

して狭窄率を計算し(図4A), b) 脊柱管の面積と骨化部の面積との比率として狭窄率を決定した(図4B)。これらの面積は、内蔵のコンピューターによって計算された。

最大狭窄率の相関度を表1に示す。CTによって求められた面積の最大狭窄率は8%—50%であった。おおむね、面積による狭窄率の方が前後径によるものより小さい値を示した。最大狭窄率(面積)50%を呈した症例1の側面断層像及びCT像を図5に示す。

#### 胸椎下部の骨化巣における異常CT所見

表1に示したように、骨化巣が椎体後縁の隅近くに認められた症例14及び15では、脊柱管の正確な狭窄率はCTによって計算できなかった(図6及び7)。

TABLE 1 CORRELATION OF MAXIMUM PERCENT OCCLUSION  
BY CT IN THORACIC PLLO

表1 胸椎 PLLO の CT による最大狭窄率の相関

Case No.	MF No.	Age	Sex	Maximum Occlusion	
				Area	AP Diameter
1	268066	77	F	50 %	53 %
2		58	M	34	41
3		50	F	30	46
4		54	F	26	38
5		49	F	21	31
6		59	F	20	42
7		71	F	20	33
8		64	F	15	29
9		63	F	14	33
10		52	M	13	31
11		54	F	10	29
12		68	F	8	22
13		70	F	8	17

Two PLLO cases (Case 14, MF [redacted] and 15, MF [redacted]) with abnormalities at T12-L1 thought to be due to PLLO on conventional radiography and tomography were omitted from this table as the T12-L1 abnormalities were found to be due to degenerative arthritis.

従来の直接撮影及び断層撮影で PLLO に起因すると考えられる異常が T12-L1 に認められた PLLO 2 例 (症例14, MF [redacted] 及び 15, MF [redacted]) は、今回の調査では、これら 2 例における T12-L1 の異常は変性性関節炎によることが分かったのでこの表から除外した。

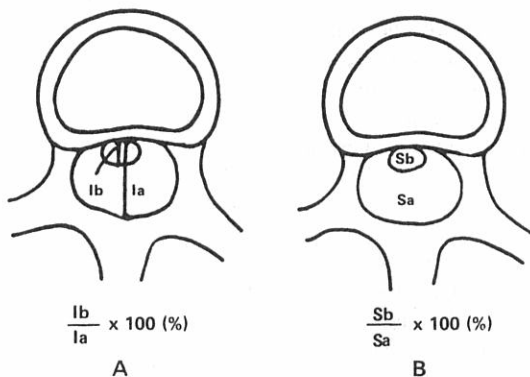


Figure 4. Percent occlusion of the spinal canal by PLLO, according to CT, by AP dimensions (A) and areas (B).

図4 CTでの前後径(A)及び面積(B)に基づく PLLO による脊柱管狭窄率

6 and 7). They had bridge-like ossifications at T12-L1. With CT, the ossifications appeared broader and more laterally located from midline as in Case 14. However, this case had typical PLLO at T2-T3, which was not imaged by CT. The ossification of Case 15 was irregular and

両症例では T12-L1 に橋状の骨化が認められた。CT では、骨化巣は広範囲で、正中線から側方に偏在していた (症例14)。しかしこの症例には、T2-T3 に典型的な PLLO が認められたが、CT による検査は実施されなかった。症例15における骨化巣は不整形



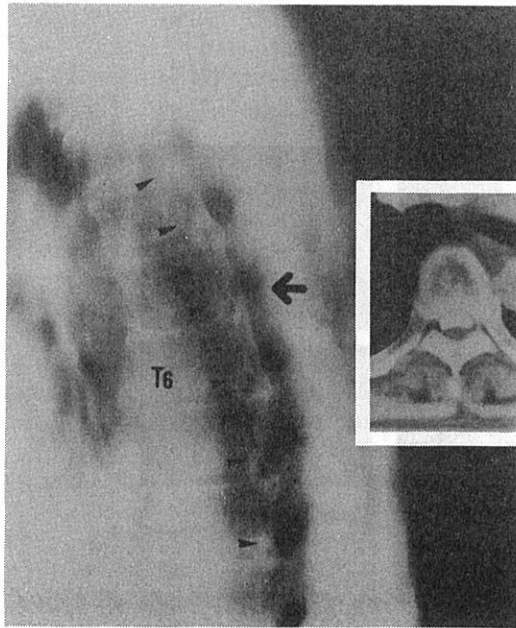


Figure 5. Fifty percent occlusion calculated by CT. The patient had no significant neurological findings (Case 1).

図5 CTで50%の狭窄を認めながらも、有意な神経学的所見のない症例(症例1)。

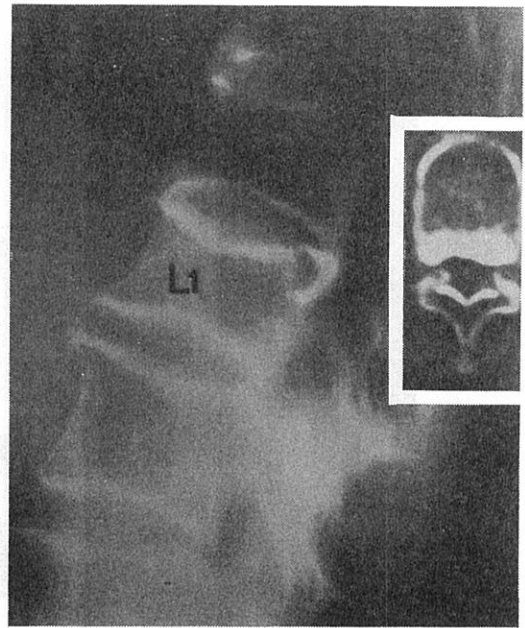


Figure 6. This ossification at T12-L1 is broader and laterally located from midline (Case 14).

図6 T12-L1におけるこの骨化巣は広く、正中線より側方に骨化が強い(症例14)。

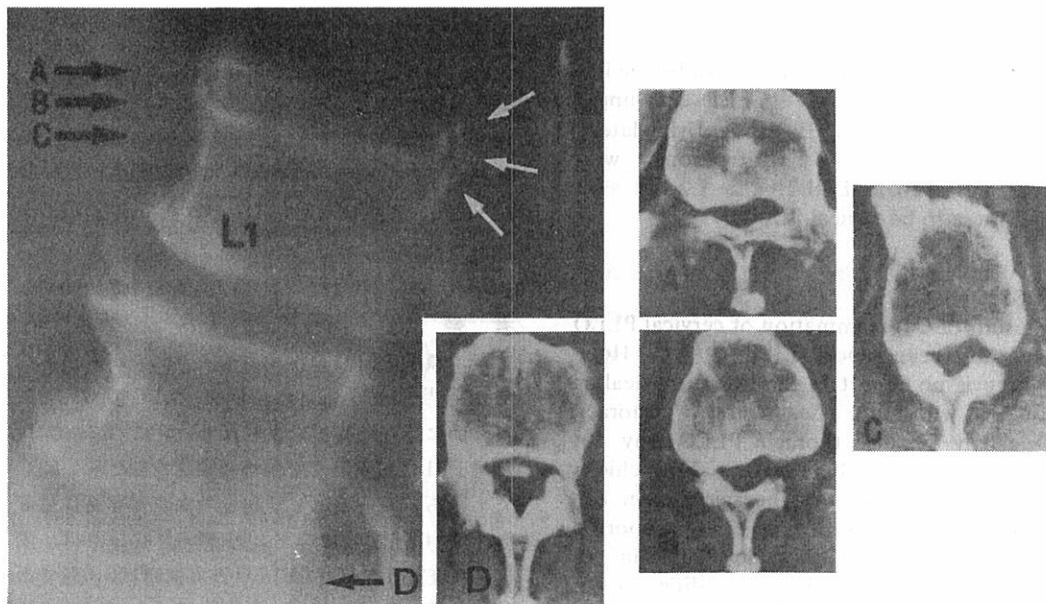


Figure 7. The irregular ossification at T12-L1 (A-C) lateral from midline is apparently due to degenerative arthritis. The ossification at L2-L3 (D) is due to PLLO (Case 15).

図7 正中線から側方に偏在しているT12-L1(A-C)における不整形の骨化巣は、変性性関節炎による。L2-L3(D)における骨化巣はPLLLOに起因する(症例15)。

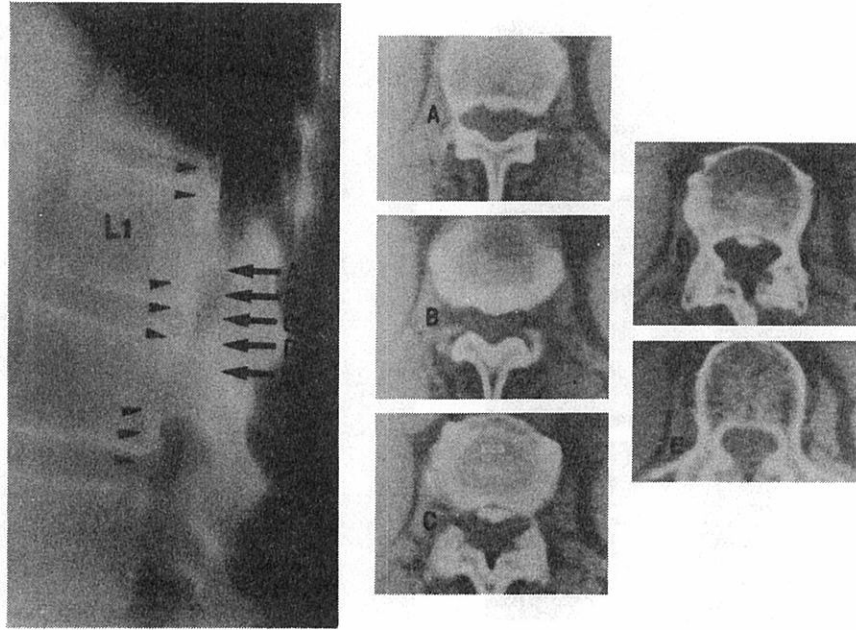


Figure 8. Bridge-type PLLO on lateral tomography and on CT (Case 9).

図8 側面断層撮影及びCTで認められる橋型 PLLO (症例9)。

located laterally from midline at T12-L1. This case also had definite PLLO at L2-L3 (Figure 7D), and at C4, C5.

In contrast to these cases, Case 9 had bridge-like ossification in the lower thoracic and upper lumbar regions as shown in Figure 8. Using lateral tomography, bridge-like ossifications were observed at T12-L1, L1-L2, and L2-L3. CT revealed these to be typical PLLO.

#### DISCUSSION

Some results of CT examination of cervical PLLO have recently been reported.<sup>11-13,22,26-28</sup> However, there is no report in the literature dealing specifically with CT assessments of thoracic PLLO, partly because thoracic PLLO may not cause severe myeloradiculopathy, but chiefly because the lesions in the thoracic region can more easily be overlooked. Ono et al,<sup>24</sup> reported that the prevalence of thoracic PLLO in the AHS sample was 0.6%, but according to the Japanese literature,<sup>15-19</sup> the prevalence of cervical PLLO was 1% to 3% among patients with cervical symptoms.

According to Goss,<sup>29</sup> the posterior longitudinal ligament extends from the clivus to the coccyx.

で、T12-L1 において正中線から偏在している。この例は、L2-L3 (図7D) 及び C4, C5 に明確な PLLO を有していた。

これらの例とは対照的に、胸椎下部及び腰椎上部に橋状の骨化がみられる症例9を図8に示す。側面断層撮影では、橋状の骨化巣は T12-L1, L1-L2, 及び L2-L3 に認められた。CT では典型的な PLLO が認められた。

#### 考 察

最近、頸椎 PLLO に関する CT の結果が報告されている。<sup>11-13,22,26-28</sup> しかし、胸椎 PLLO の CT 所見を具体的に述べた報告は文献にない。これは一部には、胸椎 PLLO が重篤な脊髄神経根症をもたらしにくいことであるが、主として胸椎の病変が容易に見落とされやすいことによる。小野ら<sup>24</sup>によれば、成人健康調査集団では胸椎 PLLO の有病率は0.6%であるが、日本の文献<sup>15-19</sup>によれば、頸椎症状を伴う例での頸椎 PLLO の有病率は1% - 3%であった。

Goss<sup>29</sup>によれば、後縦靭帯は斜台から尾骨まで連続して存在する。頸椎及び胸椎上部の脊柱管内では、

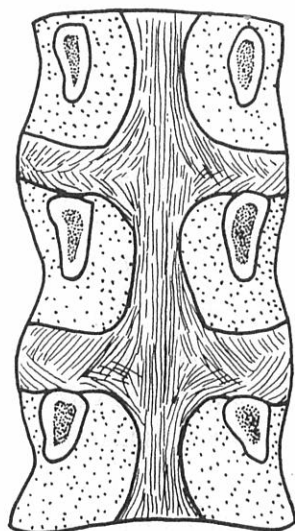


Figure 9. Posterior longitudinal ligament of the vertebrae in the lumbar region. (After Gross<sup>29</sup>)

図9 腰部における椎体の後縦靭帯。(Gross<sup>29</sup>による)

Within the spinal canal of the cervical and upper thoracic regions, this ligament is thick and nearly uniform in breadth, but in the lower thoracic and lumbar regions it conforms to the posterior concavities of the respective vertebral bodies. It is broadest when overlying the disks and narrowest and thickest when overlying the vertebral bodies, where it is separated from the bones by the basivertebral veins (Figure 9).

Comparison of the CT manifestations of cervical and thoracic PLLO revealed no feature which was characteristic of thoracic PLLO. The various shapes of its ossification have been found to be similar to those of cervical PLLO. However, as in Figure 3, broader ossification was noted at Section D, corresponding to the vicinity of the intervertebral disk. Considering the anatomy of the posterior longitudinal ligament, this variation is quite understandable. This tendency for the ossifications overlying the intervertebral disks to be relatively broad can be observed in some of the cases in the present series.

We encountered two cases with ossifications situated laterally. Kadoya et al<sup>26,27</sup> have reported similarly, but offered no explanation for this. According to the anatomical study of Suzuki<sup>30</sup> on anterior and posterior longitudinal ligaments, microscopically, the posterior longitudinal ligament is fixed to the vertebral body by its numerous digitations. At the level of the intervertebral space, the ligament is thin and broad and intimately bound to the annular

靭帯は厚く、ほとんど同じ幅を呈しているが、胸椎下部及び腰椎の靭帯はそれぞれの椎体の後部陥凹の形状に応じてその形が異なる。つまり椎間板上でも広く、椎体上で最も狭く最も厚くなっている。この椎体部では後縦靭帯は椎体静脈によって骨と分離している(図9)。

頸椎及び胸椎 PLLO の CT 像を比較すると、胸椎 PLLO に特徴的なものは認められない。後者にも頸椎 PLLO と同様、骨化形態の多様性が認められる。しかし、図3に見られるように、椎間板の週辺に相当するD部に、より幅広い骨化が認められた。後縦靭帯の解剖学的構造を考えると、この変化も理解できる。本調査対象例中の幾人かの椎間板上にこのような幅広い骨化像の傾向が観察された。

本調査では、側方に偏在する骨化のあるもの2例を認めた。Kadoya (角家)ら<sup>26,27</sup>もこの状態を報告しているが、説明を加えていない。前後の両縦靭帯に関する鈴木<sup>30</sup>の解剖学的研究によれば、後縦靭帯は顕微鏡を通してみると多数の橋脚状突起で椎体と連結している。椎間部では、靭帯が薄く幅も広く、椎間板の輪状線維と密接に連絡しているので、靭帯が側方

fibers of the intervertebral disk. Thus, it seems impossible to consider the ligament as being situated laterally. We presume that partial ossification of the ligament can account for the laterally located PLLO.

We encountered two cases with unusual ossifications in the cervical region (i.e., a laminated type visualized in the lateral projection and a tandem type on CT, Figures 1-I and 2). Our search of the literature revealed only one reported case of this type of ossification similar to that of ours,<sup>31</sup> however, there was no comment or explanation for the condition. Possible explanations include: a) coexisting posterior protrusion of a calcified intervertebral disk, and PLLO; b) the inclusion of a nonossified layer between the PLLO; and c) ossification extending caudad to the superficial layer over the segmented PLLO. Lee et al<sup>21</sup> have reported the posterior protrusion of a calcified intervertebral disk, similar to PLLO, observed with CT. Considering the laminated appearance of PLLO on lateral radiography, the first hypothesis is less likely. "The posterior longitudinal ligament consists of superficial layers occupying the intervals between three or four vertebral bodies, and the deeper layers which extend between adjacent vertebral bodies."<sup>29</sup> The progression of PLLO posteriorly is thought to occur successively at certain levels. Therefore, it seems impossible to attribute the double layer of ossification to a nonossified inclusion. It seems most reasonable that an ossified zone which initially presented as the segmented type of PLLO, subsequently extended as a superficial layer over another ossified layer in the course of its vertical development. In one case of the present series, laminated ossification in the thoracic region (Figure 10) was not imaged by CT. This case supports our third hypothesis that the ossification extends caudad as a superficial layer over the segmental PLLO. Further studies are necessary to clarify these findings.

No fine ossifications, such as one might anticipate visualizing with CT were identified. Table 1 shows the correlation of percentages of occlusion of spinal canal by PLLO, calculated in two ways: a) the AP dimension of PLLO vs that of the spinal canal, and b) the area of the PLLO vs that of the spinal canal. Reports of cervical PLLO in the literature indicate that severe neurological deficits often result when the spinal canal is occluded more than 40% on lateral

に偏在すると考えることは不可能である。よってこの偏在性の骨化は、靭帯の部分的骨化によって説明できると思われる。

本調査では、また、頸椎に異常な骨化すなわち、側面撮影で層状を呈しCTでタンデム型を示した2症例を認めた(図1-I及び2)。文献によれば、本症例と同型の骨化は1例しか報告されていない。<sup>31</sup>しかし、この例については詳細な意見も説明も述べられていない。可能性として次の三つが考えられる。a) 後方に突出した石灰化した椎間板とPLLOの併存、b) PLLOの中の非骨化層の存在、並びにc) 分節型のPLLOで浅層線維部の骨化が上方より起こってきた場合などである。Leeら<sup>21</sup>は、CTで認められたような、PLLOと同様の石灰化した椎間板の後方突出を報告している。側面X線撮影による層状所見から考えると、最初の仮説は可能性が少ない。“後縦靭帯は、3個ないし4個の椎体部間を結ぶ浅層線維と隣接の椎体間へ伸びる深層線維から成る”。<sup>29</sup> PLLOの脊椎後部での進展は、特定の位置においては連続して起こるものと考えられているので、二層の骨化の中に非骨化部が存在するとの仮説は受け入れられないと思われる。分節型のPLLOとして最初に認められたある骨化巣が、垂直に進行する過程で別の骨化層上に浅層線維として進展していくと考えるのが最も妥当であると思われる。胸部に層状骨化を有する別の1例(図10)については、CT検査を受けていないが、この例では、骨化は分節型PLLOの上に浅層線維として下方進展するという著者らのc)の仮説を支持するものである。これらの例については更に究明することが必要である。

CTで確認できると予想された微細な骨化巣の存在は認められなかった。表1は、二つの計算方法でPLLOによる脊柱管の狭窄率の相関度を示している。a) 脊柱管の前後径に対するPLLOの前後径、及びb) 脊柱管の面積に対するPLLOの面積。頸椎PLLOに関する文献によれば、側面断層撮影で脊柱管の

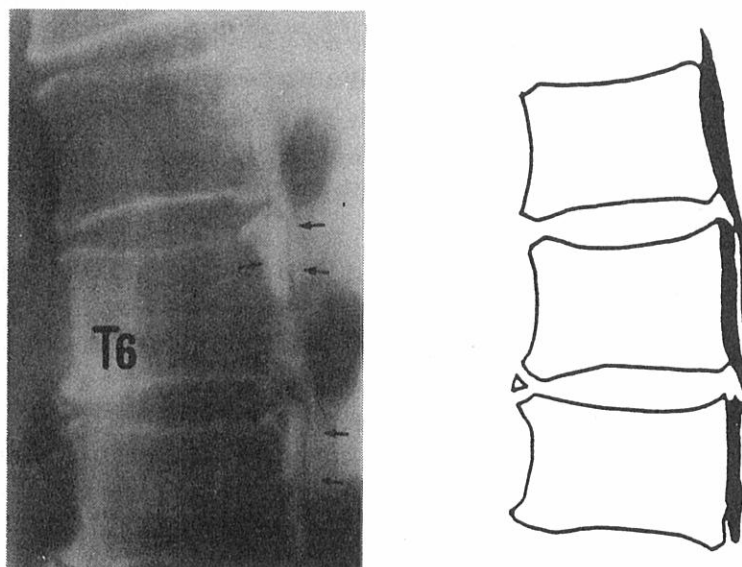


Figure 10. Laminated type of PLLO in the thoracic region.

図10 胸部における層状型 PLLO.

tomography,<sup>32,33</sup> and more than 30% on CT.<sup>26,27</sup> Occasionally cases with severe occlusion presenting no neurological findings have also been reported. The spinal canals of some of our cases appeared to be more than 40% occluded based on the AP measurements of the PLLO and the spinal canal, and more than 30% occluded based on the area of the PLLO and that of the spinal canal. However, these patients had no severe myeloradiculopathy. The CT findings of one of these are shown in Figure 5.

Our classification of PLLO by type includes one which bridges the interspaces between the vertebral bodies. This type of PLLO is often seen in the lower thoracic and upper lumbar regions.<sup>24</sup> It sometimes cannot be differentiated from hypertrophic osteoarthritis when only lateral radiography and conventional lateral tomography are available.

Wakano et al<sup>22</sup> and Gonsalves et al<sup>20</sup> reported the CT manifestations of cervical spondylosis. Spondylosis usually encroaches from the lateral aspect of the posterior margin of the vertebral body.<sup>34</sup> One of our cases illustrates this and is similar to cases which have been reported (Figure 7).<sup>20,22</sup> The ossification of Case 14 (Figure 6) appears more like bilateral hyper-

狭窄が40%以上,<sup>32,33</sup> CTでは30%以上<sup>26,27</sup>である場合は重篤な神経障害がしばしば生ずる。時には神経学的所見を呈しない高度の狭窄例も報告されている。本調査対象の若干例には、脊柱管が前後径にして40%以上、面積で30%以上狭窄している者がいたようである。しかし、これらの患者には重篤な骨髄神経根症は認められなかった。そのうち1例の所見を図5に示した。

本調査における我々の PLLO の型別分類には、椎体間に橋を架けたような骨化型がある。この種の PLLO は、しばしば胸椎下部及び腰椎上部にみられる。<sup>24</sup> 側面直接撮影及び従来の側面断層撮影検査しかできない場合は、時として肥厚性骨関節炎と鑑別することはできない。

若野ら<sup>22</sup>及びGonsalvesら<sup>20</sup>は、CTで認めた変形性頰椎症の所見を報告している。脊椎の変形は、椎体後縁の側面から進展する。<sup>34</sup>この状態を示す著者らの1症例は、報告されている他の症例<sup>20,22</sup>と近似している(図7)。症例14(図6)の骨化巣は、PLL0

trophic degenerative arthritis than PLLO. However, the possibility of these two conditions coexisting cannot be excluded. The typical "bridge-type" ossifications can usually be observed at several different levels, and they seem to some extent to involve longitudinal extension at some levels (Figure 8).

This study thus succeeded in clarifying some misconceptions concerning the morphology of PLLO. The degree of spinal canal occlusion was found generally to be somewhat less with CT than with plain lateral tomography. Hypertrophic vertebral margins were better differentiated from PLLO. Possible explanations are offered for the development of the laminated or tandem type of PLLO, and for PLLO which is situated laterally, away from midline.

よりも両側性の肥厚性変性性関節炎に似ているようである。しかし、これら二つの状態が併存する可能性は否定できない。典型的な“橋型”骨化巣は、通常幾つかの異なる位置で認められ、また、ある位置においては、ある程度縦方向に進展するようである(図8)。

以上この研究により、PLLOの形態に関して誤った一部の概念を明確にすることができた。脊椎の狭窄率は一般的に、側面断層によるよりもCTによるものの方が幾分低値を示すことが分かった。椎体縁の肥厚性変化はPLLOと鑑別できた。層状若しくはタンデム型を呈するPLLOの発達や、正中より側方へ偏在したPLLOについて想定し得る説明を加えた。

## REFERENCES

### 参考文献

1. 手束昭胤：韓国における頸椎後縦韧带骨化を中心とする頸椎レ線調査。四国医学雑誌 34: 138, 1978  
(TEZUKA A: Radiological examination of the cervical spine in Korea with special reference to posterior longitudinal ligament ossification of the cervical spine. Shikoku Igaku Zasshi-Shikoku Acta Medica)
2. 那須正義, 手束昭胤：韓国における頸椎X線調査—後縦韧带骨化を中心に。臨床整形外科 13: 672-7, 1978  
(NASU M, TEZUKA A: X-ray examination of the cervical spine in Korea — with special reference to posterior longitudinal ligament ossification. Rinsho Seikei Geka-Clin Orthop Surg (Jpn))
3. 黒川高秀, Bose K, Tan L, 劉華昌, 李瑤華, 黃淑珍, 衛悠悠：東南アジアにおける頸椎後縦韧带骨化症の調査1。シンガポールおよび台湾。関東整形外科災害外科学会雑誌 9: 311-2, 1978  
(KUROKAWA T, BOSE K, TAN L, LIU FC, LEE IF, HWANG SC, WEI YY: Study of posterior longitudinal ligament ossification of the cervical spine in Southeast Asia. (1) Singapore and Formosa. Kanto Seikeigeka Saigaijeka Gakkai Zasshi-Kanto J Orthop Traumatol)
4. 山浦伊娑吉, 上小鶴正弘, 四宮謙一, 金田昭, Inocentes AM: 東南アジアにおける頸椎後縦韧带骨化症の調査—フィリピン。関東整形外科災害外科学会雑誌 9: 292-7, 1978  
(YAMAURA I, KAMIKOZURU M, SHINOMIYA K, KANEDA A, INOCENTES AM: X-ray investigation of ossification of posterior longitudinal ligament in Southeast Asia: Philippines. Kanto J Orthop Traumatol)
5. 黒川高秀, Leong JCT, Chun SY: 東南アジアにおける後縦韧带骨化症の調査。4。ホンコン。関東整形外科災害外科学会雑誌 10: 105-6, 1979  
(KUROKAWA T, LEONG JCY, CHUN SY: Study of posterior longitudinal ligament ossification in Southeast Asia. (4) Hong Kong. Kanto J Orthop Traumatol)
6. MINAGI H, GRONNER AT: Calcification of the posterior longitudinal ligament: A cause of cervical myelopathy. AJR 105:365-9, 1969
7. BAKAY L, CARES HL, SMITH RJ: Ossification in the region of the posterior longitudinal ligament as a cause of cervical myelopathy. J Neurol Neurosurg Psychiat 33:263-8, 1970
8. FORCIER P, HORSEY WJ: Calcification of the posterior longitudinal ligament at the thoracolumbar junction. Case report. J Neurosurg 32: 684-5, 1970

9. PALACIOS E, BRACKETT CE, LEARY DJ: Ossification of the posterior longitudinal ligament associated with a herniated intervertebral disk. *Radiology* 100:313-4, 1971
10. OP den ORTH JO: Calcification and ossification of the posterior and longitudinal ligament of the cervical spine. *Fortschr Röntgenstr* 122:442-5, 1975
11. HYMAN RA, MERTEN CW, LIEBESKIND AL, NAIDICH JB, STEIN HL: Computed tomography in ossification of the posterior longitudinal spinal ligament. *Neuroradiology* 13:227-8, 1977
12. RESNICK D, GUERRA J Jr, ROBINSON CA, VINT VC: Association of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) and calcification and ossification of the posterior longitudinal ligament. *AJR* 131: 1049-53, 1978
13. HANNA M, WATT I: Posterior longitudinal ligament calcification of the cervical spine. *Br J Radiol* 52: 901-5, 1979
14. 山内裕雄, 伊沢和光, 藤原 稔: 頸椎後縦 靱帯骨化症を中心とする米国における頸椎 X 線調査について. *整形外科* 28: 757-65, 1977  
(YAMAUCHI Y, IZAWA K, FUJIWARA M: Radiological investigation of the cervical spine concerning mainly the posterior longitudinal ligament ossification of the cervical spine in the U.S.A. *Seikei Geka-Orthop Surg (Jpn)*)
15. ONJI Y, AKIYAMA H, SHIMOMURA Y, ONO K, HUKUDA S, MIZUNO S: Posterior paravertebral ossification causing cervical myelopathy. A report of eighteen cases. *J Bone Joint Surg* 49A:1314-28, 1967
16. 柳 務, 山村安弘, 安藤一也, 祖父江逸郎: 頸椎後縦靱帯骨化37例の分析. *臨床神経* 7: 727-35, 1967  
(YANAGI T, YAMAMURA Y, ANDO K, SOBUE I: Ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine - analysis of 37 cases. *Rinsho Shinkei-Clin Neurol*)
17. OKAMOTO Y, YASUMA T: Ossification of the posterior longitudinal ligament of cervical spine with or without myelopathy. *Nippon Seikei Geka Gakkai Zasshi-J Jpn Orthop Assoc* 40:1349-60, 1967
18. 篠田之秀, 半沢慎一, 野中克彦, 大和田 修: 頸椎後縦靱帯骨化症について. *整形外科* 22: 383-91, 1971  
(SHINODA Y, HANZAWA S, NONAKA K, OHWADA O: Ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine. *Seikei Geka-Orthop Surg*)
19. 栗原 章, 片岡 治, 前田昌穂, 川井和夫: 頸椎後縦靱帯骨化の臨床像とその推移. *整形外科* 29: 745-51, 1978  
(KURIHARA A, KATAOKA O, MAEDA M, KAWAI K: Clinical feature and course of ossification of posterior longitudinal ligament of cervical spine. *Seikei Geka-Orthop Surg*)
20. GONSALVES CG, HUDSON AR, HORSEY WJ, TUCKER WS: Computed tomography of the cervical spine and spinal cord. *Comput Tomogr* 2:279-93, 1978
21. LEE BCP, KAZAM E, NEWMAN AD: Computed tomography of the spine and spinal cord. *Radiology* 128:95-102, 1978
22. 若野絃一, 田中 守, 持田讓治: CT scan による頸椎疾患の種々相. *関東整形外科災害外科学会雑誌* 9: 49-53, 1978  
(WAKANO K, TANAKA M, MOCHIDA J: Various findings of CT scan in diseases of cervical spine. *Kanto J Orthop Traumatol*)
23. BELSKY JL, TACHIKAWA K, JABLON S: The health of atomic bomb survivors: A decade of examinations in a fixed population. *Yale J Biol Med* 46:284-96, 1973 (ABCC TR 9-71)
24. ONO M, RUSSELL WJ, KUDO S, KUROIWA Y, TAKAMORI M, MOTOMURA S, MURAKAMI J: Thoracic posterior longitudinal ligament ossification in a fixed population; its radiological and neurological manifestations. RERF TR 20-79
25. RUSSELL WJ, MURAKAMI J, KIMURA S, HAYABUCHI N: Computed tomography localizer. RERF TR 8-80 (Comput Tomogr, July-August 1981 issue)

26. KADOYA S, NAKAMURA T, TADA A: Neuroradiology of ossification of the posterior longitudinal spinal ligament – comparative studies with computer tomography. *Neuroradiology* 16:357-8, 1978
27. 角家 暁, 中村 勉, 大橋雅広, 広瀬源二郎, 多田 明: CT像よりみた後縦靱帯骨化症の検討. *脳神経外科* 7: 63-70, 1979  
(KADOYA S, NAKAMURA T, OHASHI M, HIROSE G, TADA A: Ossification of posterior longitudinal spinal ligament – comparative studies with computerized tomography. *No Shinkei Geka-Neurological Surgery (Jpn)*)
28. YAMAMOTO I, KAGEYAMA N, NAKAMURA K, TAKAHASHI T: Computed tomography in ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine. *Surg Neurol* 12:414-8, 1979
29. GOSS CM: *Gray's Anatomy of the Human Body*. Philadelphia, Lea & Febiger, 29th ed., 1973, pp 299-301
30. 鈴木康正: 脊柱前縦靱帯ならびに後縦靱帯の解剖学的研究, 特にその微細構造と骨化病態について. *日本整形外科学会雑誌* 46:179-95, 1972  
(SUZUKI Y: An anatomical study on the anterior and posterior longitudinal ligament of the spinal column. Especially on its fine structure and ossifying disease process. *Nippon Seikei Geka Gakkai Zasshi-J Jpn Orthop Assoc*)
31. 番場哲司, 松崎享司, 山本三希雄: 頸椎後縦靱帯骨化症例の追加. *臨床経験* 4: 375-81, 1969  
(BANBA T, MATSUZAKI R, YAMAMOTO M: Follow-up study of posterior longitudinal ligament ossification of the cervical spine. *Rinsho Keiken*)
32. 関 寛之, 津山直一, 林 浩一郎, 黒川高秀, 今井重信, 山辺 登, 中島雅之輔: 頸椎後縦靱帯骨化症185例の臨床的検討. *整形外科* 25: 704-10, 1974  
(SEKI H, TSUYAMA N, HAYASHI K, KUROKAWA T, IMAI S, YAMABE N, NAKAJIMA M: Clinical review of 185 cases with posterior longitudinal ligament ossification of the cervical spine. *Seikei Geka-Orthop Surg (Jpn)*)
33. 桐田良人, 宮崎和躬, 林 達雄, 野坂健次郎, 嶋 充浩, 山村 紘, 玉木茂行: 頸椎後縦靱帯骨化症の臨床と治療成績. *臨床整形外科* 10: 1077-85, 1975  
(KIRITA Y, MIYAZAKI K, HAYASHI T, NOSAKA K, SHIMA J, YAMAMURA H, TAMAKI S: Clinical aspects and treatment results of posterior longitudinal ligament ossification of the cervical spine. *Rinsho Seikei Geka-Orthop Surg (Jpn)*)
34. EPSTEIN BS: *The Spine. A Radiological Text and Atlas*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1976. pp 377-85